Avec le soutien de :

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE
Liberté Égalité Fraternité

ecotone FONDATION

Resp'haies

Rapport n°2

Évaluation de la biodiversité des haies et des fonctions écosystémiques associées

Rapport final — Mars 2023

Auteur :
Frédéric Coulon – Solagro

Solagro

Table des matières

PARTIE 1 — PROBLEMATIQUE ET OBJECTIF ____ 3

1.1 — Problématique ____ 3

1.2 — État de l'Art ____ 3

1.3 — Objectifs ____ 5

PARTIE 2 — METHODOLOGIE ET REALISATIONS ____ 6

2.1 – Méthodologie ____ 6

2.1.1 – Descripteurs de la valeur biologique des haies ____ 6
2.1.2 – Application sur le territoire d'étude ____ 7
2-1-3 – Protocoles et matériels ____ 11

2.2 – Déroulé du projet ____ 14

PARTIE 3 – RESULTATS ____ 18

3.1 – Résultats ____ 18

3.1.1 – Résultats de relevés d'inventaire de carabes ____ 18
3.1.2 – Analyse de la diversité des carabes selon le type de haies ____ 20
3.1.3 – Approche à l'échelle du paysage – continuités écologiques ____ 23
3.1.4 – De l'échelle du paysage à l'échelle de l'exploitation ____ 26

3.2 – Discussion des résultats ____ 29

PARTIE 4 – PERSPECTIVES ____ 31

4.1 – Suites envisagées ____ 31

4.2 – Éléments évaluatifs ____ 32

4.2.1 – Difficultés rencontrées ____ 32
4.2.2 – Analyse d'impact du projet sur les différents publics cibles ____ 32

PARTIE 5 – ANNEXES ____ 33

Bibliographie ____ 33

PARTIE 1 — PROBLEMATIQUE ET OBJECTIF

1.1 — Problématique

L'intensification de l'utilisation des terres liée à l'augmentation continue de la production agricole pendant des décennies a fondamentalement modifié le rôle de l'agriculture dans la biodiversité, et les services associés. Jusqu'à la révolution agricole, les terres agricoles riches notamment en structures arborées (haies, arbres épars, bosquets, vergers de haute tige…), aux côté des prairies naturelles, offraient de précieux habitats à de nombreuses espèces animales et végétales et de nombreux organismes du sol. Mais, le développement de l'agriculture intensive provoque un déclin massif de la biodiversité, sous l'effet notamment de l'utilisation grandissante de produits agrochimiques et la régression des habitats semi-naturels, comme les prairies permanentes et les éléments arborés, mais aussi du morcellement des habitats (fragmentation).
Cette simplification des paysages ruraux affecte l'ensemble des chaînes alimentaires, avec notamment une forte réduction des populations d'insectes. Or, la diminution de la biomasse et des espèces d'insectes est particulièrement problématique, car les insectes servent de nourriture à une multitude d'espèces, notamment les oiseaux qui sont pour la plupart insectivores (passereaux), les amphibiens et les chauves-souris (FIBL, 2023). Cet effondrement de la biodiversité ordinaire est observé en France, par exemple le programme de Suivi temporel des oiseaux communs (STOC) du MNHN, ainsi que dans d'autres pays européens (Allemagne, Suisse…). Au point que la plupart des espèces autrefois communes deviennent rares. Cette mise en danger de nombreuses espèces affecte in fine de nombreuses fonctions importantes pour l'agriculture, telles que la pollinisation par les insectes (abeilles, syrphes…) et la régulation des ravageurs de culture par les auxiliaires.
La proportion de surfaces en habitats semi-naturels dans les exploitations agricoles, comme les haies, est un facteur central pour préserver la biodiversité ordinaire, qui est aussi fonctionnelle pour l'agriculture.

1.2 — État de l'Art

Les haies bocagères et les arbres champêtres remplissent des services écologiques précieux, et sont des alliés pour répondre aux défis de la transition agroécologique. En tant qu'habitats pour des espèces pollinisatrices ou des auxiliaires de cultures, elles présentent un grand intérêt pour l'agriculture et peuvent permettre une réduction de l'utilisation des pesticides. De plus, elles préservent la fertilité des sols (lutte contre l'érosion, maintien de la faune du sol...), protègent les ressources en eau en quantité et en qualité ou contribuent à la lutte contre le changement climatique (stockage du carbone).

Diversité de services écosystémiques
Préservation de la biodiversité
La présence de haies est soulignée comme positivement contributrice à la biodiversité aussi bien à l'échelle de la parcelle agricole et qu'à celle du territoire. La haie contribue à complexifier la chaîne

trophique dans nos paysages agricoles. Les haies sont des éléments naturels permanents qui participent au maintien des populations d'espèces animales. L'intérêt des haies est souvent appréhendé sous l'angle des auxiliaires de cultures et des pollinisateurs.
Par son effet de double lisière qui multiplie les habitats, la haie augmente la richesse faunistique et floristique d'un territoire. Les travaux scientifiques n'ont pas mis en évidence d'espèces animales ou végétales spécifiques à la haie. Les espèces présentes dans le bocage sont d'origine forestière, champêtre, ou des landes (Baudry, 2003).
De nombreux travaux démontrent le rôle essentiel des haies pour de nombreux oiseaux qui viennent y nicher et s'alimenter. Le nombre de couples et d'espèces d'oiseaux dans un paysage bocager est le double en moyenne d'une zone ouverte (Constant et al., 1976). Les territoires de bocage préservent de nombreuses espèces aujourd'hui en déclin, voire menacées de disparition, comme le torcol fourmilier, la chouette chevêche, le rouge queue à front blanc, les pies grièches. Pour certains oiseaux (bruant jaune, bruant zizi, accenteur mouchet, fauvette grisette, fauvette babillarde, linotte mélodieuse, verdier forestier, etc.) les haies constituent leur milieu le plus propice (Solagro, 2002). De nombreuses espèces de passereaux (mésanges, rouge-gorge, troglodyte…) trouvent dans les haies une abondante nourriture en insectes, pucerons, araignées, chenilles.
La haie offre aux insectes un lieu favorable pour y accomplir toute ou partie de leur cycle biologique (reproduction, alimentation, hivernation…). Dans un paysage agricole à caractère bocager, la biomasse d'insectes est supérieure de 70% à celle d'un paysage de grandes cultures (Karg, 1989 ; Karg et Ryszkowski, 1991). Le microclimat et les habitats créés par les haies favorisent les populations de syrphes, pollinisateurs au stade adulte et consommateurs de ravageurs (pucerons…) au stade larvaire.
Même si la haie peut favoriser la présence de certains ravageurs à un certain moment de leur cycle de vie, la haie favorise des populations diversifiées d'auxiliaires de cultures qui exercent une forte pression sur les ravageurs. La fréquence de *Aphis fabae*, parasites de la féverole, diminue significativement dans les champs entourés de haies *(*El Titi, 1999). Des résultats comparables ont été trouvés pour plusieurs ravageurs (mouche de la betterave, pucerons de céréales, mouche du choux) ; les haies constituent des zones relais, de refuge et d'hivernation pour de nombreux auxiliaires (syrphidés, coccinelles, parasitoïdes, carabes…) (Solagro, 2002). On dénombre jusqu'à 40 fois plus de lombrics le long des haies et des bandes enherbées que dans une parcelle labourée (Solagro, 2000), notamment en raison taux de matière organique élevée au pied de la haie. La haie peut également servir de "corridor" entre plusieurs zones boisées et être ainsi colonisée par des espèces animales forestières, tels les carabes forestiers (Baudry et Burel, 1995). L'effet corridor et mosaïque sont des concepts clés pour comprendre la biodiversité présente dans les haies et les paysages agricoles (Baudry, 2003 *in* Liagre, 2006).

Préservation de la ressource en eau

Les haies sont reconnues pour assurer plusieurs fonctions vis-à-vis de la qualité de l'eau, et de la quantité d'eau. De même que les bandes enherbées implantées le long des cours d'eau (appelées « bandes tampons »), les haies contribuent à intercepter les ruissellements chargés de substances polluantes, notamment les produits phytosanitaires dissous dans l'eau, et à atténuer l'érosion des sols. Les haies réduisent ainsi le transfert de matières en suspension et de polluants des parcelles agricoles vers les cours d'eau ce qui en la qualité de l'eau. De fait, les principes de positionnement dans le paysage sont équivalents de ceux des bandes enherbées (en position d'interception du ruissellement, perpendiculairement à la pente et sur sols non hydromorphes). Pour une efficacité renforcée, il est nécessaire que le pied de la haie soit pourvu d'une forte densité de tiges (Ouvry et al., 2012), et d'adapter la gestion des haies dans ce but, par exemple en pratiquant des techniques de recépage des ligneux et en favorisant les espèces drageonnantes. Le maintien d'une strate herbacée dense et sans rupture sont également des facteurs clés dans l'efficacité de la haie vis-à-vis de la régulation des écoulements hydrauliques. Il n'existe toutefois pas de recommandations sur la largeur du pied de la haie. Les haies implantées sur un talus ont une efficacité accrue dans la lutte contre l'érosion.

Une autre fonction des haies repose sur la régulation des flux d'eau et de nitrates à l'échelle des bassins versants. Des travaux menés par l'INRAE, à l'échelle parcellaire (Caubel, 2001) et à l'échelle du paysage (Viaud, 2004) en contexte bocager breton, démontrent que les haies régulent les flux d'eau à l'échelle annuelle (évapotranspiration) et contribuent au prélèvement de l'azote en surplus dans les sols au printemps. Le processus général est le suivant : une partie de l'azote piégé par les végétaux est restitué en surface lors de la chute du feuillage. L'azote est alors minéralisé progressivement au cours de l'hiver, et se retrouve à nouveau disponible sous forme de nitrate au printemps, lors de la reprise de la végétation. Ce cycle participe ainsi à réguler les flux au cours de l'année.

1.3 — Objectifs

L'objectif de cette sous-action est d'analyser des méthodes et des indicateurs d'évaluation sur les fonctionnalités écologiques associées à différents types de services liés à la biodiversité et aux fonctions associées (protection du sol, qualité de l'eau et régulation hydrique…).
Compte tenu du foisonnement ces dernières années, de méthodes et de descripteurs pour caractériser de façon simple la biodiversité et les fonctions écologiques associées, la proposition de travail est de produire/approfondir une synthèse comparative des méthodes et descripteurs (atouts/contraintes relatifs, adaptation aux situations, aux objectifs des acteurs…) concernant plus spécifiquement les haies.

PARTIE 2 — METHODOLOGIE ET REALISATIONS

2.1 – Méthodologie

2.1.1 – Descripteurs de la valeur biologique des haies

Des préconisations de gestion pour améliorer la valeur biologique des haies sont identifiées dans différents travaux scientifiques et repris dans des guides et documents techniques (Solagro, 2002 ; Liagre, 2006 ; Monier, 2008), ainsi que dans le travail de l'AFAC-Agroforesteries de production d'un guide de gestion durable des haies[1].

On dégage notamment plusieurs facteurs clés suivants : la structure de la haie, la composition végétale, la présence d'un microrelief (talus, fossé), la présence de micro-habitats (bois mort, arbres creux…).

- Structure de la haie

Les haies composées de plusieurs étages de végétation (strates herbacée, buissonnante, arbustive et arborée) sont particulièrement favorables à la biodiversité. Chaque étage de végétation est en effet colonisé par un cortège différent d'espèces. Toutefois, les haies basses favorisant certaines espèces de milieux ouverts (Baudry, 2003), leur présence est donc à maintenir à l'échelle du paysage.

Pour atteindre un bénéfice écologique optimal, la haie doit être homogène, c'est-à-dire sans discontinuité entre les strates (continuité verticale), et continue (continuité horizontale) pour assurer sa fonction de corridor écologique.

La largeur de la haie améliore sa valeur écosystémique (biodiversité, rôle hydraulique, brise-vent, biomasse). La largeur d'une haie peut se définir par l'emprise au sol des ligneux ou par la largeur de la canopée (houppier des arbres). La base de la haie doit avant tout être d'une largeur suffisante pour lui permettre la repousse de plantes herbacées et des ligneux (renouvellement). Les techniciens conseillent une largeur minimale de la strate buissonnante de 1,5 m au sol ; en-deçà la haie peine à se régénérer.

Une largeur totale de la haie, correspondant à la projection au sol des ligneux, de 5 à 10 m est souvent citer comme objectif à atteindre pour optimiser les services écologiques des haies.

- Présence d'un ourlet

L'ourlet est la bande herbacée à l'interface entre l'espace cultivé et la haie proprement dite. Situé de part et d'autre de la haie, l'ourlet participe fortement à l'accueil de la biodiversité herbacée et d'animaux (insectes, micro-invertébrés…). Plusieurs travaux montrent l'intérêt de l'ourlet pour de nombreux insectes, comme les carabes qui y trouvent gîte et alimentation (éléments végétaux, larves de limaces, chenilles, pucerons…). Ils se déplacent le long des haies et certaines espèces chassent dans les champs cultivés (Burel, 1991). Ils sont toutefois sept fois plus nombreux dans les bordures de champ et ourlets des haies (Solagro, 2002). L'ourlet est aussi un refuge pour certaines espèces après la moisson.

Si la largeur est inférieure à 50 cm, l'ourlet se compose principalement de plantes annuelles, voire d'adventices des cultures mitoyennes. Un ourlet d'une largeur supérieure à 3 m présente une plus grande diversité, mélangeant généralement des espèces fleuries (mauve...), de graminées (vulpin, fétuque...) et de légumineuses (trèfles...). La composition floristique de l'ourlet est sous l'influence de multiples facteurs :

[1] Cette méthode d'évaluation du fonctionnement écosystémique de la haie s'appuie sur l'évaluation de la biodiversité potentielle de la haie, inspirée de l'indice de biodiversité potentielle (IBP) forestier, créé par Larrieu L. & Gonin P., est une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. L'IPBH (indice de biodiversité potentielle de la haie) en est une adaptation au milieu bocager et agricole.

conditions pédoclimatiques, présence d'un talus ou fossé, ambiance forestière au pied de la haie (hauteur, largeur du houppier, densité des ligneux), ancienneté de la haie…
Il est important de laisser la végétation naturelle s'installer spontanément, en évitant tout travail du sol et tout traitement (pesticides, engrais chimiques, etc.) pour assurer ses fonctions écosystémiques.

- Composition végétale de la haie

Les essences fruitières (alisier, merisier, prunellier, etc.) favorisent la présence de passereaux, et aussi de rongeurs. Les oiseaux fructivores, comme les grives, nidifient dans les haies composées d'arbustes à baies (aubépine, églantier, sureau…). D'autres, comme le merle noir, dans les épineux (houx, ronce, …). Les lianes (lierre, ronce, chèvrefeuille…) améliorent la biodiversité des haies. Les broussailles (ronces, ajoncs, genêts) sont désormais reconnues comme éléments constitutifs de la haie puisque leur présence est compatible avec le respect des Bonnes conditions agroécologiques (BCAE) de la PAC depuis 2015.

- Présence de micro-habitats : arbres têtards, vieux arbres

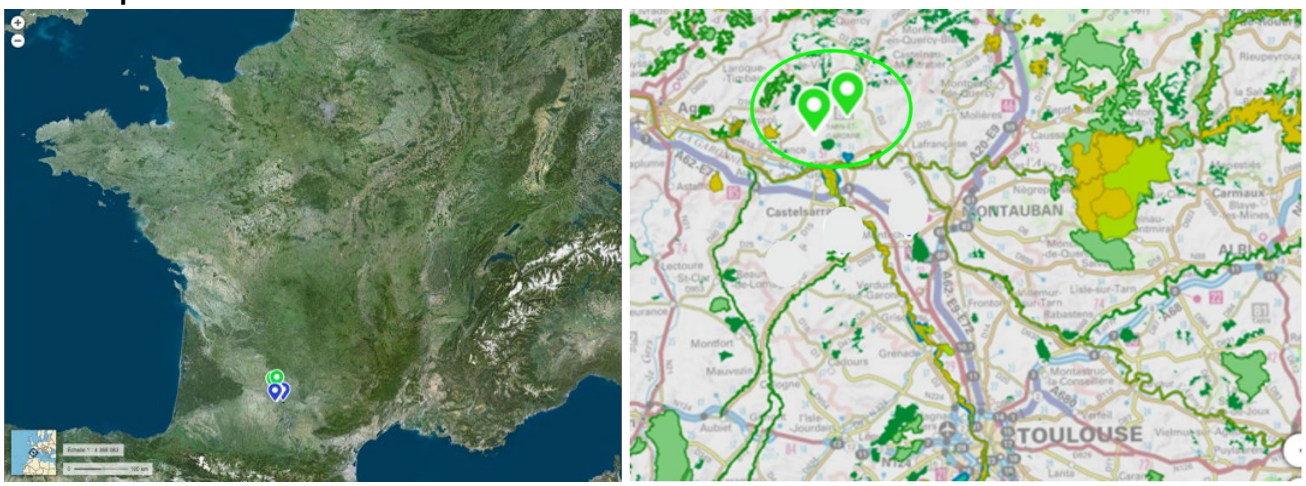
Les arbres têtards et les émondes offrent des cavités favorables aux espèces cavernicoles. Certains oiseaux (mésanges, noctule, huppe fasciée, pic épeiche…) et rapaces (hulotte, chevêche…) sont caractéristiques des bocages riches en arbres creux (vieux arbres, têtards…) : ils hébergent aussi chauve-souris, fouines, belettes et lérots. La préservation d'arbres morts et d'arbres creux est essentielle au maintien d'espèces saproxyliques, notamment ceux à faible capacité de déplacement, tel que le carabe pique-prune. Les scientifiques préconisent de conserver 5 % du volume total de bois sous forme de bois mort et d'arbres à cavité dans les espaces bocagers, soit 1 à 2 arbres par 100 mètres de haie.

L'ensemble de ces descripteurs a été considéré dans la grille de caractérisation des haies et des échanges avec les agriculteurs du territoire d'étude.

2.1.2 – Application sur le territoire d'étude

L'action a mobilisé un groupe d'agriculteurs du Tarn-et-Garonne, membres de la CUMA du Buguet et du GIEE 'Comprendre, Analyser, Corriger' (COM.A.CO), avec l'intention de mener une démarche participative auprès de ce groupe d'agriculteurs. Le GIEE est porté par la coopérative Qualisol. Ses objectifs sont de favoriser les techniques de conservation des sols, et d'améliorer les connaissances sur le fonctionnement du sol afin de préserver sa fertilité dans des territoires de coteaux à forte sensibilité à l'érosion. Les axes de développement sont des systèmes autonomes et économes en intrants, la diversification des assolements et allongement des rotations (mise en place de couverts végétaux) et les échanges entre agriculteurs et éleveurs (semences, paille, fumier).

a. Description du territoire d'étude



Carte 1 : localisation du territoire d'étude

L'agriculture du territoire est relativement diversifiée. Les grandes cultures (blé, tournesol, orge…) dominent (40% de la surface agricole), et les vergers de pruniers (Prune d'Agen) et les vignes de raisin de table de qualité (AOC Moissac) valorisent bien les parcelles en coteaux et contribuent à la diversification des fermes. Les parcelles de grandes cultures présentent un risque d'érosion élevé. Certaines fermes ont aussi une activité de diversification en maraichage (melons, concombre…). La SAU moyenne des fermes est de 40 ha, bien inférieure aux exploitations spécialisées en grandes cultures de la vallée de la Garonne. Le territoire se caractérise par la présence de zones à enjeux naturalistes (ZNIEFF, vert sur carte précédente), principalement le long des cours d'eau (Garonne, Tarn) et par d'importantes zones boisées dans les pentes (réservoirs de biodiversité). Des prairies sèches sont encore présentes sur les sommets. Les enjeux de biodiversité sont de maintenir la continuité des habitats (corridor écologique) et de préserver la mosaïque de cultures et d'infrastructures agroécologiques.

Photo 1 et 2 : le paysage des coteaux agricoles et boisés du Bas-Quercy

Le paysage est assez caractéristique des plaines et coteaux aquitains, qui peut être qualifié de semi-bocage ou de bocage ouvert, avec un réseau de haies moyennement dense (20 à 40 m/ha), sont très dispersées et peu nombreuses.

b. Réalisation de diagnostics de biodiversité

L'évaluation de la biodiversité des fermes étudiées s'est appuyée sur un diagnostic global de biodiversité à l'échelle de la ferme, réalisée à l'aide de l'outil Diagnostic-Action Biodiversité développé dans le cadre du programme Life Food & Biodiversity. Ce diagnostic repose sur le recueil d'informations relatives au système de production (productions, assolement, rotation, …) et aux pratiques culturales (fertilisation, traitements phytosanitaires, travail du sol, couverts…), car le niveau d'intensification de ces dernières conditionne la capacité d'accueil de la biodiversité. Les infrastructures agroécologiques présentes (haies, bandes tampons, fossés, lisières forestières…) et leur organisation spatiale (connexions, densité…) sont aussi décrites.

L'outil de diagnostic comprend trois composantes :

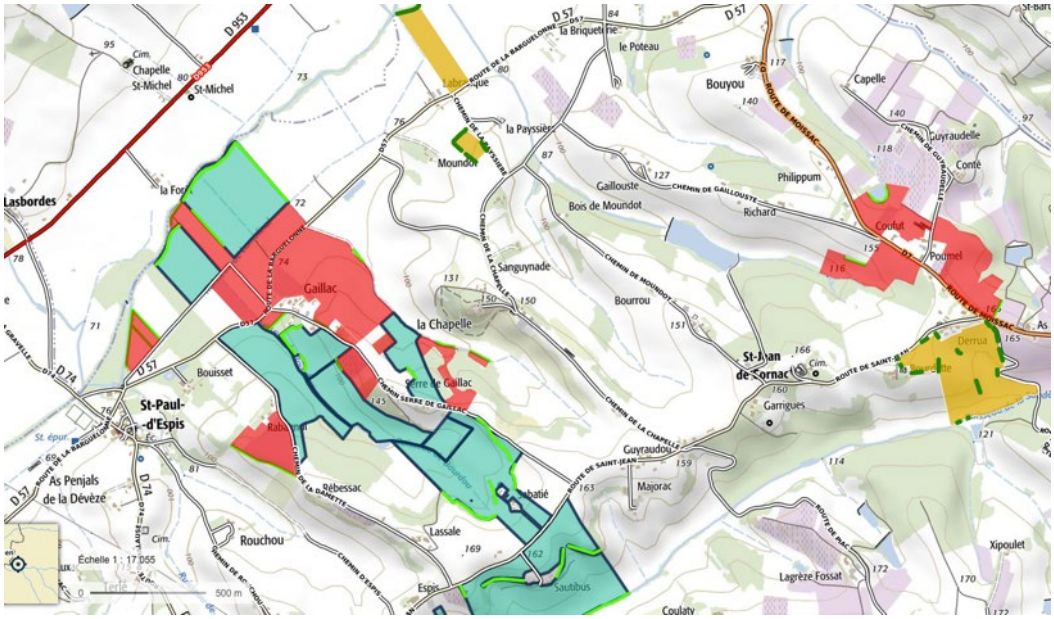
- Une analyse des éléments de biodiversité, en particulier des infrastructures arborées (catégories de haies réduites à 5 types) appréhendées par une méthode globale à l'échelle de l'exploitation ;
- L'intégration du paysage environnant de la ferme, par le biais d'une analyse cartographique des réservoirs de biodiversité et de leur positionnement dans le paysage ;
- Un arbre de décision pour amener à identifier des actions favorables à la biodiversité, qui constitue un support pour le travail d'accompagnement individuel et en groupe (regards croisés des agriculteurs sur des fermes).

Ce diagnostic permet de définir un plan d'actions d'amélioration de la biodiversité pour chaque ferme, notamment en matière de plantation et de gestion des haies et des arbres champêtres.

c. Inventaire et description des haies du réseau de fermes

Le diagnostic de biodiversité s'appuie sur un descriptif détaillé des haies des fermes, visant à caractériser l'état structurel des haies et leurs potentialités fonctionnelles écologiques. Un recueil des modes de gestion

des haies d'après observations de terrain et par entretien avec le gestionnaire permet de compléter l'évaluation.
Les haies, ainsi que les alignements et bosquets, et les mares et fossés, ont été géolocalisés par photo-interprétation (vue satellitaire) puis validation sur le terrain. Ces données géographiques ont été saisies dans un système d'information géographique (logiciel QGIS) permettant de les replacer dans leur contexte d'exploitation agricole et de paysage (cf. Carte 2).



Carte 2 : cartographie des haies des fermes du territoire d'étude (extrait)

En vue de structurer ultérieurement l'échantillon des haies à étudier, l'ensemble des haies (152) présentes sur les fermes partenaires a été caractérisé selon une grille de description comprenant une trentaine de variables.
Les variables les plus déterminantes identifiées dans la littérature pour l'accueil de la biodiversité sont relatives à la qualité de l'habitat (structure de la végétation, largeur, complexité…) et à leur connexion avec d'autres habitats d'intérêts écologiques (bois, haies, prairie, landes, cours d'eau…). Parmi les descripteurs de la structure d'une haie, identifiés lors de la phase précédente, figurent notamment la densité et la continuité des étages de végétation (buissons, arbustes, arbres), leurs largeurs (épaisseurs) qui lui confère une ambiance interne plus ou moins forestière. La présence d'un ourlet, la longueur/ largeur de haie, le type de parcelle (culture, prairie, chemin…) qui borde les deux faces de la haie, la présence de cours d'eau, de fossés, d'une bande enherbée (en précisant sa largeur), la présence d'arbres ou de bois morts, le pourcentage de vide, et les espèces végétales principales.

Photo 3 : exemples de types de haies présentes sur les fermes-pilotes

Ainsi, 152 haies ont été inventoriées sur les fermes étudiées, correspondant principalement à des haies de taillis avec futaies et des taillis simples (d'après le référentiel typologie de l'Afac-agroforesteries[2]). Elles sont principalement en bordure des cultures annuelles (58%) ou des prairies naturelles (28%).

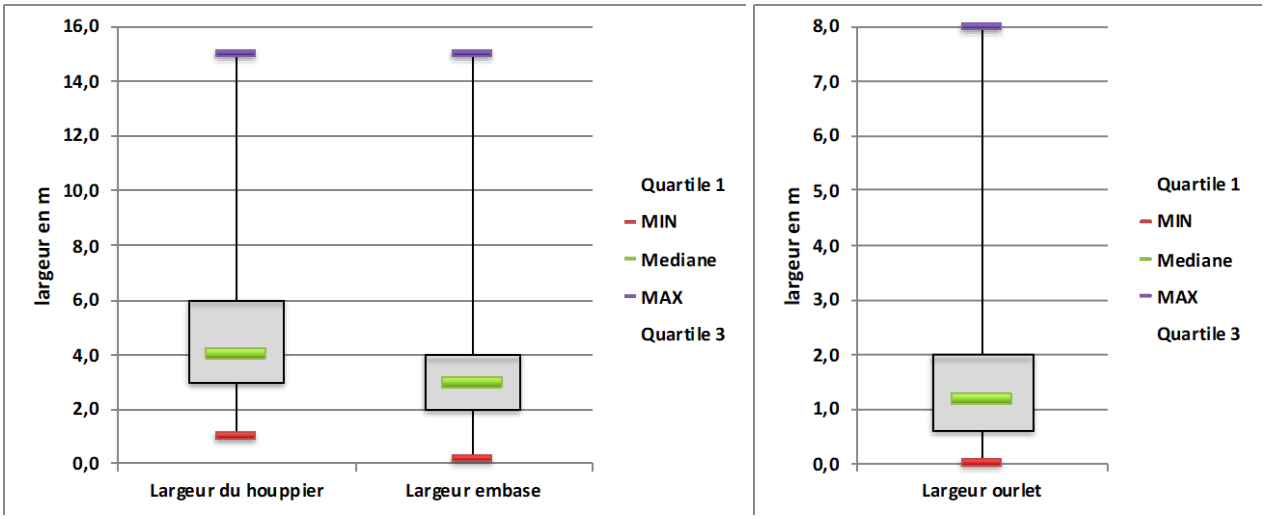
Type de haies	Nombre
Taillis sous futaie	97
Taillis simple	37
Taillis mixte	8
Futaie régulière	8
Haies en devenir	3
Total	152

Tableau 1 : typologie des haies des fermes-pilotes étudiées

Type de haies	Nombre
Culture annuelle	89
Prairie temporelle	13
Prairie naturelle	43
Culture et prairie naturelle	4
Cultures permanentes	2
Chemin	1
Total	152

Tableau 2 : Contexte des haies des fermes-pilotes étudiées

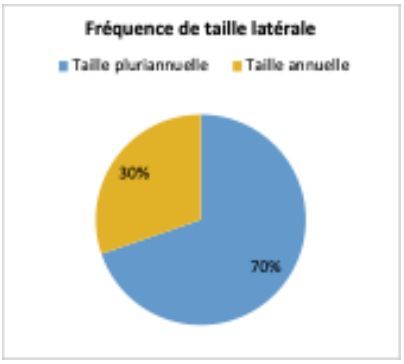
Le houppier des arbres est peu développé, compris entre 3 et 6 m dans la moitié des haies (4 m en médiane), même pour les haies gérées de manière assez extensive. Ceci s'explique en grande partie par le cortège ligneux dominant (prunellier, érable champêtre, chêne pubescent…) adapté aux conditions pédoclimatiques locales (sols argilo-calcaires moyennement épais, déficit hydrique estival marqué).
La largeur de l'embase (pied de la haie) est légèrement inférieure à celle du houppier (médiane : 3 m), mais reste assez large comparativement à ce qui est observé généralement en contexte de grandes cultures. Ceci révèle un emploi mesuré du matériel de taille (épareuse) en pied des haies.
La largeur de l'ourlet est en médiane de 1,1 m (0,8 à 2 m dans la moitié des cas) ce qui, sans être très élevée, constitue un facteur plutôt favorable pour la biodiversité.



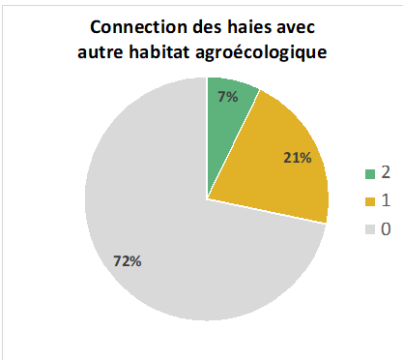
Graphique 1 : Largeurs du houppier, de l'embase, et de l'ourlet des haies des fermes-pilotes étudiées

Les haies sont gérées en majorité de manière assez libre (absence de taille latérale visible), avec une embase de 3 m de largeur en médiane. Mais près de ¾ des haies ne sont pas connectées à d'autres éléments arborés (haies, lisières), et seulement 7% des haies le sont à leurs deux extrémités (cf. Graphique 3).

[2] Le référentiel national sur la typologie des haies réalisé par l'AFAC-Agroforesteries identifie 21 principaux types de haies, regroupées en 6 catégories (haies en devenir, taillis simple, taillis mixte, futaie régulière, futaie irrégulière, taillis sous futaie).



Graphique 2 : fréquence de taille des haies des fermes



Graphique 3 : connectivité des haies des fermes

2-1-3 – Protocoles et matériels

a. Modèle d'étude : populations de Carabidae

La démarche repose sur la réalisation d'observations des auxiliaires des haies sur les fermes du GIEE en s'appuyant sur des protocoles élaborés par de l'Observatoire agricole de la biodiversité (OAB).

Le modèle biologique principal de l'étude s'est porté sur les Carabidaes, car ils offrent plusieurs avantages. Il s'agit d'une famille de coléoptères abondante, bien représentée dans les paysages ruraux, connue et présentant un intérêt agroécologique.

Les coléoptères, qui regroupent environ 25% des espèces connues du monde vivant, constituent un ordre numériquement très important dans la faune du sol de nombreux écosystèmes. Les Carabidaes en sont une des familles les plus abondantes et les plus diverses avec environ 1 000 espèces en France (Dajoz, 2002). Ils sont très abondants dans les divers milieux des paysages ruraux, qu'il s'agisse des cultures ou des milieux semi-naturels (prairies…). Leur abondance dans ces milieux doit par ailleurs leur conférer un rôle quantitativement important dans les écosystèmes auxquels ils appartiennent.

La plupart des espèces de carabes sont épigées, se déplaçant à la surface du sol, et il est aisé de les capturer par la méthode du piège à fosse (piège Barber). Les carabes sont donc un modèle pratique pour étudier au travers de l'abondance et des richesse des captures dans ces pièges.

Tout cela a permis d'acquérir une certaine connaissance de leur taxonomie, avec de nombreux ouvrages dédies à leur détermination, ainsi que de leur mode de vie.

- *Intérêt agroécologique des Carabidae*

Les Carabes ont été décrits à de nombreuses reprises comme des auxiliaires des cultures (Kromp, 1999), en intervenant principalement en tant que prédateurs d'organismes nuisibles aux cultures (Sunderland, 2002), mais aussi comme consommateurs de graines d'adventices (Tooley et Brust, 2002).

Les carabes, espèces prédatrices et polyphages, sont des prédateurs généralistes susceptibles de contribuer au contrôle biologique des organismes nuisibles aux cultures (ravageurs). Cette qualité de prédateurs généralistes les rend complémentaire des prédateurs des ravageurs de cultures (auxiliaires) plus spécialistes, car les généralistes pouvant se nourrir de proies alternatives avant le développement des ravageurs. Ils sont présents dès l'arrivée de ces derniers et peuvent donc précocement en limiter l'essor, assurant le relai avant que des prédateurs plus spécialistes, dont les populations s'accroissent plus vite, n'arrivent (Symondson *et al.*, 2002b).

Photo 4 et 5 : *Carabus auratus* mangeant une larve de tipule (à g.) et *Carabus coriaceus* mangeant des œufs de limace (à dr.).

b. Principes du dispositif de piégeage mis en place

Le dispositif de capture a consisté en la pose de pots barber à différentes distances de la haie : une ligne de pièges au pied la haie (interface haie/ourlet) et une ligne à 10 m de la haie à l'intérieur de la parcelle. Dans la ligne, les pièges sont disposés à une distance de 10 m minimum les uns des autres, de manière à ne pas créer des interactions entre eux (non-perturbation des captures par le piège voisin). Deux pots ont été placés par ligne ce qui sécurise le relevé de chaque haie (dans le cas d'un pot non-fonctionnel), tout en optimisant le temps de mise en place, de relevé et de comptage. Après leur mise en place dans le sol, les pièges sont remplis avec un liquide de conservation (à base d'eau, du sel et de liquide vaisselle inodore) et laissés ouverts pendant sept jours (durée identique pour toutes les mesures). Cette durée limitée évite une dégradation importante des insectes capturés. Dès après les avoir recueillis, les insectes capturés sont rincés, et placer dans un pot contenant de l'alcool à 70° pour assurer leur parfaite conservation en attendant la phase ultérieure de tri et d'identification.

Il est important de réaliser plusieurs séries de captures au printemps (mai-juin) afin de collecter une plus grande diversité de coléoptères, toutes les espèces n'ayant pas la même période (précocité) d'activité.

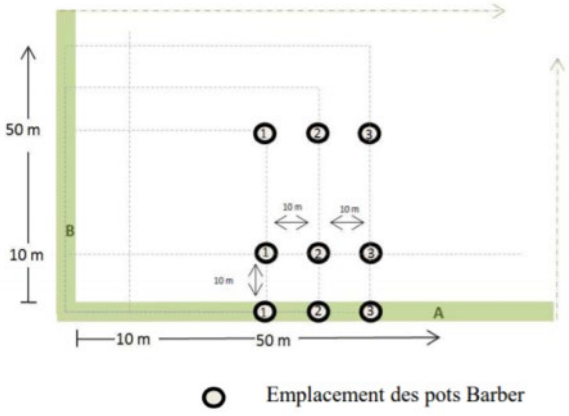


Schéma 1 : Dispositif d'installation des pièges

Photo 6 : Pièges à fosse (pot Barber) de capture des carabes.

c. Analyse statistique

Après identification des carabes, l'analyse statistique des données d'inventaire a reposé sur des analyses de la variance (ANOVA) dans le but de mettre en évidence une différence significative ou non sur le cortège de carabes (nombre d'individus, nombre d'espèces, taille de individus) selon les caractéristiques des haies (type de haies, largeur de l'ourlet et de l'embase, mode de gestion…). Pour se faire une richesse des différentes tailles a été calculée ainsi que la diversité de Shannon de ces différentes tailles de carabes, il en a été de même pour les espèces. Les conditions d'applications des ANOVA ont été vérifiées à l'aide de tests appropriés, et des tests de Tukey et Kruskal Wallis ont aussi été réalisés. Les variables ne

respectant pas les conditions d'applications du fait de la faible quantité de données ont été analysées avec des comparaisons de moyenne (test de Shapiro). La valeur-seuil retenue pour l'ensemble des tests a été rehaussée à $\propto = 0.1$ pour tenir compte de la taille réduite de l'échantillon des haies qui génère plus forte variabilité des données. La valeur $\propto$ a été laissé à 0.05 pour les tests de Shapiro.

d. Échantillonnage des haies

Afin d'évaluer l'intérêt biologique des haies pour les populations de carabes, l'échantillonnage des haies s'est fait sur la base de plusieurs critères. Le facteur clé identifié dans la littérature comme favorables à l'accueil des carabes est la structure de la haie, et notamment la densité et la continuité des étages de végétation (buisson, arbustes, arbres), la largeurs (épaisseur) qui lui confère une ambiance interne plus ou moins forestière. Les autres facteurs intrinsèques sont la présence d'un ourlet, la longueur de haie, le type de parcelle qui borde les deux côtés de la haie.

Afin de discuter avec les agriculteurs, dans une étape ultérieure, de l'impact des modes de gestion des haies sur la biodiversité, plusieurs configurations de haies ont été retenues pour structurer l'échantillon : le type de haies, la largeur de l'ourlet et la connectivité.

La fonction de corridor écologique, et notamment la connexion de la haie à un habitat naturel, est aussi très favorable à la présence des carabes. Aussi, seules les haies connectées, soit à une haie (prolongement d'une haie d'un autre type), soit à au moins une autre infrastructure agroécologique (bois, friche, cours d'eau…) ont été retenues. Les agriculteurs étant motivés par la biodiversité dans les cultures, l'analyse a exclu les haies en bordure prairies, rendant aussi l'échantillon plus homogène mais réduisant le nombre de haies sélectionnables. De plus, les haies étudiées doivent être homogènes sur une longueur minimale afin de mieux apprécier l'effet écologique éventuel de la modalité considérée. La longueur minimale de 40 mètres a été fixée afin de disposer d'un nombre suffisant de haies dans l'échantillon.

Toutes les combinaisons de configurations n'ayant pas un nombre suffisant de répliquas, les modalités d'observation ont été restreintes à deux types de haies (taillis simples et taillis sous futaie), et deux largeurs d'ourlet (moins de 50 cm, et de 1 à 2 m). Ainsi, 16 haies ont été sélectionnées, à raison de 4 haies par modalité (cf. Tableau 3).

Type de haies	Ourlet étroit (0 - 0,5 m)	Ourlet large (1- 2 m)
Taillis simple	4	4
Taillis sous futaie	4	4

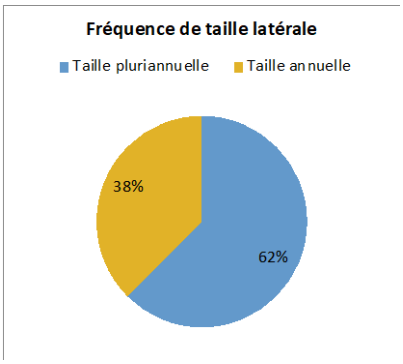
Tableau 3 : Nombre de haies étudiées par modalité

Étudier un nombre supérieur de haies aurait renforcé l'analyse statistique, mais ceci n'a pas été réalisé par crainte du manque de temps pour mener à son terme l'ensemble des étapes du protocole (pose des pièges, collecte, tri et identification des insectes capturés, analyse des données). De plus, le nombre de modalités a dû être réduit en raison du manque de répliqua de haies dans les différentes modalités envisagées. Il aurait été notamment intéressant de pouvoir étudier les haies de futaies, mais elles sont très peu présentes sur les fermes partenaires. Nous ne disposions pas également de suffisamment des haies avec un ourlet large (supérieur à 2 m) satisfaisant aux autres critères (longueur minimale de 40 m, connexion à un habitat naturel…).

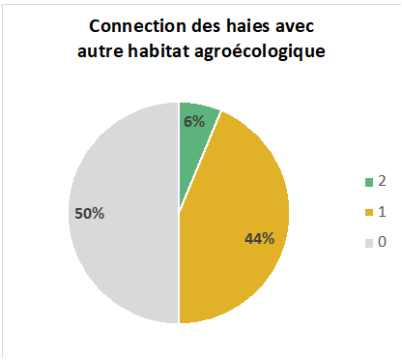
- Caractéristiques des haies suivies

L'échantillonnage des haies sur lequel le protocole de comptage des carabes est mis en place devait aussi veiller à concerner toutes les fermes, afin de favoriser la mobilisation de l'ensemble du groupe d'agriculteurs dans la démarche et le projet. Bien que cela ne constituait pas un critère de sélection préalable à leur sélection, il est apparu que les haies de l'échantillon sont entretenues de manière comparable à celui observé sur l'ensemble du réseau de haies des fermes : près de 40% des haies sont

taillées annuellement, les autres le sont soit tous les deux ou trois ans, voire rarement (Cf. graphiques 4 et 2).



Graphique 4 : fréquence de taille des haies de l'échantillon



Graphique 5 : connectivité des haies de l'échantillon

La connectivité de la haie à d'autres habitats naturels peut constituer un facteur important pour l'accueil de la biodiversité, en particulier pour les insectes du sol. Afin de pouvoir apprécier l'impact de cette connectivité, l'échantillon a aussi été structuré pour disposer d'un nombre égal de haies avec et sans connexion avec un autre habitat. Les haies connectées le sont principalement à un seul habitat semi-naturel d'un autre type (bois, prairie, friche…), et elles sont donc représentative de l'ensemble des haies des fermes concernées (Cf. graphiques 5 et 3).

2.2 – Déroulé du projet

Indicateurs des fonctions écosystémiques

Un recensement des méthodes et indicateurs (descripteurs) sur les fonctions écosystémiques à l'œuvre dans plusieurs types de services liés i) à la biodiversité des plantes et insectes (qualité d'habitat, niveau de biodiversité, régulation biologique), et ii) au sol et à l'eau (stockage du carbone, matière organique, régulation de l'eau en quantité/qualité) a été réalisé.

Il s'est appuyé sur la littérature, et récemment d'outils existants en matière d'évaluation du potentiel de biodiversité des espaces et habitats naturels (méthode Ecodiag…), et surtout des descripteurs de la qualité des haies vis-à-vis de la biodiversité intégrée dans le dispositif PGDH porté par l'AFAC-Agroforesteries. Ce travail de synthèse a aussi bénéficié de l'analyse des critères biodiversité dans les référentiels existants réalisée par Solagro en amont de la construction de la méthode du Diagnostic-Action Biodiversité (Biodiversity Performance Tool) et du travail de synthèse d'outils réalisée dans l'UMR BAGAP dans un projet PEI-AGRI « Agriculture et biodiversité » (stage Ninon Chauvy, 2017)[3].

Dans le cadre de l'objectif initial de l'action (révisé en cours de projet, en juillet 2020) de mettre en place un dispositif visant à produire un référentiel de connaissances sur les fonctions écosystémiques à l'œuvre dans plusieurs types de services liés à la biodiversité des plantes et insectes, et au sol et à l'eau, Solagro a engagé en 2019 une phase d'acquisition d'informations de l'impact des modalités de gestion sur les fonctions écosystémiques, en particulier sur la biodiversité (plantes et insectes, qualité des habitats, valeur biologique et régulation) et sur l'eau (quantité, qualité). Ce travail a notamment porté sur l'identification et l'analyse d'outils et de méthodes utilisés pour apprécier les services écosystémiques (cf. tableau infra).

[3] Chauvy, N., 2017 Outils et méthodes d'évaluation de la biodiversité à l'échelle de l'exploitation agricole. Mémoire de Licence professionnelle mention agronomie « Gestion Durable des Ressources en Agriculture », UMR BAGAP, Université Blaise Pascal (Clermont-Ferrand). Encadrement : A. Alignier et B. Roche.

Méthode/outil	Description
Plan de gestion durable des haies (AFAC-Agroforesteries)	Le réseau des opérateurs locaux a développé un outil de plan de gestion durable des haies (PGDH) à l'échelle des exploitations agricoles. Le PGDH se compose d'une phase de diagnostic des haies (état des lieux), une phase d'échange avec l'exploitant pour identifier les objectifs, une phase de propositions d'action à court et moyen terme et une phase de suivi de la réalisation du plan de gestion. Cette démarche de plan de gestion est mise en œuvre depuis plus de 10 ans, principalement dans l'ouest (Bretagne, Pays de la Loire, Normandie). Les plans de gestion sont désormais une étape préalable au Label Haie.
Label Haie (AFAC-Agroforesteries)	Dans le cadre du projet de certification "bois bocager géré durablement", l'Afac-Agroforesteries réalise un référentiel national sur la typologie des haies à partir de leurs modalités de gestion durable. Ce référentiel comprend une typologie de haies, et les modalités de gestion adaptées, dans un objectif d'évaluation et de préservation de la multifonctionnalité des haies (biomasse, biodiversité, sol, paysage...). https://afac-agroforesteries.fr/nos-projets-en-cours/certification-bois-agroforestier-gere-durablement/
Diagnostic-Action Biodiversité (Solagro et le consortium du LIFE Food & Biodiversity)	Outre la quantification de ces habitats, des indicateurs concernant la composition et le mode de gestion de ces habitats sont calculés afin de rendre compte du potentiel d'accueil par ces habitats de la biodiversité fonctionnelle (diversité des types d'infrastructures vertes à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle, connectivité, composition des bandes enherbées et fleuries, des haies et des éléments agroforestiers, durée de floraison des bandes fleuries et haies, type de gestion des bandes enherbées par fauche ou broyage et période de réalisation, pour les haies : support de ressources nutritives et d'abris ou cavités, nombre de strates végétales à l'échelle de l'exploitation, type de gestion des haies et période de réalisation, type de gestion des mares et fossés ou bordures de cours d'eau. https://www.biodiversity-performance.eu/
Ecodiag / Diagnostic agroenvironnemental (CEN Occitanie)	Évaluation des infrastructures agroécologiques par rapport à leur composition, leur structure et leur mode de gestion, avec réalisation d'une cartographie. Cet outil est utilisé dans le cadre des contractualisations de mesures en zone Natura 2000. Des compétences naturalistes sont requises. http://ecodiag.eu/ftp/DAE_français_080413_imp.pdf et https://www.chasse-nature-occitanie.fr/agriculture-et-territoire/documents/grilles-evaluation-IAE.pdf
Système à points biodiversité (IP Suisse)	Système à points Biodiversité basé sur les surfaces de promotion de la biodiversité (SPB), leur qualité et leur mode de gestion, avec des obligations de résultats (qualité). Les haies et arbres champêtres sont parmi les infrastructures agroécologiques concernées. L'autodiagnostic en ligne ou sur papier est largement utilisé en Suisse et conforté par les suivis faunistiques et floristiques réalisées sur ces fermes par des organismes de recherche qui montre une corrélation positive entre les fermes réalisant ce suivi et l'augmentation des populations liées au milieu agricole sur ces territoires. https://www.ipsuisse.ch/fr/produzenten/exigences/#exigences-biodiversite
Méthode HVN (Solagro)	3 indicateurs pour caractériser les systèmes à Haute Valeur Naturelle : diversité de l'assolement (les prairies permanentes y sont valorisées) ; extensivité des pratiques (pour les prairies : absence de fertilisation minérale sur les prairies permanentes, N2000 et humides ; pour les cultures, l'utilisation des pesticides est considérée) et la densité d'éléments paysagers. https://pdfs.semanticscholar.org/6205/2be02b2429ebaa0279d7d14b9475629d6540.pdf
BUVARD (BUVARD online) - Irstea	Outil de dimensionnement et d'évaluation de l'efficacité des bandes tampons enherbées ou boisées pour l'atténuation des transferts de pesticides par ruissellement. https://buvard.irstea.fr

Tableau 4 : Méthodes et outils existants référencés sur les services écosystémiques rendus par les haies

Accompagnement des fermes du GIEE COM.A.CO

Solagro a mobilisé un groupe d'agriculteurs du GIEE 'Comprendre, Analyser, Corriger' (COM.A.CO) situé dans le Tarn-et-Garonne (Occitanie), membres de la CUMA du Buguet. L'enjeu était de mobiliser un territoire d'expérimentation suite à la redéfinition de l'action, résultant de la difficulté de l'association Terres & Bocages, territoire de référence en Bretagne initialement envisagé, de participer au projet.

La proposition de travail est de permettre des échanges d'expériences entre deux GIEE : Terres et Bocages est un GIEE labellisé sur l'agroforesterie ; le GIEE COM.A.CO l'est aussi au titre de la conservation des sols. En raison de la difficulté à déplacer des agriculteurs sur le territoire éloigné (manque de moyens financiers, disponibilités), Solagro a été le relais auprès des agriculteurs Tarn-et-Garonnais des axes d'innovation expérimentés par Terres et bocages, en particulier :

- Le travail sur les connexions entre les haies (*design* paysager) à l'échelle des fermes ;
- Des essais de divers types de haies, comme le multi-rang pour réduire les interventions sylvicoles ;
- La densité de plantation différentiée pour forcer l'élévation (ébranchage naturel) des arbres ;
- La recréation de talus et de systèmes fossé-talus ;
- L'adoption de formes de taille douce (objectifs : simplifier l'entretien et de gagner du temps) ;
- La valorisation et les usages des produits : bois déchiqueté utilisé en mulch, utilisation du bois de bûche en bois énergie, …, y compris en autoconsommation.

Les autres innovations de Terres et Bocages sont d'ordre organisationnel : réalisation de chantiers participatifs de plantation mobilisant l'association et d'autres acteurs du territoire (citoyens…), actions collectives et mobilisation d'opérateurs tiers pour l'entretien des haies, et des approches avec le milieu de la recherche sur l'économie domestique (bioéconomie) en ce qui concerne les produits et les coproduits issus des haies, y compris les démarche de plantation à moindre coût (autoproduction de paillage, réemploie de paillage divers en bord de champ...).

Solagro a accompagné le groupe d'agriculteurs du GIEE COM.A.CO en réalisant le diagnostic de biodiversité de fermes, à l'aide de l'outil Diagnostic-Action Biodiversité – DAB (*Biodiversity Performance Tool*). Cet outil, qui appartient à la famille des outils de l'analyse multicritère, vise à identifier tous les facteurs favorables à la biodiversité sur une exploitation, et aide à élaborer les actions qui peuvent être mises en place pour la favoriser à l'échelle du paysage. Il contient de nombreuses données relatives aux pratiques agricoles (cultures, intrants…), des données sur l'exploitation, et de biodiversité assez directe.

L'outil DAB a permis la définition de plan d'actions en faveur de la biodiversité à l'échelle de chaque ferme, notamment en matière de plantation et gestion des haies et des arbres champêtres :

- la cartographie des données haies sur les exploitations étudiées du territoire Garonne-Quercy ;
- la saisie dans le système d'information sur un ensemble de haies-parcelles repositionnées dans leur contexte agricole, paysager et environnemental (*hot-spot analysis*).

Partage de connaissances et démarche participative

Notre action a ensuite cherché à mobiliser les fermes-pilotes du GIEE au travers d'un diagnostic de leur connaissance sur l'identification des services rendus par les haies, et l'(auto-)évaluation par les agriculteurs dans quelle mesure leurs pratiques de gestion contribuer aux divers services. Cette étape a pris la forme d'un atelier collectif et de partage.

La seconde étape de la démarche a consisté à réaliser un porté à connaissance des indicateurs (descripteurs) de gestion de la haie favorables aux services écosystémiques auprès des agriculteurs, sous la forme d'une session de formation. Elle s'est poursuivie par une phase de recueil des perceptions des agriculteurs vis-à-vis de leurs connaissances empiriques, et de confrontation avec leurs pratiques actuelles et de leur savoir-faire. Ceci a permis d'évaluer la manière dont les agriculteurs appréhendent ces indicateurs, et dans quelle mesure ils sont en capacité de mettre en œuvre les recommandations de gestion des haies sur leur exploitation. Ce travail s'est intéressé à la façon dont les agriculteurs évaluent la qualité des haies, et apprécient les services écosystémiques qu'elles rendent.

Au final, cette démarche a permis d'identifier les leviers et les freins à la mise en œuvre des recommandations de gestion favorables à la biodiversité et aux services écosystémiques identifiés par les agriculteurs dans un paysage de semi-bocage du Bas-Quercy, au regard de leur système de production (grandes cultures, élevage, cultures spécialisées), de leurs pratiques de gestion actuelles, et de leurs objectifs/priorités technico-économiques (modes de production, organisation du parcellaire, etc.).

Le projet a permis de renforcer les actions de formation et d'évaluation en matière de biodiversité avec le GIEE COM.A.CO. Ce dernier avait créé son propre protocole de suivi des sols afin de produire des références pédologiques locales (texture, structure, matière organique) et d'évaluer l'impact des pratiques de conservation des sols (techniques culturales simplifiées, couverts...). L'objectif est d'accroitre la sensibilisation des agriculteurs à la biodiversité grâce à la science participative. Le projet Life Food&Biodivesity avait aussi permis de mettre en œuvre un protocole simple pour mieux comprendre la biodiversité ordinaire locale (espèces ciblées : abeilles sauvages, papillons, invertébrés), et des suivis de

plantes messicoles sur 9 fermes-pilotes. Le projet Resp'haies a poursuivi la mobilisation des agriculteurs en expérimentant un protocole de l'Observatoire agricole de la biodiversité (OAB) reposant sur le modèle des carabes, et a renforcé leurs connaissances sur les services agroécologiques rendus par les haies et les pratiques de gestion favorables à la biodiversité sur leur ferme.

PARTIE 3 – RESULTATS

3.1 – Résultats

3.1.1 – Résultats de relevés d'inventaire de carabes

Sur l'ensemble des haies étudiées, 16 espèces de carabes ont été identifiées (354 individus), présentées dans le Tableau 5. S'y ajoutent 138 carabes appartenant à 30 espèces, dont l'espèce n'a pu être précisée avec certitude. Ainsi, 46 espèces de carabes ont été piégés dans les haies du site d'étude.

Espèces	Nombre	%	Habitat	Régime alimentaire
Nebria sp. (salina ou brevicollis)	63	17,8%	ouvert	Prédateur
Paranchus albipes	*53*	*15,0%*		*Polyphage*
Carabus auratus	45	12,7%	Forêt	Prédateur
Brachinus crepitans	43	12,1%	ouvert	Prédateur
Anchomenus dorsalis	39	11,0%	ouvert et lisière.	Polyphage
Pseudoophonus rufiles	30	8,5%	ouvert	Polyphage
Harpalus dimidiatus	28	7,9%	ouvert et lisière.	Prédateur
Poecilus cupreus	15	4,2%	ouvert	Polyphage
Brachinus sclopeta	14	4,0%	ouvert	Prédateur
Harpalus affinis	5	1,4%	ouvert et friches.	Prédateur
Carabus nemoralis	4	1,1%	Forêt	Prédateur
Notiophilus biguttatus	4	1,1%	ouvert. Prairies	Prédateur
Dyschirius nitidus	4	1,1%		
Pterostichus melanarius	3	0,8%	ouvert	Prédateur
Metallina lampros	2	0,6%	ouvert	Prédateur
Amara sp. (A.ovata)	2	0,6%	ouvert	Phytophage

Tableau 5 : Espèces et nombre de carabes identifiés dans les haies étudiées

Les carabes observés sont majoritairement prédateurs (66%), puis omnivores (25%). Toutes ces espèces prédatrices ou polyphages sont susceptibles de jouer un rôle d'auxiliaires de cultures par prédation de ravageurs, par leur caractère de prédateurs généralistes. On peut aussi noter que certaines espèces polyphages ou phytophages du genre *Harpalus* sont parfois responsables de dégâts sur les cultures, mais ce n'est pas le cas de *H. affinis et H. dimidiatus* d'après la littérature.

La littérature indique aussi que les espèces de carabes présents sont surtout caractéristiques de milieux ouverts (cultures) et secondairement de lisières de haies ou forestières. On note toutefois la présence dans les haies de trois espèces (*Carabus auratus*, *C. nemoralis* et *Pterostichus madidus)* typiques de l'habitat forestier, et qui ont aussi été observées à la lisière du milieu ouvert adjacent une haie dans d'autres études locales. Les travaux de (Roume, 2011) dans les paysages du Gers, ont mis en évidence le comportement différent de certaines espèces selon l'habitat. Par exemple, *Anchomenus dorsalis*, *Brachinus sclopeta* et *Calathus fuscipes* ont une tendance comparable à circuler plus qu'à hiverner dans

les cultures, et une tendance opposée d'hiverner davantage dans les milieux semi-naturels (haies, prairies) que dans les cultures, mais avec quelques particularités : *Anchomenus dorsalis* hivernant davantage dans les prairies que dans les haies, et inversement pour *Brachinus sclopeta*.

Photo 7 : quelques espèces de carabes piégés, de gauche à droite : Carabus auratus, C. nemoralis, *Brachinus sclopeta, Notiophilus biguttatus* et *Paranchus albipe*s ©Wikipedia

La grande majorité des carabes collectés sont de petite taille, ce qui peut s'expliquer par la mobilité relative des carabes. Car, même si la mobilité des carabes dépend divers facteurs (morphologie, mode de vie, régime alimentaire, etc.), en règle générale, les carabes de petite taille peuvent être plus agiles et rapides ; leur petite taille leur permettre de se mouvoir au sol plus facilement que les autres à travers des espaces réduits ou complexes (rugueux), comme les habitats herbeux denses.
La forte présence des espèces de carabes de petite taille peut s'expliquer par une plus grande adaptation aux habitats de lisières, là où l'environnement change entre la partie boisée (intérieur de la haie) et les habitats plus ouverts qui la borde (ourlet, champ).
Les carabes de grande taille, en revanche, peuvent avoir une démarche plus lente, mais qui peut être compensée par une endurance supérieure ou une capacité de vol développée, ce qui peut finalement augmenter leur mobilité à longue distance (Stéphanie Saussure, 2010), les rendant susceptibles de circuler dans les habitats ouverts et les ourlets de haies.
Au final, la présence de différentes espèces de carabes, grandes et petites, dans les lisières de haies doit certainement résulter de la diversité d'habitats qu'offre les haies.

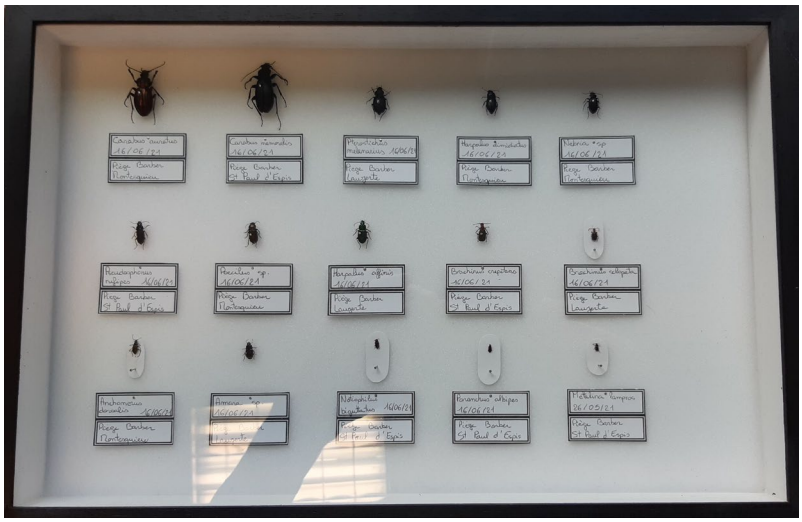


Photo 8 : coffret d'exposition des carabes identifiés dans les haies des fermes-pilotes

Même si, là encore, il existe une certaine variabilité selon les espèces, la littérature tend à indiquer qu'en règle générale, les carabes de grande taille ont souvent des adaptations qui les rendent bien adaptés aux environnements forestiers. Ces carabes caractéristiques des habitats forestiers sont très souvent prédateurs, même si certains peuvent avoir un régime omnivore.
On peut d'ailleurs noter que les trois espèces de carabes forestiers (*Carabus auratus*, *C. nemoralis* et *Pterostichus madidus)* observées dans les haies de notre étude sont de grande taille (15 mm à 30 mm) et

sont aussi des prédateurs efficaces envers de nombreux petits invertébrés (insectes, chenilles, œufs d'escargots, vers, araignées…). Ils jouent de ce fait un rôle d'auxiliaires précieux dans la régulation des populations d'insectes, contribuant ainsi à maintenir l'équilibre écologique dans ces lisières.

3.1.2 – Analyse de la diversité des carabes selon le type de haies

Des tests statistiques ont été effectués pour vérifier l'éventuelle variation des captures selon la position des pièges (sur la ligne) dans les haies, ainsi que la date de prélèvement a été testée. Ceci a montré qu'il n'y avait aucun impact sur la répartition des coléoptères ; les tests de Kruskal-Wallis ainsi que les analyses de variance (ANOVA) ayant une p-value supérieure à 0,1.

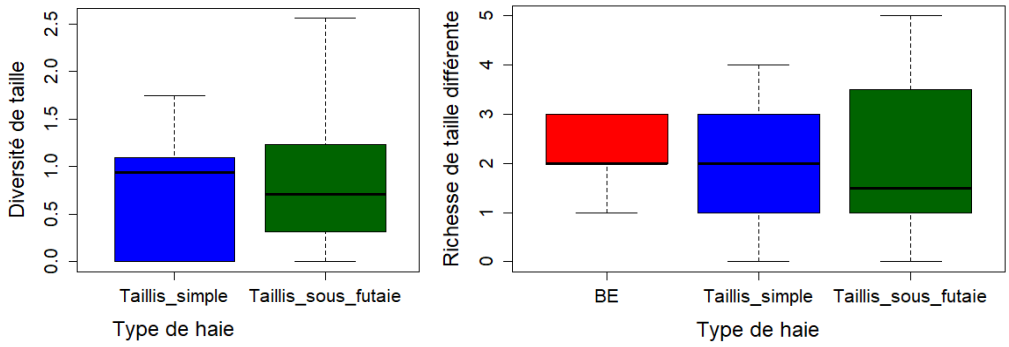
a. Taille des carabes

La taille des carabes est un facteur qui détermine le comportement des espèces en lien avec la mobilité dans les habitats naturels ou semi-naturels, comme évoqué précédemment. Les carabes de petite taille (moins de 5 mm) peuvent se déplacer dans des milieux variés (lisières, prairies, bord de champ…) et sont phytophages le plus souvent, et ceux de grande taille (plus de 15 mm) sont moins mobiles, généralement caractéristiques des habitats de type forestier, et prédateurs.
En lien avec cette diversité des modes de vie, la taille est donc un critère intéressant pour apprécier la valeur d'un habitat, et ceci en s'affranchissant de l'identification de l'espèce de chaque individu (pas toujours évidente pour les plus petits individus).
Les carabes capturés dans les haies sont majoritairement de taille petite (0-5 mm) ou moyenne (respectivement 36% et 27%), et seulement 14% de grande taille (15 mm et plus).

Nombre d'individus par classe de taille				Total
[0 – 5 mm]	]5 - 10 mm]	]10 - 15 mm]	]15; x]	
177	132	113	68	490
36%	27%	23%	14%	100%

Tableau 6 : Nombre de carabes piégés en fonction de leur taille

Plusieurs variables descriptives des haies ont été testées au regard de la taille des carabes pour évaluer si elles permettaient d'apprécier un impact sur la biodiversité.
Le type de haies (taillis, taillis sous futaie), qui résulte du mode de taille des ligneux de l'étage supérieur, ne semble pas influer sur la diversité de taille des carabes observés (Kruskal-Wallis, n = 490, p-value = 0,14), ni sur la richesse de taille (Cf. graphiques 6 et 7). Ceci ne signifie pas que le type de haies est sans impact sur la biodiversité, mais les résultats sur notre échantillon ne mettent en évidence un lien.

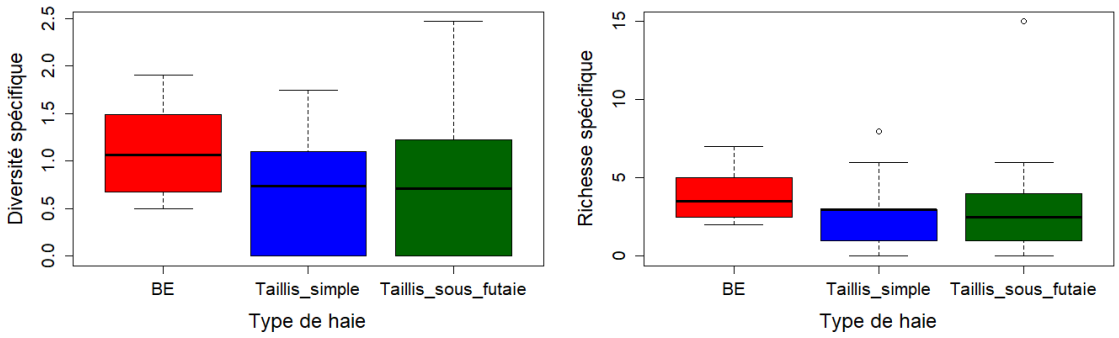


Graphique 6 : Diversité de taille des carabes Richesse de taille des carabes selon le type de haie

On observe que la richesse de taille des carabes dans les bandes enherbées (BE) est très légèrement supérieure à celles des haies de taillis simple (test de Kruskal-Wallis, n = 490, p-value = 0,07), mais de manière peu significative (p-value > 0,05).
Une explication de cette significativité de la diversité supérieure des carabes dans les bandes enherbées pourrait provenir du contexte de mise en place des bandes enherbées. En effet, elles sont implantées le long d'un cours d'eau (obligation des bonnes conditions agroenvironnementales de la PAC) et, de ce fait, elles sont donc toutes connectées à une infrastructure agroécologique (IAE). En outre, la moitié des bandes enherbées utilisées comme témoin sont aussi en connexion partielle avec une lisière forestière. Or, seulement la moitié des haies étudiées sont en connexion avec une autre IAE. Sur notre site d'étude dominé par les parcelles de grandes cultures, les bandes enherbées peuvent constituer ainsi des éléments de continuité écologique efficace pour la circulation des carabes entre les habitats fermés ou humides (bois, fossés) et les cultures. Les bandes enherbées présenteraient aussi des espèces herbacées à fleurs et graines plus nombreuses et diversifiées, rendant ce milieu plus attractif pour les carabes (Rouabah, 2015). D'autres travaux, réalisés notamment dans le cadre de protocole OAB, avaient aussi révélé l'attractivité des bandes enherbées pour certaines communautés d'auxiliaires de cultures (coccinelles, syrphes…) à certaines périodes de l'année ; ces bandes tampons constituant des zones refuges dans les paysages de polyculture.

b. Diversité des espèces de carabes

Types de haies
L'analyse statistique indique qu'il n'y a pas de différence de diversité spécifique et de richesse spécifique des carabes (p-value > 0,1) dans les haies de taillis simple comparativement aux taillis sous futaie (test de Kruskal-Wallis, n = 490, p-value = 0,14).



Graphique 7 : Diversité et richesse spécifique des carabes selon le type de haies et dans les bandes enherbées

Les taillis sous futaie, comportant les quatre étages de végétation (étage herbacé 0-30 cm, étage arbustif de 0,3 - 2 m, étage intermédiaire 2-7 m, étage arboré de 7 m et plus), ne se révèlent pas plus favorables que nos haies de taillis simple qui n'ont souvent que les trois premiers étages de végétation (hauteur inférieure à 7 m).
Il est possible que, dans le pédoclimat des coteaux du Bas-Quercy (étés chauds et secs, sols peu profonds), les carabes ne soient pas influencés par une gestion libre des haies, car ces dernières restent peu vigoureuses et n'atteignent une grande envergure ou une grande largeur au houppier. En effet, les haies sont dominées par les chênes pubescents ou érables champêtres, dont les houppiers mesurent généralement moins de 6 m de large, ce qui ne contribuent que de manière limitée à créer une ambiance forestière (ombragée) au pied de la haie. Les travaux précédemment cités dans le cadre du projet Léguer Bocage concluent les haies ayant une largeur de houppier d'au moins 10 m sont très significativement favorables au peuplement de carabes forestiers.

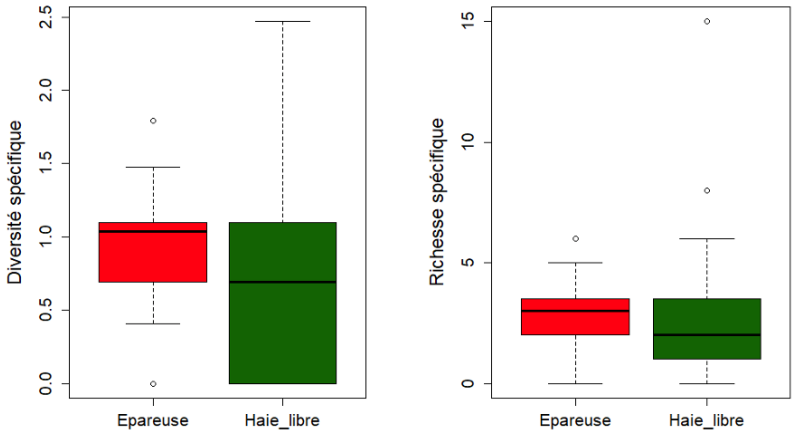
Ceci permet d'orienter l'attention des agriculteurs du site d'étude davantage sur une gestion des haies qui assure la présence des trois premiers étages de végétation (0-7 m), et surtout leur continuité verticale, que sur la nécessité de constituer des haies hautes (futaies, taillis sous futaies).

L'ANOVA montre aussi que les bandes enherbées ont une diversité en carabes peu significativement supérieure aux taillis simples (p-value = 0,1), et une richesse spécifique supérieure moyennement significative (p-value = 0,044).

Mode d'entretien et largeur de l'ourlet des haies

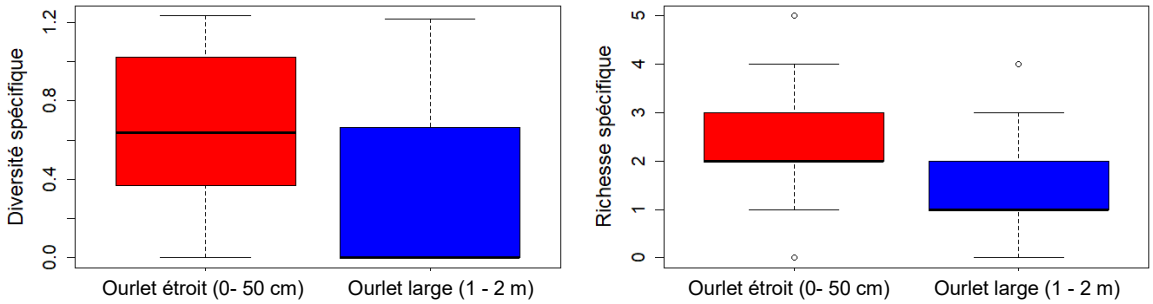
L'ourlet de l'échantillon de haies est géré soit par un passage à l'épareuse (gyrobroyage) réalisé chaque année, en fin d'été ou début d'automne (souvent en même temps que la taille latérale). Mais dans la majorité des cas (10/16), l'exploitant agricole pratique un broyage irrégulier, tous les deux ou trois ans, voire davantage. Cette gestion plutôt extensive est proche d'une gestion libre de l'ourlet, qui se traduit par une communauté floristique complexe, avec notamment la présence de plantes semi-ligneuses dans l'ourlet.

L'analyse statistique indique que l'ourlet géré de manière extensive a une diversité spécifique inférieure comparativement à l'entretien annuel à l'épareuse (cf. graphique 8), mais la différence est faiblement significative (Kruskal-Wallis, p-value = 0,03). De même, la richesse spécifique est inférieure dans les ourlets des haies libres par rapport aux ourlets broyés, avec une différence faiblement significative (p-value > 0,01).



Graphique 8 : Diversité et richesse spécifique des carabes selon le mode de gestion de l'ourlet

La littérature indique que le peuplement de carabes forestiers dans les haies est favorisé de manière très significative par une largeur d'ourlet herbacé supérieur à 50 cm, et significativement pour les ourlets de plus de 1 m de largeur. Ceci a particulièrement été démontré par l'étude sur la biodiversité en système bocager breton dans le projet Léguer bocage (UMR BAGAP, 2019).
Les haies de notre site d'étude comportant trop peu de haies avec un ourlet de largeur intermédiaire (0,5 à 1 m), nous avions sélectionné des haies ayant, soit un ourlet étroit (ourlet_1 : 0 - 50 cm), soit un ourlet large (ourlet_2 : 1 - 2 m).
L'analyse des résultats sur notre échantillon de haies montre que la diversité et une richesse spécifique des carabes sont significativement supérieures dans les ourlets étroits comparativement aux ourlets larges (Kruskal-Wallis, p-value respective de 0,008 et de 0,003).



Graphique 9 : Diversité et richesse spécifique des carabes selon la largeur de l'ourlet

La largeur de l'ourlet ne semble pas être un élément favorable à la diversité des carabes sur notre territoire d'étude, contraire à ce qu'indiquent les études menées sur les populations de carabes forestiers. Or, nous avons peu de carabes forestiers parmi les carabes (moins de 15% des individus). Il est possible que les carabes non forestiers observés, qui sont aussi de petite taille, soient moins sensibles à la largeur de l'ourlet. En effet, les carabes identifiés appartiennent pour la plupart des espèces de milieux ouverts (prairies naturelles, cultures).

Fréquence de taille latérale

Les ANOVAs ne révèlent pas d'impact de la fréquence taille latérale (annuelle vs occasionnelle) de la partie basse des haies (0-2 m de hauteur), ni de la largeur au pied des haies (ou embase) sur la répartition et la diversité des espèces de carabes (Kruskal-Wallis, p-value > 0,1).

3.1.3 – Approche à l'échelle du paysage – continuités écologiques

Contrairement à d'autres travaux menés dans les territoires de bocage, l'ensemble de nos résultats ne montre pas que les variables « largeur de l'ourlet », le type de haie et le mode de gestion impactent de manière significative l'accueil des populations de carabes (et donc de biodiversité) dans les bandes herbeuses et dans les haies. Ces résultats obtenus à partir d'une évaluation de la structure des haies, sont donc quelque peu en discordance avec ceux attendus.

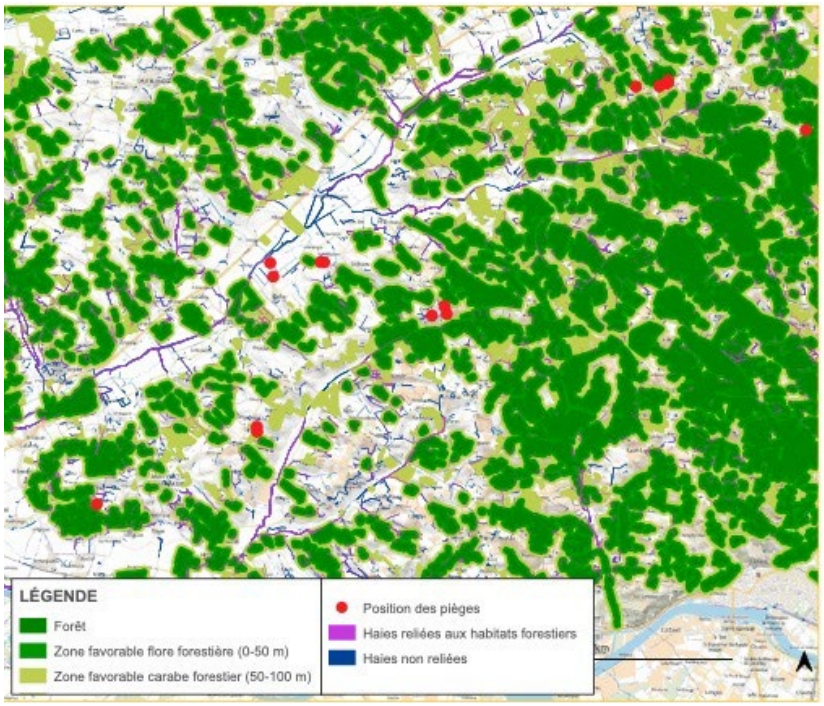
Nous avons donc cherché à savoir si d'autres facteurs extérieurs à la haie, à l'échelle du maillage de haies et de la mosaïque du paysage, pourraient être en jeu. En effet, le Bas-Quercy se caractérise par un maillage de haies lâche où, d'une part, les haies sont peu connectées à d'autres habitats naturels (bois, prairie naturelles, cours d'eau…), voire entre elles, et, d'autre part, la densité de haies du site d'étude (environ 40 ml/ha) est nettement inférieure de moitié à celle d'un territoire de bocage bien constitué.

Aussi, nous nous sommes appuyés sur une démarche d'analyse des structures paysagères, et en particulier d'apprécier dans quelle manière les haies participent aux continuités écologiques à l'échelle du paysage. Les continuités écologiques sont définies par les tâches d'habitats naturels ou semi-naturels (bois, prairies permanentes, friches, zones humides, haies…) et par la capacité des espèces à circuler dans le paysage entre ces habitats.
Inspirée de la méthode d'évaluation du grain bocager, développé dans le cadre du projet Léguer Bocage, notre méthode a consisté en une analyse spatiale (SIG) afin d'apprécier si les haies de notre site d'étude sont connectées à des réservoirs de biodiversité.

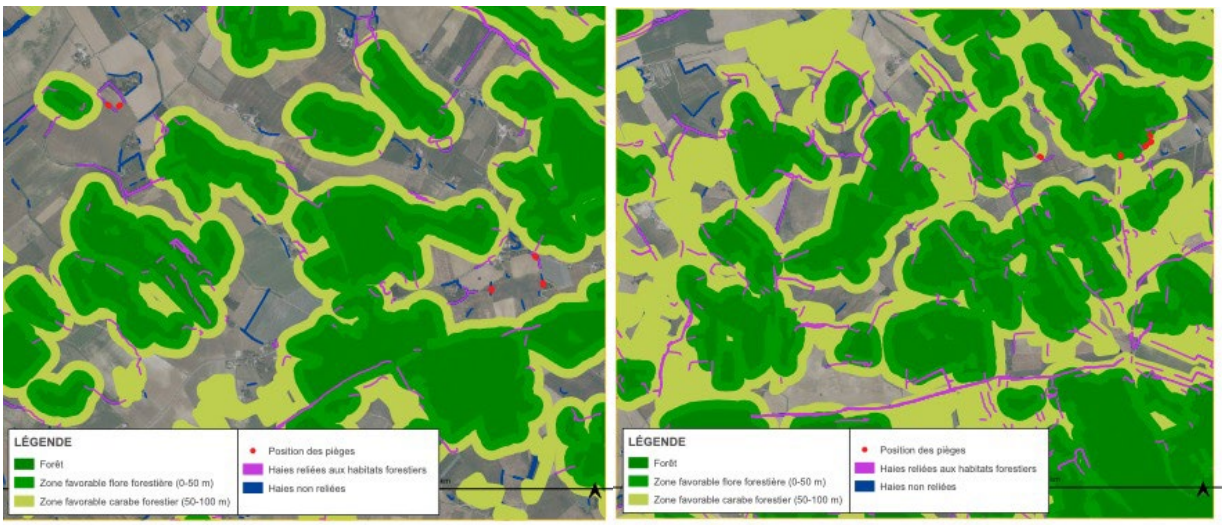
a. Identification des continuités écologiques sur le territoire

Les principaux réservoirs de biodiversité (habitats « source » de biodiversité) sont les bois (cartographiés à l'aide de la couche « forêts » de l'IGN), et en considérant une zone tampon de 50 m autour des bois potentiellement favorable à la flore forestière, et une zone tampon de 100 m potentiellement favorable aux carabes.
Ces zones tampons sont favorables si elles sont occupées par des habitats prairiaux permanents identifiés à partir du RPG 2020 de l'IGN : les prairies naturelles (codes PPH et PRL), les surfaces pastorales (codes SPL et SPH) et les bandes enherbées (codes BTA du RPG 2020).
Les surfaces toujours en herbe situées à moins de 50 m d'un bois sont des zones favorables à la flore forestière, et celles situées à moins de 100 m des bois représentent une continuité écologique pour les carabes forestiers.

Au final, une haie représente une continuité écologique pour les carabes forestiers, si elle en contact avec une surface prairiale potentiellement favorable aux carabes forestiers, ou si elle est située à moins de 100 m d'un bois (cf. cartes 3 et 4).
Les haies suivies ont ainsi été caractérisées comme en connexion avec les habitats forestiers, et donc susceptibles potentiellement d'accueillir ou non à la présence de carabes forestiers.



Carte 3 : Carte des espaces agricoles connectés aux habitats forestiers, et localisation des pièges à carabe.



Carte 4 : Réseau de haies reliés aux habitats forestiers (extrait)

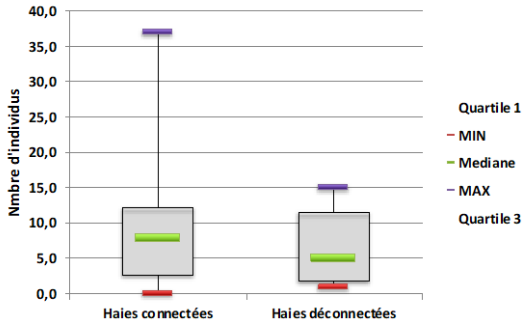
b. Présence des carabes selon les continuités écologiques

Notre échantillon de haies comprend 62 % de haies connectées à une continuité écologique pour les carabes forestiers (n = 10), avec autant de taillis que de taillis sous futaie, et 38% non reliées (n = 6).

Type de haies	Nombre de haies	
	Connexion à une continuité écologique	Non connexion d'une continuité écologique
Taillis simple	5	3
Taillis sous futaie	5	3
Ensemble	**10**	**6**

Tableau 7 : Nombre de haies selon les continuités écologiques aux habitats forestiers

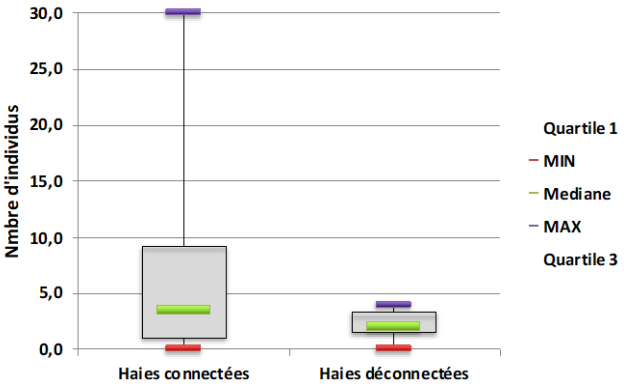
L'analyse des données indique que le nombre de carabes est en moyenne de +50% supérieur dans les haies participant aux continuités écologiques des habitats forestiers par rapport à celles situées en dehors. On note toutefois que l'amplitude cumulée des quartiles 2 et 3 est assez comparable dans les deux situations ([2,8-12,3] vs [1,8-11,5]), mais une dispersion plus forte dans les haies connectées (écart-type = 10,0) que dans les haies non connectées aux continuités écologiques (écart-type respectivement de σ=10,0 et de σ=6,9).



Nombre d'individus observés	Haies connectées	Haies non connectées	Variation
Médiane	8	5	+ 60%
Moyenne	9,9	6,6	+ 50%

Graphique 10 : Nombre de carabes observés selon le statut des haies vis-à-vis des continuités écologiques

Si l'on considère seulement la population de carabes de grande taille (supérieur à 10 mm), il apparaît que le nombre moyen de carabes observés est de 5,6 carabes dans les haies en continuité écologique avec les habitats forestiers, contre 2,1 dans les haies situées en dehors.
On constate que les valeurs sont très peu dispersées dans les haies non connectées (σ = 1,9) que dans les haies connectées aux continuités écologiques (σ = 5,3).



Nombre d'individus de grande taille observés	Haies connectées	Haies non connectées	Variation
Médiane	3,5	2,0	+ 75 %
Moyenne	5,6	2,1	+ 166%

Graphique 11 : Nombre de carabes de grande taille (> 10 mm) observés selon la connexion de la haie

L'approche spatiale à l'échelle du paysage, fondée sur les principes des continuités écologiques, tend à mettre en évidence des interactions positives sur les populations de carabes dans les haies qui participent aux continuités écologiques des habitats forestiers par rapport aux haies qui n'y contribuent pas.
La connexion des haies aux habitats forestiers (directement, ou indirectement via des surface enherbées) semble encore plus favorable à la présence de carabes de grande taille (> 10 mm). On peut souligner que 90% des carabes dorés (*Carabus auratus*), espèce forestière, ont été observés dans les haies en continuité écologique avec les habitats forestiers.

3.1.4 – De l'échelle du paysage à l'échelle de l'exploitation

a. Partage des connaissances avec les agriculteurs

Le dispositif d'observation de la biodiversité mis en place a constitué un support d'échanges avec les agriculteurs concernés, et en particulier d'aborder les services rendus par les haies en termes d'accueil de la biodiversité (peuplements de carabes) et de mettre en évidence les fonctions de régulation potentielles grâce à la présence de ces auxiliaires de culture dans les haies.
Des sessions de formation sur la biodiversité et ateliers d'évaluation de la gestion des haies, menées auprès du groupe de producteurs du GIEE, permettent le partage des connaissances et des savoirs sur les services de régulations écologiques rendus par les haies et les bords de champ.
L'animation auprès des producteurs s'est par exemple appuyé sur les relations cultures / ravageurs / auxiliaires / plantes hôtes des haies (par le biais d'un jeu de cartes testé à cette occasion). La présentation des résultats du dispositif OAB de piégegaes des carabes a facilité l'implication des producteurs, et aidé à l'expression sur l'impact de leurs modes de gestion sur l'état structurel des haies, et leur perception de l'intérêt des haies vis-à-vis des aucxiliaires.
Ceci a permis d'aborder la reconnaissance des principaux auxiliaires de cultures et des ravageurs, et d'échanger sur les problématiques rencontrées dans leur parcelle ou leur rotation de cultures. Cette animation a été l'occasion de faire connaître et diffusion des documents sur la biodiversité, notamment les livrets de reconnaissance du projet Auximore (invertébrés du sol, pollinisateurs sauvages, papillons…).

b. Recommandations de gestion des haies pour l'accueil de la biodiversité

Au terme du porté à connaissance des indicateurs de gestion de la haie favorables aux services écosystémiques auprès des agriculteurs, sur la base des préconisations de mode de gestion favorables à la biodiversité, le travail collectif en atelier s'est poursuivi par le recueil des perceptions des agriculteurs sur ces recommandations au regard de leurs pratiques actuelles et des évolutions qu'elles soutendent.
Ceci a permis d'évaluer la manière dont les agriculteurs sont en capacité de mettre en œuvre les recommandations de gestion des haies sur leur exploitation. Ce travail s'est intéressé à la façon dont les agriculteurs évaluent la qualité des haies et apprécient les services écosystémiques qu'elles rendent.

	Recommandations	Bénéfices fonctionnels
Stratification	Continuité des strates (verticales). Haies multi-stratifiées.	Favoriser la flore et la faune associées. Effet piège à nitrate renforcé.
Largeur	Largeur totale de 5 m à 10 m. Emprise au sol minimale de 1,5 m. Forte densité de tiges.	Favoriser les espèces forestières. Meilleure régénération et effet hydraulique renforcé.
Ourlet	Conserver une bande herbeuse de plus de 2,5 m de large, et surtout d'un minimum de 1 m. Ne pas désherber. Ne pas fertiliser. Fauche tardive (après mi-octobre).	Diversité faunistique et floristique supérieure. Préserver la fonction accueil des auxiliaires et des chaînes trophiques. Infiltration de l'eau, piégeage des polluants.
Espèces végétales	Préserver les lianes, notamment le lierre. Origine locale des espèces (Label Végétal local). Privilégier les feuillus.	Habitats pour les insectes et ressources pour avifaune (baies). Diversité génétique, adaptation climatique.
Taille	Pas de taille sommitale des haies arborées. Privilégier le recépage au ras du sol. Tailler en période de repos végétatif (nov. – février), hors gel. Espacer les interventions (>5-6 ans).	Maintien ou régénération de la strates arbustives et arborées Respect de la période de reproduction. Meilleur état sanitaire. Non dérangement des populations
Outils	Ne pas utiliser l'épareuse. Privilégier le lamier et la tronçonneuse	Lacération, risque phytosanitaire. Coupes nettes
Micro-habitats	Conservation du bois morts (1-5% du volume). Préserver les arbres à cavité (vieux arbres, têtards). Ne pas bruler le bois laissé sur place.	Préserver les insectes xylophages et des espèces cavernicoles (oiseaux, chauve-souris…).
Échelle du territoire (paysage)	Diversité de types de haies. Connection entre haies. Connexion avec les autres infrastructures agroécologiques. Réseau assez dense (150 m max.) Préserver les haies de ceinture, en bas de vallons.	Diversité d'habitats Améliorer l'effet corridor. Protection des cultures par les auxiliaires. Qualité de l'eau (nitrates).

Tableau 8 : Recommandations de gestion des haies et bénéfices écosystémiques

c. Les freins et leviers à la mise en place des préconisations de gestion des haies auprès du groupe d'agriculteurs et du territoire

Au terme du processus d'accompagnement des agriculteurs, le travail a porté sur l'identification des leviers et freins à la mise en œuvre des préconisations de gestion des haies et arbres champêtres, du point de vue de l'aménagement (plantation, restauration) et de la gestion durable (entretien). Plusieurs domaines (ou composantes) ont été identifiées : agronomie, économie, réglementaire ou social (cf. tableau suivant).

On peut souligner que les principaux freins à la mise en œuvre des bonnes pratiques de gestion durable des haies résultent du fait que l'arbre est encore perçu comme une contrainte agronomique et technique par les agriculteurs. Les haies sont davantage citées comme des éléments qui empiètent sur les parcelles et qui sont non productifs. Les bénéfices sont peu cités, peut-être minorés, en raison du caractère peu palpable (tangible) des fonctions écosystémiques. Toutefois, la fonction de lutte contre l'érosion des sols dans les parcelles en pente (contexte de côteaux) est largement soulignée, en particulier par les céréaliers

conscients des enjeux de préservation des sols et de la matière organique, et qui mettent en œuvre des pratiques culturales de conservation des sols (travail superficiel, semis direct, strip-till…).

Domaine	Freins	Leviers
Agronomique/ Technique	Craintes de perdre de la surface, et des impacts négatifs sur le rendement agricole. Peur du salissement (adventices). Manque de connaissances sur les aménités environnementales, biodiversité notamment. Manque de connaissances et de suivi pour être sûr de bien appliquer / comprendre les préconisations de bonnes pratiques.	Acquisition de connaissances : formations, démonstrations. Retours d'expérience d'autres fermes ou territoires. Évolution climatique qui accentue la prise de conscience des services rendus par les arbres (protection des sols contre l'érosion, protection contre le vent des animaux, ombrage / cultures). Être accompagné dans la gestion
Économique	Faible capacité d'investissement des agriculteurs (matériel adapté). Coût élevé des expertises environnementales.	Démarche collective (Cuma, GIEE). Aides financières à la plantation de haies.
Réglementaire/ administratif	Manque de moyens financiers. Manque de connaissance des aides possibles, complexité administrative. MAEC peu incitatives ou inadaptées. Incertitudes et manques de clarté de la haie de la PAC (peur du contrôle).	
Social	Temps disponible des exploitants (peu de main d'œuvre disponible). Faible acceptation sociale et culturelle, habitudes de pratiques. Niveau de connaissance et sensibilité des exploitants aux enjeux. Difficulté à créer un projet de long terme (contexte économie difficile, perspectives de reprise/transmissions incertaines, …).	Accompagnements collectifs et individuels aux changements de pratiques. Retour favorable des habitants et élus (maires). Sensibilité environnementale (oiseaux, rapaces) et motivations de certains agriculteurs (surtout bio).

Tableau 9 : Freins et leviers à l'adoption de bonnes pratiques de gestion des haies

Le statut peu clair de l'arbre dans la PAC ne favorise pas les actions de plantation, ni de maintien. L'accompagnement réalisé a permis d'améliorer en levant certaines craintes, mais de légers doutes subsistent encore sur ce qui pourrait se passer en cas de contrôle.
Dans ce contexte, il n'est pas surprenant que les objectifs actuels de gestion soient essentiellement tournés vers la contention les haies. On note toutefois que, si l'outil de taille latérale utilisé reste classique (épareuse), la plupart des haies du site d'étude sont entretenues avec mesure. Les agriculteurs qui pratiquent la taille annuelle (environ 1/3) reconnaissent leur volonté de restreindre l'impact des haies vis-vis des cultures, avec comme motivations principales la perte de surface cultivée (emprise) et la perte de rendement à cause de la concurrence hydrique des arbres. Cette dernière est renforcée par les conditions climatiques de sécheresse de plus en plus extrêmes rencontrées ces dernières années.

Les réunions « en bout de champs » ont permis de mettre en évidence les conséquences négatives résultantes des tailles très fréquentes pratiquées avec un matériel inapproprié : affaiblissement de la structure des haies, branches éclatées, faible régénération de l'étage arbustif entraînant un dégarnissage du pied de la haie (trouées).

Le partage d'expériences a mis en valeur deux producteurs qui réalisent des tailles tous les deux ou trois ans, montrant que les haies ainsi gérées restent compatibles avec l'agriculture (haies peu envahissantes, présence de la ronce contrôlée…).

L'évolution vers du matériel à meilleure performance environnementale, comme le lamier (à disque ou à couteau), a été évoquée dans le cadre d'une démarche collective, mais elle nécessite de concerner un groupe d'agriculteurs plus large en raison de l'investissement que ceci implique (matériel, formation…). L'abandon de l'épareuse au profit du lamier permettrait de valoriser les haies par la production de copeaux de bois (bois raméal fragmentée – BRF) utilisés sur place, soit comme litière pour les animaux (chevrier), soit en paillage (maraichage de plein-champ).

Les agriculteurs hésitent toutefois à évoluer vers des pratiques plus favorables à la biodiversité, plus extensives recommandées pour une gestion durable des haies. Le manque de main d'œuvre pour réaliser le recépage des arbres et arbustes interroge et demeure un frein majeur, d'autant que les agriculteurs estiment que les haies ne sont pas assez productives pour envisager une valorisation économique en filière bois-énergie (bûches, plaquettes). L'absence de références locales de productivité de biomasse et de filières ne les incitent pas à investir cette voie, même pour la minorité qui utilise du bois bocager pour leur usage domestique. Les bois, bien présents dans ce paysage du Bas-Quercy, constitue une ressource plus évidente de leur point de vue. Ils restent encore peu motivés à réaliser un diagnostic du bocage (type PGDH) sans motivation économique ou une incitation financière (MAE, Label Haie, paiements verts).

Le changement climatique, qui se traduit par des excès climatiques (sécheresse, orages…) fait émerger un enjeu nouveau (pénurie de paille, matière organique des sols…). L'utilisation de copeaux de bois bocager comme litière animale (éleveur caprin) ou comme amendement sur des cultures particulières du territoire (vergers de pruniers, vignes du raisin de Moissac, maraichage de plein champ) est citée comme une voie à prospecter, avec le besoin d'en identifier les modalités technico-économiques et de mieux évaluer les bénéfices agronomiques (carbone, valeur fertilisante, etc.).

3.2 – Discussion des résultats

Analyse de la diversité des carabes à l'échelle de la haie

Les résultats de cette étude montrent que de nombreuses variables testées n'influencerait pas significativement la répartition des carabes, semblant réfuter certains aspects de notre hypothèse initiale. Il apparaît que les types de haies (taillis simple vs taillis sous futaie) ne présentent pas de différence de diversité et une richesse spécifique de carabes. Ainsi, l'habitat potentiellement plus forestier d'une haie avec des arbres de futaie ne se révèle pas plus favorable à l'accueil des carabes, et notamment des carabes forestiers, sur notre site d'étude.

Une hypothèse explicative pourrait être que, dans le pédoclimat des coteaux du Bas-Quercy (étés chauds et secs, sols peu profonds), le houppier des taillis sous futaie – bien qu'en port libre (non taillé) – n'atteint pas une envergure suffisamment grande (largeur) pour créer un habitat ombragé au pied de la haie plus favorable que celui procuré par les taillis simples. En termes de gestion, il n'y a donc pas d'intérêt à préconiser aux agriculteurs de faire évoluer les haies vers un type particulier, mais seulement de laisser le houppier des haies le plus libre possible afin d'espérer favoriser cet effet.

La diversité et une richesse spécifique des carabes sont significativement supérieures dans les ourlets étroits (0 et 50 cm) comparativement aux ourlets larges (1 - 2 m). Une largeur supérieure de l'ourlet ne semble pas être un élément favorable à la diversité des carabes sur notre territoire d'étude.

Ce résultat est en discordance avec la littérature qui indique un accueil très significativement plus favorable des peuplements de carabes, notamment forestier, dans les haies dont la largeur d'ourlet herbacé est supérieure à 50 cm, et aussi pour les ourlets de plus de 1 m de largeur.
Nous observons peu de carabes forestiers dans nos haies (moins de 15% des individus), et il est donc possible que la cohorte de carabes non forestiers, et de petite taille, soit moins sensible à la largeur de l'ourlet. De fait, la plupart des carabes sont des espèces de milieux ouverts (prairies naturelles, cultures), donc plus ubiquistes que les carabes forestiers.

La richesse de taille des carabes dans les bandes enherbées se révèle supérieure, de manière peu significative toutefois, à celles des haies de taillis simple et de taillis sous futaie. Une explication de cette diversité supérieure dans les bandes enherbées pourrait s'expliquer par leur implantation en bordure de cours d'eau (cadre des BCAE), donc en connexion avec une autre infrastructures agroécologique, qui leur confère une fonction de corridor écologique efficace dans une contexte de paysage de grande culture. Les bandes enherbées présenteraient aussi des espèces herbacées à fleurs et graines plus nombreuses et diversifiées, rendant ce milieu plus attractif pour les carabes (Rouabah, 2015).

Les ourlets gérés de manière extensive (passage occasionnel) ont une diversité spécifique et une richesse spécifique inférieures comparativement à l'entretien annuel à l'épareuse. Il semblerait donc qu'une gestion minimale soit nécessaire pour que les haies aient une biodiversité assez hétérogène et riche. Il serait intéressant d'évaluer si les haies libres favorisent certaines espèces de carabes en limitant l'arrivée d'autres espèces.

Méthodologie OAB expérimentée
Il est important de souligner que les résultats des méthodes de piégeages/comptage sont dépendants de facteurs soumis à variation saisonnière et interannuelle. Le premier échantillonnage a été réalisé dans des conditions météorologiques (temps pluvieux et frais) peu favorables au déplacement des carabes, aussi à l'émergence de certaines communautés de carabes, et donc à leur capture. Ceci peut contribuer à niveler les résultats et nuire *in fine* à l'observation des effets favorables/défavorables de certaines modes de gestion de haies. L'étude n'ayant pu être menée que sur une courte saison (début mai – fin juin), il est difficile de conclure sur la validité de nos résultats, et de les rapprocher de ceux d'autres études ayant pu explorer la dynamique (apparition-disparition) des espèces de carabes tout au long de la saison (mars-octobre) et/ou durant plusieurs années.
Des observations menées sur une plus longue période permettrait par exemple d'évaluer dans quelle mesure les changements des conditions des habitats, sous l'effet des interventions dans les haies (taille des arbres, fauche…) et de leur saisonnalité/périodicité, et/ou des modifications de mode de gestion, influencent les assemblages des communautés carabiques, et donc impactent la biodiversité.

Intérêt de l'approche paysagère
L'analyse des services écologiques à l'échelle du paysage, fondée sur les principes des continuités écologiques et des mosaïques d'habitats, met en évidence certaines interactions positives sur les populations de carabes dans les haies qui participent aux continuités écologiques (notamment reliées aux habitats forestiers) par rapport aux haies qui n'y contribuent pas. Les haies connectées aux habitats forestiers (directement ou indirectement) semble plus favorables à la présence des carabes, et en particulier favorables aux carabes de grande taille (> 10 mm) ou forestiers, que les haies non connectées. Ceci tend à souligner l'importance de ne pas négliger les approches paysagères, au travers des continuités écologiques et de la réduction de la fragmentation des habitats naturels et semi-naturels, en particulier dans les paysages de semi-bocage, dans les démarches de mise en place de modes de gestion des haies plus favorables à la biodiversité auprès des agriculteurs et des gestionnaires.

PARTIE 4 – PERSPECTIVES

4.1 – Suites envisagées

L'action menée sur cette zone d'étude a montré que les résultats issus de ce dispositif d'observation de la biodiversité (OAB) constituent des supports précieux d'échanges avec les agricultrices et les agriculteurs pour aborder les services de régulation rendus par leurs haies. Les agriculteur·trice·s se montrent particulièrement curieux de connaître (et éventuellement de les pouvoir reconnaître/identifier) les espèces végétales et animales (insectes, oiseaux…) présentes sur leurs parcelles, et désireux d'informations sur les biotopes de ces espèces et leurs cycles de vie, et sur les chaines trophiques. Les temps successifs de rencontre (présentation des protocoles, diagnostic du bocage, choix des points d'inventaire, et des résultats) favorisent aussi la compréhension mutuelle entre naturalistes et producteurs, notamment sur les enjeux écologiques du bocage. Disposer de données naturalistes sur leur ferme améliore l'implication des agriculteurs. En effet, elle contribue à donner une valeur écologique de leurs parcelles et de manière implicite de faire reconnaître celle de leur labeur quotidien. Cette valorisation permet ensuite d'aborder plus facilement les questions relatives aux modes de gestion des haies, et plus largement des bordures de parcelles, et d'envisager une évolution vers des pratiques d'entretien du bocage à encourager pour favoriser la biodiversité et l'ensemble des services écosystémiques.

Le projet a mis en évidence l'intérêt des démarches locales et collectives qui privilégient le point de vue de l'agriculteur, en favorisant notamment l'émergence d'actions proposées par l'exploitant agricole (le gestionnaire) lui-même. Ce type de démarches ascendantes sont peu fréquentes en agriculture, mais elles sont appréciées par les acteurs qui expérimentent des méthodes d'accompagnement fondées sur ce principe. Citons, par exemple, la démarche portée par le CEBC dans la zone atelier de la Plaine de Sèvres (Deux-Sèvres) qui porte notamment sur l'évaluation de l'effet de la réduction de l'usage des pesticides sur la biodiversité. Cette démarche consiste à amener à expérimenter par eux-mêmes des pratiques agroécologiques sans fixer au préalable des objectifs à atteindre. Elle ne relève pas du schéma habituel du conseil agricole ou en agroécologie, fondé sur la mise en œuvre d'actions prédéfinies ou le respect d'un cahier des charges auquel l'agriculteur doit souscrire. L'animation consiste à suivre les aménagements ou les évolutions de pratiques que les agriculteurs ont souhaité expérimenter, à décrire les facteurs techniques ou socioéconomiques qui ont motivés les agriculteurs, et de produire des résultats issus de leurs expérimentations, y compris analyse des leviers et des freins. Les retours d'expériences auprès d'autres agriculteurs (de pairs à pairs) contribuent à valoriser ces initiatives. Le porté à connaissance auprès des acteurs du territoire (élus et habitants notamment) sont aussi bénéfiques, car il valorise et récompense l'agriculteur (gestionnaire) qui met en œuvre des pratiques vertueuses.

4.2 – Éléments évaluatifs

4.2.1 – Difficultés rencontrées

Dans le cadre de l'objectif initial de l'action (révisé en cours de projet, en juillet 2020) de mettre en place un dispositif visant à produire un référentiel de connaissances sur les fonctions écosystémiques à l'œuvre dans plusieurs types de services liés à la biodiversité des plantes et insectes, et au sol et à l'eau, Solagro a repris l'intégralité de l'action en proposant de la recentrer sur le territoire du GIEE COM.A.CO. Ce territoire avait été initialement identifié comme un territoire de transfert de la démarche initiée par Terres & Bocages, avec l'accompagnement de l'INRAE-UMR BAGAP, avec une action fondée sur l'échange et la collaboration. Le GIEE ne s'était pas positionné comme un territoire leader, ce qui s'est traduit par une certaine difficulté à impulser la dynamique nécessaire. Le démarrage difficile de l'action (en raison des difficultés rencontrées par l'UMR BAGAP pour piloter cette action, puis son retrait définitif 18 mois après le début du projet) a provoqué un retard conséquent.
L'impossible de créer des synergies avec d'autres groupes d'agriculteurs ou territoires d'expérimentation du projet (éloignement géographique avec les autres sites d'étude) n'ont pas favorisée le déploiement de l'action tel qu'initialement prévu.

Comme l'ensemble des autres actions, l'action a aussi été impacté par phase de covid qui a interrompu les actions de terrains, annulant notamment le stage d'inventaire prévu au printemps 2020 repoussée au printemps suivant. Le second stage envisagé à l'automne 2020 n'a pas pu avoir lieu en raison de la situation post-covid (reconfinement) et n'a pas pu être reprogrammé ultérieurement en raison de la difficulté organisationnelle et les incertitudes d'en exploiter les résultats avant la fin du projet.

4.2.2 – Analyse d'impact du projet sur les différents publics cibles

Le rapport des indicateurs de gestion de la haies favorables aux services écosystémiques (L.2.11) est diffusée par voie dématérialisée, téléchargeable librement sur les sites internet de l'Afac-Agroforesteries, sur la plateforme web d'Osae, Osez l'agroécologie (https://osez-agroecologie.org/). Ces résultats et livrables du projet ont été présentés lors des évènements organisés, notamment lors du webinaire du 15 décembre 2022 (plus de 200 inscrits et 600 visionnages en différé) et lors du séminaire final de restitution du projet le 11 mai 2023 au CEZ de Rambouillet. Une grande diversité d'acteurs a assisté au webinaire sur la biodiversité (parcs naturels régionaux, associations, chambres d'agriculture, lycées agricoles, fédération de chasse, collectivités locales et territoriales, syndicat de bassin versant, CPIE…).

La mise en ligne des fiches de synthèse de l'évaluation de l'intérêt des haies vis-à-vis des auxiliaires de culture (méthodes et résultats), livrables L.2.12, sur le site de l'Afac-Agroforesteries et sur la plateforme web Osae (https://osez-agroecologie.org/). Ceci permet une consultation libre auprès d'un large public sur les territoires. Le format synthétique de ces fiches techniques est particulièrement adapté aux opérateurs locaux en charge de la gestion des haies et des milieux naturels et humides (réseau CATEZ, syndicat de rivières). La mise en ligne sur le site Osae, Osez l'agroécologie permet de toucher le public des agriculteurs et des conseillers agricoles (chambre d'agriculture, organismes techniques, coopératives…), ainsi que les lycées agricoles (enseignants et étudiants) – Ce site Internet est reconnu au plan national pour la diffusion des pratiques agroécologiques avec plus de 2 000 connexions en 2022, avec une majorité d'agriculteurs et de conseillers techniques qui consultent les informations publiées et les modalités de gestion promues.

PARTIE 5 – ANNEXES

Bibliographie

AFAC Agroforesterie, 2018. Guide de préconisation de gestion durable des haies. Creative Commons, 1ère édition.

AFAC Agroforesterie, 2017. Référentiel national sur la typologie des haies. Creative Commons, 1ère édition. 90 pp.

Arena, 2014. Guide de terrain Auximore. 14-16 pp.

Chauvy, N., 2017. Outils et méthodes d'évaluation de la biodiversité à l'échelle de l'exploitation agricole. Mémoire de Licence professionnelle mention agronomie « Gestion Durable des Ressources en Agriculture », UMR BAGAP, Université Blaise Pascal (Clermont-Ferrand). Encadrement : A. Alignier et B. Roche.

Baudry J, et al, 2019. Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer. Projet LEGUER BOCAGE. UMR BAGAP. 2015-2019.

Gardin A., Picault S., Ricard J.-M., 2011. Le point sur les carabes en cultures fruitières et légumières, N°31, 1-3.

Honek A., Martinkova Z. & Jarosik V. 2003. Ground beetles (Carabidae) as seed predators. Eur. J Entomol. 100 : 531-544.

Montaigne (de) A., Robert C., 2014. Guide d'élaboration d'un protocole d'observation des auxiliaires entomophages en grandes cultures, 7 : 16 pp.

Rouabah A., 2015. Effets de la gestion des bandes enherbées sur le contrôle biologique des ravageurs de cultures : rôle de la diversité fonctionnelle des carabes (Coleoptera : Carabidae) et de la structure végétale. Sciences agricoles. Université de Lorraine.

RMT Biodiversité & Agriculture. Fiche n°1 « Les techniques de capture et d'observation des ennemis naturels (arthropodes) ».

Saussure S., 2010. Dynamique saisonnière d'une population de carabes auxiliaires de cultures (Pterostichus melanarius) et régulation biologique dans une mosaïque de cultures et d'éléments non cultivés. 76 p.

Solagro, 2017. La biodiversité dans les référentiels de l'agroalimentaire : Life Biostandards. Séminaire annuel RMT Biodiversité et Agriculture, 29 juin 2017.

Symondson, W. et al., 2002b. Can Generalist Predators be Effective Biocontrol Agents ?. Annual Review of Entomology. Vol. 47:561-594 (January 2002). https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145240

Résumé :
Les haies sont des habitats semi-naturelles qui constituent des réservoirs de biodiversité au cœur des paysages agricoles, aux côtés des autres espaces naturels (forêts, cours d'eau, mares, …).
Des descripteurs peuvent permettre d'apprécier la capacité des haies à accueillir la biodiversité et à assurer des services écosystémiques rendus à l'agriculture, tels que la pollinisation ou la régulation des ravageurs de cultures.
L'étude s'est appuyée sur une démarche d'accompagnement des agriculteurs du GIEE COM.A.CO dans les Coteaux du Bas-Quercy (Tarn-et-Garonne). La mise en place d'un dispositif d'observation agricole de la biodiversité (OAB) sur les carabes a constitué un support d'échanges avec les agriculteurs sur les services de régulation rendus par les haies et leurs modes de gestion. Cette évaluation de l'accueil des populations de carabes a permis de recueillir leurs perceptions sur les services écosystémiques rendus par les haies et les modes de gestion durable des haies. Si les résultats ne mettent pas en évidence un lien significatif entre les descripteurs des haies et la présence de carabes, il semble apparaître un effet positif de la connexion des haies aux continuités écologiques (trame verte et bleu) pour les populations de carabes. Ceci contribue à souligner l'importance de l'approche à l'échelle du paysage dans les réfléxions sur les modes de gestion des haies favorables à la biodiversité et aux autres services écosystémiques.

Pour citer ce rapport :
COULON, Frédéric. Évaluation de la biodiversité des haies et des fonctions écosystémiques associées, Rapport du projet Resp'haies, 2023, 36 pages.

En savoir plus sur Resp'haies :

Le projet de recherche et développement RESP'HAIES (RESilience et Performances des exploitations agricoles liées aux HAIES) s'est déroulé de 2019-2022, avec la participation de onze organismes de la recherche, du développement et de l'enseignement dans l'objectif est de renforcer les connaissances sur la thématique des haies autour de quatre axes :

- **Action 1 -** productivité et de cubage des haies et apports de la géographie pour caractériser les haies,
- **Action 2 -** services écosystémiques liés aux haies : biodiversité, ruissellement, carbone,
- **Action 3 -** performances technico-économiques des exploitations agricoles liées aux haies
- **Action 4** - conceptions et tests de séquences pédagogique sur les haies.

Retrouvez tous les résultats du projet sur https://afac-agroforesteries.fr/resphaies/

Projet soutenu par :

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE
Liberté Égalité Fraternité

Le projet bénéficie également du soutien de :

ecotone FONDATION
ADEME AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
LA MANCHE LE DÉPARTEMENT
FONDS ARCHIMBAUD pour l'Homme et la Forêt

Partenaires du projet :

Afac Agroforesteries
AGROOF s.c.o.p
AGRICULTURES & TERRITOIRES CHAMBRES D'AGRICULTURE NORMANDIE
La Bergerie NATIONALE
B'E Bois Bocage Énergie
INRAE
SCIENCES CITOYENNES
Solagro
CAMPUS Terres & Paysages MELLE - NIORT
UNICAEN UNIVERSITÉ CAEN NORMANDIE