

Projet soutenu par :



Le projet bénéficie également du soutien de :



Resp^{haies}

Compte rendu stage post-doctoral (F. Le Guillou)

LES DETERMINANTS SOCIOTECHNIQUES DE L'EVOLUTION DE LA RESSOURCE

Juin 2023

Action 1.2

Auteur :

Fanny Le Guillou

Université de Caen Normandie, laboratoire IDEES UMR 6266 CNRS



UNIVERSITÉ
CAEN
NORMANDIE





SOUS-ACTION 1.2

LES DETERMINANTS SOCIOTECHNIQUES DE L'EVOLUTION DE LA RESSOURCE

I. Table des matières

I.	Introduction.....	5
A.	Quelques constats :.....	5
B.	Questionnements :.....	5
C.	Objectifs :.....	5
D.	Approche :.....	5
II.	Territoires d'études :.....	7
1.	Le bassin-versant du Guer-Amont, sous bassin du bassin versant du Léguer :.....	8
2.	Le bassin-versant de la Jousselinière :.....	8
3.	Le bassin-versant du Tortillon :.....	9
III.	Méthodologie.....	11
A.	Elaboration d'un système d'information géographique permettant de reconstruire les trajectoires paysagères des espaces laboratoires retenus.....	14
B.	Enquête de terrain – les déterminants sociotechniques de l'évolution de la ressource.....	15
1.	Les objectifs de l'approche par questionnaire.....	16
2.	Le mode d'administration du questionnaire.....	16
3.	Le mode de distribution du questionnaire.....	17
4.	Présentation du questionnaire.....	17
C.	La simulation par système multi-agents comme outil d'aide à la réflexion – implémentation du modèle GER'HAIES.....	18
1.	Intérêts et objectifs du système multi-agents.....	18
2.	Présentation de la plateforme de modélisation Netlogo.....	19
3.	Présentation du modèle multi-agents exploratoire « Ger'haies ».....	20
IV.	Résultats.....	30
A.	Résultats de l'évolution des trajectoires paysagères sur le bassin-versant de la Jousselinière.....	30
1.	Evolution des haies et du parcellaires entre 1959 et 1967.....	30
B.	Résultats de l'enquête :.....	38
1.	Profils des répondants :.....	38
2.	Carte d'identité de la haie bocagère.....	43
3.	Le conseil sur l'entretien des haies bocagères.....	47
4.	Evolution spatio-temporelle des linéaires de haies.....	51
5.	Les pratiques d'entretiens.....	55
V.	Conclusion.....	64

I. Introduction

A. Quelques constats :

Depuis les années 1960, une régression des linéaires boisés est constatée. Cependant la géographie et la temporalité de ce processus est peu connue (bases de données lacunaires). Les facteurs sociotechniques intervenant dans l'évolution des réseaux de haies sont peu explorés. La diversité des acteurs participant à la gestion des haies est méconnue (agriculteurs, retraités, collectivités...), en particulier du point de vue de l'hétérogénéité des pratiques d'entretiens. Des questionnements se posent alors :

B. Questionnements :

- Quels sont les principaux moteurs de l'évolution des réseaux de haies ?
- À quelles échelles spatiales interviennent ces différents moteurs ?
- Peut-on considérer la haie comme une ressource territoriale ?
- Comment favoriser le développement de filières locales de valorisation du bois-énergie ?

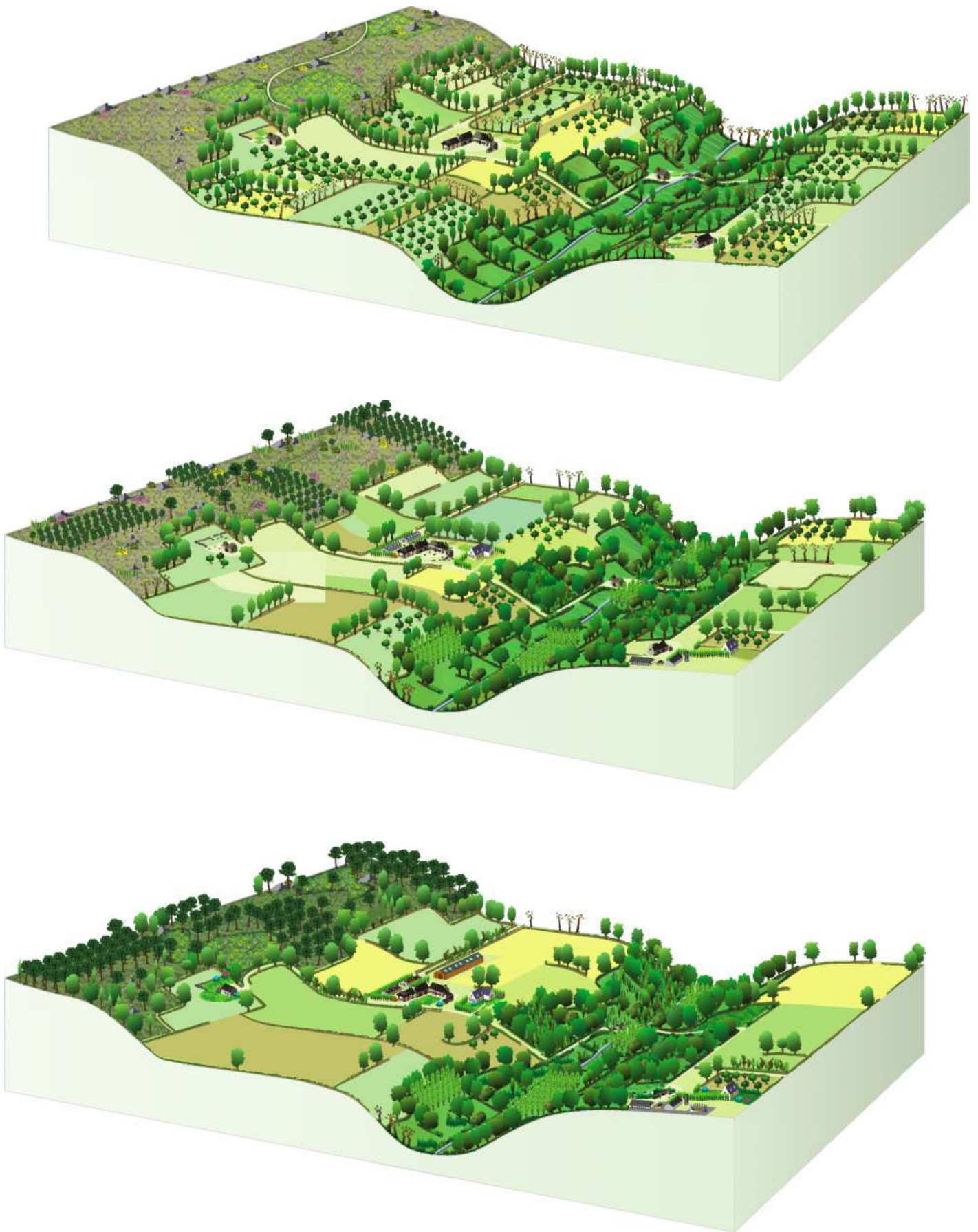
C. Objectifs :

L'objectif général de la sous-action 1.2 est d'analyser des trajectoires d'évolution des réseaux de haies et d'en déterminer les principaux facteurs de contrôle.

- À l'échelle locale, il s'agit :
 - D'étudier les trajectoires d'évolution des réseaux de haies (sur le plan qualitatif et quantitatif) dans trois espaces laboratoires de l'ouest bocager.
 - D'appréhender la diversité des pratiques actuelles d'entretien et de gestion des haies.
 - De hiérarchiser les principaux facteurs de contrôle de l'évolution qualitative et quantitative des réseaux de haies.
 - De simuler l'effet des pratiques de gestion et d'entretien sur l'évolution de la ressource (modèle GERHAIE).
 - D'étudier les conditions de mise en œuvre de filières bois-énergie territorialisées (CERREV).

D. Approche :

Pour répondre à ces objectifs, une approche de type « observatoire » est mise en place. Le but étant d'appréhender de manière systémique l'évolution du maillage bocager et ses conséquences environnementales.



Source : « Paysages de Bretagne » ; LETG-Rennes UMR 6554 CNRS

II. Territoires d'études :

Trois bassins agricoles « laboratoires » présentant des dynamiques agricoles et paysagères différenciées ont été sélectionnés pour répondre aux objectifs présentés :

- le Tortillon dans le Calvados
- le Léguer dans les Côtes-d'Armor
- la Jousselinière dans le Maine-et-Loire

Ces terrains sont communs à l'action 2.2, afin de proposer une analyse systémique de l'évolution des linéaires de haies et de ses conséquences sur la dynamique hydrosédimentaire. Les contextes paysagers de ces territoires sont diversifiés comme on peut le constater au travers du gradient de densités bocagères (figure).

Densités linéaires moyennes (en ml/ha) :

Bocage Virois (66 ml/ha)

Léguer (55 ml/ha)

Mauges (31 ml/ha)

Types géographiques de combinaisons d'usages agricoles des sols en 2016 dans l'Ouest de la France

Type A. Les grandes cultures

- A1 (0,8%) Type Plaine de Caen céréalière
- A2 (1,4%) Type Plaine de Caen (cultures industrielles)

Type B. Les espaces de polyculture-élevage en voie de spécialisation céréalière

- B1 (9,5%) Type marges du bassin parisien
- B2 (5,3%) Type sarthois
- B3 (5,3%) Type Pré-bocage

Type C. Les systèmes fourragers intensifs bretons

- C1 (16,4%) Type «cœur» du bassin laitier
- C2 (20,2%) Type Bretagne occidentale
- C3 (13%) Type Pays de Saint-Brieuc

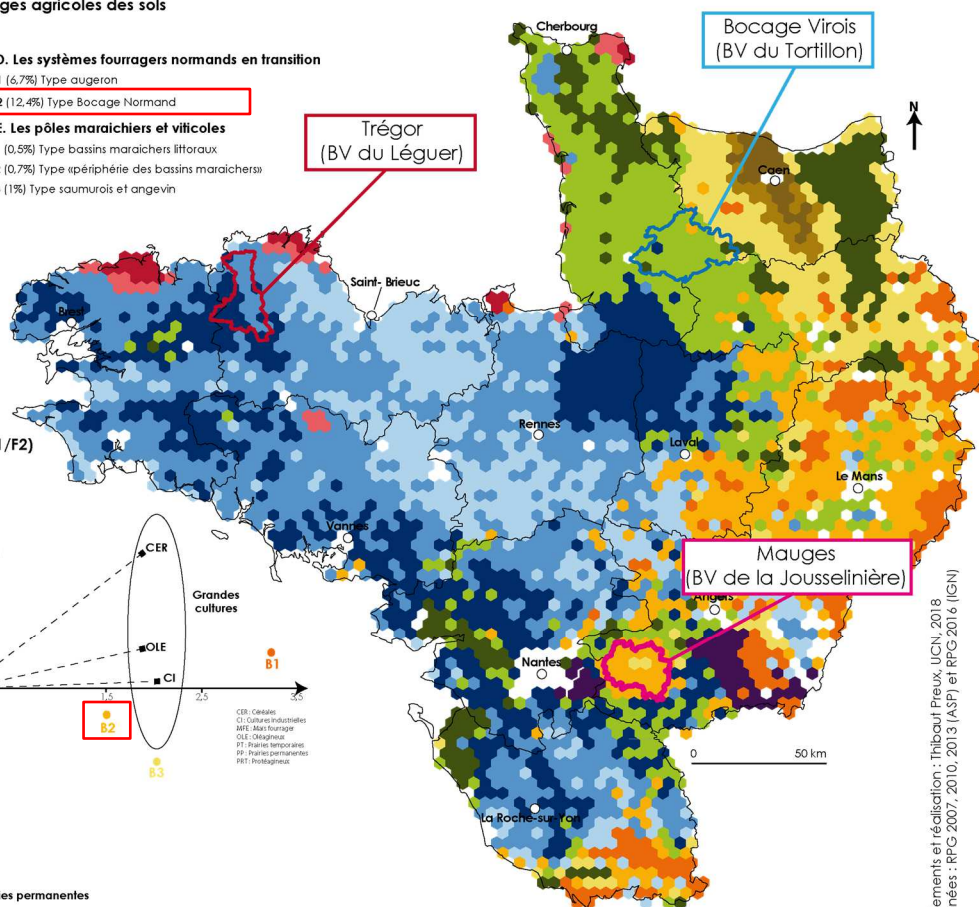
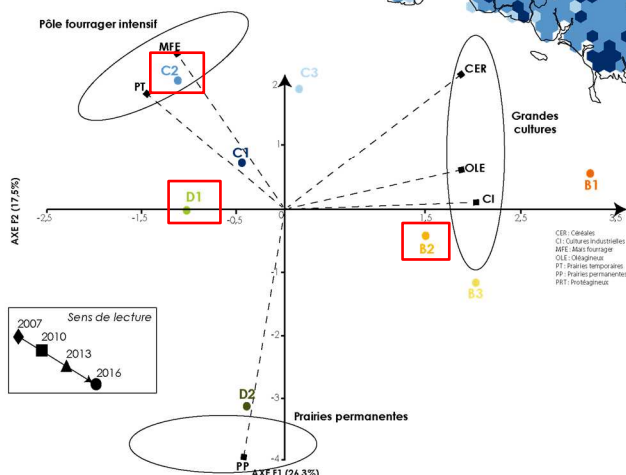
Type D. Les systèmes fourragers normands en transition

- D1 (6,7%) Type augeron
- D2 (12,4%) Type Bocage Normand

Type E. Les pôles maraichiers et viticoles

- E1 (0,5%) Type bassins maraichiers littoraux
- E2 (0,7%) Type «périphérie» des bassins maraichiers
- E3 (1%) Type saumurois et angevin

Positionnement dans le plan factoriel (F1/F2)
Types B, C et D (91,2% de la SAU totale)



Traitements et réalisation : Thibaut Prieux, UCN, 2018.
Données : RPG 2007, 2010, 2013 (ASP) et RPG 2016 (IGN)

1. Le bassin-versant du Guer-Amont, sous bassin du bassin-versant du Léguer :

Le sous bassin retenu comme territoire d'étude est celui du Guer-Amont localisé dans le sud-est du bassin versant du Léguer. Il fait une superficie de 10 km² et se concentre sur les communes de Pont-Melvez, Maël-Pestivien et Bulat-Pestivien. Le bassin versant du Léguer est situé au nord du massif des Monts d'Arrée sur le plateau du Trégor dans le département des Côtes-d'Armor au cœur de la Bretagne. Le petit fleuve côtier du Léguer parcourt sa superficie de 489 km² du sud au nord. Il prend sa source à Bourbriac traverse le bassin sur 70km avant de se jeter dans la mer de la Manche dans la baie de Lannion.

D'un point de vue géologique, ce bassin, tout comme celui de la Jousnelinière, repose sur un socle hercynien, composé en majorité de roches granitiques. Au Nord, la partie littorale est, quant à elle, composée de roches limoneuses éoliens. On retrouve aussi quelques schistes (Brioverien et type ardoisier) au sud. Cette composition géologique, du fait de sa faible perméabilité, induit une densité importante de cours d'eau sur ce bassin. Le paysage est vallonné, composé de cultures au nord et plus boisé au Sud.

Ce bassin est un des territoires les plus bocagers de Bretagne bien que le linéaire bocager ait subi un recul lié, notamment, aux remembrements des années 1960 et à la mécanisation (à l'image de l'ensemble des territoires bocagers français). L'élevage y est dominant. La qualité de l'eau superficielle est fortement dégradée or l'eau potable provient à 80% de captage des eaux superficielles. Le bocage joue un rôle important dans l'amélioration de la qualité de l'eau, c'est pourquoi un programme de restauration du bocage a été entrepris sur ce territoire afin d'améliorer la qualité de l'eau et lutter contre les phénomènes d'érosion de plus en plus présents. La densité bocagère sur ce territoire est de 55 ml/ha.

2. Le bassin-versant de la Jousnelinière :

Le bassin-versant de la Jousnelinière est situé dans le département du Maine-et-Loire (Pays de la Loire) et fait une superficie de 15km². Ce dernier est un bassin élémentaire du bassin de l'Évre, lui-même affluent de la Loire.

Reposant sur un socle hercynien dans la partie méridionale du Massif armoricain, il appartient à l'unité géologique des Mauges. Cette unité est constituée de micaschistes du précambrien au-dessus desquels repose une couche d'argile. En fond de vallée on peut observer des remplissages colluvio-alluviaux issus de formations superficielles (Reulier, 2015). Le relief y est plutôt vallonné avec des pentes localement fortes.

L'activité agricole est très importante sur ce territoire, on peut y voir une alternance de terres cultivées et de prairies. Les terres cultivées représentent 48.7% de la superficie du bassin. Quant aux surfaces en herbe, elles recouvrent 41.3% du bassin. L'élevage y est très important (bovins allaitants et laitiers, volailles et porc), et on note la présence d'arboriculture. Là où les surfaces en herbe sont plus nombreuses, la densité bocagère est la plus forte. Cette donnée provient d'un relevé bocager réalisé par la communauté de communes de Montrevault en 2012. Une tendance à la diminution des prairies

(notamment permanentes) est observée. Elle s'accompagne d'une dégradation du maillage bocager. « Sur l'ensemble du bassin, on compte 52 kilomètres de linéaires de haies, soit une densité de seulement 34 ml/ha » (Reulier, 2015). Il en résulte des problèmes récurrents d'érosion des sols et de ruissellement ayant un impact sur la qualité de l'eau, des milieux aquatiques mais également sur la qualité des terrains agricoles et sur les biens matériels en zones urbanisées. L'érosion des parcelles agricoles crée des ravines, pertes de sols ... qui entraînent un colmatage et le transfert des polluants vers les cours d'eau. Le ruissellement local augmente l'importance des pics de crue et leur rapidité. En 2011, un orage a conduit à des inondations dans le village de la Salle-et-Chapelle-Aubry situé à l'exutoire. Cela a entraîné des destructions de culture, semis, comblement de fossés... Face à ces conséquences des travaux d'aménagement du bassin versant (zones tampons, changement des pratiques agricoles, plantations de haies bocagères) ont été lancés de façon à limiter l'érosion en amont pour écrêter la montée des eaux.

3. Le bassin-versant du Tortillon :

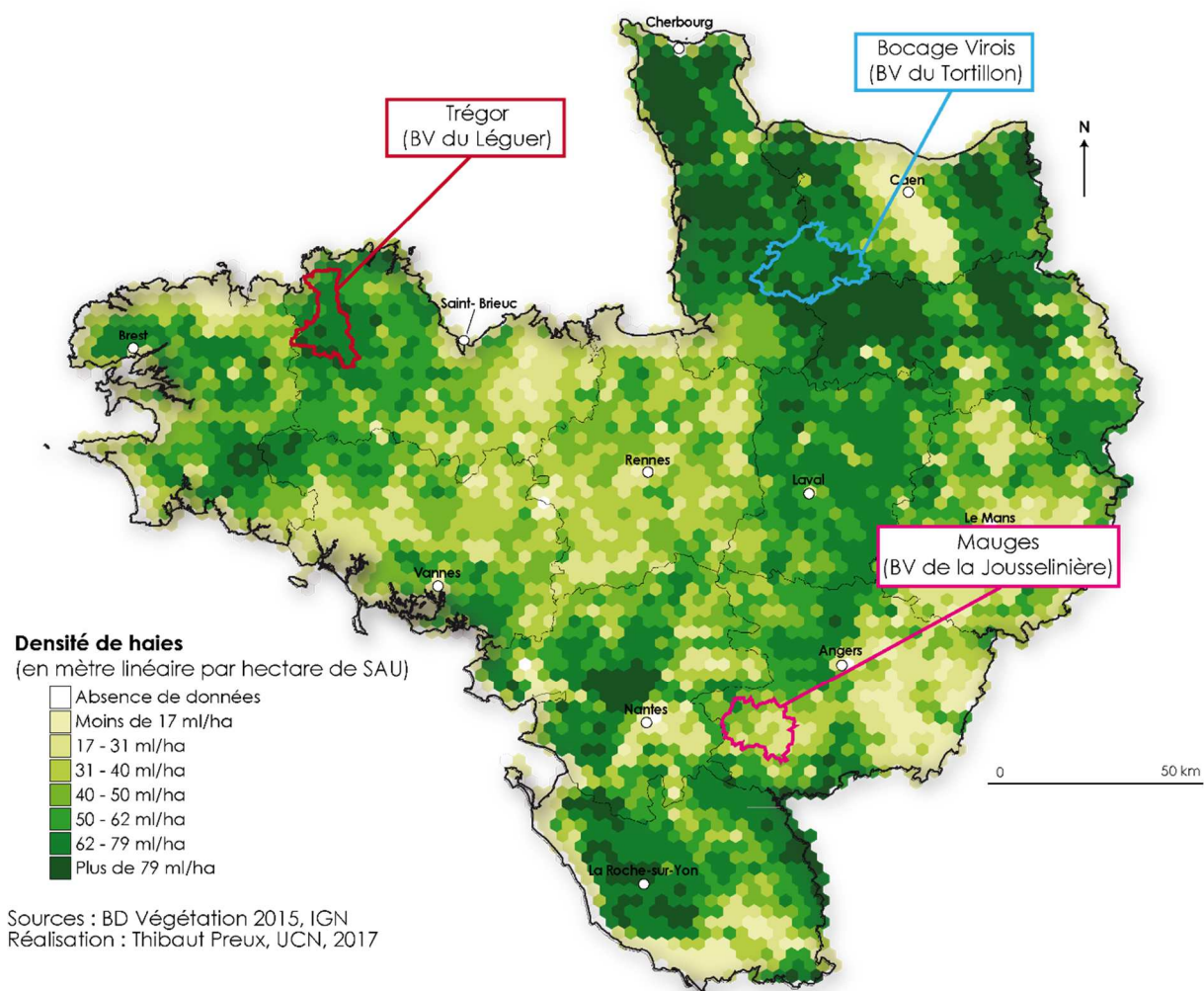
Le bassin versant du Tortillon d'une superficie de 12,4 km² est situé au sud-ouest du département du Calvados, il s'agit d'une région d'élevage laitier intensif où le bocage est dégradé. D'un point de vue géologique, il repose sur les schistes et les grès du Briovérien. Il présente une densité bocagère de 87 ml/ha réparti de manière uniforme sur l'ensemble du bassin. Les communes de Valdallière et Moncy sont situées sur ce bassin mais ne sont pas entièrement comprises dans son périmètre. Le territoire est rural et verdoyant, composé de collines, de vallées encaissées et de crêtes boisées. Il se caractérise par un réseau hydrographique très développé et encaissé (Reulier, 2014). La plaine de Caen empiète de plus en plus sur les prairies du bocage Virois entraînant une dégradation des linéaires. Le bocage y est dégradé. La densité bocagère a diminué de 49% entre 1972 et 2012 (avec une légère hausse de 2006 à 2012). La répartition des essences sur le territoire est liée à plusieurs critères dont la nature, l'humidité, la profondeur des sols, la pluviométrie ou encore la proximité avec le littoral. Les sols de ce territoire sont des sols bruns lessivés ou acides. Les haies qui parviennent à se maintenir sont principalement composées de chêne au nord et de frêne au sud. Le tourisme est principalement basé sur la qualité du paysage et des milieux naturels. Le bon état des sentiers de randonnée est donc primordial. Les haies présentes le long des sentiers sont un atout, car elles apportent de l'ombre, protègent du vent, et offrent un cadre plus attrayant pour les touristes. L'entretien des haies est important pour veiller à la sécurité des touristes (éviter la chute de branches mortes, surveiller les arbres dépérissant...) et pour conserver des trouées dans les linéaires de haie de façon à créer des points de vue sur le paysage.

La CDC du canton de Vassy devenue nouvelle commune de Valdallière au 1^{er} janvier 2016 regroupe 14 communes (6200 habitants). En 1998, suite à un diagnostic du territoire mettant en évidence la déstructuration des paysages, la CDC s'est engagée dans un programme de recomposition paysagère. En 2014, on comptabilisait 220 km de haies de replantés sur le territoire de la CDC. Cela correspond à une moyenne de 12 km de haies plantées chaque année. Le financement du projet de recomposition bocagère provient du conseil départemental à hauteur de 70 % et de la CDC (30%). Ce financement prend en compte le poste de technicien mis en place. Le technicien est chargé de la conception, du suivi des opérations de plantations et des chantiers de déchetage. Ses missions sont nombreuses : il joue

un rôle de conseiller auprès des agriculteurs pour les informer et les orienter dans leurs démarches lorsqu'ils souhaitent s'investir dans le projet, il les sensibilise aux techniques de plantation et de gestion de la haie, réalise les demandes de financement et le travail de comptabilisation afin de gérer au mieux la filière bois-énergie.

Au départ, le but du programme était de limiter l'érosion des sols et le ruissellement en replantant le maximum de haies, puis peu à peu, la CDC s'est orientée vers le développement d'une filière bois-énergie. Les opérations de replantation étaient réalisées sur chaque commune pour une durée d'un à deux ans ce qui permettait d'envisager l'impact en termes de densité de haies plantées. La plantation est réalisée par l'association Rivières et Bocages. Les agriculteurs ont ensuite à leur charge la pose de clôture et l'entretien de la haie. Le choix des lieux de plantation s'est fait sur la base du volontariat. La première commune ayant fait l'objet de replantation de haies est la commune de Presles. Les réunions réalisées par une commission agricole (élus et non-élus) pour sensibiliser à la reconstitution du maillage bocager ont joué leur rôle. Les agriculteurs se sont portés volontaires pour la réalisation de plantations sur leur exploitation faisant ainsi bénéficier de plantations toutes les communes de l'ancienne CDC de Vassy.

Pour développer la filière locale de bois-énergie sur le territoire de CDC, il a été nécessaire de créer la demande. La CDC a donc investi dans une chaudière collective de 200 kW alimentant les gymnases, piscine et salle des fêtes. Cette dernière a coûté 333 000 euros et a été financée pour 57 % grâce aux aides du conseil départemental du Calvados, du conseil régional de Basse-Normandie, de l'ADEME et des fonds européens FEDER. Pour alimenter cette chaudière, une plateforme de stockage du bois déchiqueté a été réalisée dans un bâtiment adossé à la chaudière. De cette façon, il n'y a aucun transport à effectuer entre le lieu de stockage et la chaudière. Le bâtiment de stockage accueille le bois de haies utilisé provenant des exploitations agricoles du territoire. Les agriculteurs prennent contact avec la commune pour proposer leur bois. Pour pouvoir vendre leur bois, les exploitants doivent participer ou avoir participé au programme de replantation de haies et s'engager à ne pas couper la haie. L'agriculteur s'organise comme il le souhaite pour déchiqueter son bois et le livrer à la plateforme. Il peut faire appel aux entreprises locales équipées du matériel nécessaire tel que la CUMA Innov 61, la CUMA Calvados innovation ou l'entreprise HALLE. Le prix de revient moyen a été déterminé par la CDC en concertation avec la fédération des CUMA et la chambre d'agriculture, il est de 21,61 euros/m³ soit 61,75 euros TTC la tonne verte de plaquettes bocagères. Dans ce prix sont pris en considération : les travaux de gestion de la haie, le temps de main d'œuvre, le déchiquetage du bois par une déchiqueteuse à grappin et le transport en tracteur du bois jusqu'à la plateforme. Pour le moment, il n'existe pas de charte ni de plans de gestion assurant une bonne gestion des haies dans le but de les pérenniser, mais la mise en place de tel document est en réflexion. En effet, la CDC fait partie d'un groupe de travail (Haies'nergie) qui tente d'élaborer des Plans de Gestion plus pertinents. En 2017, la commune prévoit d'étendre la filière bois-énergie en chauffant sept bâtiments supplémentaires.



III. Méthodologie

La méthodologie employée pour répondre aux objectifs évoqués ci-dessus consiste à croiser une analyse des formes matérielles des paysages (longueur et connectivité du linéaire bocager) au moyen de relevés de terrain et d'un travail de géomatique (étude d'images aériennes, télédétection...), à une enquête par questionnaire auprès des gestionnaires des haies.

Cette méthodologie a été menée en trois temps :

Pour commencer, nous avons réalisé l'élaboration d'un système d'information géographique diachronique, de résolution spatio-temporelle fine afin **de reconstruire les trajectoires paysagères des bassins agricoles étudiés et de caractériser l'évolution du maillage bocager.**

En second temps, une enquête de terrain a été réalisée auprès de tous les acteurs intervenant directement dans l'entretien des haies. L'objectif étant de **comprendre les principaux ressorts de ces évolutions (ex. connaissances, perceptions, savoir-faire locaux).**

Enfin les connaissances issues des trois points précédents ont été implémentées dans un modèle de simulation multi-agent – le modèle Ger'haies. Ce modèle permet d'observer l'évolution des linéaires de

haies dans le temps et l'espace, d'un point de vue qualitatif (typologie reflétant le type de gestion menée) et quantitatif sur un territoire selon les actions de gestion effectuées (Figure 1).

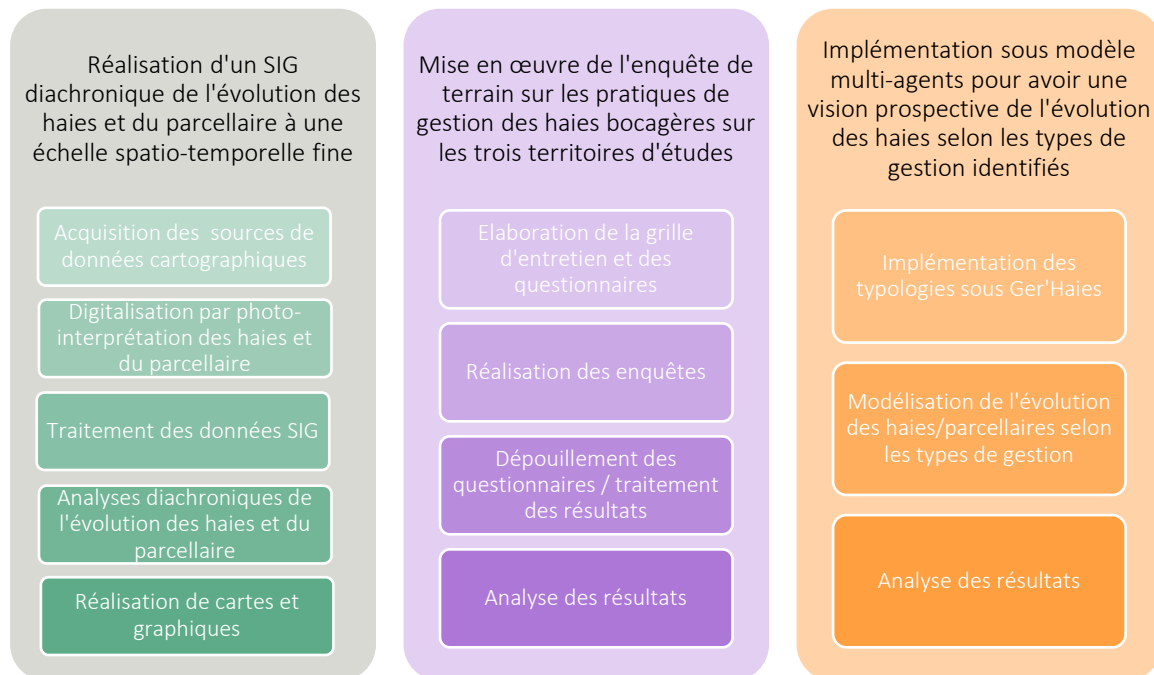
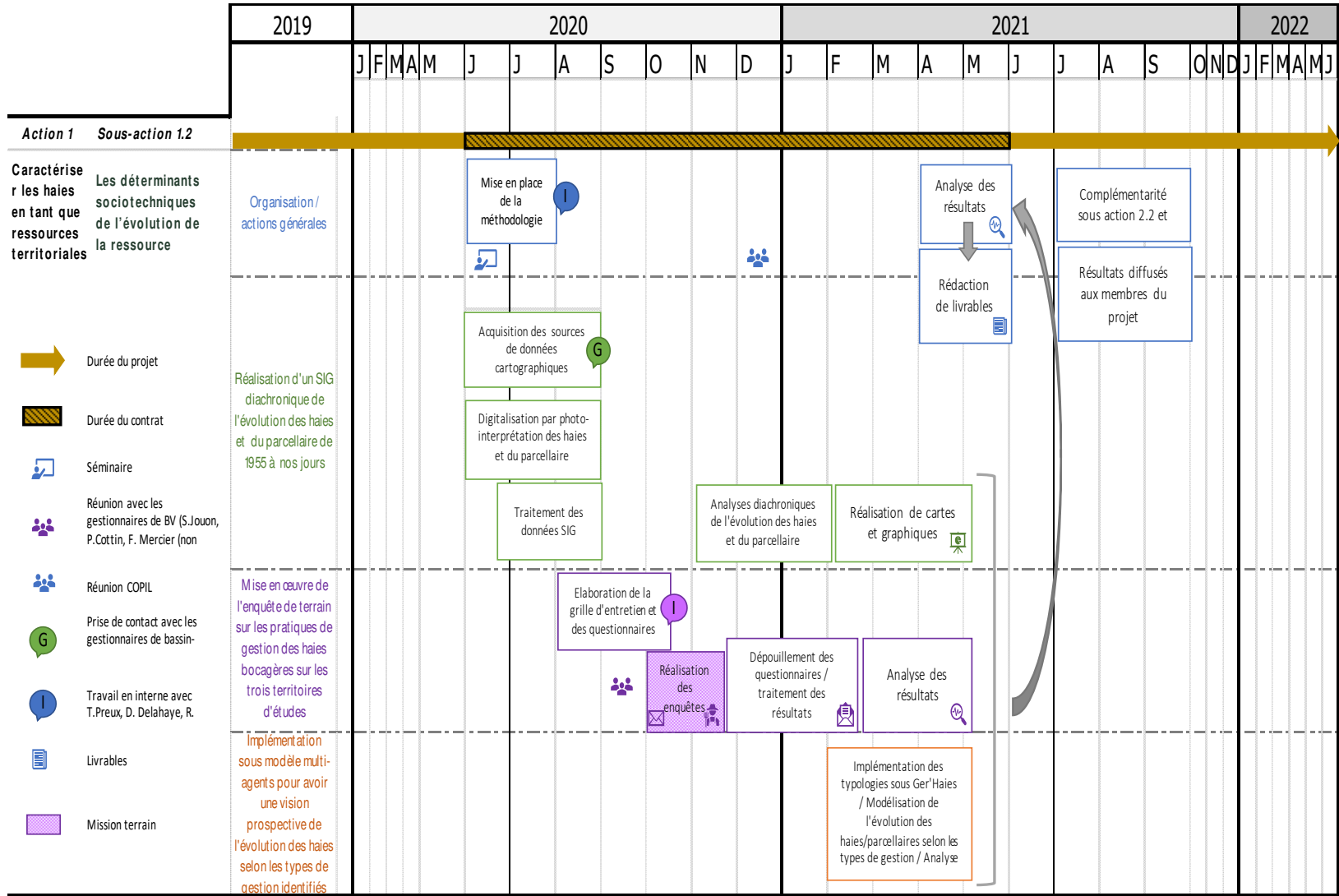


Figure 1 : schéma de la méthodologie mise en place pour répondre aux objectifs de la sous-action 1.2, F. Le Guillou, 2021

Un diagramme PERT ci-après (Figure 2) donne les différentes temporalités de cette méthodologie. Une particularité à noter est la nécessité de lien de la sous-action avec d'autres actions telles que l'action 4 et l'action 2.2 (analyse systémique de l'évolution des linéaires de haies et de ses conséquences sur la dynamique hydrosédimentaire). En effet, les terrains sont communs avec l'action 2.2 et les résultats de notre sous-action 1.2 viendront alimenter l'action 4 visant à mobiliser, analyser et valoriser les ressources produites dans les autres actions afin de faire monter en compétence les agriculteurs et les professionnels de la haie (enseignants, conseillers agroforestiers, techniciens du bocage) en leur proposant divers outils.

Figure 2 : diagramme PERT, méthodologie de la sous-action 1.2, F. Le Guillou, 2021



A. Élaboration d'un système d'information géographique permettant de reconstruire les trajectoires paysagères des espaces laboratoires retenus

La méthodologie employée pour l'obtention du SIG de résolution spatio-temporelle fine devait permettre de confronter les cartographies d'évolution des linéaires bocagers aux cartographies d'évolution du parcellaire des exploitations agricoles. Pour ce faire, nous avons compilé et comparé les différentes sources d'informations disponibles. La méthodologie reposant ensuite sur « la combinaison de différentes sources d'information (images satellitaires, données vectorielles, données issues de campagne terrain, expertises, données statistiques...) appliquée à l'étude d'un phénomène (Corgne 2014). » pour obtenir une image la plus fine possible (T. Preux, 2019) (Figure 3).

Les données disponibles sont des photographies aériennes (orthophotoplans), des données topographiques, des données d'occupation du sol (au sein du RPG¹, de la BD-topo, de la BD-végétation), ainsi que des données de contours de parcellaires (BD-Parcellaire).

- Pour la caractérisation de l'évolution du parcellaire :

Les données d'occupation du sol issues du RPG ont été croisées avec les données issues de la BD-Parcellaire afin d'obtenir l'occupation du sol à l'échelle des parcelles et non des îlots comme c'est le cas sur le RPG. Une vérification par photo-interprétation a permis de corriger/compléter les données.

- Pour la caractérisation de l'évolution du linéaire bocager :

Nous avons opté pour la digitalisation des linéaires bocagers par photo-interprétation à une résolution spatiale et temporelle fine des linéaires de haies bocagères de l'après-guerre (1950) à nos jours avec un pas de temps de 10 ans. Les différentes images aériennes ont été téléchargées sur le site de l'IGN.

¹ RPG = Registre Parcellaire Graphique

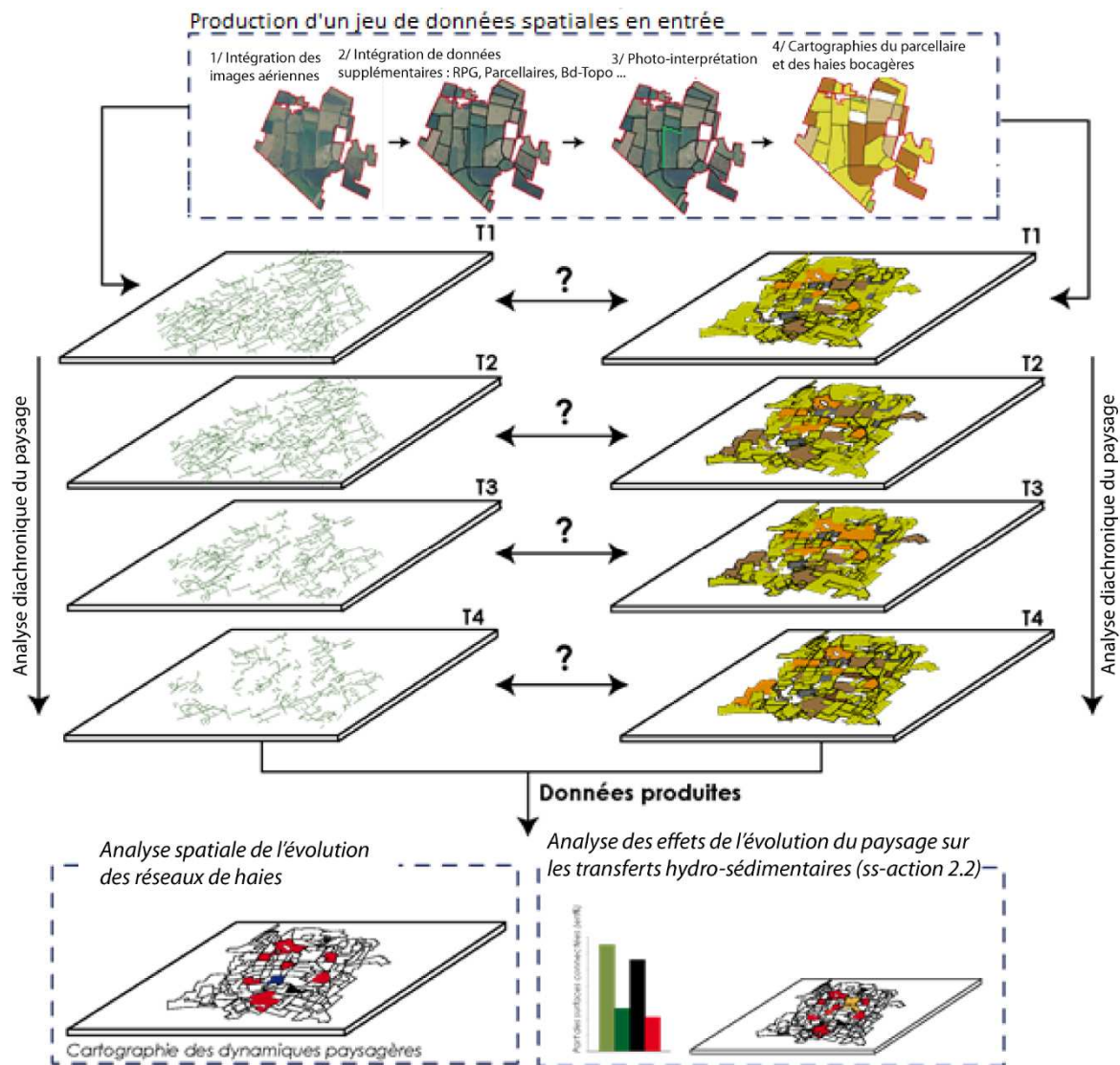


Figure 3 : schéma de la méthodologie mise en place pour l'élaboration du SIG diachronique, F. Le Guillou d'après T. Preux, 2021

Cette approche spatialisée va nous permettre de répondre aux différents questionnements suivants :

- Comment évoluent les réseaux de haies ? À quelle vitesse / intensité ?
- Où sont localisées ces évolutions ?

B. Enquête de terrain – les déterminants sociotechniques de l'évolution de la ressource

Afin de bien comprendre les principaux ressorts des évolutions du linéaire bocager et du parcellaire, une enquête de terrain a été mise en place auprès de tous les acteurs intervenant directement dans l'entretien des haies (prioritairement les agriculteurs actifs, mais aussi agriculteurs retraités, associations de protection de la nature, entreprises d'insertion, association de la filière bois-énergie, propriétaires ruraux, particuliers...). En s'appuyant sur des méthodologies développées dans les recherches sur les paysages (commentaires de photographies, entretiens dans les parcelles, cartes mentales...) (Marie, 2009), ces entretiens permettraient de mieux apprécier les connaissances, les perceptions et les techniques de gestion des haies mises en œuvre localement par les agriculteurs

prioritairement, mais aussi par l'ensemble des acteurs ayant une responsabilité dans l'entretien du bocage (propriétaires ruraux, collectivités, agriculteurs retraités...).

1. Les objectifs de l'approche par questionnaire

Le questionnaire est une méthode standardisée permettant les comparaisons dans l'espace et le temps. Ces enquêtes visent à connaître la **diversité des pratiques d'entretien des haies** (périodicité de l'entretien, méthode, modalités...), les représentations du paysage bocager chez ces différents acteurs. Elles permettent d'analyser **les déterminants de la diversité des pratiques de gestion et d'entretien du bocage** (âge, système de production agricole, statut professionnel...).

Ces enquêtes doivent aboutir à des typologies d'acteurs selon leurs pratiques de gestion des haies. Ce type de résultat doit, à terme, venir implémenter un modèle de simulation multi-agent dont une première version a été élaborée dans le cadre de travaux de thèse (Approche systémique de la haie pour passer de sa multifonctionnalité à la conception de plans de gestion, F. Le Guillou, 2020). En effet, le modèle de simulation multi-agent GER'HAIES vise à observer l'évolution des linéaires de haies dans le temps et l'espace, d'un point de vue qualitatif (typologie reflétant le type de gestion menée) et quantitatif sur un territoire selon les actions de gestion effectuée. Dans ce modèle, le modélisateur et ensuite l'utilisateur peuvent choisir un type de gestion des haies parmi plusieurs et observer l'évolution du réseau bocager en conséquence. L'intégration de données telles que les profils d'acteurs mis en évidence au travers des enquêtes apporterait ainsi des éléments d'aide à la réflexion aux gestionnaires et décideurs qui pourront prendre en compte ces profils dans leurs actions.

2. Le mode d'administration du questionnaire

L'approche par enquête de cette recherche repose sur un questionnaire comportant des questions fermées et quelques questions ouvertes afin d'appréhender la perception du paysage et les pratiques de gestion des haies par la population. L'objectif étant d'obtenir des typologies d'acteurs selon leurs pratiques de gestion sur la haie. Le choix est déterminé par différentes raisons en lien avec les informations à recueillir, le risque de biais, le nombre de personnes enquêtées, le temps et les moyens à disposition. Notre questionnaire s'adresse à la population des territoires d'études propriétaire de haies bocagères et pas uniquement aux agriculteurs. La population cible n'est pas familiarisée avec l'outil internet, et/ou manque de sensibilité face au sujet pour répondre à une enquête sur internet, ce mode d'administration, bien que peu coûteux et rapide à mettre en place, n'a donc pas été retenu. De plus, la diffusion du questionnaire par internet risquait de biaiser le profil des répondants, car basée sur du volontariat. Le mode d'administration par téléphone était intéressant, car il assure souvent un taux de retours élevé, mais il nécessite beaucoup de temps. De même, le mode d'administration en face à face n'a pas été retenu, car trop chronophage au regard du nombre de personnes à questionner et de la longueur du questionnaire. Le choix s'est donc tourné vers le mode d'administration par voie postale qui était le meilleur compromis entre le temps, le coût, le nombre et la qualité des retours. Il permet de distribuer des questionnaires assez longs, de cibler des personnes dans des zones géographiques précises en étant moins chronophage qu'un entretien téléphonique, de communiquer au sujet de la

recherche en lui conférant un caractère officiel et de s'assurer un nombre de retours pertinent. De plus, les questionnaires avec auto-administration permettent aux personnes interrogées de dévoiler des informations relativement confidentielles, de répondre seules au moment où elles le souhaitent ou bien d'être interrogées lors d'un entretien si elles en font la demande.

3. Le mode de distribution du questionnaire

Le mode de distribution retenu a été le dépôt du questionnaire accompagné d'une enveloppe préimbrée et adressée au laboratoire (enveloppe T) dans les boîtes aux lettres. D'après la littérature, le taux de retour de ce type d'enquêtes est d'environ 10 %. C'est pourquoi, dans le but d'avoir au moins une centaine de retours, le nombre de questionnaires distribués était de 1700. Les questionnaires ont été distribués de manière aléatoire dans les 3 bassins versant sélectionnés pour cette sous-action. Les 3 bassins versants étant : le sous-bassin du Guer-Amont, le sous-bassin de la Jousnelinière et celui du Tortillon. Les questionnaires ont été distribués aléatoirement aux ménages possédant des haies dans les communes présentes dans l'emprise du bassin-versant et aux agriculteurs de manière ciblée. Ainsi, 500 questionnaires ont été distribués dans le sous-bassin du Tortillon, respectivement 750 et 500 dans celui de la Jousnelinière et celui du Guer-Amont. Cela correspond à 21% des ménages enquêtés sur le bassin-versant du Tortillon, 20% sur le sous-bassin de la Jousnelinière et 75% sur celui du Guer-Amont. La distribution aléatoire vise à toucher la population sans distinction de catégories professionnelles, d'âge, de sexe... et en ne ciblant pas uniquement les propriétaires d'un grand nombre de mètres linéaires de haies. De plus, un propriétaire pouvant posséder des haies en dehors de sa résidence principale, une sélection préalable aurait été complexe et biaisée. Néanmoins, les agriculteurs, considérés comme les façonneurs du paysage, ont été ciblés de manière à avoir plus de retours de leurs part.

4. Présentation du questionnaire

Le questionnaire comporte une cinquantaine de questions au total. Il s'articule en trois grandes parties et 5 sous-parties. La seconde partie concerne uniquement les exploitants agricoles. La première partie vise à connaître les enquêtés. Cette partie s'intitule : « **Parcours de l'enquêté** ». Elle correspond aux questions s'attachant à identifier leur profil sociodémographique et leur représentation du paysage. Elle comprend des questions telles que la catégorie socioprofessionnelle, le niveau d'étude, l'âge, etc... ainsi qu'une question ouverte : « Comment décririez-vous le paysage dans lequel vous vivez à un proche qui ne l'aurait jamais vu ? ». Il s'agit de savoir quels sont les propriétaires de haies bocagères et leur représentation du paysage. La seconde partie concerne uniquement les fermes, et s'intéresse au « **Fonctionnement technico-économique de l'exploitation** ». Les questions portent sur les caractéristiques de l'exploitation agricole (SAU, productions, statut juridique...) et l'évolution de l'exploitation agricole depuis l'installation. Ces questions ont pour but de mettre en exergue les critères influençant la manière d'entretenir les haies et d'observer la relation entre l'évolution de l'exploitation agricole et l'évolution du linéaire bocager du parcellaire. La troisième partie porte d'ailleurs sur « **Les haies de la propriété et leur entretien** ». Cette dernière partie est scindée en trois sous-parties : description des haies bocagères de la propriété, évolution spatio-temporelle du linéaire bocager et pratiques d'entretien des haies bocagères. Elle permet de recueillir des informations sur le linéaire

bocager, sa longueur, sa typologie, la présence de talus ou non..., sur son évolution spatio-temporelle, à savoir s'il y a eu ou non des plantations, des suppressions de haies, des modifications de typologie... et d'en connaître les raisons. Les informations recueillies portent également sur l'entretien mené sur ces haies en termes de fréquence, temps, coût ou encore sur l'utilisation qui est faite du bois issu de cet entretien.

C. La simulation par système multi-agents comme outil d'aide à la réflexion – implémentation du modèle GER'HAIES

1. Intérêts et objectifs du système multi-agents

Les collectivités doivent désormais intégrer l'approche systémique dans l'aménagement de leur territoire. Cependant, prendre une décision de gestion en tenant compte de l'avis de plusieurs acteurs ayant leurs propres représentations et besoins vis-à-vis de leur lieu de vie et des ressources qui le composent n'est pas chose aisée (d'Aquino et Le Page, 2003). Les problèmes posés par la décision publique sont multiples. Il existe des besoins de collecte d'informations, d'analyse, d'évaluation multicritères, de simulation prospective, de recherche d'alternatives, de choix, de diffusion de l'information, de concertation, de mise en œuvre en tant que décision collective, et par la suite, de validation et de modifications.

Pour répondre aux besoins soulevés par la décision publique, des outils sont nécessaires. Le plus souvent, des moyens « classiques » sont employés pour aider à la décision dans le cadre de l'aménagement du territoire (voir chapitre 6). Ces moyens sont inaptes à la compréhension des systèmes complexes qui intègrent des dimensions sociales, environnementales et économiques. Ils engendrent une incompréhension des acteurs locaux du fait de l'opacité des processus, une simplification et une mauvaise prise en compte des enjeux dont résultent des solutions inadaptées et non viables (Ferrand, 2003). Or, pour dépasser ces problématiques, il existe plusieurs outils tels que les techniques d'enquêtes, les relevés de terrain, les analyses statistiques, les systèmes d'informations géographiques, couplés à l'utilisation de systèmes multi-agents.

Nous considérons que les systèmes multi-agents constituent un support idéal pour analyser la situation actuelle et ses évolutions possibles. De plus, la modélisation multi-agents est parfaitement adaptée pour étudier l'influence des rapports sociaux sur le territoire et par conséquent sur le paysage (Michelin, 2000). Elle permet de comprendre les phénomènes passés en comparant les simulations aux évolutions réellement observées et simuler les phénomènes futurs en vue d'établir des choix de gestion pour atteindre l'objectif souhaité. Cette prédiction permise par les modèles facilite l'adaptation aux changements, la planification ou bien encore la gestion des ressources (Reulier, 2015). Les apports de la modélisation sont donc multiples : compréhension de processus complexes, accompagnement à la gestion, outil de médiation, aide à la décision. Pour permettre aux acteurs locaux de bien identifier les enjeux, le modèle doit être simple et explicite. Il va sensibiliser les acteurs au travers de la compréhension, faciliter la communication entre acteurs ayant des opinions divergentes et permettre

leur coordination pour aménager au mieux un territoire commun (Page et al, 2013). Dans le domaine de la gestion des ressources territoriales, les usagers, groupes d'usagers, ressources, écosystèmes ou espaces peuvent être considérés comme des agents du modèle développé (Bousquet et Gautier, 1999).

Le processus d'aide à la décision par les SMA n'a pas pour but de se substituer aux acteurs locaux et décideurs, mais plutôt de les éclairer et de les guider vers des décisions dont ils conservent la responsabilité (Jallas et Cretenet, 2003). Les simulations des différents scénarios proposés vont apporter des éléments de réflexion permettant aux acteurs de créer une connaissance commune du devenir de leur territoire. « *Aider la décision ou la négociation, c'est donc soit fournir un support technique, soit intervenir spécifiquement pour faciliter le processus* » (Ferrand, 2003).

Au cours du processus de réalisation d'un projet de gestion territorial, l'intervention d'outils d'aide à la décision peut être nécessaire pour passer d'une étape à une autre. Durant la phase d'expertise correspondant au diagnostic du maillage bocager, l'aide à la décision intervient sous forme de cartographies dynamiques par le recueil de données, l'analyse des haies, de leurs évolutions et la réflexion sur leur devenir en fonction des gestions.

La prise de décision concernant la gestion des haies bocagères d'un territoire fait appel aux éléments issus de l'expertise pour déterminer les solutions « préférées » par l'ensemble des acteurs. Le modèle va permettre l'obtention d'une vision prospective du territoire au travers de ses phases exploratoires. En effet, le modèle donne la possibilité aux acteurs concernés de visualiser le devenir de leurs haies dans le temps selon différents types de gestion appliqués. L'apport d'informations de façon pédagogique au moyen de la modélisation est un levier intéressant face aux potentielles méconnaissances des acteurs qui freinent la mise en œuvre d'action de gestion. Étant informés, les acteurs peuvent décider la mise en place d'actions pour répondre à des enjeux identifiés.

Dans le cadre d'une thèse soutenue en 2020, une première version d'un modèle multi-agents a été développé, le modèle GER'HAIES. Nous avons choisi d'utiliser les systèmes multi-agents pour **étudier l'évolution des linéaires de haies dans le temps et l'espace** en intégrant tous les paramètres influençant la croissance et l'évolution des haies. Afin de pouvoir réaliser ce modèle, le système que l'on cherche à modéliser a été analysé pour en dégager les entités, relations, interactions entre les entités, comportement et évolution dans le temps qui le définisse. Les recherches bibliographiques menées, les approches quantitatives et qualitatives ont permis de créer un modèle avec ces règles sur la plate-forme Netlogo. Le **modèle Ger'haies** que nous présenterons par la suite, a pour vocation l'accompagnement, l'aide à la médiation et la réflexion de la part des acteurs locaux. Les acteurs interviennent ensuite dans le choix des scénarios à tester et prennent ainsi connaissance des évolutions possibles de leur territoire. Cet outil de simulation va donc permettre d'orienter les plans de gestion proposés.

2. Présentation de la plateforme de modélisation Netlogo

Dans le cadre de la thèse, nous souhaitons créer un modèle qui soit en mesure de simuler l'évolution qualitative et quantitative des haies sur un territoire. L'objectif n'étant pas de prédire où planter ni quelles haies gérer, mais d'avoir un aperçu de l'évolution des fonctionnalités du maillage bocager dans le temps en fonction des décisions de gestion. L'accent est mis sur les différents types de gestion

pouvant être menés et leurs impacts sur le bocage. Pour développer notre modèle plusieurs plateformes étaient envisageables. En effet, il existe trois catégories de plate-forme qui se distinguent selon le type de langage requis pour implémenter le modèle. Ces langages ne demandent pas tous les mêmes connaissances en programmation informatique :

- Les plates-formes qui requièrent de définir les modèles à l'aide d'un langage générique tel que le langage JAVA, C++ ou Python. Ces plates-formes sont destinées aux informaticiens et plus adaptées aux gros modèles (exemple : les plates-formes SWARM, Cormas, Mason, Repast).
- Les plates-formes plus simples d'utilisation permettant de définir les modèles à l'aide d'un langage de modélisation telles que Netlogo ou GAMA ; la plate-forme GAMA permet de gérer plus aisément les données issues des SIG, mais son utilisation est plus récente et la littérature est un peu moins abondante bien qu'elle s'étoffe de plus en plus.
- Les plates-formes permettant de définir les modèles à l'aide d'un langage de modélisation graphique ne nécessitant pas de connaissances en algorithmiques.

Souhaitant créer un modèle simple à appréhender par les décideurs et facile à prendre en main, la plate-forme Netlogo a été retenue. En effet, cette plate-forme permet le développement de modèle grâce à un langage de modélisation facile d'accès ce qui n'est pas le cas de la plate-forme Cormas utilisée dans quelques modèles présentés précédemment. Cormas est un logiciel libre de modélisation multi-agents dédiée à la gestion des ressources renouvelables, développé par l'équipe du CIRAD, il est basé sur un langage orienté-objet destiné aux informaticiens. Plutôt adaptée aux gros modèles, cette plate-forme ne correspondait pas à nos attentes.

La plate-forme Netlogo a été développée aux USA en 1999 par Wilensky qui souhaitait proposer une plate-forme de modélisation aux non-spécialistes avec un langage de programmation très simple ne nécessitant pas de formation en informatique (Page et *al.*, 2013). Sa facilité d'utilisation confère à Netlogo une popularité plus importante que les autres plates-formes, assurant une littérature scientifique abondante sur laquelle se baser.

3. Présentation du modèle multi-agents exploratoire « Ger'haies »

Nous n'allons pas exposer ici le développement du modèle GER'HAIES mais le présenter de manière plus pédagogique de façon à comprendre son fonctionnement. Le développement détaillé du modèle est présenté dans la thèse « Approche systémique de la haie, pour passer de sa multifonctionnalité à la conception de plans de gestion » (F. Le Guillou, 2020).

Le modèle développé vise à montrer l'intérêt des SMA dans l'aide à la réflexion au travers de la simulation de différents types de gestion des haies bocagères. L'objectif est de permettre l'observation de l'évolution des fonctionnalités du réseau bocager selon chaque type de gestion menés au cours du temps. Pour ce faire, il représente un territoire bocager composé de parcelles et de haies qui évoluent dans le temps. Les haies sont les agents du modèle et sont localisées le long de cellules (appelées patches) représentant des parcelles. La version du modèle développée dans la thèse a été revue pour intégrer les profils de propriétaires des haies identifiés dans l'enquête par questionnaire. Ces profils de propriétaires gèrent les haies qu'ils possèdent de façon différente selon la description des profils indiqués dans la partie résultats d'enquêtes.

Ainsi les haies se trouvent gérées par un des 4 profils identifiés selon leur localisation sur le bassin-versant et en lien avec le pourcentage de haies géré par chacun des profils (pourcentage déterminé à la suite des résultats de l'enquête). Selon les profils, les haies vont être taillées au carré, recépées ou élaguées et laisser en trois strates, certaines vont être supprimées et d'autres replantées. Il s'agit de la gestion dite « de base » si aucun plan de gestion n'est sélectionné. En effet, dans ce modèle il est possible de sélectionner, à l'initialisation, un des plans de gestion proposé : plans de gestion monofonctionnel ou multifonctionnel ou bien recombinaison bocagère. Le type de gestion choisi par le modélisateur sera mené durant la simulation. La comparaison des divers scénarios de gestion du maillage bocager permet de démontrer l'intérêt de l'outil de simulation multi-agents dans l'aide à la décision. Il s'agit d'observer l'impact du Plan de Gestion Multifonctionnel des Haies sur l'évolution de ces dernières par rapport aux autres types de gestion du linéaire bocager (gestion individuelle, recombinaison bocagère et plan de gestion monofonctionnel).

a) *Vue d'ensemble du modèle*

(1) Objectifs du modèle

Le modèle a pour objectif de simuler l'évolution des haies bocagères dans le temps et l'espace d'un point de vue qualitatif et quantitatif sur un territoire donné en fonction d'actions de gestion menées. Nous partons du postulat que la gestion menée sur les haies est, soit un choix individuel de la part des propriétaires de haies pour répondre à leurs besoins (ici corrélé aux profils de propriétaire et appelé gestion de base), soit elle découle du choix fait par les gestionnaires du territoire, en concertation avec les acteurs locaux. Son utilisation comme outil d'aide à la décision suggère que ce choix sera issu d'une concertation. Dans ce modèle les choix possibles sont :

- o La mise en place d'un PGMH (Plan de Gestion Multifonctionnel des Haies)
- o La mise en place d'un plan de recombinaison bocagère
- o La mise en place d'un PGH monofonctionnel uniquement (Biodiversité, économique, cadre de vie, brise-vent, hydrologique)
- o Aucune gestion concertée, gestion individuelle engagée par les agriculteurs eux-mêmes

Le choix de gestion, ou de « non-gestion concertée », entraîne une évolution différente du linéaire de haies que ce soit en termes de kilomètres de haies sur la zone d'étude ou bien de typologie des haies présentes. La gestion des haies sur un territoire ne correspond pas uniquement à la plantation de nouvelles haies. Il s'agit aussi de les gérer par l'entretien, par de nouvelles plantations en considérant divers paramètres (le territoire, ses enjeux, ses habitants, le coût que cela représente comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents).

Le modèle permettra de répondre aux questions qui se posent lorsqu'un choix de gestion se présente telles que :

- o Quel sera le devenir des haies en termes de quantité selon les actions de gestion menées ?
- o En gérant les haies de cette façon, quelles seront les fonctions remplies et services rendus, qu'advient-il des haies dans le temps ?
- o Le nombre de kilomètres de haies actuel permet-il l'installation d'une chaudière bois sur le territoire ?
- o Quel est le meilleur choix de gestion pour répondre à certains enjeux sur le territoire ?

Le modèle a pour but de simuler des scénarios de gestion des haies afin de faire le meilleur choix de gestion au vu de leur évolution dans le temps. En effet, l'évolution dans le temps et l'espace du linéaire bocager ne peut être prédite facilement sans simulation. Elle dépend de différents paramètres tels que leur âge, leur typologie, leur entretien... Le positionnement des haies dans l'espace selon la topographie et l'occupation du sol a une grande importance dans l'optimisation des rôles portés par ses dernières. De plus, une haie pouvant remplir plusieurs fonctions simultanément, une gestion judicieuse des haies permet de répondre à plusieurs enjeux sur un territoire tout en étant compatible avec la volonté des agriculteurs propriétaires. Prenons l'exemple de la plantation d'une haie dite « brise-vent », celle-ci ne répondra pas uniquement à l'enjeu climatique, mais aussi à d'autres fonctions de façon plus ou moins optimale. Ainsi, le modèle donnera un « aperçu » de la proportion de haies répondant aux différentes fonctions au cours du temps en fonction de la gestion appliquée.

Les acteurs locaux vont pouvoir visualiser le devenir de leurs haies selon les actions de gestion menées en lien avec leur volonté et les enjeux de leur territoire. Il représente ainsi un outil d'aide à la prise de décision quant aux devenirs des haies sur leur territoire.

Le choix de mettre en place un PGMH est appliqué au modèle par le modélisateur (ce choix sera issu d'une concertation avec les acteurs impliqués). L'application du plan conduit à une modification des classes en de nouvelles classes (c'est-à-dire d'une typologie à une autre correspondant aux classes de haies optimisées pour les fonctions ciblées). Ce modèle permet de tester divers scénarios de gestion et les mettre en confrontation avec le scénario d'évolution des haies sans gestion concertée. Différentes configurations de plans de gestion, de recompositions bocagères seront testées afin de mettre en évidence l'impact d'une gestion tenant compte des aspects spatiaux et temporels. Le modèle va permettre de mettre en évidence le devenir des haies dans le temps et l'espace en s'intéressant à leurs caractéristiques. Il fonctionne à l'échelle d'un terrain théorique (caler sur une portion de zone existante) de 230 ha sur 100 ans, avec un pas de temps de 1 an. Les plantations ne peuvent être effectuées qu'à l'emplacement des haies de 1972 ; les plantations en intra parcellaire (reformant de nouvelles parcelles) ne sont pas possible.

Pour simplifier le modèle, nous avons fait le choix de représenter les trois classes de haies par trois typologies différentes (la recherche en thèse a montré que les classes étaient caractérisées par certaines typologies dominantes d'où ce choix). Ainsi **la classe 1 correspond aux haies buissonnantes, la classe 2 aux haies de types taillis et la classe 3 aux haies de types trois strates.**

Dans la version précédente du modèle nous n'avions pas implémenté d'agents propriétaires, désormais, dans cette nouvelle version, les 4 profils de propriétaires et leur gestion des haies associée le sont. Les propriétaires exécutent les gestions induites par leurs profils d'appartenance. De ce fait, quand aucune action de gestion concertée n'est mise en place par des gestionnaires, la gestion des haies est liée à la manière de gérer des propriétaires. Ainsi, les haies sont gérées par leur propriétaire de façon individuelle selon l'occupation du sol de la parcelle et leur profil. Cette gestion, non concertée, est nommée « gestion de base » dans notre modèle.

(2) Entités, variables d'états et échelles

Le modèle comprend différentes entités et variables d'état (agents, unités spatiales, environnement) qui le caractérise (Figure 4 et Figure 9 : diagramme de classes du modèle Ger'haies) :

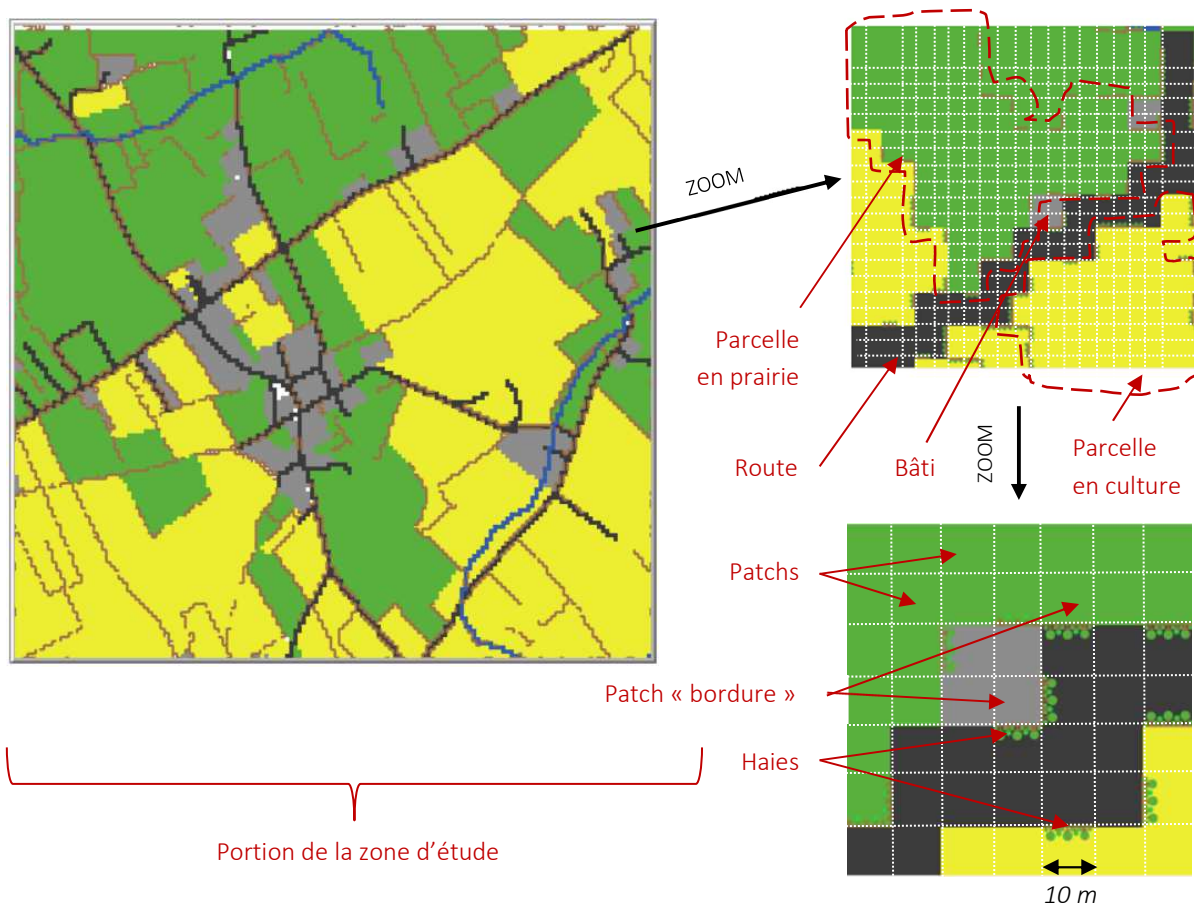


Figure 4 : schématisation des entités et variables du modèle Ger'haies, F. Le Guillou, 2019

Dans ce modèle les agents sont les haies et les patches représentent l'occupation du sol.

o Les unités spatiales :

Les parcelles correspondent à un ensemble de patches de forme carrée de 10m*10m, calqué sur le résultat d'un MNT formé par l'IGN, dont l'occupation du sol est représentée par une couleur. Le parcellaire est issu de la BD-parcellaire de l'IGN qui est intégrée dans le modèle. De cette façon, chaque patch possède un identifiant parcellaire permettant de savoir à quelle parcelle il appartient. L'occupation du sol est aussi issue d'un raster, elle est mise en place à l'initialisation. De plus, les cours d'eau et routes sont intégrés dans le modèle en tant qu'occupation du sol. Chaque patch se voit affecter une occupation du sol. Les patches peuvent donc être en prairie, en culture, en bâti, en route ou en cours d'eau. L'occupation du sol va varier au cours de la simulation selon la dynamique d'évolution observée à partir de l'étude diachronique entre 1947 et 2016. D'après le travail de photo interprétation de l'occupation du sol, environ 40% des parcelles en prairie sont passées en culture au cours de ces 44 années. L'évolution de l'occupation du sol dans le modèle va tenir compte de ce taux de conversion et les haies vont s'en trouver impactées. Le rythme de conversion peut être modifié par le modélisateur grâce à un curseur permettant de choisir la fréquence à laquelle s'opère la conversion. Nous avons

retenu la conversion d'une parcelle tous les 5 ans pour obtenir un taux de conversion similaire à la réalité observée.

Seuls les patches « bordures » peuvent se voir affecter d'une haie. Il s'agit des patches dont l'identifiant parcellaire est différent du patch voisin et présentant un identifiant haie. Les patches « cours d'eau » ou « route » peuvent aussi être des patches « bordures » et être ainsi bordés de haies. Les doublons de haies sur un même patch se trouvent supprimés pour ne conserver qu'une haie par bordure.

Le parcellaire est issu de la BD-parcellaire de la zone d'étude (de l'IGN), les parcelles sont donc composées de plusieurs patches. Le raster de la BD-Parcellaire est importé dans le modèle et adapté, toutes les parcelles ne font pas la même superficie, le nombre de patches qui les compose est variable. Ainsi, chaque patch a connaissance de son identifiant parcellaire. On intègre dans ce modèle une pente issue d'un raster d'exposition des pentes de la portion de la zone d'étude. Chaque patch connaît alors l'orientation de la pente.

Le patch connaît aussi ses patches voisins, le nombre de haies positionnées sur sa bordure ainsi que leur identifiant.

- Les agents haies bocagères :

Une haie se trouve positionnée en bordure de parcelle ou le long des routes et cours d'eau, le parcellaire étant identifié au préalable. Il ne peut y avoir qu'une haie par bordure de patch, sachant qu'une parcelle est constituée d'une agrégation de patches de même numéro parcellaire. Les agents « haies » possèdent des attributs tels qu'un identifiant unique, une position géographique, une typologie (qui qualifie leur classe d'appartenance), leur orientation, l'orientation par rapport aux vents, l'orientation par rapport à la pente, l'orientation de la pente sur laquelle elles se trouvent, les haies voisines et connectées, leur âge, l'âge de la pousse (dans le cas où la haie est plantée dans le cadre d'un plan de gestion), l'âge de recépage et ont connaissance des fonctions auxquelles elles répondent de façon optimale (F. Le Guillou, 2020) et le profil de leur propriétaire. Les haies peuvent appartenir à l'une des 3 classes identifiées dans les précédents chapitres, à savoir la classe 1 correspondant aux haies de types « buissonnantes », la classe 2 correspondant aux haies de types « taillis » et la classe 3 correspondant aux haies de types « 3 strates ». Dans le cas où seule la gestion individuelle, sans concertation avec les autres acteurs (appelée gestion de base) est menée, cette typologie est liée au profil de leur propriétaire (lui-même en lien avec l'occupation du sol de la parcelle adjacente) (Figure 5 et Tableau 1). Selon les profils de propriétaire (appelés profil-gest pour profils du gestionnaire), les haies vont subir une gestion plus ou moins drastique, certaines vont être supprimées, d'autres plantées. En effet les propriétaires de haies de profil 2 et 3 ont tendance à supprimer certaines de leurs haies. Ainsi, dans le modèle, des haies leur appartenant vont être supprimées aléatoirement au cours de la simulation. D'après l'enquête, 14% des haies d'un territoire sont gérées par les propriétaires de profil 1, 24% par le profil 2, 10% par le profil 3 et 52% par le profil 4. Concernant la gestion des haies par leur propriétaire on déduit que les haies appartenant aux propriétaires de profil 1 sont majoritairement localisées le long de parcelles en prairie ou bâti, les haies appartenant aux propriétaires de profil 2, le long des cultures ou prairies, les haies appartenant aux profils 3, le long des routes et bâtiments tandis que les haies appartenant aux profils 4 peuvent être localisées autour de toutes les occupations de sol. Dans le cas où un type de gestion est sélectionné par le modélisateur (parmi PGH, PGMH, recombinaison bocagère), des haies vont être plantées et/ou gérées pour répondre aux fonctions choisies. Dans ce cas, les typologies ne seront plus toujours en lien avec les profils de propriétaires.

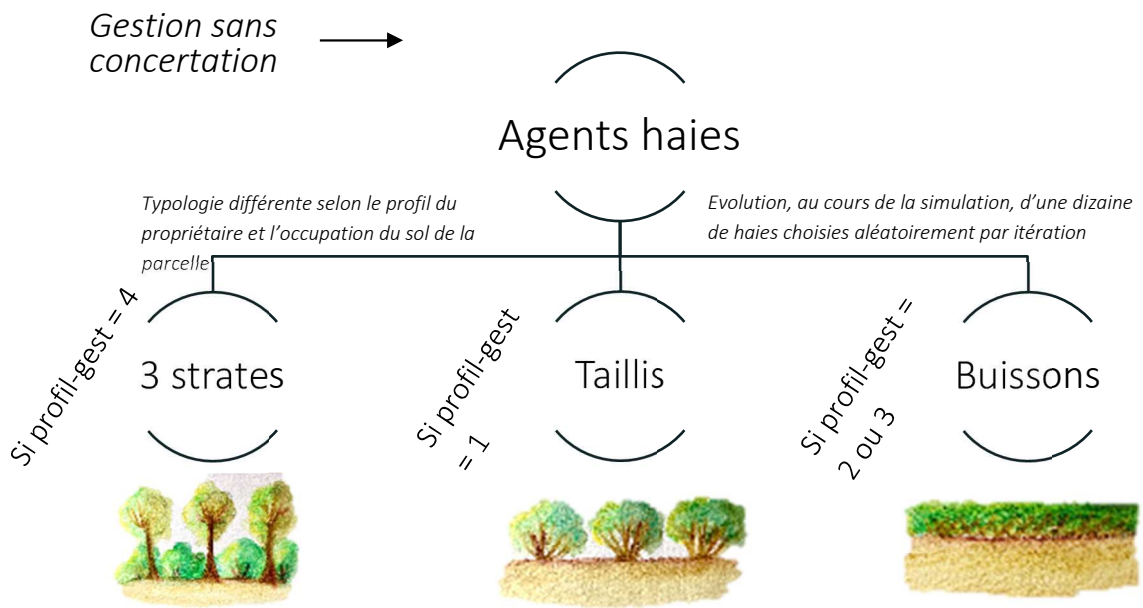


Figure 5 : schéma représentant le changement de typologie résultant de la gestion sans concertation (dite gestion de base) dans le modèle Ger'haies, F. Le Guillou, 2019

Tableau 1 : profils de propriétaire de haies bocagères et leurs pratiques de gestion, F. Le Guillou, 2021

Modalités	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
ML de haies	250-999	5000-20000	250-999	1000-4999
Typologie	1 strate arbustive	2 strates	1 strate buissonnante	3 strates
Modification typologie	Oui ajout	Oui suppression	Oui suppression	Non
Nouvelles plantations	Oui	Non	Non	Oui
Raison de la plantation	Brise-vent	/	/	Production de bois
Suppression de haies	Non	Oui	Oui	Non
Raisons de la suppression	/	Coût/temps	Malade/gêne	/
Personne qui entretien	Vous-même	Entreprise	Autre personne	Vous-même
Représentation de l'entretien	Fait partie du métier, gestion	corvée	Limite l'emprise	Moyen de faire du bois
Fréquence de l'entretien	1 fois tous les 2 ans	3 fois et + / an	2/an	1 fois tous les 5 à 15 ans
Durée de l'entretien	21 à 30 h	> 40 h	1 à 20 h	31 à 40 h
Coût de l'entretien	51 à 400 euros	1000 à 5000 euros	1 à 50 euros	400 à 999 euros
Type d'entretien	Taille de formation/ recépage	Élagage latéral	Taille au carré	Recépage/ émondage/ balivage
Utilisation du bois	Bois consommation personnelle	abandonné	Déchèterie / brûlé / abandonné	bois revente
Avenir	Consommation du bois / replanter des haies	Supprimer des haies	Supprimer des haies	SCIC / revente du bois / Plan de Gestion
% de mètres linéaires gérés	14%	24%	10%	52%

Le raster des pentes correspondant à la portion de la zone d'étude a été intégré au modèle et on considère que le vent dominant est un vent d'ouest. Les haies orientées N/S sont alors considérées perpendiculaires au vent. Les haies connaissent l'orientation de la pente du patch sur lequel elles sont positionnées, ainsi elles peuvent déterminer leur orientation par rapport à la pente. Ces informations sont intéressantes dans le cadre de l'étude du rôle hydrologique notamment. Les haies connaissent leur âge, à l'initialisation nous avons choisi de leur attribuer un âge compris entre 0 et 200 ans (pour avoir un maillage bocager hétérogène de tous âges). Elles vieillissent d'un an par itération ; ainsi au bout d'un certain nombre d'années, elles atteignent un âge de sénescence et disparaissent du modèle. Cet âge permet de se rapprocher de la réalité, les haies sénescentes étant souvent abandonnées ou arrachées, car jugées inutiles. En nous basant sur la littérature, nous avons retenu un âge à 200 ans (Figure 6). Dans le cas où les haies sont recépées, elles ont également connaissance de l'âge du recépage. À chaque pas de temps cet âge augmente d'un an, ce qui permet de visualiser la repousse des haies : au bout de 7 ans, elles passent « en pousse », puis au bout de 15 ans, elles redeviennent des haies de types « taillis » de nouveau exploitables. Cela permet d'intégrer une

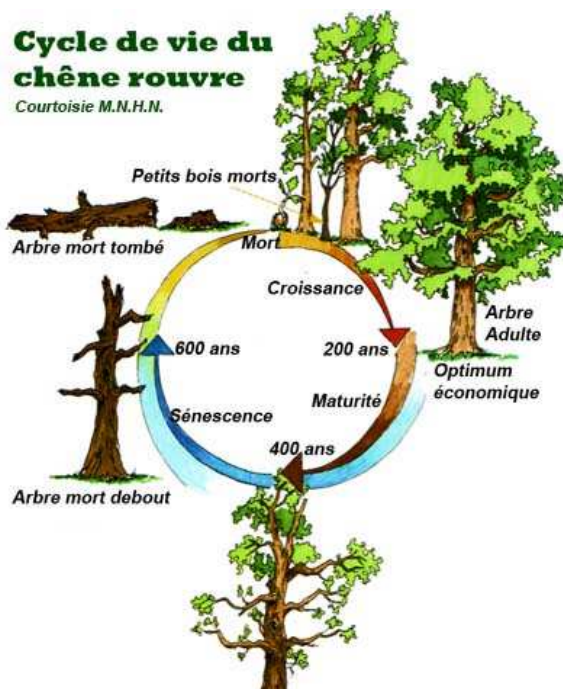


Figure 6 : cycle de vie d'un chêne rouvre, Büttler, 2006

rotation dans l'exploitation du bois, car les haies « en pousse » ne peuvent être exploitées pour leur bois. Dans le cas d'une plantation, la haie a connaissance de son âge de pousse, à chaque pas de temps son âge de pousse augmente d'un an, cela permet de visualiser la pousse de la haie; au bout de 14 ans, la nouvelle haie prend la typologie adéquate (en lien avec le plan de gestion ou la recombposition bocagère choisie). De cette façon, la haie ne répond aux fonctions qu'à l'âge adulte ce qui est en adéquation avec la réalité (Figure 7).

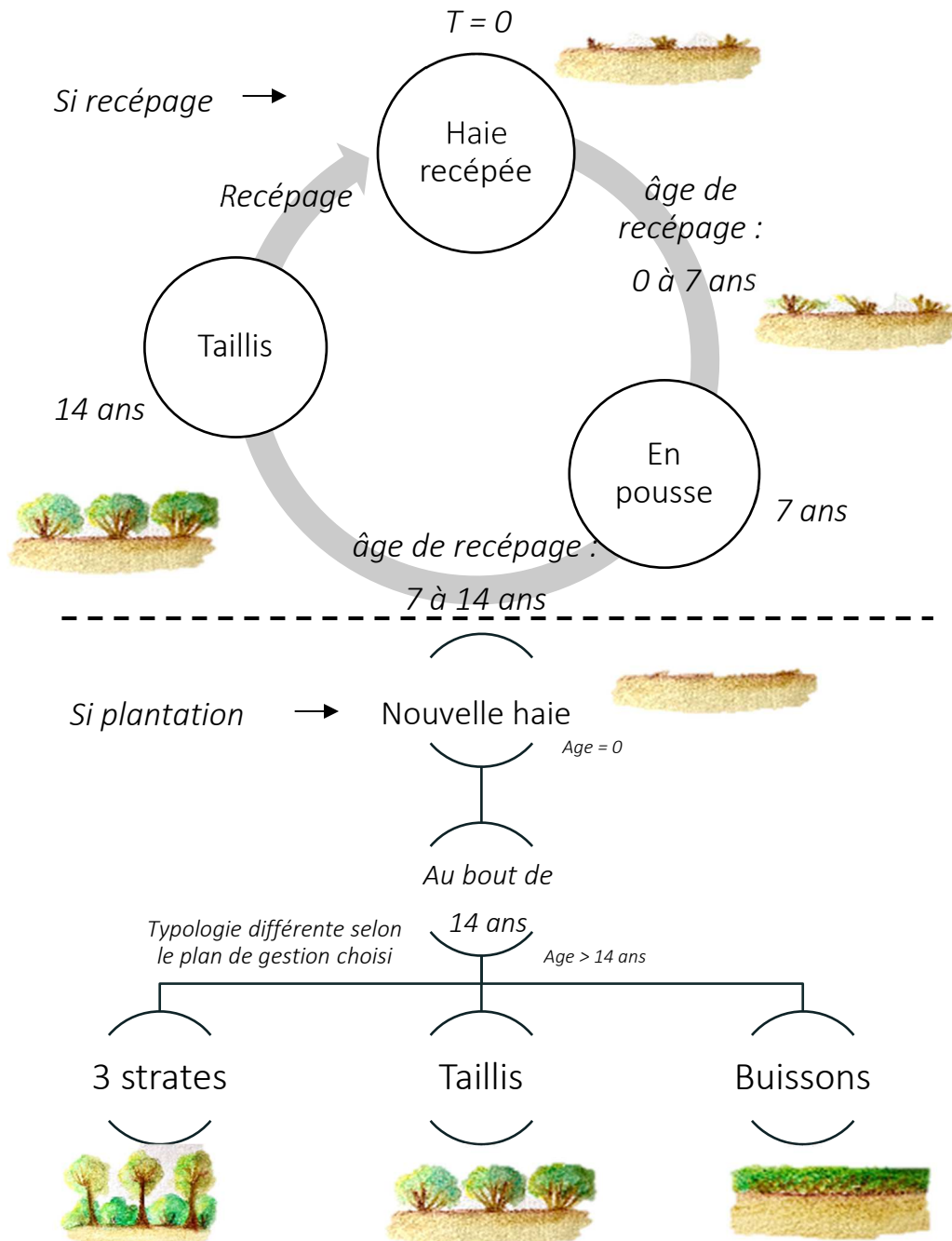


Figure 7 : schéma représentant l'évolution des typologies dans le cas d'un plan de gestion économique (en haut) et d'une plantation (en bas) dans le modèle Ger'haies, F. Le Guillou, 2019

Pour résumer, les haies vont donc être gérées différemment selon l'occupation du sol des parcelles d'appartenance et selon les choix de gestion émergeant à l'échelle de la zone d'étude. Elles ont connaissance de l'occupation du sol de la parcelle à laquelle elles appartiennent. Étant toutes identiques à l'initialisation (type 3 strates), elles vont dès lors changer de forme (correspondant à la typologie et donc à la classe) progressivement au cours du temps et de l'évolution de l'occupation du sol.

Les informations d'occupation de sol, de parcellaires et d'exposition de pente sont facilement intégrables sous Netlogo, de cette manière, il est possible d'importer différentes zones d'étude afin de tester le modèle sur des paysages bocagers différents.

o L'environnement :

L'environnement de simulation également appelé « zones d'étude » correspond à une portion de communes ou communautés de communes, il est composé de l'ensemble des parcelles, des cours d'eau, des routes et des haies de la portion du territoire. Les actions de gestion émergent à ce niveau suite à un choix de gestion.

Cette entité représente donc une politique globale qui choisit de mettre en place une gestion ou non sur ses haies selon ses enjeux. Nous avons choisi de représenter ici plusieurs actions possibles selon différents enjeux et tenant compte du diagnostic. Les actions possibles sont les suivantes : ne rien faire et laisser le réseau de haies évoluer selon la règle de base ou bien mettre en place des plans de gestion (monofonctionnels ou multifonctionnels) ou de recomposition bocagère.

Deux types d'échelles régissent le fonctionnement du modèle, une échelle spatiale et une échelle temporelle (Figure 8 et Figure 9).

L'échelle spatiale correspond aux patchs composant les parcelles d'un terrain théorique. Il a été décidé de représenter le parcellaire d'une portion de la zone 5. Sur cette portion de zone aucune action de gestion n'a été mise en place ces dernières décennies. Les nouvelles plantations sont contraintes par ce parcellaire, ainsi il est impossible de planter de nouvelles haies en intra-parcellaire. Comme dit précédemment, chaque patch connaît l'orientation de sa pente, son occupation du sol et son identifiant parcellaire ce qui influence les futures plantations et gestion visant à optimiser les différentes fonctions. Une haie dans le modèle mesure 10 m dans la réalité.

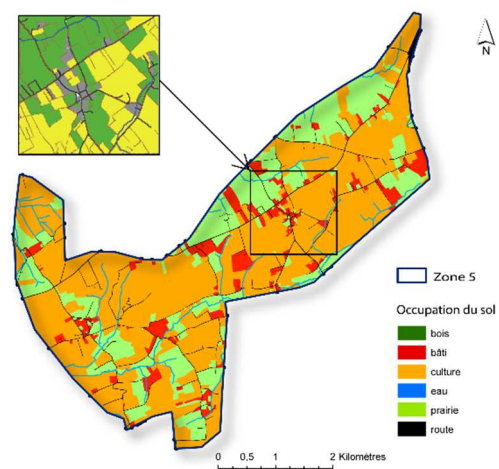


Figure 8 : localisation de l'étendu sur la zone 5, F. Le Guillou, 2019, d'après la thèse de 2020

L'échelle temporelle correspond aux itérations, une itération vaut 1 année. On fixe le nombre d'itérations comme on le souhaite, on peut décider de le fixer à 50 par exemple. Cela permet d'observer la dégradation du bocage de 1972 à aujourd'hui dans la simulation et la comparer à la dégradation réelle. On peut aussi avoir une démarche plus prospective et observer l'évolution future du linéaire de haies au travers des simulations selon les actions de gestion mises en place en fixant le curseur sur 100 itérations par exemple. En effet, on peut décider de ne rien faire, de ne pas gérer le bocage au travers d'une gestion concertée et laisser les haies évoluer selon les règles d'évolution intégrées dans le modèle (qui correspondent à une réalité

observée sur le terrain, à savoir qu'aucune gestion du linéaire conduit à un dépérissement, un élagage extrême entraîne la dégradation des haies) ou bien d'observer l'effet d'une politique de gestion des haies.

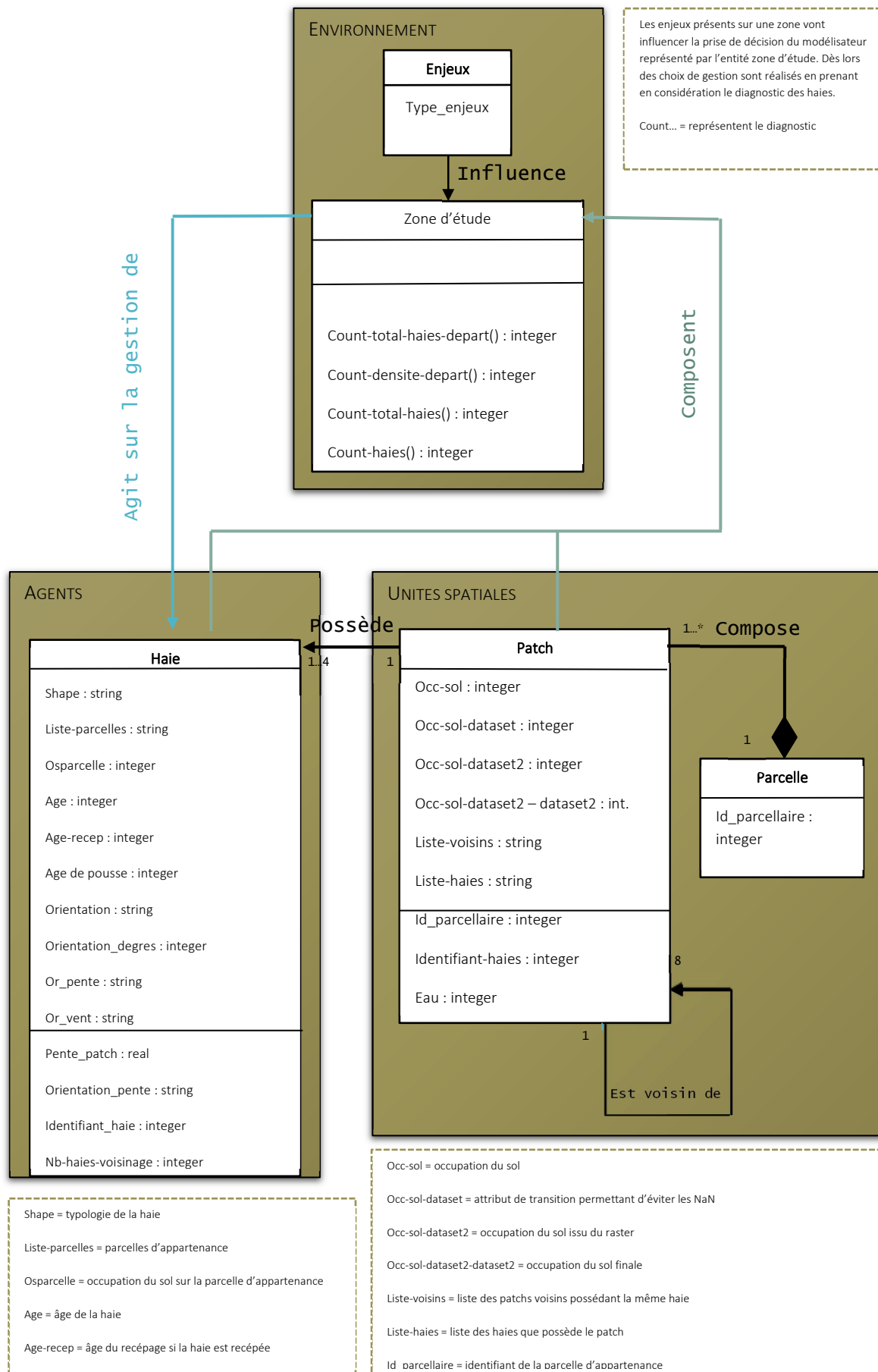


Figure 9 : diagramme de classes du modèle Ger'haies, revu d'après F. Le Guillou, 2020

IV. Résultats

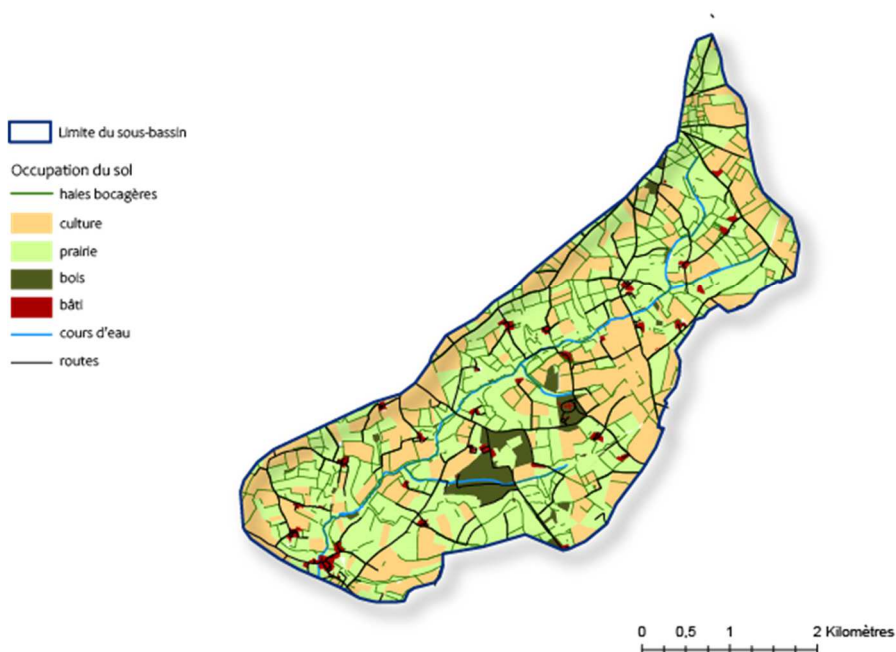
A. Résultats de l'évolution des trajectoires paysagères sur le bassin-versant de la Jouselinière

Nous avons réalisé une analyse diachronique de l'évolution des linéaires bocagers et de l'occupation du sol à un pas de temps très fins sur les différents territoires et mis en forme les résultats pour le bassin versant de la Jouselinière. La résolution des photographies aériennes permettait d'observer l'entretien des haies et notamment la suppression de la strate haute ce qui est un renseignement intéressant dans l'évaluation de la perte de fonctionnalités des linéaires.

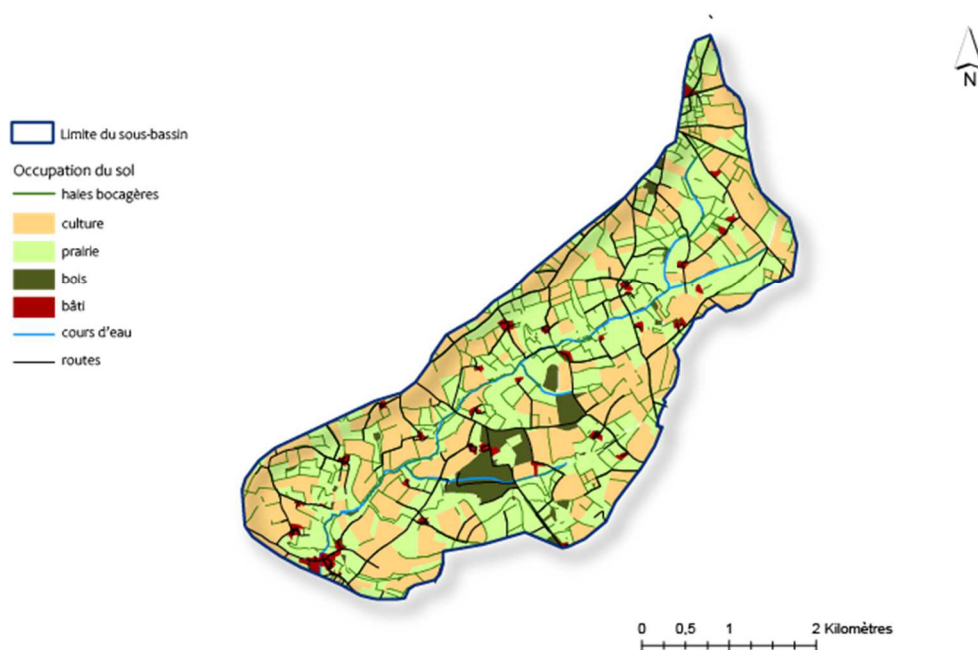
Nous présentons ci-après les cartographies obtenues ainsi que des graphes permettant d'observer l'évolution des linéaires entre deux dates d'une part, et l'évolution de l'occupation du sol d'autre part et enfin, un dernier graphe indiquant si la suppression des haies est corrélée à un changement d'occupation de sol.

1. Evolution des haies et du parcellaires entre 1959 et 1967

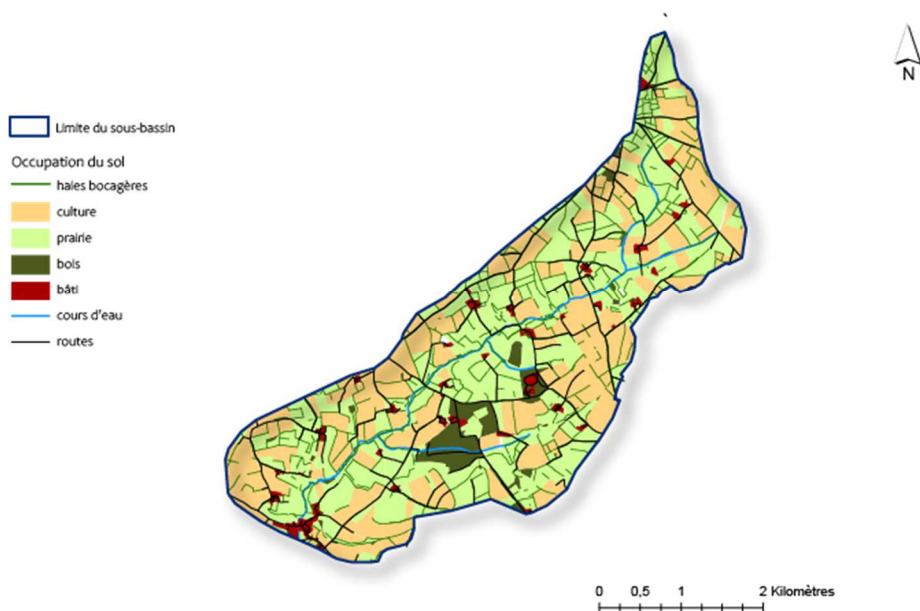
Cartographie des haies bocagères et de l'occupation du sol sur le sous-bassin de la Jouselinière en 1959



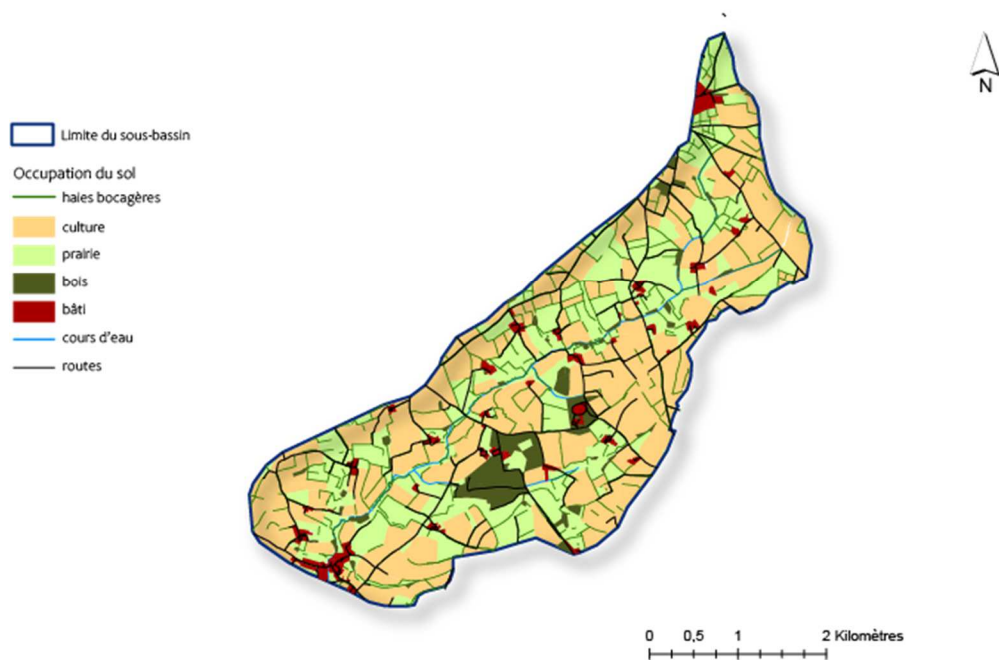
Cartographie des haies bocagères et de l'occupation du sol sur le sous-bassin de la Jousselinière en 1967



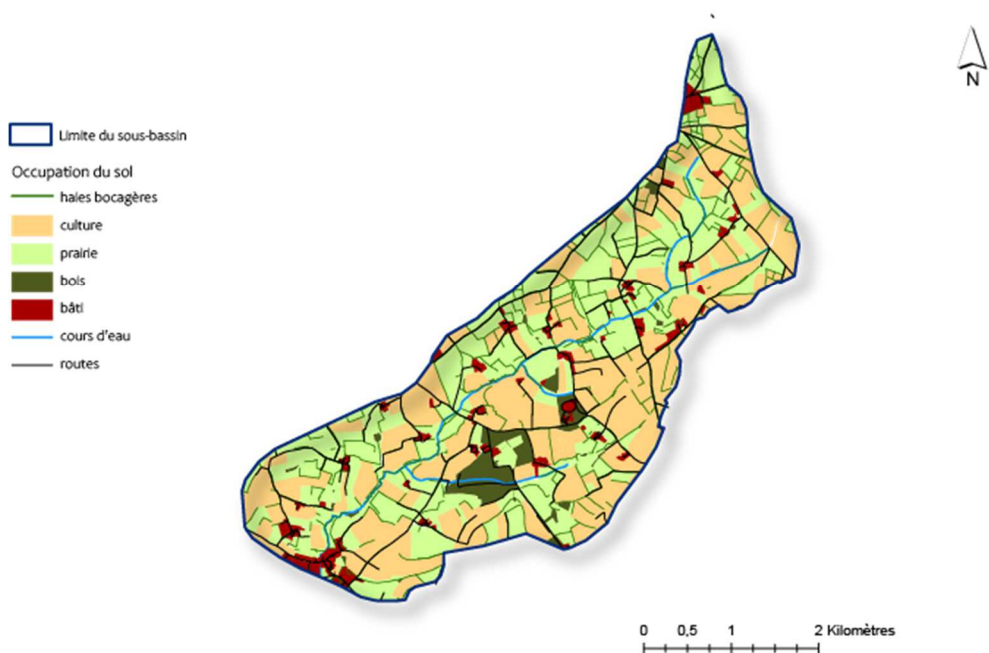
Cartographie des haies bocagères et de l'occupation du sol sur le sous-bassin de la Jousselinière en 1978



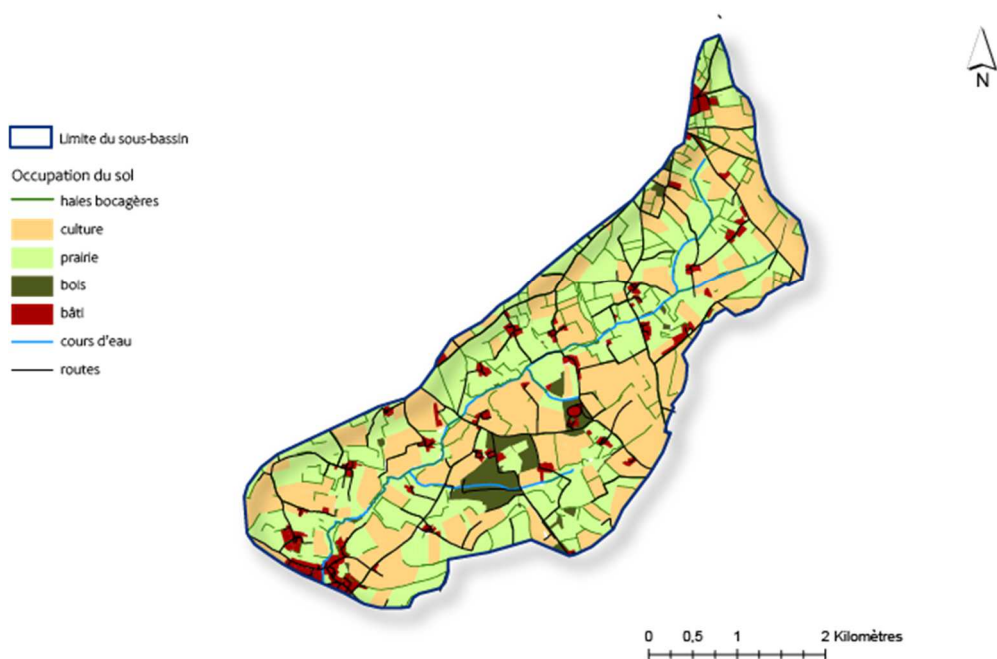
Cartographie des haies bocagères et de l'occupation du sol sur le sous-bassin de la Jousselinière en 1986



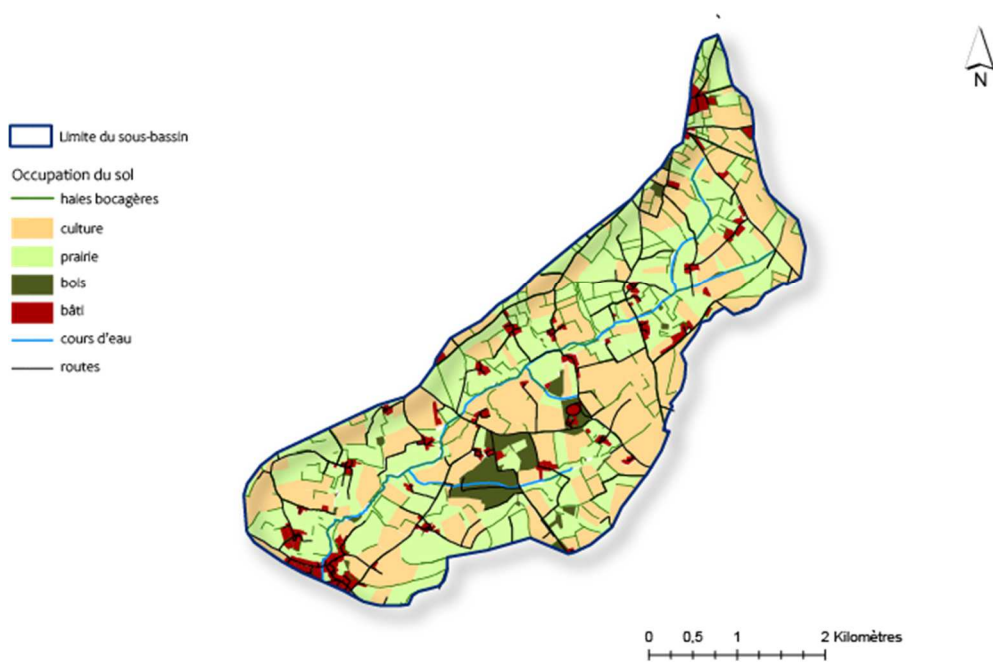
Cartographie des haies bocagères et de l'occupation du sol sur le sous-bassin de la Jousselinière en 2002



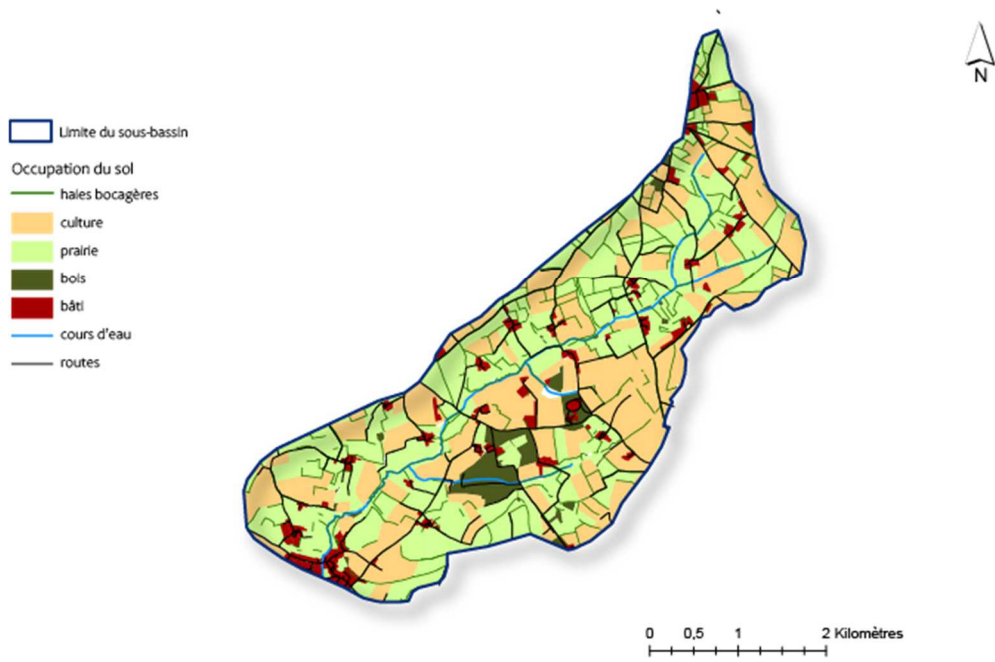
Cartographie des haies bocagères et de l'occupation du sol sur le sous-bassin de la Jousselinière en 2008



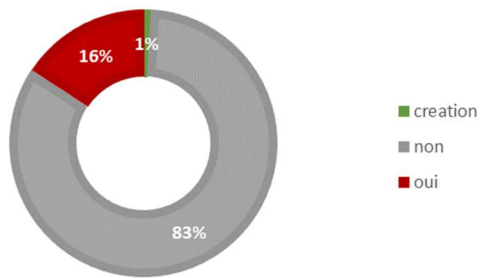
Cartographie des haies bocagères et de l'occupation du sol sur le sous-bassin de la Jousselinière en 2013



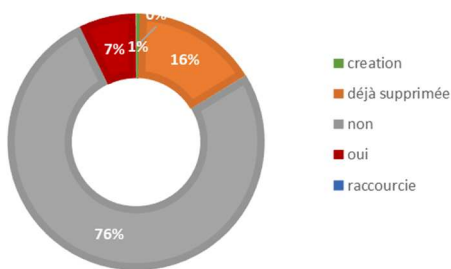
Cartographie des haies bocagères et de l'occupation du sol sur le sous-bassin de la Jouselinière en 2016



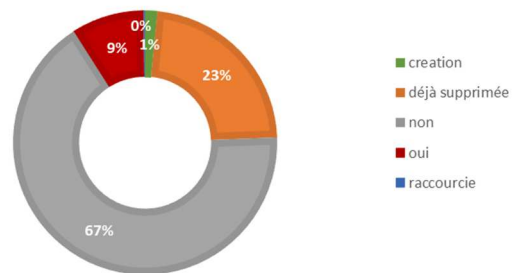
MODIFICATION DU LINÉAIRE BOCAGER EN
1967



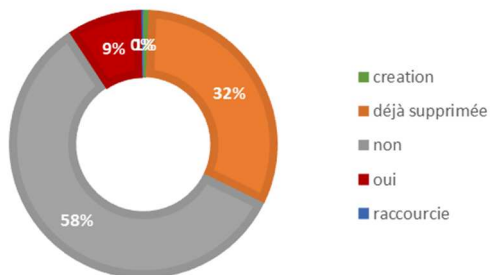
MODIFICATION DU LINÉAIRE BOCAGER ENTRE
1967 ET 1978



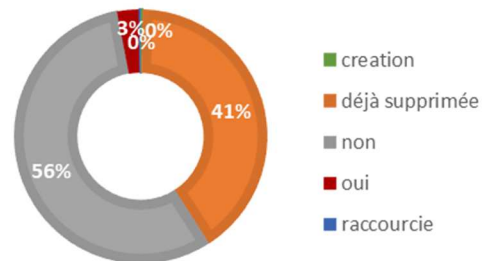
MODIFICATION DU LINÉAIRE BOCAGER ENTRE 1978 ET
1986



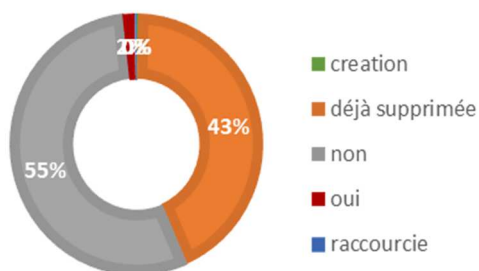
MODIFICATION DU LINÉAIRE BOCAGER ENTRE
1986 ET 2002



MODIFICATION DU LINÉAIRE BOCAGER
ENTRE 2002 ET 2008



MODIFICATION DU LINÉAIRE BOCAGER
ENTRE 2008 ET 2013



MODIFICATION DU LINÉAIRE
BOCAGER ENTRE 2013 ET 2016

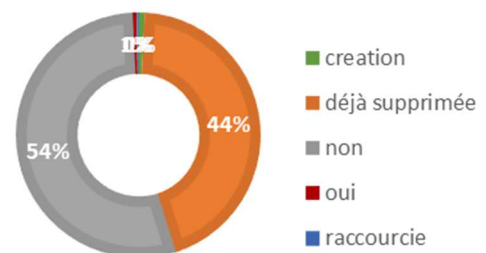
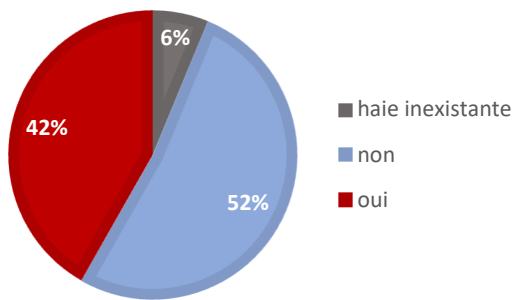


Figure 10 : évolution diachronique du linéaire bocager (suppression, entretien et création de haies), FLG, 2021

Les différents graphiques ci-dessus montrent que les suppressions de haies de grandes ampleurs ont eu lieu avant les années 2000 (Figure 10). Le phénomène de dégradation du linéaire a ensuite ralenti. On constate qu'il y a eu des créations de haies mais très faibles (1%) comparé aux suppressions de haies. Au total, 44% des haies bocagères ont été supprimées en 60 ans, 42% des parcelles ont changé d'occupation du sol. On cherche à savoir quelle proportion de ces haies supprimées est liée à un changement d'occupation du sol de la parcelle autour desquelles elles étaient situées (Figure 11).

Pourcentage de parcelles ayant changé d'occupation du sol de 1959 à 2016



Part des haies ayant été supprimé en lien avec une modification de l'occupation du sol entre 1959 et 2016

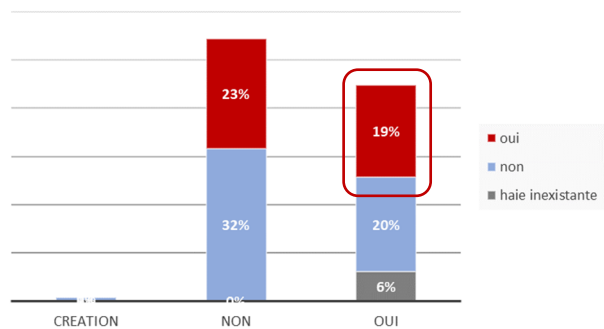


Figure 11 : pourcentage de parcelles ayant changé d'occupation du sol (à gauche), part des haies ayant été supprimé en lien avec un changement d'occupation du sol (à droite), FLG, 2021

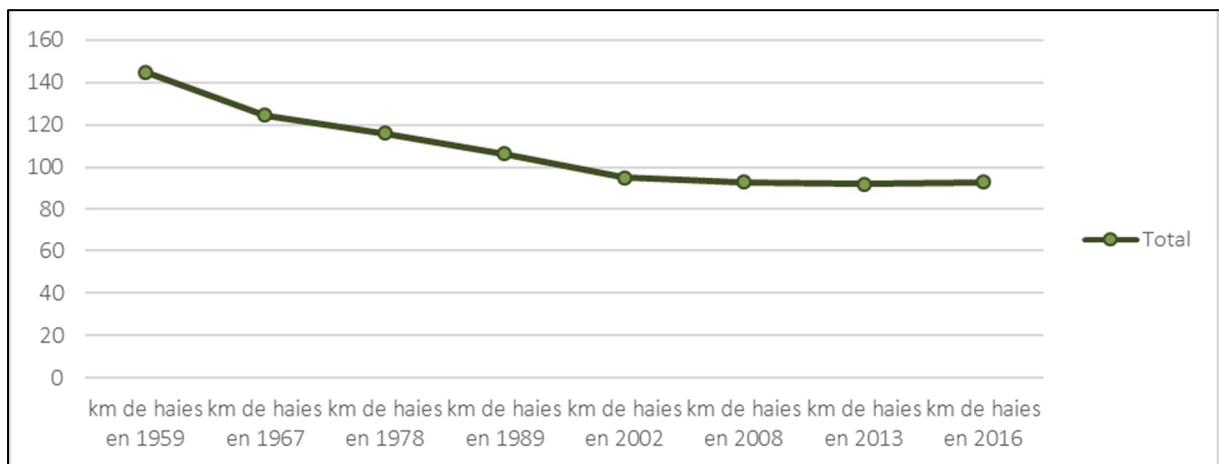


Figure 12 : évolution du nombre de kilomètres de haies sur le bassin-versant de la Jousselinière, FLG, 2021

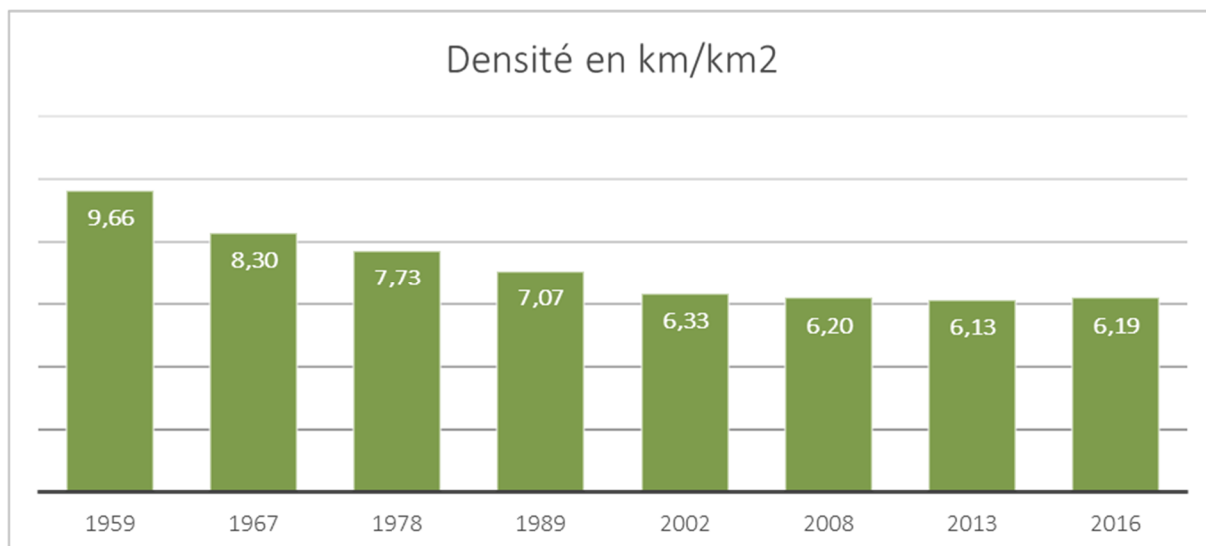


Figure 13 : évolution de la densité bocagère sur le bassin-versant de la Jouselinière entre 1959 et 2016, FLG, 2021

On constate une forte dégradation du linéaire bocager sur le bassin-versant de la Jouselinière, la densité bocagère étant passée de 9,6 km/km² à 6,2km/km² en 60 ans (Figure 13). Néanmoins, à partir des années 2000, la densité bocagère semble s'être stabilisée avec même une très légère hausse de 2013 à 2016. Nous avons cherché à savoir si le changement d'occupation du sol était corrélé à la suppression des haies longeant les parcelles. En étudiant en parallèle les deux paramètres, il semble que 19% des haies ayant disparu sont corrélées à un changement d'occupation du sol (Figure 11). Ainsi, le retournement des prairies, l'urbanisation, le remembrement des parcelles font parties des raisons de cette corrélation. Les résultats issus de l'enquête par questionnaire permettront d'obtenir d'autres éléments de réponses quant à cette évolution.

B. Résultats de l'enquête :

1. Profils des répondants :

Malgré la longueur du questionnaire pouvant représenter un frein et surtout la période de confinement liée à la pandémie de Coronavirus, 175 questionnaires sur les 1750 nous ont été retournés soit un taux de retour de 10%. On note tout de même que les enquêtés étaient moins enclin à répondre au questionnaire du fait du climat anxieux de cette période. Le taux de retour du questionnaire est donc correct et en adéquation avec les résultats pour ce type d'administration (Figure 14).

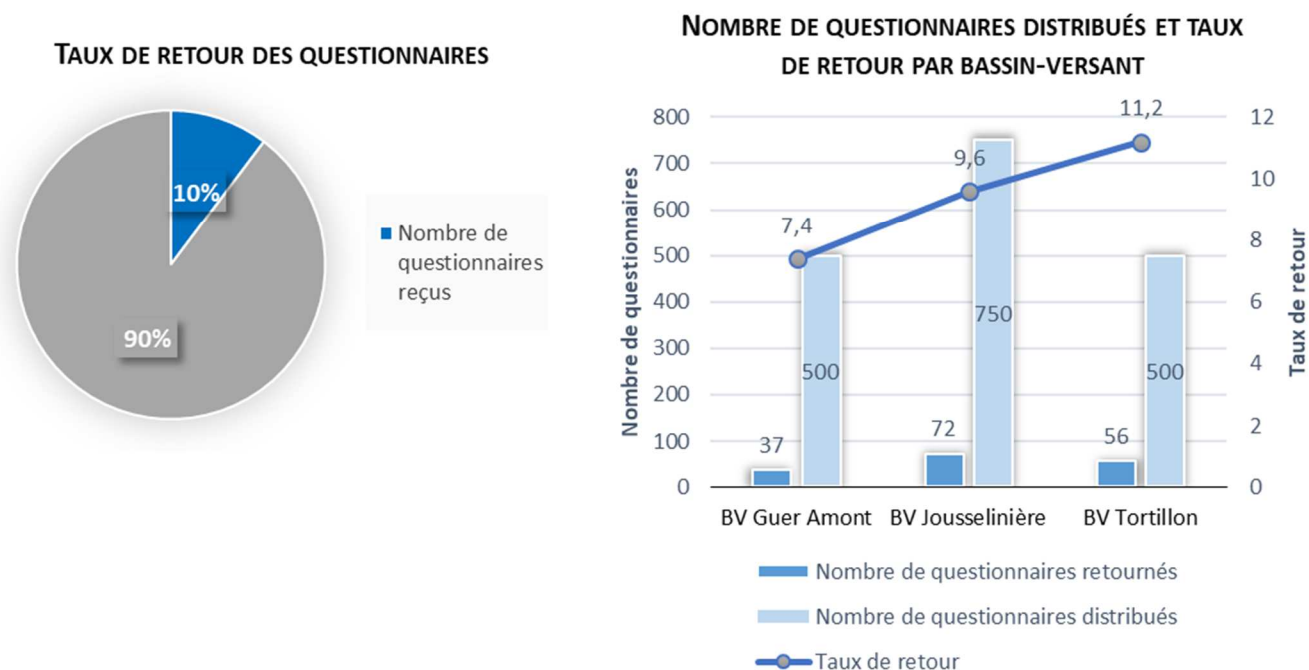


Figure 14: Taux de retour des questionnaires, F. Le Guillou, 2021

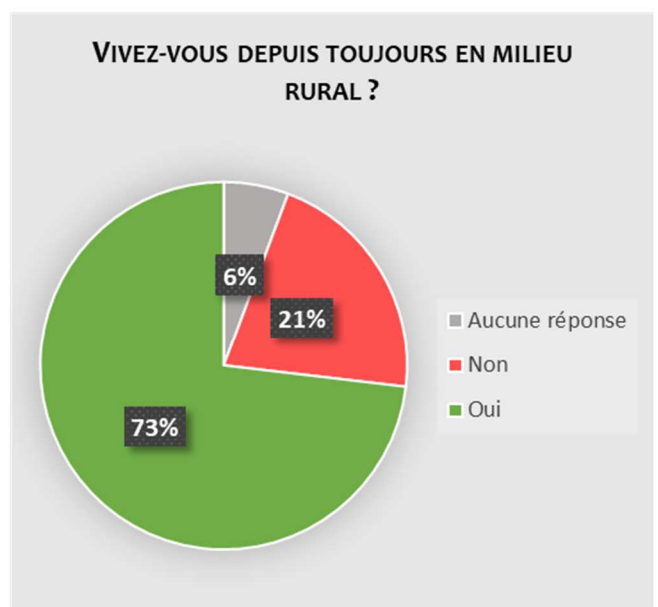
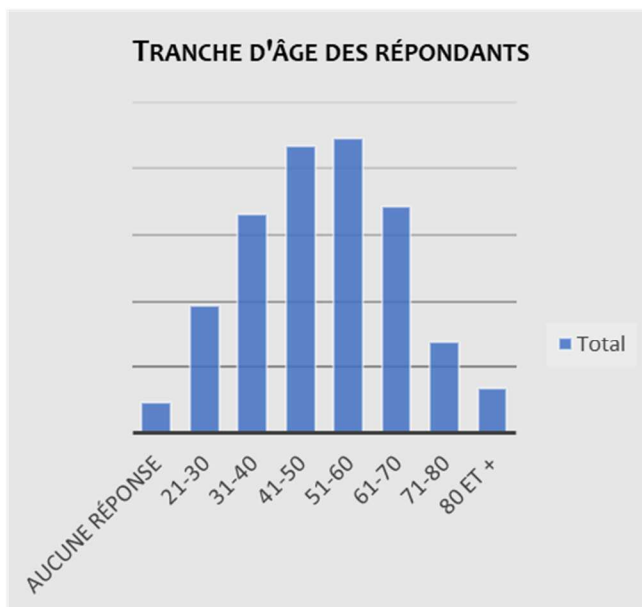
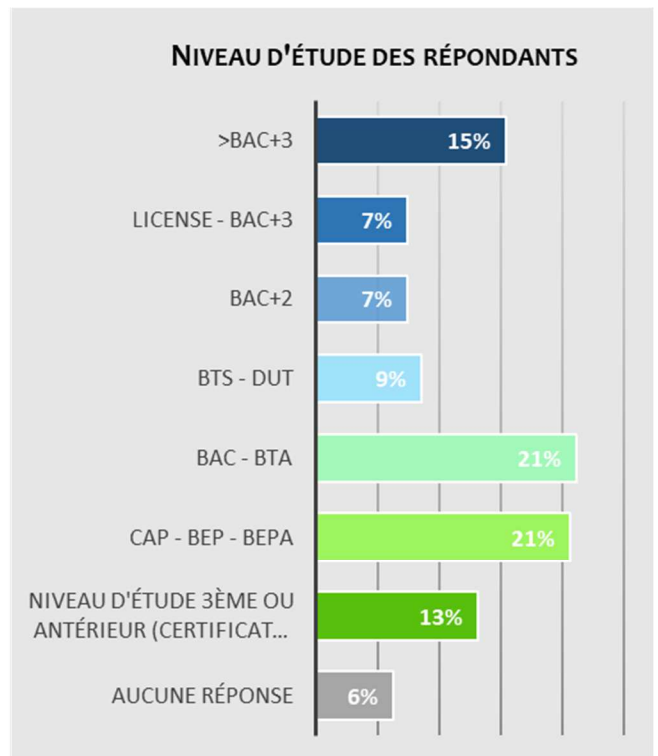
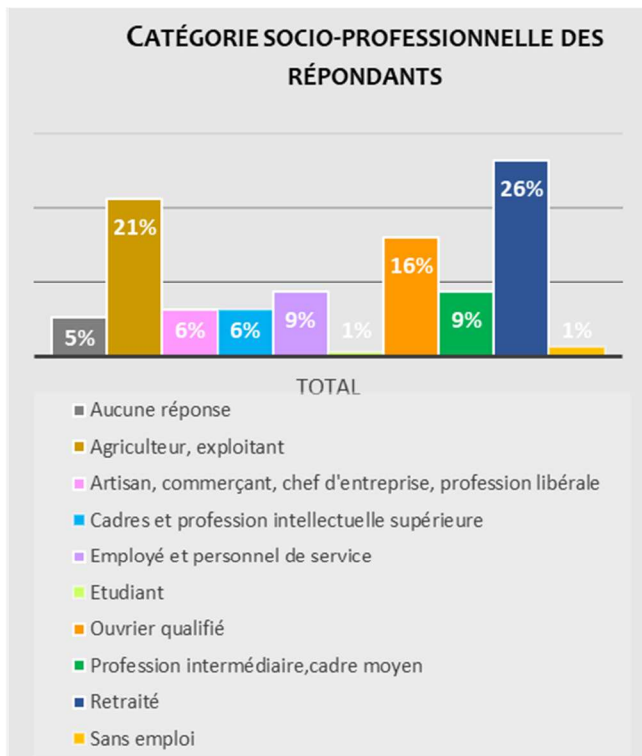
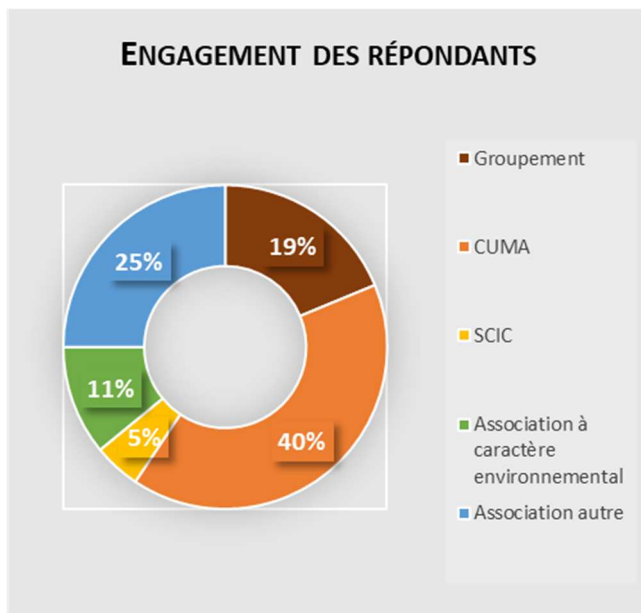


Figure 15 : diagrammes représentant le profil des répondants au questionnaire, F. Le Guillou, 2021

La majorité des personnes enquêtées ayant répondu au questionnaire sont des retraités (26%), les agriculteurs et les ouvriers (21% et 16%) ; les personnes âgées de 41 à 60 ans, vivant depuis toujours en milieu rural et les personnes au niveau d'étude allant du CAP au Bac (Figure 15).

Sur les questionnaires retournés, 9% proviennent de personnels de service, 9% de professions intermédiaires, 6 % de cadres, de même pour les artisans, très peu de personnes sans emploi et d'étudiants ont répondu.

a) *L'engagement associatif, social des répondants :*



27% des personnes enquêtées ont répondu être engagés dans une structure de type associatif, groupement...ect. Parmi ces personnes, 40% font partie d'une CUMA (Coopérative d'Utilisation du Matériel Agricole), 25% sont engagées dans une association (autre qu'environnementale), 19% font partie d'un groupement, 11% d'une association environnementale et 5% d'une SCIC (Société Coopérative d'Intérêt Collectif) (Figure 16).

Figure 16 : types de structures dans lesquelles sont engagées les répondants, F. Le Guillou, 2021

Les diagrammes suivants permettent d'observer s'il existe des distinctions dans le profil des enquêtés selon le territoire d'étude (Figure 17, Figure 18, Figure 19, Figure 20).

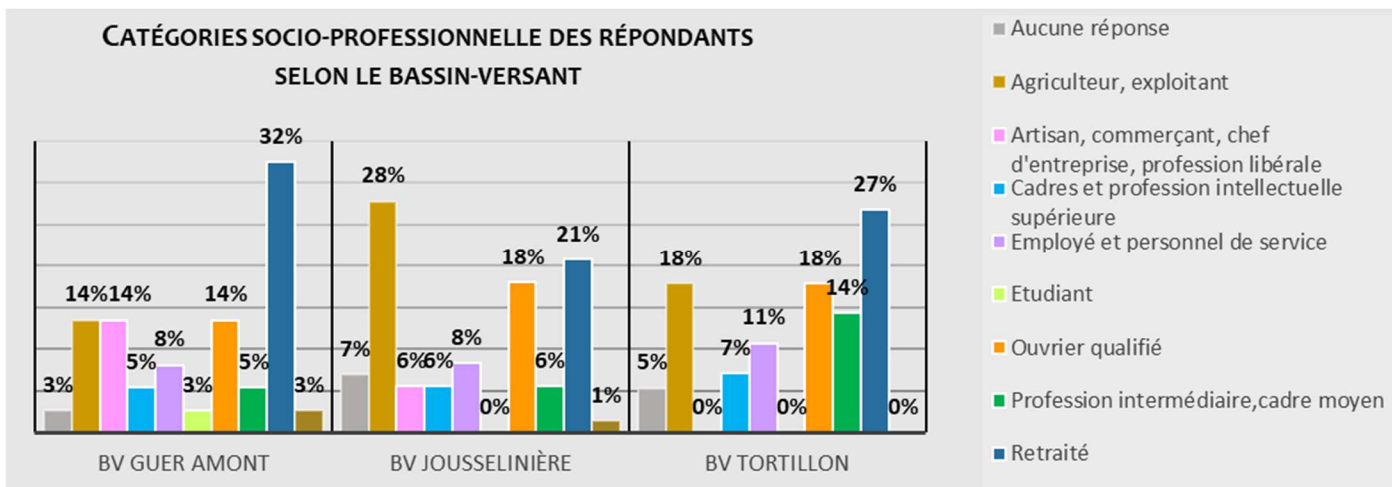


Figure 17 : catégories socio-professionnelles des répondants selon le bassin-versant de résidence, F. Le Guillou, 2021

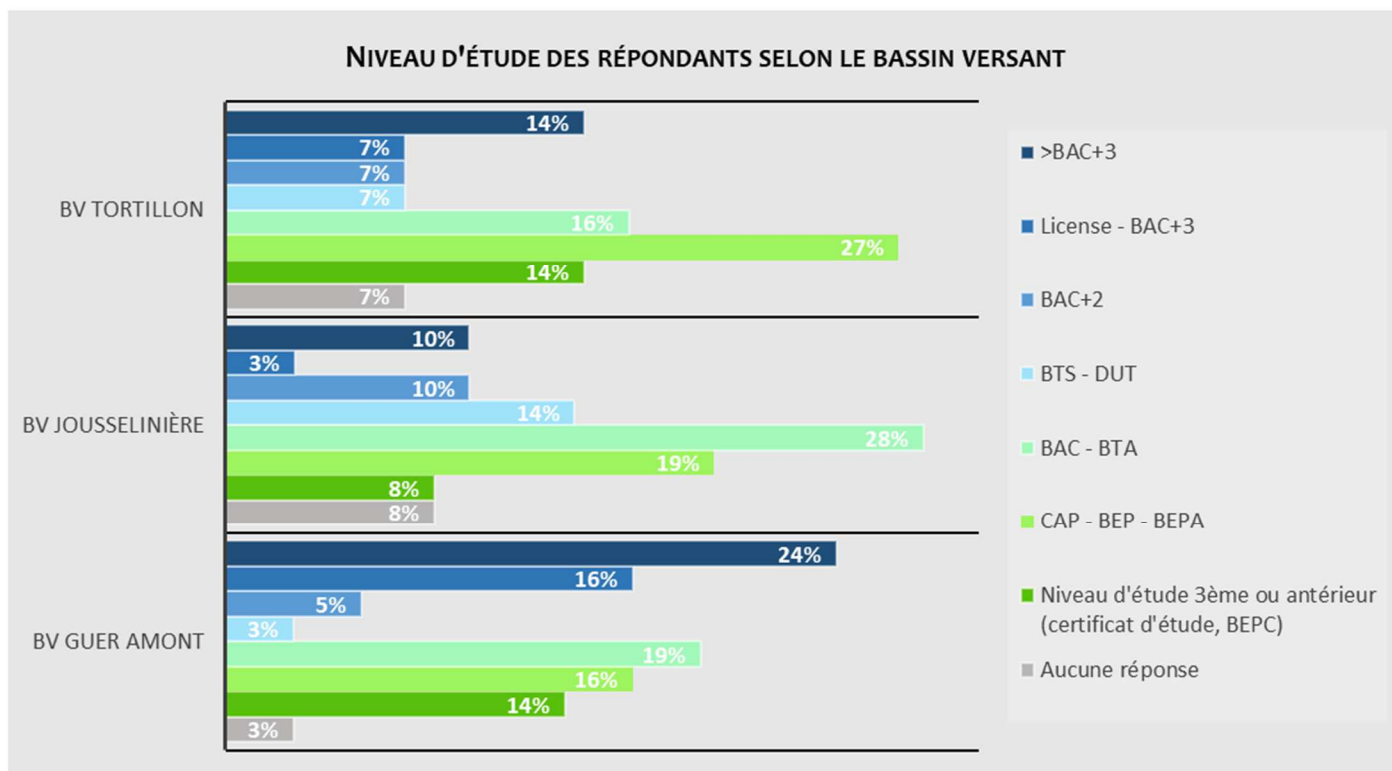


Figure 18 : niveau d'étude des répondants selon le bassin-versant de résidence, F. Le Guillou, 2021

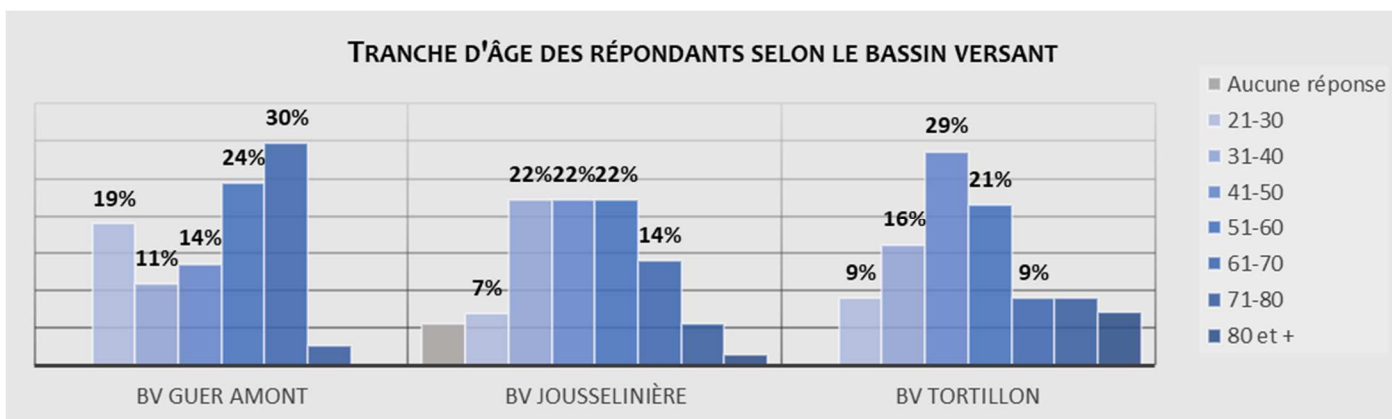


Figure 19 : âge des répondants selon le bassin-versant de résidence, F. Le Guillou, 2021

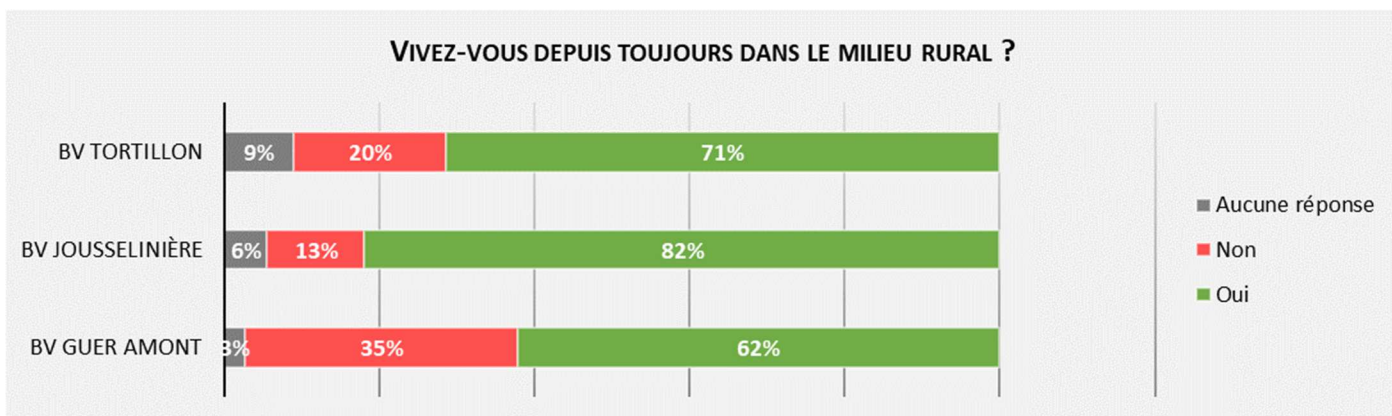


Figure 20 : les répondants ont-ils toujours vécu dans le milieu rural selon le bassin-versant de résidence ? F. Le Guillou, 2021

2. Carte d'identité de la haie bocagère

Dans cette partie, il s'agit de brosser le portrait des haies possédées par les enquêtés. Au travers des questions posées dans cette section du questionnaire, il est possible de visualiser la « carte d'identité des haies » (à savoir leur profil en termes de typologie et longueur) et de mettre les éléments de description des linéaires en relation avec des variables liées au parcours de l'enquêté. Ainsi nous verrons, par la suite, s'il existe un lien entre les haies et le profil de leur propriétaire. Donnons tout d'abord un aperçu des haies que possède l'ensemble des enquêtés. En prenant en compte l'ensemble des territoires, les haies possédées par les répondants font en moyenne 1282 ml réparties de la façon suivante : 52% des répondants possèdent des haies mesurant de 1 à 100mL, 16% de 101 à 250 mL, 7% de 251 à 500 ml et 25 % possèdent des haies de plus de 500 ml (Figure 22). Si l'on s'intéresse aux catégories socio-professionnelles des enquêtés, nous constatons, sans surprise, que les répondants possédant le plus grand linéaire de haies sont les agriculteurs (5328 mL de moyenne) et dans une moindre mesure des employés et personnels de service (389mL de moyenne). Ainsi, sur l'ensemble des territoires on a :

- 90 % du linéaire de haies possédé par les agriculteurs
- 10 % du linéaire possédé par les autres catégories socio-professionnelles
- Sur un total de 182 km de haies, 163km sont gérés par les agriculteurs et 19km par les autres catégories socio-professionnelles
- Les agriculteurs gèrent de grands linéaires mais ne sont pas les seuls (Figure 23).

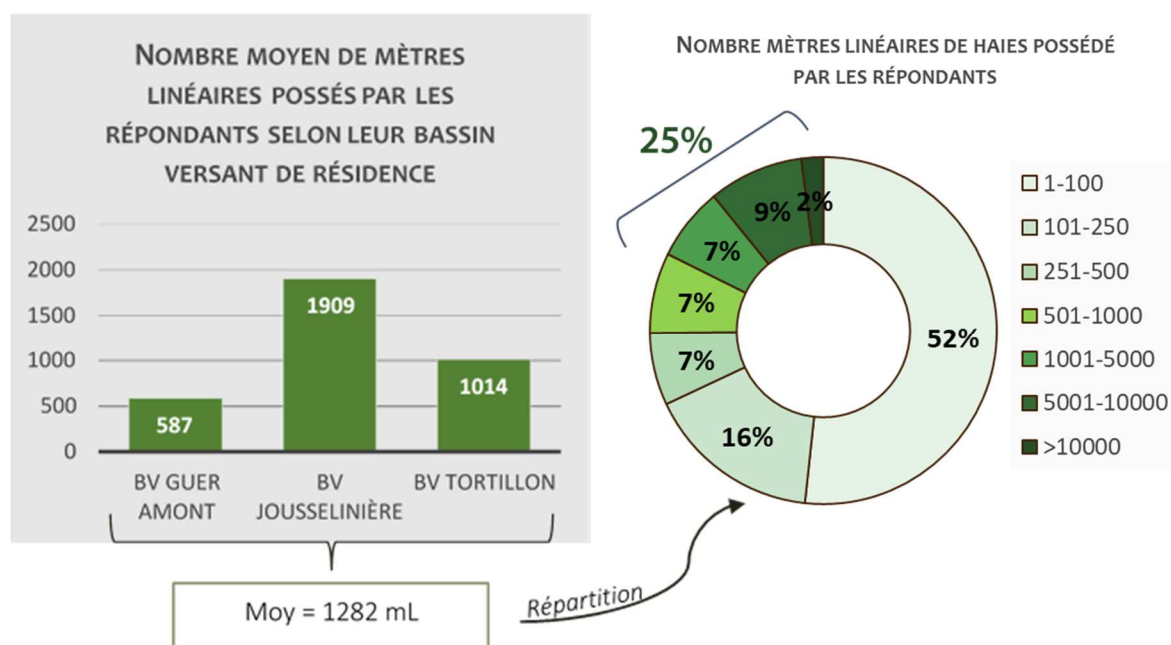


Figure 22 : nombre de mètres linéaires moyen sur les 3 sous-bassins et répartition des longueurs de haies possédées par l'ensemble des répondants (à droite), F. Le Guillou, 2021

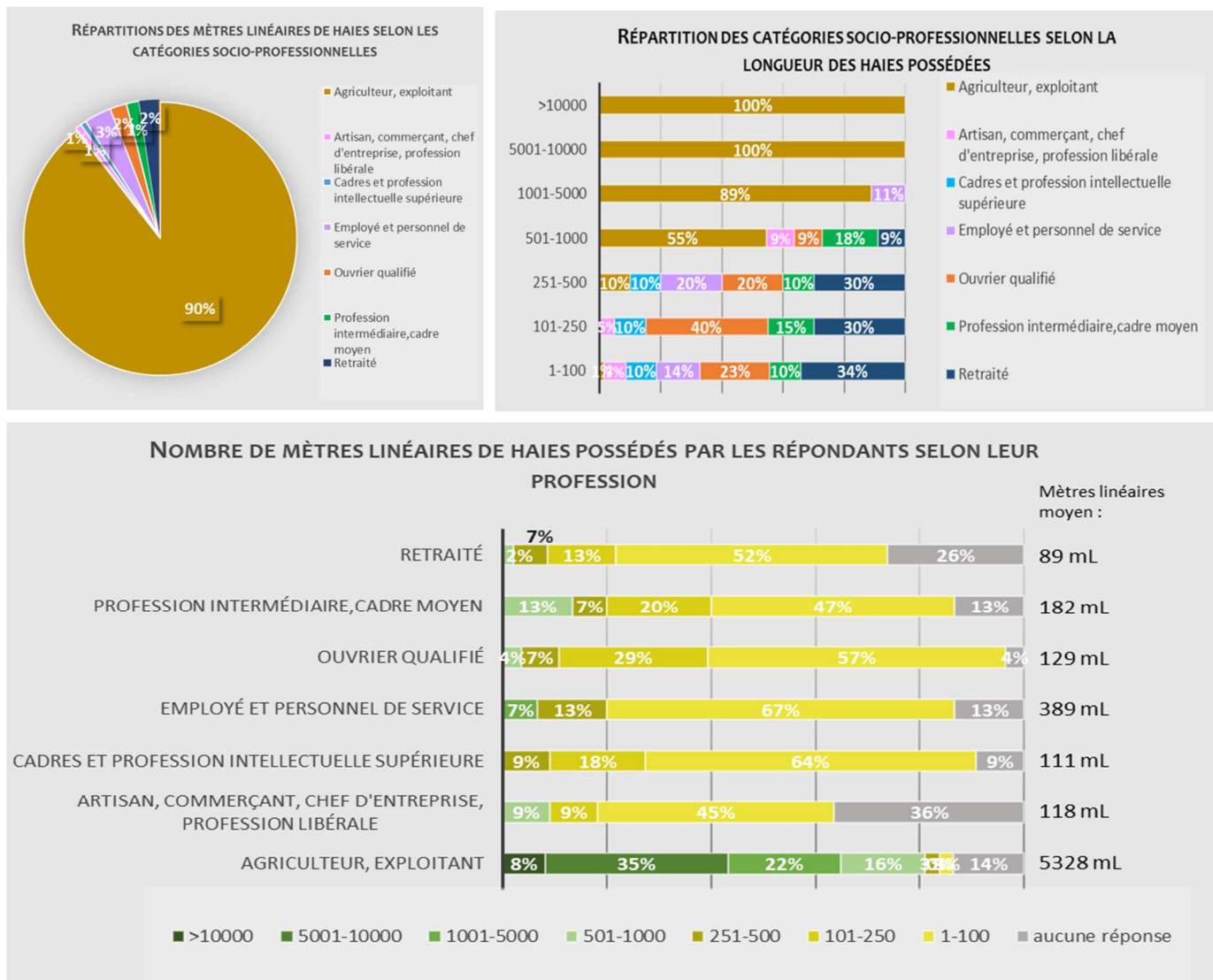


Figure 23 : répartitions des mètres linéaires de haies selon les catégories socio-professionnelles (en haut à gauche), répartition des catégories selon les longueurs de haies possédées et nombre de mètres linéaires de haies possédés par les répondants selon leur catégorie socio-professionnelle, F.L.G, 2021

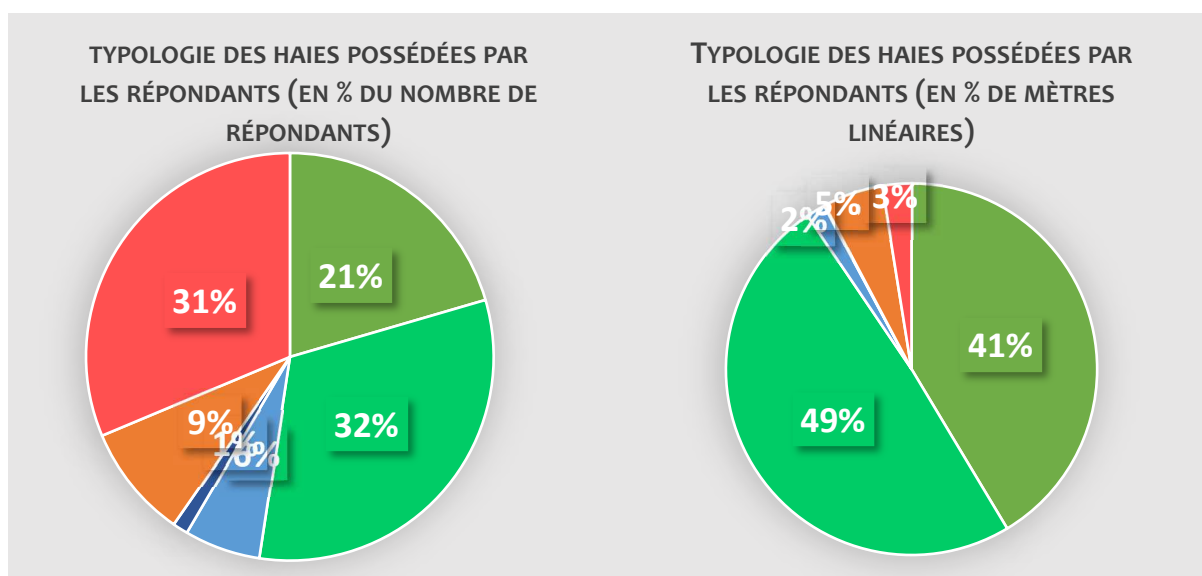


Figure 24 : typologie des haies possédées par les répondants, en % du nombre de répondants (à gauche) et en % de mètres linéaires (à droite), F. Le Guillou, 2021

Rapporté au nombre de mètres linéaires total (Figure 24), les haies multi-strates sont dominantes dans les territoires (92%), 46% de haies 3 strates, 46% de haies 2 strates, seulement 5% de haies arbustives, 2% de haies buissonnantes et 1% de haut-jets. En revanche, si l'on rapporte les typologies de haies au nombre de propriétaires, on note que les enquêtés sont nombreux à posséder des haies buissonnantes (31%) et un peu plus de la moitié possèdent des haies multi-strates. C'est-à-dire qu'un peu plus de la moitié des propriétaires gère des haies multi-strates (53%) (Figure 24). On ne constate pas de variations significatives du nombre de mL de haies et de la typologie des haies selon le sous bassin versant.

Ainsi, les décisions de gestion et d'entretien d'une faible part de la population engendrent des modifications sur la ressource bocagère la plus fonctionnelle (les haies buissonnantes étant moins intéressantes que les haies multi-strates).

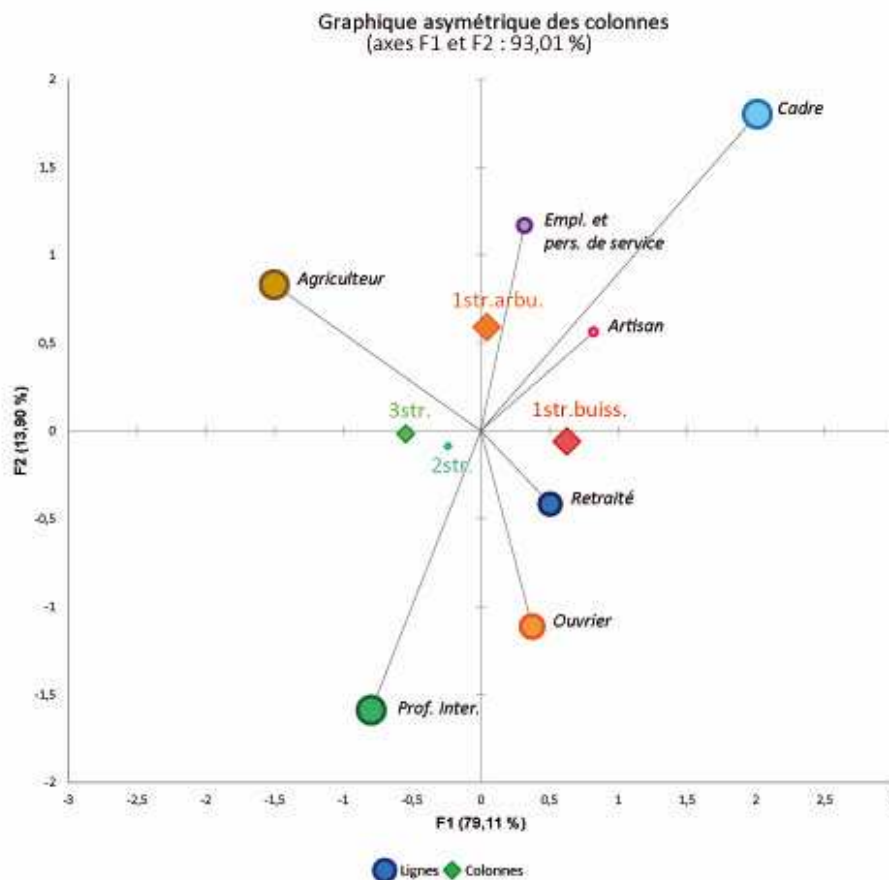


Figure 25 : analyse Factorielle de Correspondance entre les catégories socio-professionnelles des propriétaires et la typologie de haies qu'ils possèdent, F.LG, 2021

Interprétation du test :

H0 : Les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes.

Ha : Il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H0, et retenir l'hypothèse alternative Ha

Test d'indépendance entre les lignes et les colonnes :

<i>Khi² (Valeur observée)</i>	42,280
<i>Khi² (Valeur critique)</i>	28,869
<i>DDL</i>	18
<i>p-value</i>	0,001
<i>alpha</i>	0,05

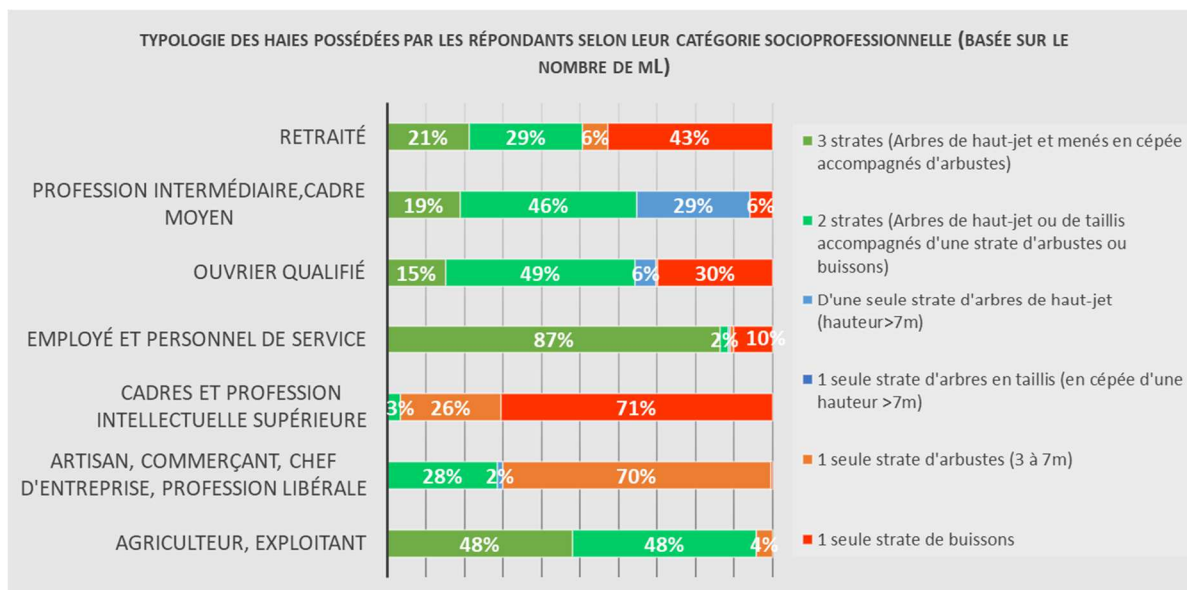


Figure 26 : typologie des haies possédées par les répondants selon leur catégorie socio-professionnelle (basée sur le nombre de mL), F. Le Guillou, 2021

D'après l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) et les graphiques (Figure 25 et Figure 26), les agriculteurs ont tendance à posséder des haies 3 strates et 2 strates, d'ailleurs **96% des mL de haies possédées par les agriculteurs sont multi-strates**. Les artisans, employés et personnels de service ainsi que les cadres ont principalement des haies à une strate de type arbustive tandis que les retraités possèdent surtout des haies à une strate buissonnante. **Cependant, les haies les plus fonctionnelles ne sont pas possédées uniquement par les agriculteurs !** Les retraités possèdent 50% de haies multi-strates et 50% d'une seule strate, 87% des mL de haies possédés par les employés et personnels de service ont 3 strates, 64% des mL de haies possédés par les ouvriers sont multi-strates, les professions intermédiaires ont surtout des haies 2 strates (46%).

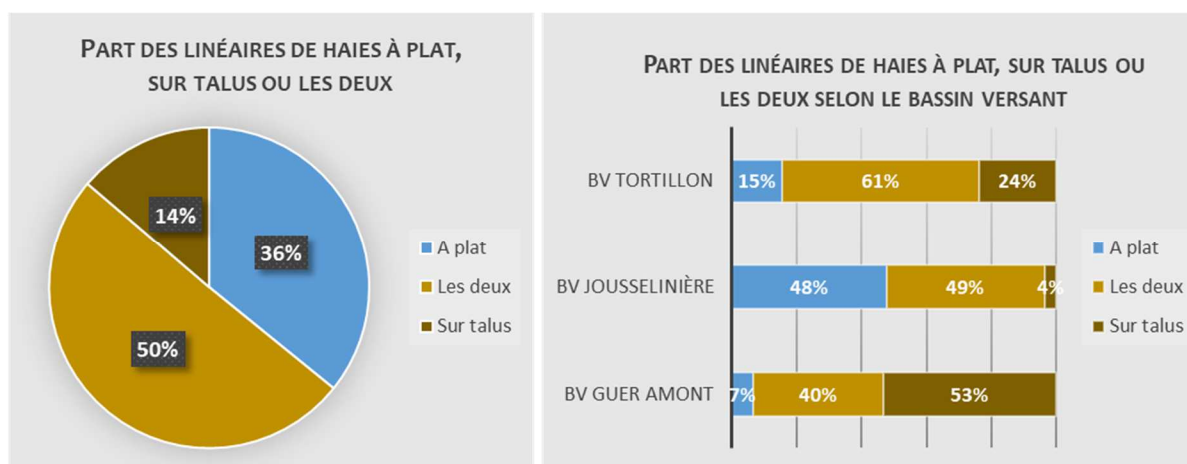


Figure 27 : part des linéaires de haies à plat, sur talus ou les deux d'après les réponses de l'ensemble des enquêtés, F.LG, 2021

En tenant compte des mètres linéaires de haies, 50% ont été qualifiés comme étant à la fois à plat et sur talus, 14% considérés comme sur talus et 36% à plat. On remarque que le linéaire de haies sur talus est plus important sur le bassin-versant du Guer-Amont que sur les deux autres territoires. Cela démontre une réalité territoriale, les haies étant plus souvent sur talus dans les Côtes d'Armor que dans le Maine-et-Loire (Figure 27).

3. Le conseil sur l'entretien des haies bocagères

a) L'intérêt porté au conseil sur l'entretien des haies bocagères et la demande de conseils :

Une variable intéressante qui donne un aperçu du profil de l'enquêté est l'intérêt qu'il porte au conseil sur l'entretien des haies bocagères. En effet, il semblerait logique qu'un intérêt ou un manque d'intérêt à ce sujet influence les pratiques de gestion mise en œuvre et c'est ce que nous chercherons à observer. On note que 36 % des enquêtés sont intéressés par du conseil sur l'entretien des haies contre 58 % qui ne souhaitent pas en recevoir. En s'intéressant au bassin versant de résidence, nous constatons qu'une plus grande part des répondants éprouve un intérêt pour l'entretien sur le territoire du Guer-Amont (51%) tandis qu'ils sont 31 % à témoigner un intérêt sur le bassin versant de la Jousnelinière et 34 % sur celui du Tortillon (Figure 28). On peut se demander si cet intérêt concerne une catégorie socio-professionnelle plus qu'une autre ou bien si l'âge entre en jeu. La figure 28 démontre que les retraités, les artisans, professions libérales et agriculteurs sont les plus intéressés par le conseil sur l'entretien de leurs haies tandis que les cadres sont les propriétaires de haies les moins intéressés. On se demande alors si ce manque d'intérêt est dû à une bonne connaissance sur les pratiques de gestion ou à un désintérêt simple du sujet. On constate que la part des répondants recevant des conseils pour l'entretien de leurs haies est faible (14 %). Ce pourcentage est assez similaire quel que soit le bassin-versant (légèrement supérieur sur le Guer-Amont) (Figure 29). En s'intéressant aux catégories socio-professionnelles on observe que les agriculteurs et artisans sont les plus nombreux à recevoir des conseils. Parmi les répondants ne recevant pas de conseils, 30% désirent en recevoir. Les agriculteurs, ouvriers et retraités sont les plus désireux de recevoir du conseil lorsqu'ils n'en reçoivent pas. Cela prouve que l'entretien des haies bocagères est une pratique individuelle, peu encadrée (Figure 30).

Il faut donc prendre en compte cette demande de conseils concernant l'entretien des haies bocagères de la part des propriétaires de haies et l'adapter à chacun. Le niveau d'informations, le type de conseils techniques que recherchent les propriétaires ne sera pas le même selon les externalités de la haie attendues.

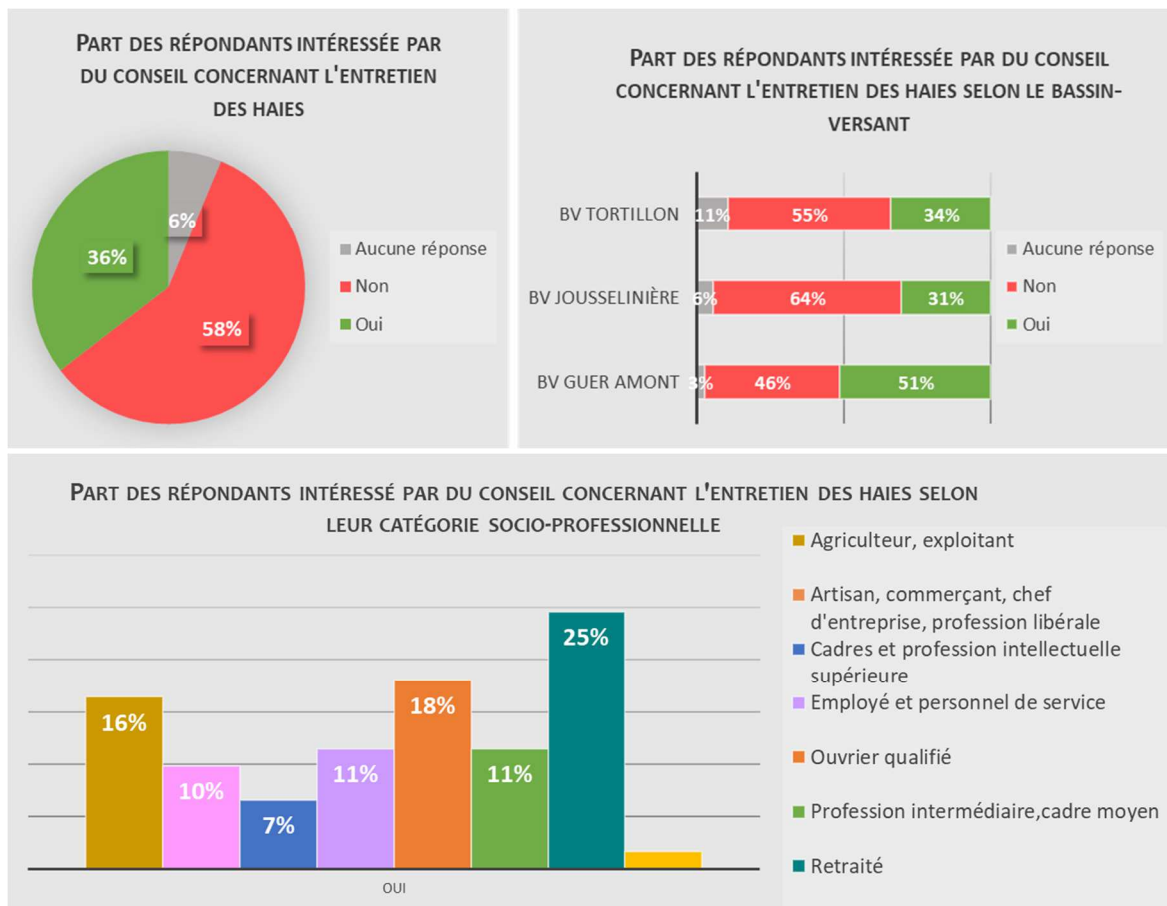


Figure 28 : part des répondants intéressée par du conseil concernant l'entretien des haies, pour l'ensemble des répondants (en haut à gauche), selon leur bassin versant de résidence (en haut à droite), selon la catégorie socio-professionnelles (en bas) F. Le Guillou, 2021

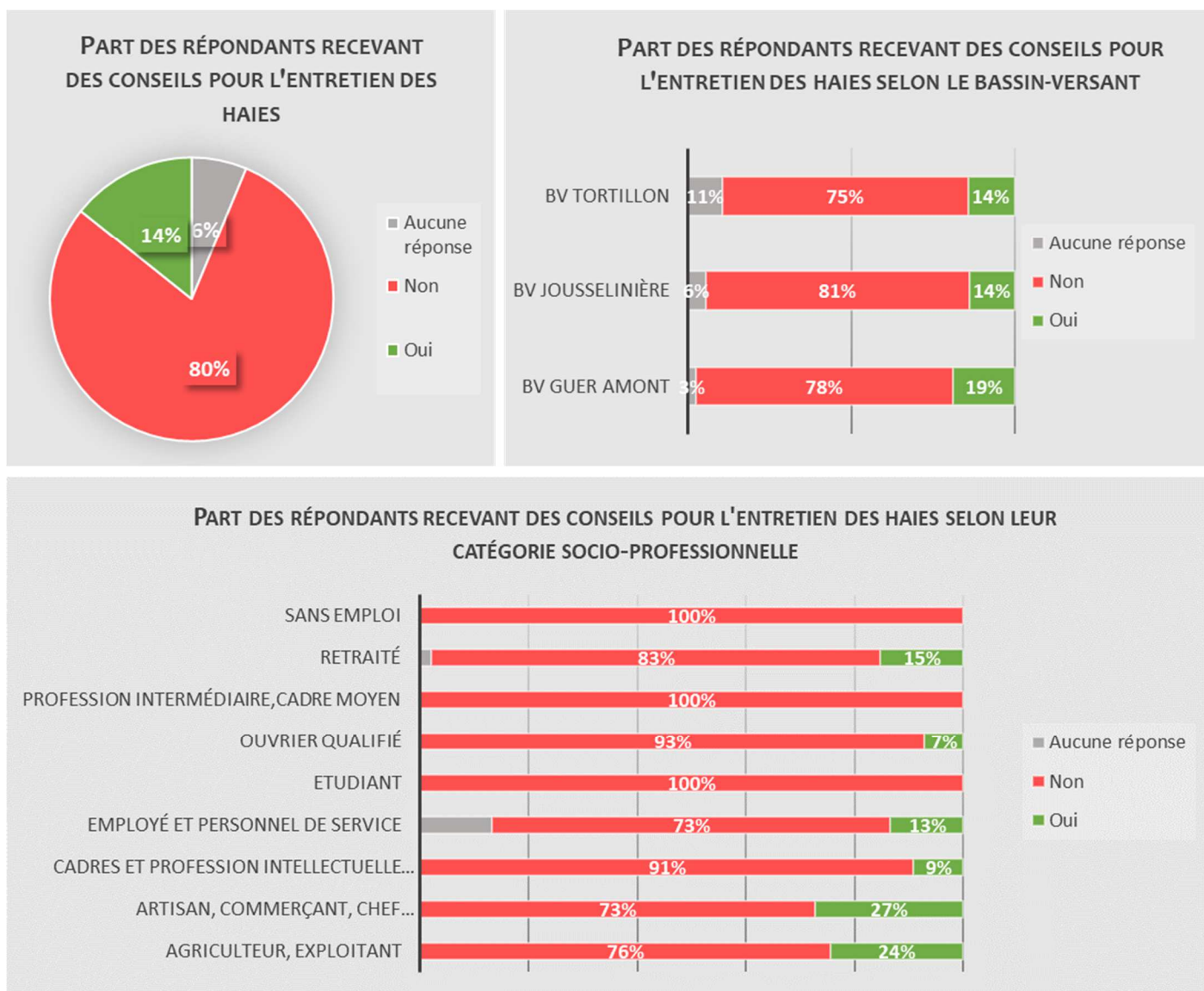


Figure 29 : part des répondants recevant du conseil pour l'entretien de leurs haies bocagères, pour l'ensemble des répondants (en haut à gauche), selon le bassin versant de résidence (en haut à droite), selon la catégorie socio-professionnelle en bas), FLG, 2021

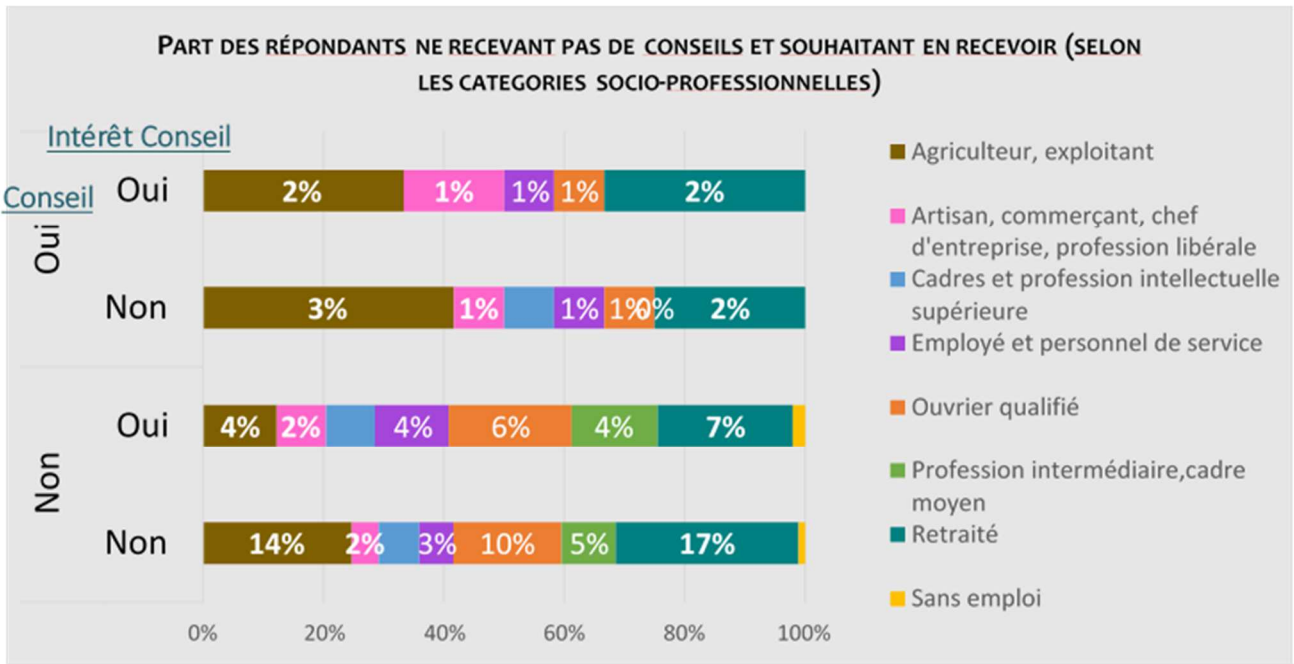
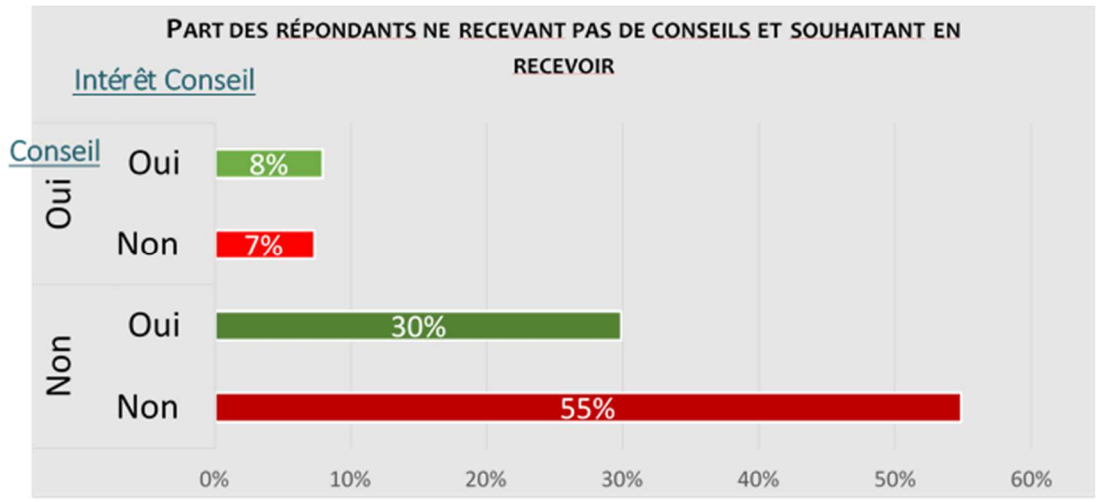


Figure 30 : part des répondants ne recevant pas de conseils mais souhaitant en recevoir (sur l'ensemble en haut, selon les CSP en bas), FLG, 2021

4. Evolution spatio-temporelle des linéaires de haies

Dans cette sous-partie, nous nous intéressons aux diverses modifications apportées aux haies bocagères par leurs propriétaires au cours du temps. Le questionnaire permet de comprendre les raisons de ces transformations.

a) Modification de strates de la haie

Tout d'abord, nous avons cherché à savoir si la typologie des haies avait été modifiée au cours du temps par les propriétaires (Figure 31). Une modification de typologie correspond à la suppression ou l'ajout d'une strate (ou étage) de la haie. On note que 27 % des répondants ont ajouté ou supprimé une strate de leurs haies (Figure 32) :

- 17% ont ajouté une strate. Il s'agit surtout des retraités et ouvriers
- 10% ont supprimé une strate. Cela concerne toutes les catégories socio-professionnelles.

Il n'y a donc pas d'influence de la catégorie socio-professionnelle sur la suppression des strates de haies

Suppression strate



Ajout strate

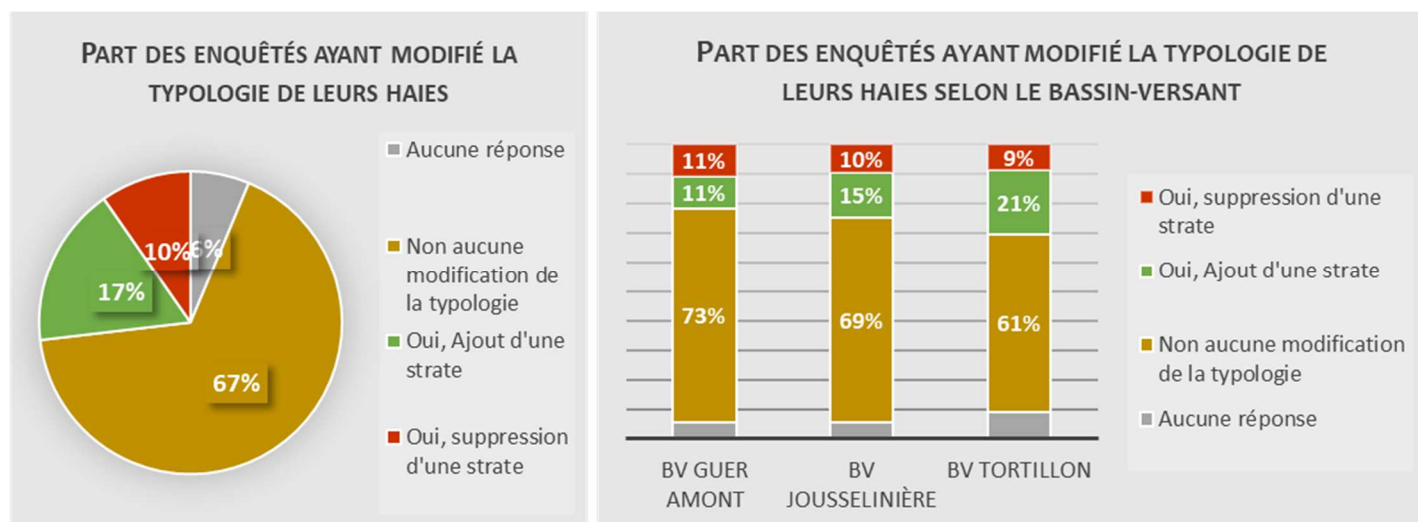


Figure 31 : Part des répondants ayant modifié la typologie de leurs haies, sur l'ensemble des territoires enquêtés (à gauche), selon le bassin-versant de résidence (à droite), F. LG, 2021

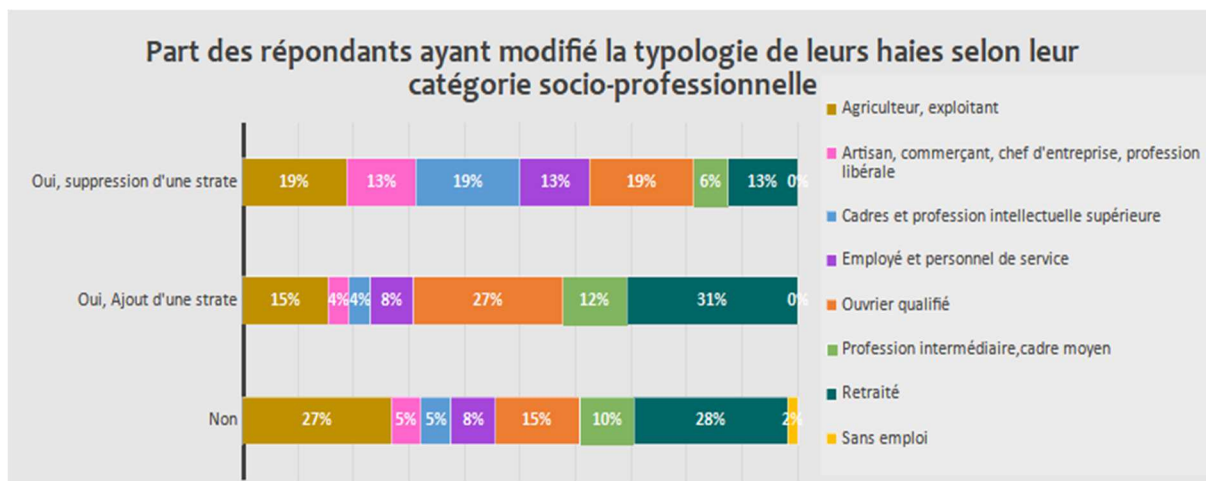


Figure 32 : part des répondants ayant modifié la typologie de leurs haies selon leur catégorie socio-professionnelle, FLG, 2021

b) Evolution du linéaire bocager : suppressions

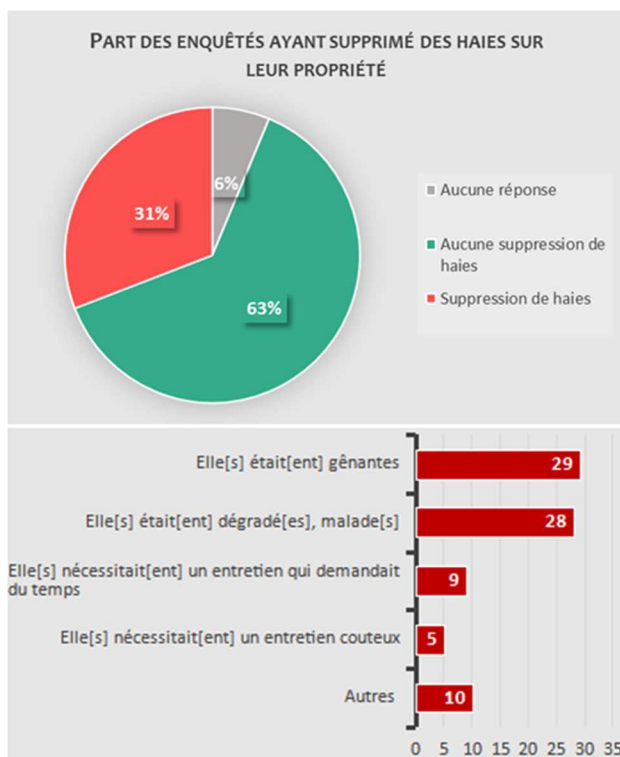


Figure 33 : part des enquêtés ayant supprimé des haies et raisons de ces suppressions, FLG, 2021

Une donnée importante à prendre en compte est le taux de propriétaire ayant supprimé des haies sur leur propriété et les raisons de ces suppressions si elles existent. A cette question, 31% des répondants disent avoir supprimé des haies. Les raisons évoquées sont en premier lieu qu'ils les considéraient gênantes ou dégradées/malades. En second lieu qu'elles nécessitaient du temps et un entretien coûteux (Figure 33). Les répondants ayant supprimé des haies sur leur propriété sont principalement des agriculteurs, ouvriers et retraités. Le pourcentage de haies supprimés par rapport au total de haies possédées par les propriétaires est de 4% sur le Guer-Amont, 2% sur la Jousseinière et 9% sur le Tortillon, (Figure 34).

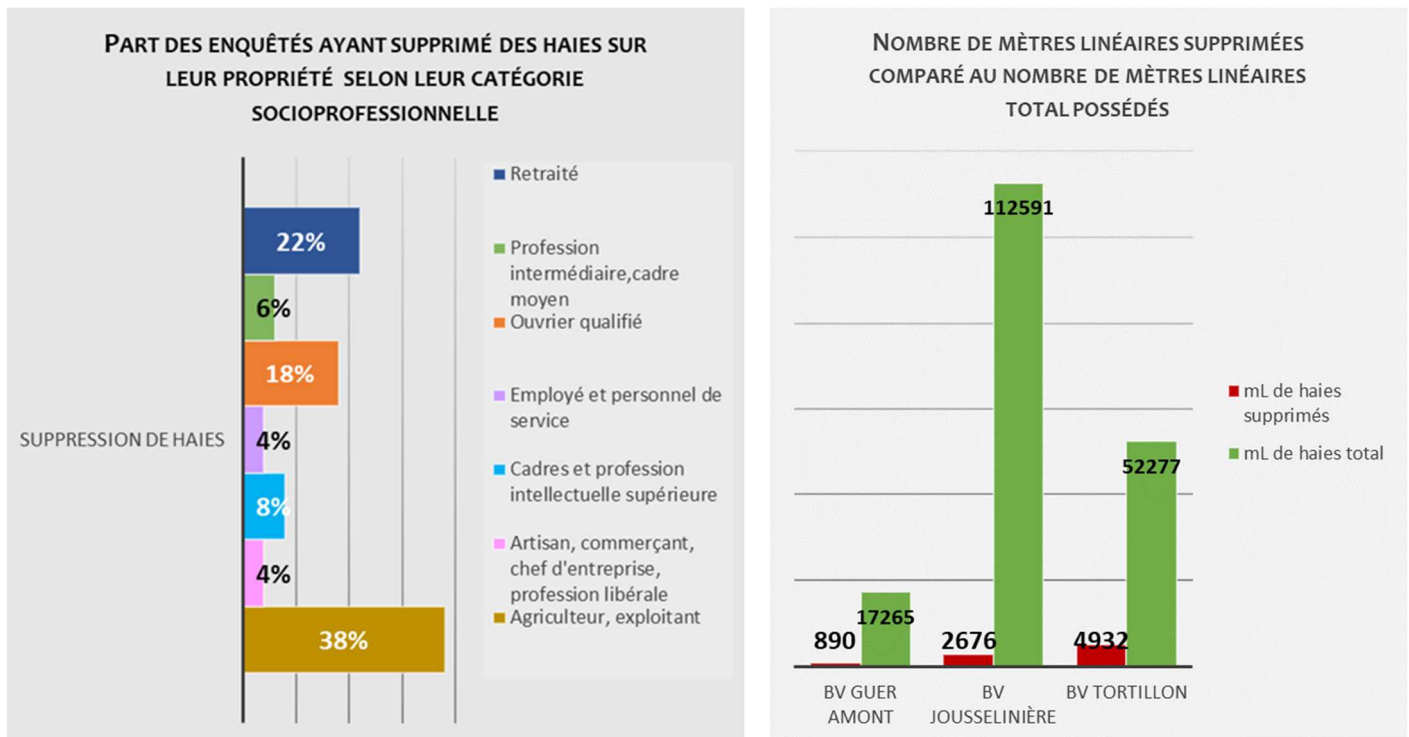


Figure 34 : part des enquêtés ayant supprimé des haies sur leur propriété selon leur catégorie socio-professionnelle (à gauche), nombre de mètres linéaires supprimés comparé au nombre de mètres linéaires total possédés (à droite), FLG, 2021

c) Evolution du linéaire bocager : plantations

On s'est intéressé aussi aux pourcentages de plantations réalisés et aux raisons de ces plantations. Puis nous avons cherché à savoir si elles étaient réalisées de façon ponctuelle et indépendante ou avec une impulsion de l'extérieure, dans le cadre d'un programme de replantation ou bien avec l'apport d'une aide.

Parmi les répondants, 50% ont réalisé des plantations au sein de leur propriété (Figure 36). Parmi eux :

- 15% ont bénéficié d'une aide
- 19% des plantations ont été réalisés dans le cadre d'un programme de replantation.

Ainsi les plantations sont plutôt réalisées de manière spontanée et individuelle par les propriétaires (Figure 35).

Ces derniers plantent pour plusieurs raisons. Principalement, par volonté personnelle et sensibilité environnementale, pour d'autres il s'agit de créer un brise-vent, embellir l'exploitation/la propriété ou encore remplacer une haie supprimée. Etonnamment, il y a peu de plantations dans le but de produire du bois (Figure 37).

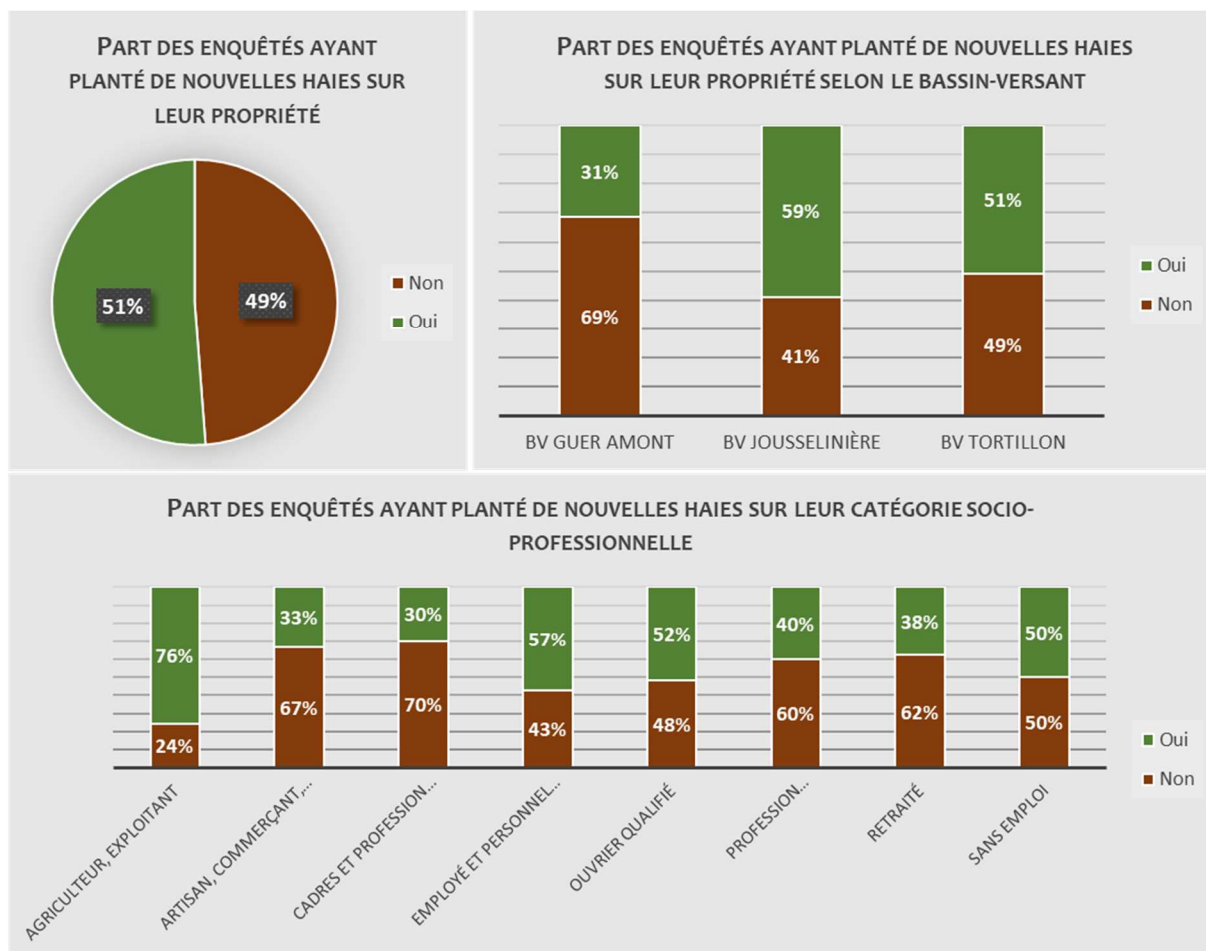


Figure 36 : part des enquêtés ayant planté de nouvelles haies sur leur propriété, FLG, 2021

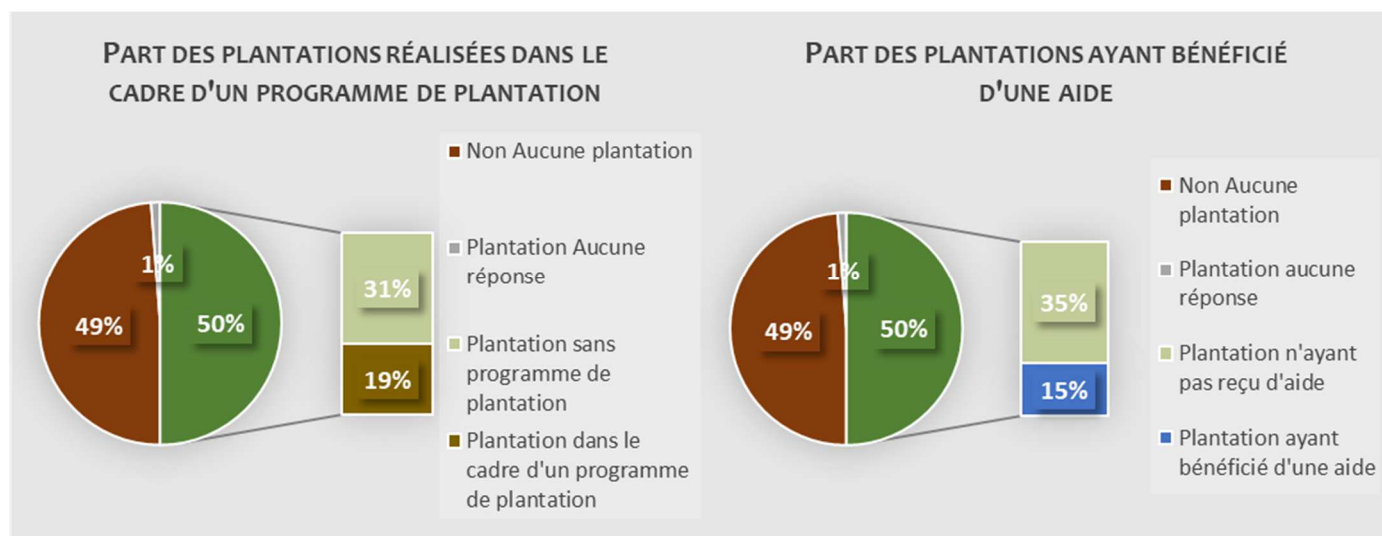


Figure 35 : part des plantations réalisées dans le cadre d'un programme de plantation (à gauche), ou ayant bénéficié d'une aide (à droite), FLG, 2021

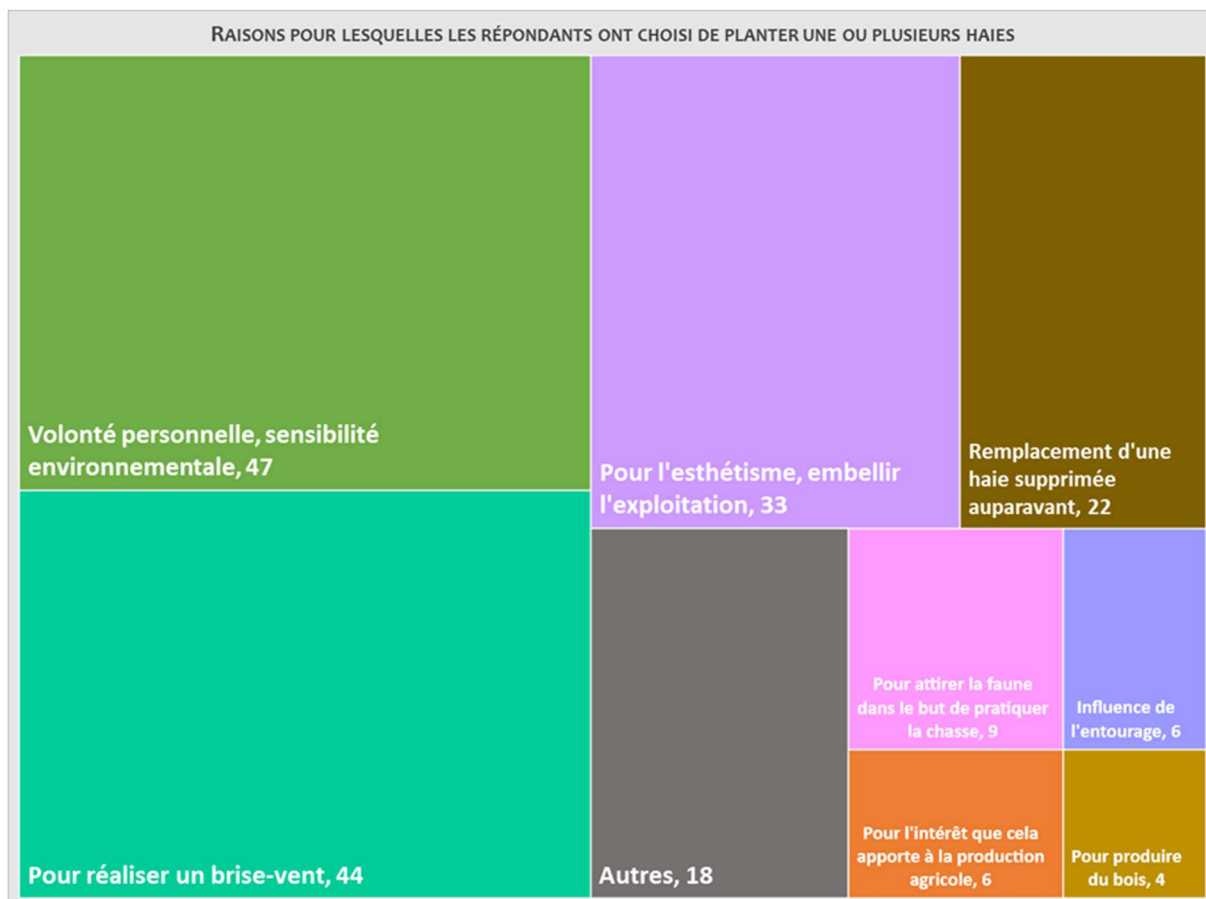


Figure 37 : raisons pour lesquelles les répondants ont fait le choix de planter une ou plusieurs haies sur leur propriété, FLG, 2021

5. Les pratiques d'entretiens

a) Types de pratiques d'entretien

L'ensemble des propriétaires de haies pratique principalement l'élagage latéral voire sommitale (Figure 38). L'entretien des haies bocagères est une pratique individuelle fortement mécanisée. En effet, les haies sont principalement élaguées par les propriétaires eux-mêmes au moyen d'un mix entre taille manuelle et taille mécanique (46%) (Figure 39). Les agriculteurs et dans une moindre mesure les artisans, les ouvriers, professions intermédiaires mènent des tailles pour la production de bois. Les agriculteurs pratiquent principalement l'élagage latéral de leurs haies mais aussi des tailles plus « douces » visant à produire du bois. Une petite part des

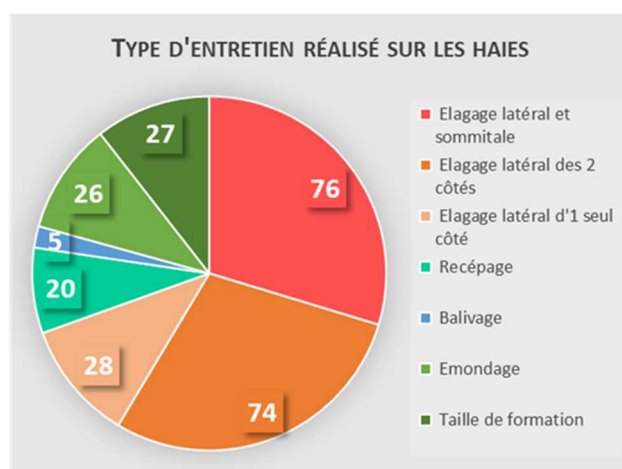


Figure 38 : type d'entretien réalisé par les propriétaires de haies, FLG, 2021

autres catégories socio-professionnelles pratique aussi l'émondage, le balivage, la taille de formation et le recépage (Figure 40).

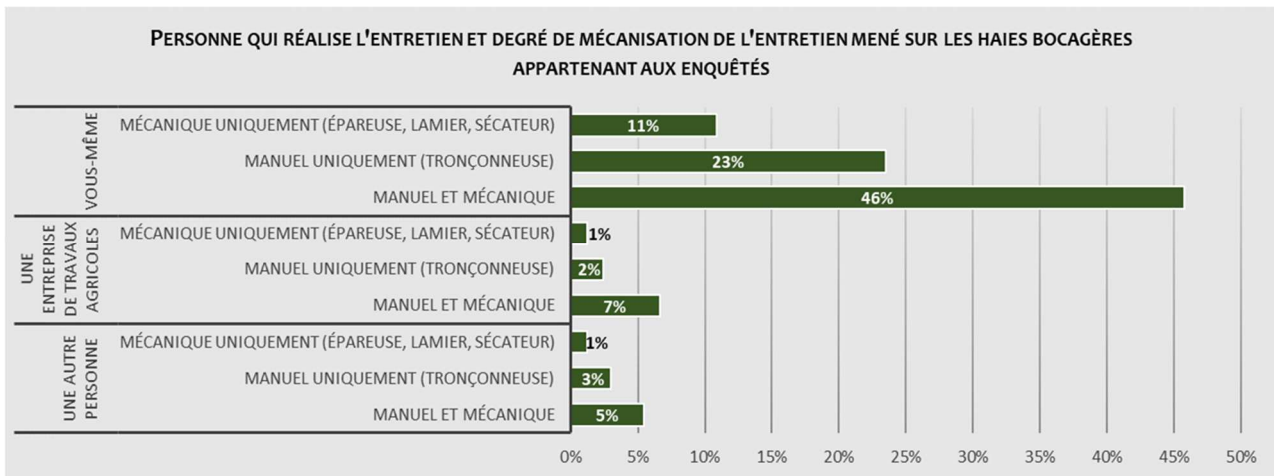


Figure 39 : personne qui réalise l'entretien et degré de mécanisation de l'entretien mené sur les haies bocagères appartenant aux enquêtés, FLG, 2021

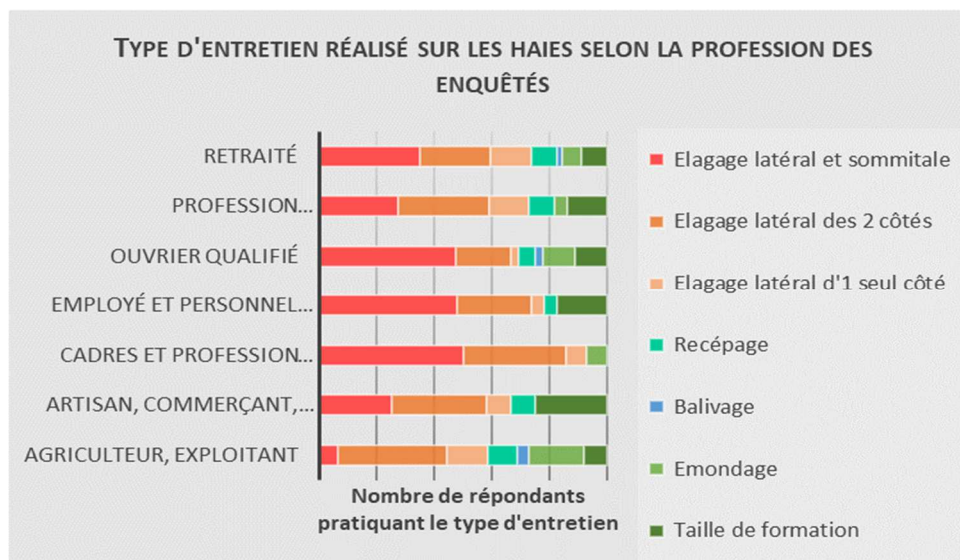


Figure 40 : type d'entretien réalisé sur les haies selon la profession des enquêtés, FLG, 2021

b) Coûts, temps et fréquences d'entretien

En s'intéressant aux temps, coûts et fréquences d'entretien on constate, qu'il y a effectivement un lien entre les coûts et temps d'entretien et la longueur des linéaires de haies. Plus la haie est longue plus elle nécessite un temps et un coût d'entretien important. Cependant ce coût n'est pas corrélé précisément. En effet, il y a un surinvestissement de l'entretien des linéaires de haies les plus petits (fréquence d'entretien importante, temps et coût plus important pour 100mL) ce qui engendre des surcoûts et du temps non nécessaire. Les petits linéaires n'étant pas exploités car n'ayant pas d'autres utilités que l'aspect esthétique (selon les propriétaires). Les temps, coûts et fréquences d'entretien varient selon la typologie des haies, le nombre de mètres linéaires et le type d'entretien (plus ou moins drastique) (Figure 42).

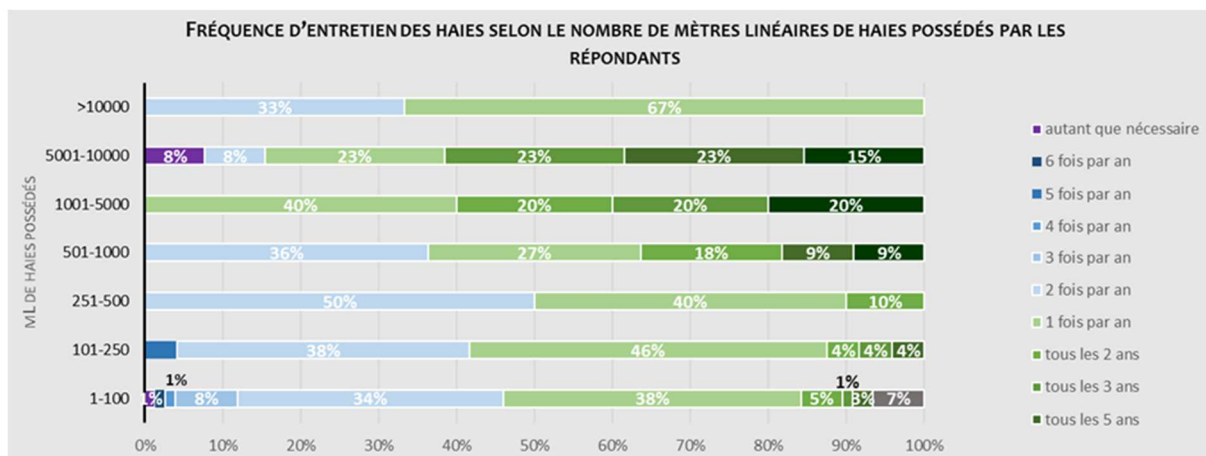


Figure 41 : fréquence d'entretien des haies selon le nombre de mètres linéaires possédés par les répondants, FLG, 2021

Pour 100 mL : les coûts et temps d'entretien sont en moyenne plus faibles pour les grands linéaires que pour les plus petits. On constate, en effet, que le coût moyen pour une haie de + de 10km est de 28,33euros contre 57euros pour une haie de moins de 100ml !

Cela est imputable à un entretien moins fréquent et moins drastique sur les plus grands linéaires qui font plus souvent l'objet de gestion pour le bois énergie ou qui entourent les prairies.

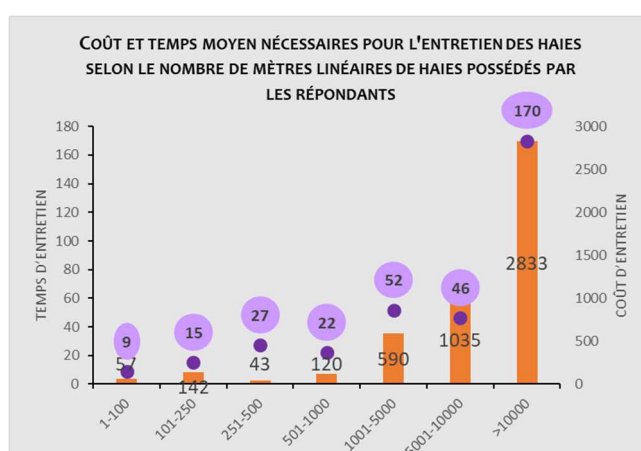


Figure 42 : Coût et temps nécessaires pour l'entretien des haies selon le nombre de mètres linéaires de haies possédés par les répondants, FLG, 2021

c) Représentation de l'entretien pour les enquêtés

Pour comprendre les raisons de ces types d'entretien menés sur les haies nous avons cherché à connaître les représentations de la haie que possèdent les enquêtés, c'est-à-dire quelle est la finalité de l'entretien selon eux. Il ressort de cette question, trois représentations de la haie par les enquêtés :

- La haie comme objet sans fonction particulière, les propriétaires utilisent l'entretien pour limiter son emprise, il le considère comme une corvée qui leur fait perdre du temps et/ou de l'argent (64%)
- La haie comme ressource (bois, chasse...), l'entretien étant un moyen

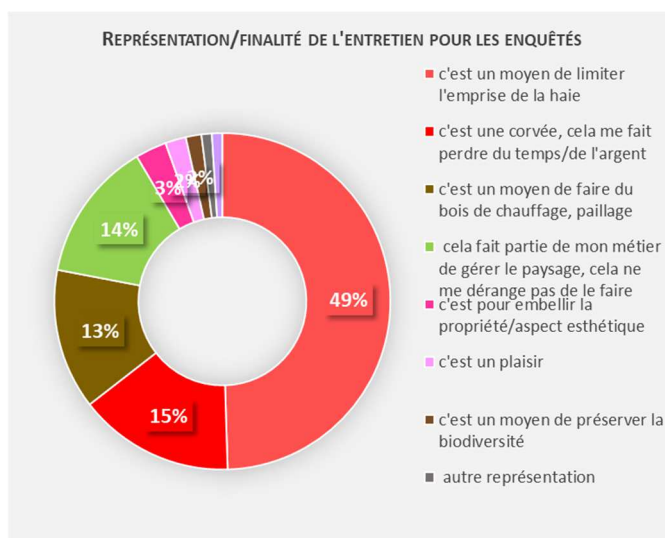


Figure 43 : représentation/finalité de l'entretien pour les enquêtés, FLG, 2021

de produire du bois pour le chauffage ou le paillage et d'apporter de la biodiversité (15%)

- La haie comme aménité paysagère, l'entretien fait partie du métier, cela ne dérange pas le propriétaire, l'entretien sert à embellir la propriété et le réaliser est un plaisir (21%) (Figure 43).

Globalement, l'entretien est principalement motivé par la volonté de limiter l'emprise de la haie. **La fonction de production de bois n'est pas réellement identifiée par les répondants** (Figure 44).

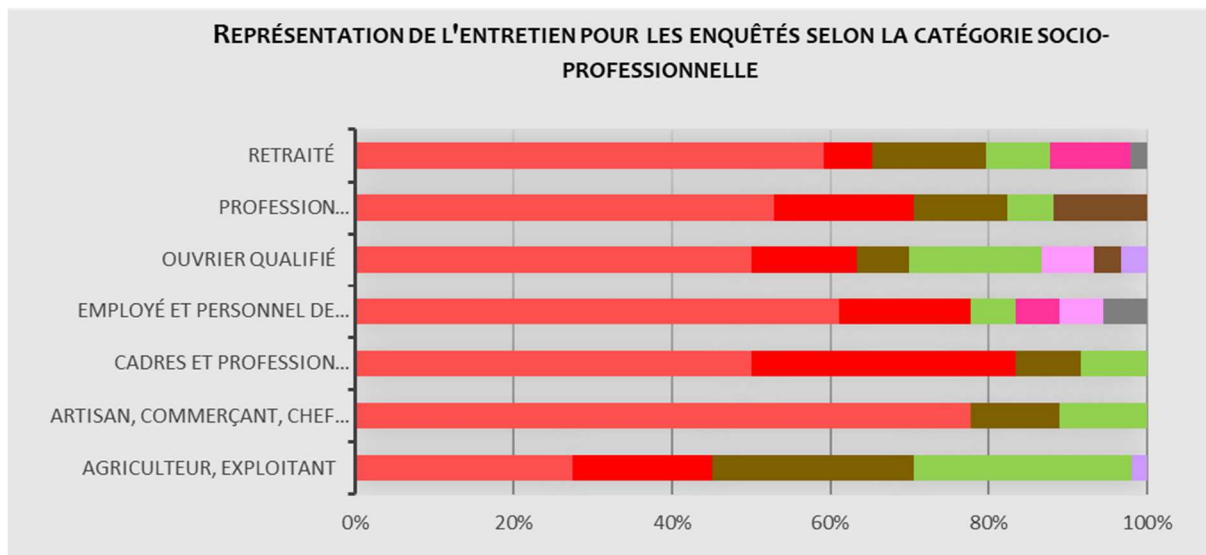


Figure 44 : représentation de l'entretien pour les enquêtés selon leur catégorie socio-professionnelle, FLG, 2021

d) Utilisation du bois issu de l'entretien

Lorsque la haie est entretenue, on se demande alors qu'elle est l'utilisation du bois issu de cet entretien. Il ressort que le bois issu de l'entretien est le plus souvent utilisé sous forme de bûche pour la **consommation personnelle**. Pour une autre grande partie des répondants le bois est **déposé en déchèterie** (retraités et ouvriers). Il y a **très peu de revente de bois** et lorsque c'est le cas, seul le bois issu de grands linéaires de haies fait parfois l'objet d'une revente (Figure 45).

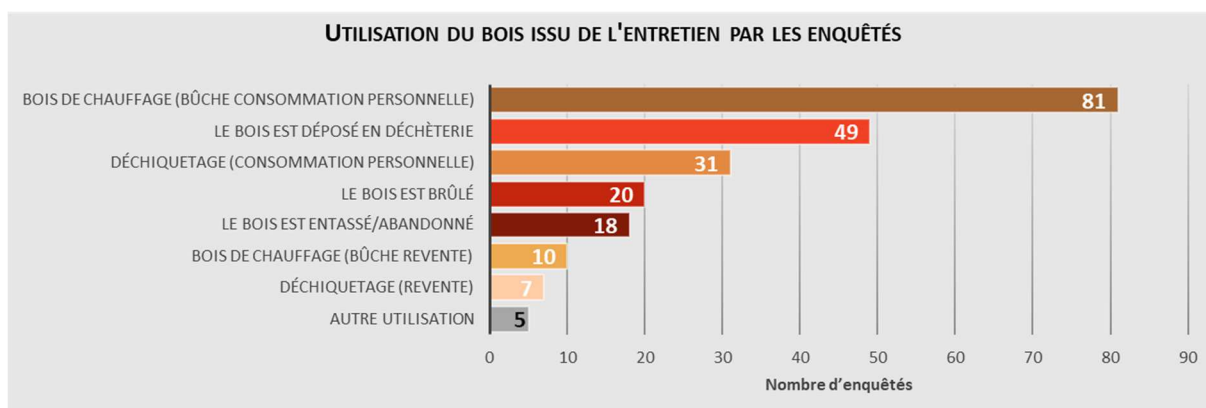


Figure 45 : utilisation du bois issu de l'entretien par les enquêtés, FLG, 2021

e) Evolution des pratiques d'entretien :

Les répondants sont peu nombreux (23%) à avoir changer leurs pratiques d'entretien des haies. Deux types d'évolutions des pratiques d'entretien peuvent être observées :

- Des modifications des pratiques d'entretien visant à faciliter ce dernier au travers de la **mécanisation**
- **La mise en place de tailles plus « douces » correspondant à un entretien plus manuel et moins fréquent** (Figure 46).

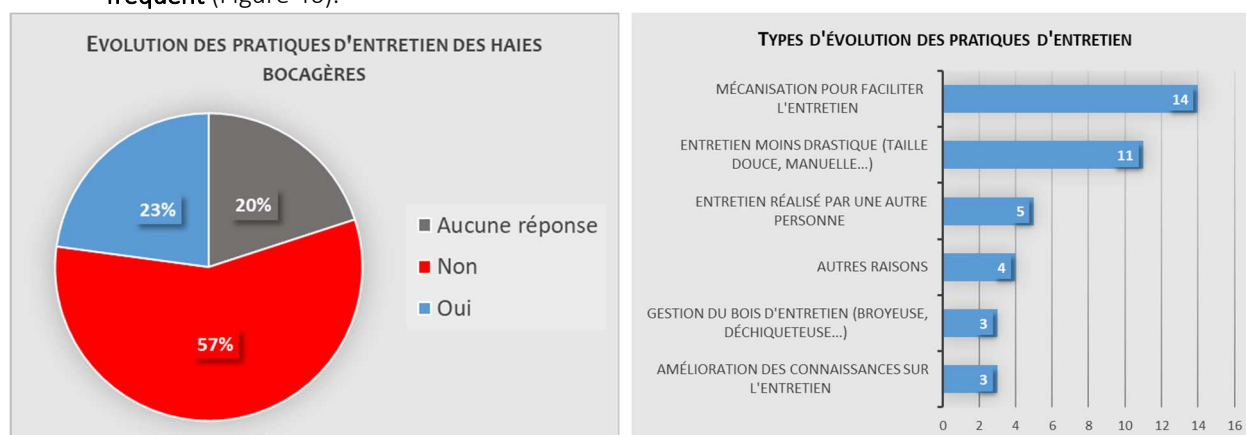


Figure 46 : évolution des pratiques d'entretien des haies et types d'évolutions, FLG, 2021

Les agriculteurs sont plus enclins à mécaniser même si les pratiques plus douces tendent à s'imposer. Ces évolutions des pratiques importantes sont à prendre en compte car les agriculteurs ont un fort impact sur la dynamique des paysages.

f) Actions de gestion à mettre en place à l'avenir :

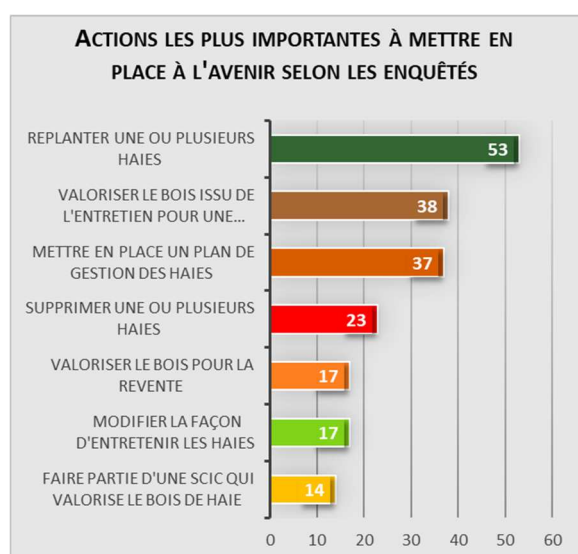


Figure 47 : actions les plus importantes à mettre en place à l'avenir selon les enquêtés, FLG, 2021

A l'avenir la majorité des enquêtés souhaite replanter une ou plusieurs haies ou la valoriser dans le cadre d'une filière bois énergie avec la mise en place de plans de gestion des haies (Figure 47).

Chez les agriculteurs, deux profils se dégagent :

- Ceux qui souhaitent supprimer des haies
- Ceux qui désirent en replanter

Chez les autres catégories socio-professionnelles la volonté principale est de replanter et de mettre en place un PGH (Figure 48).

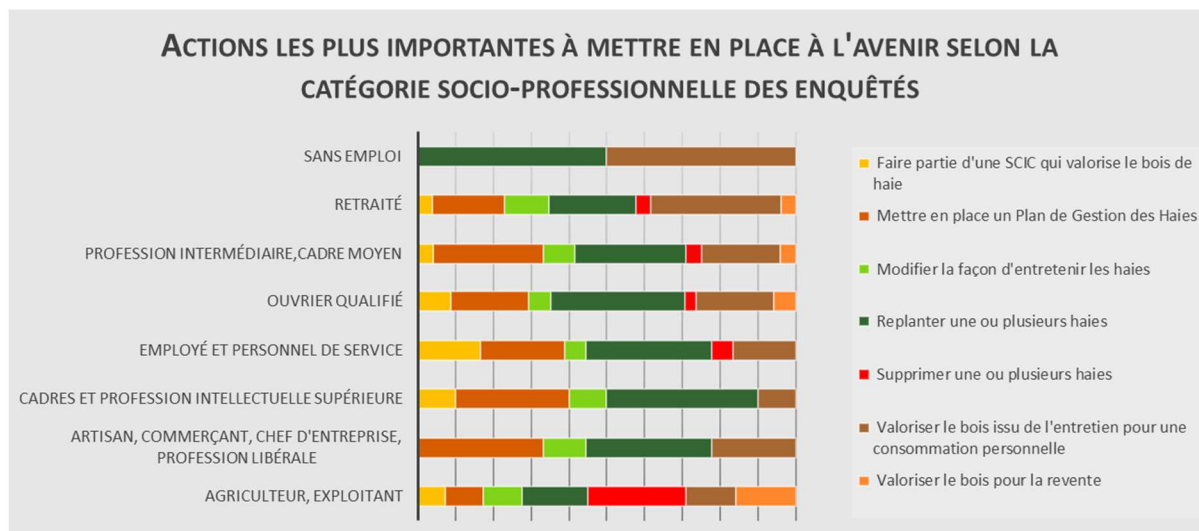


Figure 48 : actions les plus importantes à mettre en place à l'avenir selon la catégorie socio-professionnelle des enquêtés, FLG, 2021

g) Typologie des pratiques d'entretien :

Une analyse statistique multivariée a été réalisée sur les données d'enquêtes. Une première sélection de variables a été faite pour ne conserver que les variables offrant une information. L'analyse en correspondance multiple suivie d'une classification ascendante hiérarchiques sur les données a permis de mettre en évidence quatre profils de gestionnaires de haies parmi les propriétaires agriculteurs et non-agriculteurs. Ces profils se distinguent selon les types de haies possédés, les caractéristiques de l'entretien réalisé et les actions d'amélioration ou de dégradation des haies bocagères mises en œuvre par les propriétaires (Figure 49).

Profil 4 : propriétaire possédant un linéaire important qu'il désire optimiser pour la vente de bois. Il entretient lui-même son linéaire et plante de nouvelles haies dans le but de faire du bois. Il ne supprime pas de haies. L'entretien est mené tous les 5 à 15 ans au moyen de recépage et émondage. Le bois est souvent revendu et l'objectif pour ce type de profile est souvent de faire partie d'une SCIC.

Modalités	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4
ML de haies	250-999	5000-20000	250-999	1000-4999
Typologie	1 strate arbustive	2 strates	1 strate buissonnante	3 strates
Modification typologie	Oui ajout	Oui suppression	Oui suppression	Non
Nouvelles plantations	Oui	Non	Non	Oui
Raison de la plantation	Brise-vent	/	/	Production de bois
Suppression de haies	Non	Oui	Oui	Non
Raisons de la suppression	/	Coût/temps	Malade/gêne	/
Personne qui entretien	Vous-même	Entreprise	Autre personne	Vous-même
Représentation de l'entretien	Fait partie du métier, gestion	Corvée	Limite l'emprise	Moyen de faire du bois
Fréquence de l'entretien	1 fois tous les 2 ans	3 fois et + / an	2/an	1 fois tous les 5 à 15 ans
Durée de l'entretien	21 à 30 h	> 40 h	1 à 20 h	31 à 40 h
Coût de l'entretien	51 à 400 euros	1000 à 5000 euros	1 à 50 euros	400 à 999 euros
Type d'entretien	Taille de formation/ recépage	Élagage latéral	Taille au carré	Recépage/ émondage / balivage
Utilisation du bois	Bois consommation personnelle	Abandonné	Déchèterie / brûlé / abandonné	Bois revente
Avenir	Consommation du bois / replanter des haies	Supprimer des haies	Supprimer des haies	SCIC / revente du bois / Plan de Gestion
% de mètres linéaires gérés	14%	24%	10%	52%

Sur l'ensemble des enquêtés il y a une majorité de gestionnaires de profil 3 (40%) à savoir des propriétaires possédant un linéaire moyen qu'il souhaite contenir au maximum ainsi que des profil 1 (27%) c'est-à-dire des propriétaires possédant un linéaire moyen qu'il souhaite optimiser pour la consommation de bois. Ces gestionnaires sont peu pris en compte et pourtant ils possèdent des linéaires bocagers non négligeables. Il serait utile de communiquer davantage sur les possibilités offertes par la haie à ces différents profils. Il n'y a pas de grandes distinctions selon les bassins versants étudiés. Les gestionnaires de profil 2 (ayant de grands linéaires qu'ils jugent gênant, à supprimer) se rencontrent chez les professions intermédiaires et les agriculteurs tandis que les gestionnaires de profil 4 souhaitant optimiser leurs haies pour la revente de bois se rencontrent chez les agriculteurs (Figure 50).

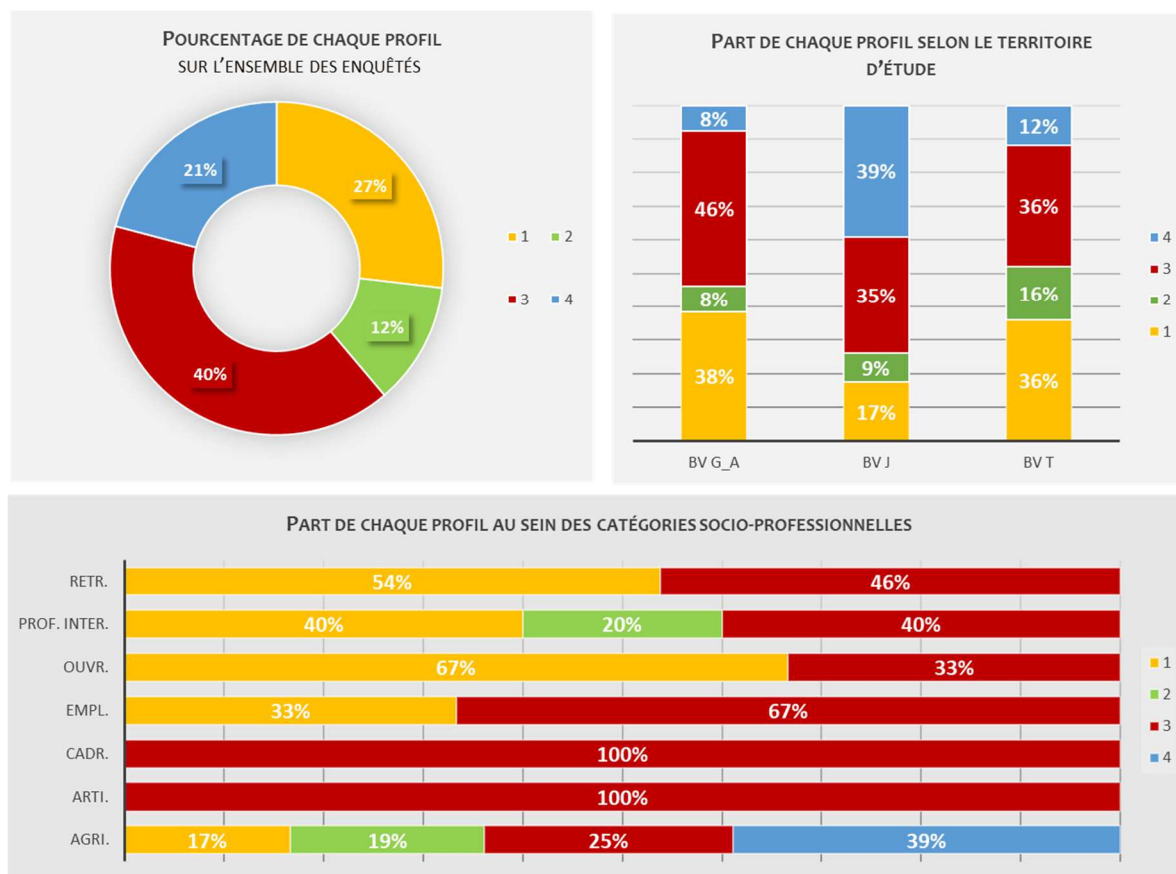


Figure 50 : part de chacun des profils de gestionnaires sur l'ensemble des enquêtés (haut à gauche), selon le territoire d'étude (haut à droite) et selon les catégories socio-professionnelles (en bas), FLG, 2021

Les réponses aux questionnaires ont permis de comprendre que l'évolution des paysages de bocages est influencée par plusieurs profils de gestionnaires dont deux catégories s'opposent. Les profils de gestionnaires considérant la haie comme un atout, qui cherchent à en tirer profit et une autre partie de gestionnaire qui ne voit pas l'intérêt de la conserver et estime qu'il s'agit plus d'une gêne. La communication au sujet des services rendus par la haie, les programmes de replantation et de gestion menées dans les territoires et notamment celui de la Jousnelinière portent leurs fruits pour une part de gestionnaires puisque la dégradation ralentie mais pas suffisamment pour voir le nombre de haies augmenter durablement. Il faudrait adapter le discours aux différents profils de propriétaires de haies.

V. Conclusion

L'élaboration d'un système d'information géographique diachronique, de résolution spatio-temporelle fine, permet donc de reconstruire les trajectoires paysagères du bassin versant de la Jousselinière et de suivre l'évolution du maillage bocager. Les données produites permettent de caractériser la ressource (linéaires de haies), de comparer son évolution temporelle avec les autres bassins versants dont nous avons recueillis les données et qu'il reste à cartographier. La cartographie de l'évolution des linéaires de haies sera confrontée aux transformations du parcellaire des exploitations pour les deux autres territoires.

La démarche d'enquête permet de cerner les perceptions, représentations et savoir-faire vis-à-vis de la haie bocagère sur les trois terrains d'études. Les résultats de cette enquête permettent d'observer que les pratiques d'entretien ne varient pas d'un territoire à l'autre malgré la diversité des bocages. La variable géographique n'est pas un critère discriminant. Quatre profils de propriétaires de haies selon les types d'entretien appliqués sont mis en évidence. Ces différents profils de pratiques vont des entretiens les plus drastiques au moins drastiques en passant par les actions d'optimisation et des actions d'abandon voire dégradation des haies. La gestion des haies bocagères est une pratique individuelle influencée par la représentation professionnelle. On observe par exemple des actions de plantations de haies en dehors de tout programme de replantation ou d'aides. Les agriculteurs gèrent une grande part du linéaire mais ne sont pas les seuls gestionnaires des haies. Il y a d'autres propriétaires de haies bocagères non-agriculteurs qui possèdent des linéaires non négligeables mais qui sont peu pris en compte. Pourtant ces derniers sont en attente de conseils sur la gestion de leurs haies. De plus, ces propriétaires échappent souvent aux actions de communication, de conseils, de recensements mises en place par les différents organismes. On a donc un certain nombre de linéaires de haies « oubliés » car n'appartenant pas à des agriculteurs mais qui pourtant ont autant de potentiels et de services à offrir. A défaut d'avoir des conseils les gestionnaires de ces haies les abandonnent voire les suppriment. Il faut donc construire un discours adapté en vue de la préservation du bocage en tenant compte de cette variété de profils de gestionnaires mis en évidence dans l'étude.

Les données produites issues des SIG et enquête ont permis d'implémenter un modèle de simulation multi-agent - Ger'haies - dans le but d'observer l'évolution des linéaires de haies dans le temps et l'espace, d'un point de vue qualitatif (typologie reflétant le type de gestion menée) et quantitatif sur un territoire selon les actions de gestion effectuées. Le modélisateur et ensuite l'utilisateur pourront choisir la mise en place de Plans de Gestion des Haies : il s'agira ainsi d'apporter des éléments d'aide à la réflexion grâce à une approche prospective qui intègre les profils de gestionnaires. Le modèle est à perfectionner et à simplifier pour être opérationnel. Différentes données pourront y être intégrées pour le tester sur plusieurs territoires d'étude. Sa vocation étant d'aider les décideurs à mieux communiquer auprès des différents profils de gestionnaires de haies sur les services rendus par celles-ci et l'intérêt de mener une gestion multifonctionnelle de ces dernières.