

MULTIFONCTIONNALITÉ DES HAIES

Enjeux environnementaux, agricoles,
juridiques et méthodologiques

Stéphanie Aviron, Audrey Alignier, coord.



Multifonctionnalité des haies

Enjeux environnementaux, agricoles,
juridiques et méthodologiques

Stéphanie Aviron, Audrey Alignier

Éditions Quæ

Dans la même collection

De l'arbre en ville à la forêt urbaine,
édition revue

Castagneyrol B., Muller S.,

Paquette A., coord.

2026, 178 p.

Dépollution verte

Utiliser les végétaux pour réhabiliter

les milieux contaminés

Morabito D., Bourgerie S., Lebrun M.,

Le Thiec D., coord.

2025, 158 p.

Écologie urbaine

Connaissances, enjeux et défis

de la biodiversité en ville

Machon N., Di Pietro F.,

Bertaudière-Montès V., Carassou L.,

Muller S., coord.

2025, 322 p.

Les coordinatrices remercient les trois relecteurs anonymes et Philippe Hirou, président de Réseau Haies France, pour leurs commentaires sur le manuscrit.

La dynamique collective autour des haies portée au sein de l'UMR BAGAP et de la Zone Atelier Armorique a contribué à enrichir le contenu de cet ouvrage.

Pour citer cet ouvrage :

Aviron S., Alignier A., 2026. *Multifonctionnalité des haies. Enjeux environnementaux, agricoles, juridiques et méthodologiques*. Versailles, éditions Quæ, 266 p.

<https://doi.org/10.35690/978-2-7592-4329-7>

Les éditions Quæ réalisent une évaluation scientifique des manuscrits avant publication dont la procédure est décrite ici :

<https://www.quae.com/store/page/199/processus-d-evaluation>

Le processus éditorial s'appuie également sur un logiciel de détection des similitudes et des textes potentiellement générés par intelligence artificielle (IA).

La diffusion en accès ouvert de cet ouvrage a été soutenue par la Direction pour la science ouverte d'INRAE, par les unités mixtes de recherche Biodiversité, agroécologie et aménagement des paysages (BAGAP) et Dynamiques socio-écologiques des paysages agriforestiers (DYNAFOR) d'INRAE, par les départements Action, transitions et territoires (ACT) et Agronomie et sciences de l'environnement pour les agroécosystèmes (Agroécosystèmes) d'INRAE, par la Chambre régionale d'agriculture de Nouvelle-Aquitaine et par l'Office français de la biodiversité.

Les versions numériques de cet ouvrage sont diffusées sous licence CC-by-NC-ND 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Éditions Quæ
RD 10, 78026 Versailles Cedex
www.quae.com – www.quae-open.com

© Éditions Quæ, 2026

ISBN papier : 978-2-7592-4328-0

ISBN epub : 978-2-7592-4330-3

ISBN PDF : 978-2-7592-4329-7

ISSN : 1777-4624

Sommaire

Préface	7
<i>Marc Deconchat</i>	
Préface	9
<i>Bénédicte Augeard</i>	
Introduction	11
<i>Audrey Alignier, Stéphanie Aviron</i>	
Une évolution vers de multiples attentes sociétales	11
Quels verrous et leviers au maintien, à la restauration et à la plantation des haies ?....	12
Caractériser l'état des haies et leurs potentialités	13
Présentation des objectifs	14
Références bibliographiques choisies.....	15

PARTIE 1

LA BIODIVERSITÉ ET LES MULTIPLES SERVICES SOUTENUS PAR LES HAIES DANS LES PAYSAGES AGRICOLES

Chapitre 1. Les haies, des espaces de biodiversité	19
<i>Pierre-Antoine Précigout, Audrey Alignier, Émilie Andrieu, Stéphanie Aviron, Alexandre Boissinot, Guillaume Decocq, Jonathan Lenoir, Olivier Lourdais, Florence Matutini, Benoît Ricci, Justine Rivers-Moore, Corinne Robert</i>	
Les haies, des structures végétales linéaires pluristrates.....	19
La biodiversité des haies.....	25
Une diversité de niches écologiques.....	29
Les ressources et habitats fournis par les haies	33
Le rôle des haies pour la biodiversité à l'échelle du paysage.....	39
Conclusion.....	43
Références bibliographiques choisies.....	44
Chapitre 2. Les services écosystémiques rendus par les haies en milieu agricole	46
<i>Antoine Gardarin, Valérie Viaud, Audrey Alignier, Stéphanie Aviron, Sarah Bunel, Florence Matutini, Catherine Moret, Benoît Ricci, Corinne Robert, David Rolland, Valentin Verret, Pierre-Antoine Précigout</i>	
Les services de production fournis par les haies	47
L'effet des haies sur le rendement des cultures	50

Les services de régulation biologique en lien avec les cultures.....	51
Les services de régulation et de soutien en lien avec l'eau et les sols	61
Les rôles des haies dans l'atténuation des effets du changement climatique.....	66
Les haies, un levier pour favoriser une agriculture et des territoires multifonctionnels ?.....	68
Conclusion.....	77
Références bibliographiques choisies.....	77

PARTIE 2

GESTION DES HAIES EN FAVEUR DE LA BIODIVERSITÉ
ET DE LA MULTIFONCTIONNALITÉ DU PAYSAGE

**Chapitre 3. Évolutions des sociétés locales, modèles techniques
et pratiques autour de la haie.....**83

Thibaut Preux, Claudine Thenail, Philippe Blondeau

Les haies, objets du paysage à l'interface entre espaces et sociétés rurales.....	83
L'évolution contemporaine des pratiques agricoles de gestion des haies	94
Conclusion.....	109
Références bibliographiques choisies.....	110

**Chapitre 4. Facteurs incitatifs ou limitants pour des systèmes agricoles
durables favorables à la multifonctionnalité des haies.....** 113

Claudine Thenail, Philippe Blondeau

Facteurs incitatifs et démarches d'accompagnement au niveau des fermes.....	114
Penser les organisations territoriales et systèmes sociotechniques pour développer durablement les haies.....	124
Conclusion.....	134
Références bibliographiques choisies.....	135

Chapitre 5. La haie à la rencontre du droit 138

Alexandra Langlais, Florent Romagoux, Marius Combe, Léa Lemoine

Les haies : nouvel objet des politiques publiques et nouvel objet juridique ?.....	138
Les défis posés par la mise en œuvre de la multifonctionnalité des haies.....	155
Conclusion.....	173
Références bibliographiques choisies.....	174

PARTIE 3

CARACTÉRISER LES HAIES ET LEUR MULTIFONCTIONNALITÉ
À DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Chapitre 6. Le suivi quantitatif et qualitatif des haies et des réseaux de haies 179

Sarah Bunel, Alexis Pernet, Loïc Commagnac, Catherine Moret, David Rolland, Sophie Morin

Les indicateurs de l'état écologique des haies en relation avec leurs fonctionnalités potentielles.....	180
--	-----

Diagnostiquer les pressions humaines et leurs impacts sur les haies.....	192
Des indicateurs de réponse de la société pour des paysages résilients	195
Aborder la dimension sensible des haies dans le projet de paysage	198
Conclusion.....	202
Références bibliographiques choisies.....	203
Chapitre 7. Évaluer les propriétés des haies par l'analyse d'images et l'analyse spatiale	205
<i>David Sheeren, Daniel Delahaye, Mathilde Guillemois, Gabriel Marquès, Sophie Morin, Romain Reulier</i>	
Les haies et leurs représentations spatiales	205
L'apport de l'imagerie spatiale pour décrire les caractéristiques structurelles et fonctionnelles des haies	208
Caractériser le contexte des haies avec l'analyse spatiale.....	212
Les haies dans leur trajectoire historique	214
Conclusion.....	218
Références bibliographiques choisies.....	219
Chapitre 8. Spatialiser les fonctions écologiques soutenues par les haies	221
<i>Émilie Andrieu, Jacques Baudry, Hugues Boussard, Antoine Colin, Loïc Commagnac, Mathieu Dassot, Daniel Delahaye, Jean-Christophe Foltête, Anouk Glad, Mathilde Guillemois, Marc Lang, Frédéric Letouzé, Romain Reulier, Yohan Sahraoui, David Sheeren</i>	
Modéliser l'effet brise-vent des haies	222
Modéliser le rôle des haies dans les transferts hydro-sédimentaires	226
Modéliser le rôle des haies dans la dispersion des espèces.....	230
Modéliser l'effet de la structure du réseau de haies sur la biodiversité forestière	235
Spatialiser les fonctions de régulation biologique soutenues par la biodiversité	239
Modéliser le rôle des haies dans le stockage du carbone	242
Conclusion.....	249
Références bibliographiques choisies.....	249
Conclusion	252
<i>Stéphanie Aviron, Audrey Alignier</i>	
Glossaire	256
Sigles et acronymes	262
Liste des contributeurs.....	264

Préface

Il y a des modernités discrètes, des progrès qui se font quasiment en silence, sans faire le *buzz* ou mobiliser une débauche de technologies. Les haies font partie de ces objets d'apparence simple et traditionnelle qui ont pourtant connu des changements majeurs. Bien sûr, quand on pense à des changements concernant les haies, on pense d'abord à leur recul, à la perte de milliers de kilomètres d'un patrimoine patiemment construit par des générations d'agriculteurs. Sans minimiser la gravité de ce changement, il convient d'en souligner d'autres plus positifs.

Le premier, c'est d'abord l'immense quantité de nouvelles connaissances qui ont été acquises sur les haies et leur fonctionnement. L'ouvrage en donne ici une belle synthèse, mais en vérité les connaissances sur les haies nécessiteraient bien d'autres volumes pour être complètement présentées. Que ce soit sur leur faune et leur flore, leur sol, la croissance des arbres, leur gestion et leur rôle social, ainsi que sur les facteurs qui impactent toutes ces caractéristiques, les recherches scientifiques ont produit une masse inédite de connaissances.

Par le passé, les savoirs sur les bénéfices tirés par les agriculteurs de la présence de leurs haies étaient essentiellement le fruit d'observations empiriques, certes robustes, mais insuffisantes pour faire face à des situations nouvelles, comme l'irruption fulgurante des nouvelles pratiques agricoles d'après-guerre. Aujourd'hui, les connaissances scientifiques nous permettent d'avoir une bien meilleure compréhension des mécanismes biologiques, physiques, chimiques et sociotechniques qui interviennent dans le fonctionnement des haies, même s'il reste encore des zones d'ombre à explorer. La promotion des haies pour l'agriculture et les paysages est parfois présentée comme un retour à des pratiques ancestrales, avec ce que cela comporte de connotations parfois péjoratives, évoquant un retour en arrière, à l'opposé du progrès qui serait incarné par leur élimination. On peut au contraire affirmer que l'utilisation des haies dans un système agricole mobilise des connaissances scientifiques modernes, précises et solides. Tout comme l'agronomie rend l'agriculteur plus clairvoyant dans la gestion de ses ressources et de ses cultures, les connaissances sur les haies lui donnent une nouvelle capacité de pilotage de leurs multiples fonctionnalités. En cela, l'agroécologie, où les haies tiennent une place importante, est une agriculture résolument moderne, fondée sur l'état des connaissances les plus récentes.

Les haies constituent également un patrimoine qui nécessite des efforts de protection et un entretien respectueux de leurs caractéristiques. Pour faire une haie, il faut certes laisser aux arbres et aux arbustes le temps de se développer, mais également prendre en compte les autres composantes, comme les talus ou les murets de pierres. Ce sont tous ces éléments qui contribueront à fournir les services écosystémiques utiles. L'âge de la haie, celui des arbres qui la composent, mais aussi l'ancienneté de son implantation, sont maintenant reconnus comme étant un facteur important de leur fonctionnement.

Détruire une haie ancienne sera toujours une perte que les replantations, fussent-elles sur de plus grandes surfaces, ne pourront compenser que très lentement. Les efforts et les politiques en matière de replantation sont bien évidemment souhaitables, mais la préservation en bon état des haies existantes est tout aussi, si ce n'est plus, importante et urgente. Une cartographie des haies les plus anciennes serait probablement très utile pour prioriser ces efforts de conservation.

Les haies ne sont pas seulement des « objets » du paysage agricole, gérables et façonnables à volonté ; ce sont aussi des éléments symboliques autour desquels se déploient des interactions complexes entre différents acteurs de la société. Les tensions qui ont traversé le monde agricole au début de l'année 2024 se sont en partie cristallisées autour de la gestion des haies, vues comme étant sources de nombreuses difficultés pour les agriculteurs et devenues bouc émissaire d'un mal-être paysan profond. Les connaissances scientifiques donnent de nouveaux moyens pour mieux gérer les haies, mais les images, les stéréotypes, les préjugés, ou les stratégies de positionnement d'une partie du monde agricole peuvent aussi être de puissants freins. L'enjeu est de taille : quelles nuances apporter dans les clivages entre les farouches opposants aux haies et leurs tout aussi farouches partisans en réintroduisant de la nuance dans les appréciations et les analyses ? Pour cela, il faut valoriser les fonctions positives des haies dans les systèmes agricoles et les territoires, sans minimiser les contraintes et les problèmes pratiques qu'elles peuvent néanmoins poser. Les haies ne sont toutefois probablement que les révélatrices de tensions plus profondes et plus larges qui traversent le monde agricole, particulièrement dans les territoires d'élevage, et il serait sans doute illusoire d'espérer améliorer leur prise en compte sans une réflexion conjointe sur la situation des exploitations agricoles.

Dans les chapitres de ce livre très complet, chacun, à son niveau, pourra trouver des sources d'information et matière à réflexion sur les dimensions à la fois matérielles et sociales des haies en France. Les défis climatiques, de biodiversité, de souveraineté alimentaire ou de santé, donnent une acuité nouvelle à ces éléments. Les haies, en tant que composantes de systèmes agroforestiers, sont très largement reconnues comme étant des leviers efficaces et aux retombées multiples pour répondre à ces défis conjoints. L'état des connaissances proposé par ce livre tombe à propos pour renouveler et actualiser les perceptions relatives aux haies. Loin des avis péremptaires, il combine une présentation de la complexité des haies et des propositions d'actions concrètes adaptées aux contextes actuels.

Le temps est venu de redonner une nouvelle vigueur aux haies des paysages ruraux et de faire connaître leur pertinence et leur modernité pour nous aider à faire face aux enjeux d'aujourd'hui par des approches multifonctionnelles adaptées aux territoires.

Marc Deconchat
Directeur de recherche à INRAE

Préface

Les haies sont bien davantage que des éléments du paysage rural. Elles constituent des infrastructures écologiques essentielles, au carrefour des enjeux de biodiversité, d'agriculture, de climat, de qualité de l'eau et d'aménagement des territoires. Longtemps considérées sous le seul prisme de leur fonction productive ou foncière, elles apparaissent aujourd'hui comme des alliées incontournables de la transition écologique et de la résilience de nos territoires.

Depuis le grand colloque scientifique de 1976 consacré aux recherches sur les bocages¹, la science a beaucoup progressé autour de la haie. Ainsi, nous disposons, année après année, d'outils, de méthodes et de données qui ont gagné en précision pour cartographier les réseaux de haies, pour évaluer leurs rôles et les synergies sur les territoires, pour identifier les paysages qui comptent pour les humains, et plus largement pour la biodiversité.

Face au déclin préoccupant du linéaire de haies observé depuis plusieurs décennies, leur préservation, leur restauration et leur gestion durable sont devenues des priorités. Elles répondent pleinement aux ambitions nationales en faveur de la reconquête de la biodiversité, de l'adaptation au changement climatique et de la transition agro-écologique. Mais ces ambitions ne pourront être atteintes qu'en s'appuyant sur des connaissances scientifiques solides, partagées et accessibles.

C'est tout l'intérêt de cet ouvrage, qui propose une vision rigoureuse, pluridisciplinaire et opérationnelle de la haie. En croisant les approches de l'écologie, de l'agronomie, des sciences sociales, du droit et de la géomatique, il éclaire la diversité des fonctions assurées par les haies, les conditions de leur maintien, les leviers de leur restauration ainsi que les outils permettant d'en évaluer l'état et les bénéfices.

Les bocages et leurs prairies, puits de carbone permettant d'atténuer le changement climatique et formidables outils d'adaptation, constituent une garantie pour l'avenir. Conserver les réseaux denses de haies anciennes multifonctionnelles présente un intérêt microclimatique pour les cultures, les animaux d'élevage et la faune sauvage, limite les inondations grâce à leur enracinement profond, constitue un réservoir de biodiversité exceptionnel accueillant une diversité et une abondance d'auxiliaires de cultures. Il y a là un enjeu prioritaire de connaissance de ces haies anciennes sur notre territoire, à un moment où la réussite des nouvelles plantations devient de plus en plus aléatoire.

Diminuer les pressions qui s'exercent sur les haies, imaginer de nouveaux itinéraires techniques pour concilier l'agriculture et la biodiversité, mais aussi comprendre, évaluer et partager l'efficacité des actions conduites pour les préserver sont autant de défis à relever pour conserver et restaurer ce patrimoine vivant.

1. https://belinrae.inrae.fr/index.php?lvl=notice_display&id=110902

Cet ouvrage témoigne de la richesse des connaissances aujourd'hui disponibles, mais aussi des questions qui restent à explorer. Il rappelle surtout que la haie est un bien commun et un investissement pour l'avenir.

Bénédicte Augeard

Directrice recherche et appui scientifique à l'Office français de la biodiversité

Introduction

Audrey Alignier, Stéphanie Aviron

Le ministère de l'Agriculture, de la Souveraineté alimentaire et de la Forêt, a lancé en 2023 le Pacte en faveur de la haie. Ce Pacte ambitionne d'arrêter la destruction et la dégradation des haies et d'obtenir un gain net du linéaire de 50 000 km de haies d'ici 2030. En effet, sur les 23 500 km de haies perdus chaque année entre 2017 et 2021, le récent rapport du Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER) estime qu'environ 5 000 km ont été arrachés par des collectivités ou des agriculteurs et que 15 000 km ont dé péri faute d'entretien (de Menthère *et al.*, 2023). C'est donc près de 70 % du linéaire de haies qui ont disparu depuis la Seconde Guerre mondiale. Malgré des mesures prises en faveur de la préservation des haies (comme le premier plan de développement de l'agroforesterie mis en place en 2015), le linéaire de haies continue à reculer dans le pays, sous l'effet conjoint d'arrachages et de pratiques de gestion et d'aménagement du territoire qui entraînent leur dépérissement. L'intérêt des haies est pourtant multiple, notamment en matière de préservation de la biodiversité et d'adaptation aux effets du changement climatique, deux défis majeurs pour la planification écologique annoncée par le gouvernement.

Au sens commun, une haie est un alignement d'arbres, d'arbustes ou de branchages (haies sèches, par exemple) servant le plus souvent à délimiter un champ, une propriété ou un domaine. Selon la définition adoptée dans la loi d'orientation pour la souveraineté alimentaire et le renouvellement des générations en agriculture parue au journal officiel le 24 mars 2025, la haie est une « unité linéaire de végétation, autre que des cultures, d'une largeur maximale de vingt mètres et qui comprend au moins deux éléments parmi les trois suivants : des arbustes, des arbres ou d'autres ligneux ». Cette définition, bien qu'elle exclue de son champ d'application les allées et les alignements d'arbres, les haies en bordure de bâtiments ou qui constituent l'enceinte de jardins ou de parcs, englobe une diversité de formes, tant en matière de structure que de composition.

Les haies, en Europe de l'Ouest comme sur l'ensemble des territoires ruraux de France métropolitaine, sont très diverses. On les observe à des densités variables allant de quelques mètres à plus de 200 mètres linéaires par hectare (Preux, 2025). Dans certains territoires, la densité de haies est telle qu'elle devient identitaire, voire patrimoniale. On pense notamment aux régions historiquement bocagères telles que la Normandie, la Bretagne et les Pays de la Loire, dont les paysages sont caractéristiques du fait de la présence de réseaux denses de haies bordant les parcelles et d'une mosaïque complexe de prairies et cultures annuelles.

» Une évolution vers de multiples attentes sociétales

Les attentes sociétales vis-à-vis des haies n'ont cessé d'évoluer depuis leur apparition ancienne au sein des territoires ruraux. Si, au XIX^e siècle, leur implantation en bordures

de parcelles visait à permettre la séparation physique des activités d'élevage et de culture, c'est aussi à cette période que d'autres utilisations sont apparues, comme la production de bois de chauffage et de construction, de fourrage, ainsi que dans l'alimentation humaine. Avec le tournant productiviste de l'agriculture française dans les années 1960, les haies sont devenues une gêne pour les cultures et le symbole d'un archaïsme paysan avec lequel il fallait rompre pour entrer pleinement dans la modernité. Cette remise en question de la place des haies au sein des exploitations et des paysages agricoles a entraîné la disparition de près de deux tiers des linéaires de haies dans la deuxième partie du xx^e siècle, sous l'effet des programmes de remembrements et des initiatives individuelles d'arrachage (Preux, 2019). Ce n'est qu'à partir des années 1980 que les haies sont progressivement réinvesties par des agriculteurs et également par des acteurs extérieurs au milieu agricole, en réaction aux bouleversements paysagers et environnementaux résultant de leur disparition. Cette période voit le développement de nombreux travaux scientifiques en écologie des paysages, et plus largement en sciences de l'environnement, qui soulignent le rôle essentiel de la préservation des haies et des réseaux qu'elles constituent, à la fois pour la conservation de la biodiversité et pour des services écosystémiques clés comme la régulation des pollutions diffuses, du ruissellement ou encore de l'érosion des sols (Burel et Baudry, 1990; Mérot et Reyne, 1996). Le renforcement des politiques publiques encourageant la transition agroécologique de l'agriculture (plan Écophyto, plan d'action global pour l'agroécologie...) a fait émerger de nouvelles attentes vis-à-vis des haies, désormais considérées comme un véritable levier de transition vers une pluralité de services écosystémiques. Parallèlement, l'essor du concept de multifonctionnalité place les haies au cœur de débats faisant intervenir de multiples acteurs : agriculteurs, fédérations de chasse, associations environnementales, collectivités territoriales et populations locales. Avec la recomposition sociale des espaces périurbains et ruraux, les fonctions associées aux haies ne relèvent plus uniquement de la gestion agricole et concernent aussi un territoire de vie et un paysage pour ses habitants (amélioration de la qualité de l'eau, préservation de la biodiversité, valorisation du patrimoine paysager, etc.; Pinton-Lescure et Preux, 2024). La haie, bien que propriété privée, s'inscrit alors dans un commun qu'il s'agit de préserver, voire de restaurer et de développer, face aux enjeux globaux comme le dérèglement climatique, l'érosion de la biodiversité ou la durabilité de l'agriculture. Cependant, les haies peuvent-elles réellement être le support d'une telle multifonctionnalité ou cet espoir relève-t-il d'une utopie ? Bien que les acquis scientifiques soulignent les nombreuses plus-values du maintien des haies au sein des territoires (Montgomery *et al.*, 2020; Kratschmer *et al.*, 2024), les connaissances produites ciblent souvent une ou quelques fonctions, sans réelle prise en compte de l'ensemble des fonctionnalités qu'on leur attribue. Qui plus est, ces fonctionnalités sont souvent contextuelles : elles peuvent s'exprimer différemment selon les modalités de gestion ou l'environnement agricole et paysager. Identifier les conditions dans lesquelles s'exprime au mieux la capacité des haies à soutenir simultanément de multiples fonctions demeure donc un enjeu essentiel.

» Quels verrous et leviers au maintien, à la restauration et à la plantation des haies ?

Si la plupart des haies relèvent d'une gestion partagée entre acteurs du monde agricole et non agricole, les agriculteurs n'en demeurent pas moins des acteurs clés de leur maintien et de leur gestion. La perte de l'intérêt économique des haies pour les

agriculteurs, la charge de travail très importante que leur entretien représente ou encore les remaniements des parcellaires agricoles et l'agrandissement des exploitations sont autant de raisons qui peuvent expliquer le fait que les haies et les paysages avec haies continuent de se dégrader (Magnin, 2024). Malgré cela, des agriculteurs s'impliquent, individuellement ou collectivement, pour redonner leur place aux haies et à leurs fonctionnalités au sein des exploitations : adoption de pratiques de gestion durable, projets de plantation de plus en plus ancrés dans une démarche d'agroforesterie (où la haie est délibérément intégrée et gérée dans l'optique que l'agriculteur puisse bénéficier d'un ou de plusieurs services). Comment favoriser le déploiement de pratiques favorables aux haies au sein des exploitations agricoles ? Comprendre les motivations des agriculteurs à réintégrer les haies et leur multifonctionnalité dans le fonctionnement des exploitations reste un enjeu important pour identifier des leviers susceptibles de faciliter un changement de pratiques. Au-delà des motivations individuelles, quelles mesures incitatives et quels outils réglementaires peuvent contribuer à soutenir la protection, la restauration ou la (re)plantation des haies ? Jusqu'à présent, la législation peu contraignante et insuffisamment incitative, ainsi que le foisonnement d'outils juridiques touchant directement ou indirectement la haie, ont été considérés comme contre-productifs (Pinton-Lescure et Preux, 2024). La question qui se pose est donc de savoir si les changements récents annonçant la « simplification » de ce cadre réglementaire et la nouvelle visibilité qui y est donnée aux haies peuvent bénéficier à leur protection effective au sein des espaces agricoles.

► Caractériser l'état des haies et leurs potentialités

Pouvoir qualifier et suivre l'état des haies, à différentes échelles d'espace et de temps, est un préalable nécessaire à toute forme d'action, que ce soit leur maintien, leur restauration ou leur plantation. Ainsi, divers descripteurs, indicateurs et outils sont développés pour qualifier l'état des haies et des paysages avec haies. Avec l'essor des données et des outils de télédétection, de nouvelles perspectives s'ouvrent quant à la description des haies, dans l'espace et le temps. D'une part, la caractérisation des haies a évolué, passant d'un simple tracé longiligne sur une carte à une description plus fine de leur structure, voire de leur composition. D'autre part, et de façon concomitante, cette caractérisation repose désormais sur l'utilisation de multiples sources de données alliant différentes résolutions spectrales, spatiales et temporelles, et permet d'explorer de nouveaux enjeux, comme la caractérisation des fonctionnalités associées aux haies.

Bien que les descripteurs associés aux haies se multiplient, leurs objectifs et leurs domaines d'application ne sont pas toujours explicites. Identifier des indicateurs et des outils permettant de qualifier l'état des haies et leur évolution, mais aussi de rendre compte de leurs fonctions, qui soient simples, reproductibles et valides scientifiquement, est donc un enjeu fort, tant d'un point de vue scientifique que d'un point de vue technique (notamment dans une perspective de gestion adaptative face aux changements globaux ou d'appui aux politiques publiques). La tâche est d'autant plus ardue que les critères de caractérisation des haies menant à l'état recherché sont parfois corrélés entre eux, favorisent certaines fonctionnalités au détriment d'autres ou ne sont valables que dans un contexte (pédoclimatique, de production, etc.) donné. Au-delà de leur développement, il s'agit donc de comprendre dans quels cadres ces indicateurs et outils de caractérisation peuvent être mobilisés, voire combinés.

► Présentation des objectifs

L'objectif de cet ouvrage est de réunir les connaissances actuelles sur les haies des paysages agricoles d'Europe de l'Ouest, avec une attention particulière portée à celles des régions historiquement bocagères en France. Il ambitionne d'adopter une vision plurielle de la haie, en croisant les regards et le vocabulaire de diverses disciplines et ce, afin de montrer la diversité mais aussi la complexité des haies, leurs multiples facettes tant écologiques, agronomiques que techniques, sociales et humaines. Une attention particulière est portée aux problématiques actuelles émanant de celles et ceux qui travaillent au quotidien et sur le terrain pour les haies. L'ouvrage se compose de trois grandes parties.

La première partie de l'ouvrage traite de la diversité des haies et de leur rôle pour la biodiversité et l'environnement. Éléments semi-naturels présents dans nombre de nos paysages ruraux, les haies ont la particularité d'être diverses et variées. Elles diffèrent dans leur structure et physionomie, leur composition, en lien avec leurs modes d'insertion dans l'espace agricole (mais aussi urbain), leurs modes de gestion dans le temps et dans l'espace. Leur rôle varie en fonction des échelles spatiales considérées : elles fournissent habitat et ressources à de nombreux organismes et contribuent à des processus clés, comme le déplacement de certaines espèces à l'échelle des paysages. Par ailleurs, les haies contribuent au soutien de multiples services : fourniture de produits tels que bois de chauffage, petits fruits ou fourrage pour le bétail ; régulation biologique des bioagresseurs des cultures et pollinisation ; régulation des effets du climat par effet brise-vent, ombrage, évapotranspiration et stockage du carbone ; amélioration de la structure, capacité de rétention en eau et fertilité des sols. Bien que les haies soient un support potentiel de multifonctionnalité, des antagonismes peuvent exister entre les différents services fournis à l'agriculture et plus largement à la société. Se pose alors la question des compromis ou des arbitrages à mener, une question complexe lorsqu'il s'agit de tenir compte des attentes des divers acteurs des territoires.

La seconde partie de l'ouvrage porte sur la gestion des haies en faveur de la biodiversité et de la multifonctionnalité des paysages. Différentes pratiques de gestion ont été ou sont encore mises en œuvre par les agriculteurs, en fonction de leurs attentes, de leurs objectifs de production et de leurs modèles techniques. Retracer l'histoire et l'évolution de ces pratiques, en lien avec les politiques publiques successives, apporte un regard éclairant sur les facteurs expliquant la présence des haies dans les exploitations et les territoires ruraux. Retracer l'histoire des pratiques permet également d'identifier les leviers et verrous sociotechniques à la mise en œuvre et/ou l'essaimage de systèmes innovants contribuant à la multifonctionnalité des paysages. Il convient également d'interroger la place des haies dans la transition agroécologique des exploitations et le rôle des réseaux d'acteurs et des dispositifs d'actions collectives pour leur intégration dans ces transitions. Enfin, une attention particulière est portée à la place des haies dans l'action publique et les réglementations, et aux défis juridiques que pose leur gestion.

La troisième partie de l'ouvrage est davantage méthodologique. Elle porte sur les outils et méthodes de caractérisation des haies, des réseaux de haies et de leurs fonctions, à différentes échelles d'espace et de temps. Un panel de méthodes et d'outils permettant la description de l'état écologique des haies est présenté. S'ensuit une présentation des avancées observées et des défis encore à relever dans le développement de méthodes pour la cartographie et la caractérisation des haies et de leur évolution. Un dernier

volet aborde la modélisation spatialisée des fonctions et services rendus par les haies. Les outils présentés sont à des stades d'avancée très variables selon les fonctions modélisées et les échelles considérées, la modélisation des fonctions soutenues par les haies restant un front de recherche en soi.

Une sélection de références bibliographiques conclut chaque chapitre. La totalité des références citées est accessible au moyen d'un QR code présent à la fin de cette sélection.

Enfin, un glossaire précise certains termes spécifiques en fin d'ouvrage.

► Références bibliographiques choisies

Burel F., Baudry J., 1990. Hedgerow network patterns and processes in France. In : *Changing Landscapes: An Ecological Perspective* (Zonneveld I.S., Forman R.T.T., eds), New York, NY, Springer, p. 99-120.

de Menthère C., Piveteau V., Falcone P., Ory X., 2023. La haie, levier de la planification écologique. Rapport du CGAAER n° 22114, ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 116 p.

Kratschmer S., Hauer J., Zaller J.G., Dürr A., Weninger T., 2024. Hedgerow structural diversity is key to promoting biodiversity and ecosystem services: A systematic review of Central European studies. *Basic and Applied Ecology*, 78, 28-38.

Magnin L., 2024. Les haies ont été plantées pour des raisons économiques, avant d'être détruites pour de nouvelles raisons économiques. *The Conversation*. <https://theconversation.com/les-haies-ont-ete-plantees-pour-des-raisons-economiques-avant-detre-detruites-pour-de-nouvelles-raisons-economiques-238280>

Mérot P., Reyne S., 1996. Rôle hydrologique et géochimique des structures linéaires boisées. *Études et Recherches sur les systèmes agraires et le développement*, 83-100.

Montgomery I., Caruso T., Reid N., 2020. Hedgerows as ecosystems: service delivery, management, and restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 81-102.

Pinton-Lescure F., Preux T., 2024. Pourquoi les haies divisent-elles ? *The Conversation*. <https://theconversation.com/pourquoi-les-haies-divisent-elles-228698>

Preux T., 2019. De l'agrandissement des exploitations agricoles à la transformation des paysages de bocage : analyse comparative des recompositions foncières et paysagères en Normandie. Thèse de doctorat, université de Normandie.

Preux T., 2025. Carte de la densité de haies en France métropolitaine en 2022. Université de Poitiers. hal-05176155v1

Partie 1

La biodiversité et les multiples services soutenus par les haies dans les paysages agricoles

Chapitre 1

Les haies, des espaces de biodiversité

Pierre-Antoine Précigout, Audrey Alignier, Émilie Andrieu, Stéphanie Aviron, Alexandre Boissinot, Guillaume Decocq, Jonathan Lenoir, Olivier Lourdais, Florence Matutini, Benoît Ricci, Justine Rivers-Moore, Corinne Robert

Éléments semi-naturels présents dans de nombreux paysages ruraux, les haies se caractérisent par une grande diversité de formes et de compositions. Elles abritent une part importante de la biodiversité en fournissant habitats et ressources alimentaires à de nombreuses espèces animales et végétales.

Dans ce chapitre, nous illustrons tout d'abord la grande diversité des haies et présentons diverses typologies utilisées pour les décrire. Nous abordons ensuite la façon dont leur hétérogénéité de structure contribue au soutien de la biodiversité. En effet, les haies offrent des conditions microclimatiques particulières et des particularités morphologiques qui favorisent une grande diversité de niches écologiques. Par ailleurs, les ressources alimentaires, les sites de reproduction et les refuges fournis par les haies favorisent de nombreuses espèces, qu'elles soient inféodées aux haies ou issues des milieux adjacents. Enfin, nous évoquons le rôle crucial des haies dans le déplacement des espèces ou dans la fourniture de ressources complémentaires à celles des autres éléments du paysage (cultures, prairies, boisements, etc.).

► Les haies, des structures végétales linéaires pluristrates

Définir une haie

Il n'est pas facile de définir ce qu'est une haie, tant il en existe de formes variées (figure 1.1) et tant elles évoquent des représentations différentes selon les paysages dans lesquels on a grandi ou vécu. Les haies peuvent se trouver aussi bien en ville (dans les parcs urbains, les jardins privés) qu'à la campagne. Elles peuvent être :

- composées majoritairement d'arbustes et d'arbrisseaux, comme les haies relictuelles mêlant ronces, genêts et ajoncs en Ile-et-Vilaine et les cépées de noisetiers en Normandie et en Creuse, ou d'arbres, tels les haies de hêtres et de frênes du Cantal et les charmes têtards de Thiérache, les clos-masures de hêtres du pays de Caux ou les haies conduites en taillis de châtaignier en Aveyron ;
- hautes comme les haies brise-vent de peupliers noirs de Provence, ou basses comme les haies arbustives taillées au carré, présentes dans le Pays basque, l'Avesnois ou encore le Bourbonnais ;



- riches en espèces végétales, comme les haies vives du Perche, ou quasi monospécifiques, comme les buisseries des Causses ou les haies de tamaris de Charente-Maritime;
- implantées sur des talus comme en Bretagne, ou sur des bancs de cailloux évacués des cultures comme les murgers du Gâtinais.

La localisation des haies et l'occupation du sol de part et d'autre du linéaire déterminent aussi leur structure. Les chemins et les cours d'eau sont le plus souvent bordés de haies hautes et denses. À l'inverse, le long des routes, on trouve des haies plutôt basses, souvent entretenues fréquemment. Les haies entre deux parcelles cultivées sont généralement plus étroites que celles entre deux prairies permanentes. Lorsque la présence d'une haie est ressentie comme une gêne pour les activités agricoles, l'entretien est plus fréquent et les haies sont alors plus étroites, moins hautes et plus clairsemées. Difficile dès lors de trouver une définition qui puisse inclure cette diversité de formes, de structures, de compositions et de modes de gestion (encadré 1.1).

La description écologique d'une haie passe généralement par la reconnaissance des différentes strates (ou étages) de végétation qui la composent (figure 1.2). La strate la plus haute, constituée d'arbres (atteignant théoriquement plus de 7 m de haut au stade adulte), est appelée « strate arborée ». La strate de hauteur intermédiaire, principalement constituée d'arbustes, jeunes arbres et arbrisseaux, est la « strate arbustive ». Certains distinguent la strate arbustive de la strate buissonnante (voir chapitre 6), décrite comme plus basse (en général inférieure à 2 m, contre 2 à 7 m de hauteur en moyenne pour la strate arbustive). La strate herbacée, constituée de graminées et de plantes à fleurs, est aussi appelée « ourlet ». Les plantes constituant la strate herbacée étant généralement très différentes aux abords et à l'intérieur de la haie, on parlera respectivement d'ourlet externe et d'ourlet interne. Comme évoqué dans les exemples ci-dessus, une haie n'est pas nécessairement constituée de ces trois, voire quatre strates de végétation. Les haies menées en futaie régulière sont formées d'une strate arborescente dominante et d'un sous-étage arbustif et/ou herbacé. Les haies arbustives en bord de champ sont généralement formées d'une strate arbustive haute ou basse avec une strate herbacée réduite. Les haies basses ponctuées d'arbres, en revanche, présentent bien les trois strates de végétation.

Les haies sont parfois qualifiées de « forêts linéaires ». Cette linéarité fait que les conditions écologiques régnant au cœur de la haie sont différentes de celles d'un sous-bois ou d'une lisière forestière, cette dernière étant considérée comme un écotone ou un

Figure 1.1. Planche photographique illustrant différents types de haies en matière de structure, de forme et de gestion.

A. Haies à encoches permettant le passage des engins agricoles et des troupeaux, avant-cause de Saint-Affrique (Aveyron). © Pierre-Antoine Précigout. B. Haie majoritairement constituée d'arbres, issue d'une relique de boisement, Mespuits (Essonne). © Pierre-Antoine Précigout. C. Murger (haie typique du Gâtinais) constitué d'arbustes et de petits arbres poussant sur un tas de pierres calcaires retirées des parcelles agricoles environnantes, Guilleryval (Essonne). © Pierre-Antoine Précigout. D. Haie se développant sur un talus de part et d'autre d'un chemin creux et formant un tunnel végétal, Yermenonville (Eure-et-Loir). © Pierre-Antoine Précigout. E. Haie avec chênes taillés en trogne dans le bocage du pays mellois (Deux-Sèvres). © Michel Botineau. F. Traces de plessage ancien sur des hêtres appartenant jadis à une haie du bocage de Thiérache, Thilay (Ardennes). © Pierre-Antoine Précigout. G. Chênes taillés en émonde (localement appelés « ragosses ») plantés sur talus à Pleine-Fougères (Ille-et-Vilaine). © Audrey Alignier. H. Vieux chêne anciennement taillé en trogne, présentant de nombreux dendromicrohabitats, au sein d'une haie pluristrate dans le bocage de la réserve des Antonins (Deux-Sèvres). © Alexandre Boissinot.

Encadré 1.1. Les haies, des éléments semi-naturels intrinsèquement liés aux usages de l'homme

Guillaume Decocq, Jonathan Lenoir, Florence Matutini

Paradoxalement, les haies sont souvent perçues comme des habitats « naturels », bien qu'elles soient majoritairement issues de plantations. Longtemps cantonnée autour de fermes, de villages, de bords de routes et de chemins, la haie s'est surtout étendue à partir du XVIII^e siècle (Bourrigaud, 2007; Gebhardt *et al.*, 2007). Le droit d'enclosure accordé avant la Révolution, puis la fin de la vaine pâture dans la première moitié du XIX^e siècle, ont modifié l'espace rural et favorisé l'émergence du bocage (Closset-Kopp *et al.*, 2017; Sachet, 2024; Watteaux, 2023; voir chapitre 3). Les haies les plus anciennes correspondent pour certaines à des fronts de défrichement : il s'agit de lisières boisées qui ont pu être conservées par les paysans pour matérialiser les limites de leurs terres. Ces haies anciennes sont souvent assez larges et irrégulières et hébergent une importante biodiversité. Néanmoins, la grande majorité des haies ont été plantées ultérieurement, avec l'affirmation de la propriété privée et le développement de la polyculture-élevage, entre la fin du XVIII^e et le début du XX^e siècle selon les régions (Sachet, 2024). Les fonctions principales des haies étaient alors de protéger les parcelles cultivées de la divagation (organisée) du bétail (Pichot *et al.*, 2007), d'assurer la délimitation des exploitations agricoles (Blanco *et al.*, 2020; Deconchat *et al.*, 2020) et, par la suite, la fourniture de bois de chauffage, de bois d'œuvre (pour les charpentiers, par exemple) et plus ponctuellement, selon les régions, la fourniture de litière et de fourrage pour le bétail ou de fruits comestibles pour l'homme. Pour assurer la production régulière de fagots de bois pour le chauffage, les arbres étaient (et sont encore) émondés régulièrement. Selon les régions, on parle d'arbres d'émonde, de ragosses, d'arbres têtards ou encore de trognes (figure 1.1G et 1.1E) : ce sont le plus souvent des arbres à tronc court et trapu, devenant creux en vieillissant et au sommet arrondi, d'où se dressent un très grand nombre de branches de faible diamètre (Mansion, 2019; encadré 1.2). Ainsi, les espèces d'arbres sont choisies en fonction de leur capacité à rejeter, et donc à fournir du bois (comme le charme), du fourrage (par exemple les feuilles et jeunes rameaux de frêne, d'orme ou encore de chêne) ou des fruits (pommes, poires et châtaignes...), tandis que les espèces d'arbustes sont choisies pour éloigner le bétail et sont donc majoritairement épineuses (aubépines, ajoncs, prunellier, houx...). Cette vocation de clôture naturelle explique aussi les traces de plessage (figure 1.1F), qui consiste en un pliage et un tressage par l'homme de certaines branches basses d'arbres et d'arbustes contigus pour en accroître artificiellement l'enchevêtrement. La composition et la forme des haies sont donc le résultat d'une interaction complexe entre dynamiques naturelles et interventions humaines.

écocline marquant une transition entre deux types d'habitat (un habitat ouvert et un habitat forestier). La haie est, en revanche, considérée comme un habitat à part entière, au sein d'un milieu ouvert, pouvant former une mosaïque de microhabitats (voir section « Les haies, des éléments riches en (micro)habitats » du présent chapitre).

Nous proposons ici de définir une haie comme une structure végétale linéaire, pérenne au sol, plantée et/ou gérée par l'homme, composée *a minima* d'arbustes ou d'arbres et d'une strate herbacée (Dover, 2019). Nous excluons de cette définition les ripisylves (plus proches que les haies des milieux forestiers), les rideaux de culture (qui ne comportent pas forcément des ligneux) ou les alignements d'arbres le long des routes ou des allées de châteaux (constitués uniquement d'une strate arborée).

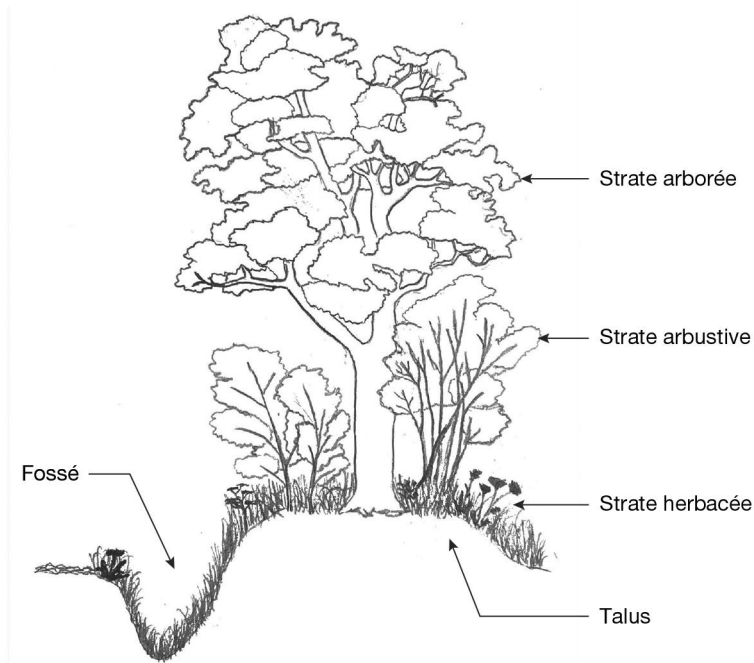


Figure 1.2. Les trois strates de végétation d'une haie : la strate herbacée (ou pied de haie herbacé), la strate arbustive — que l'on distingue parfois de la strate buissonnante — et la strate arborée. Les haies peuvent aussi comprendre d'autres éléments tels que talus, fossés, murs de pierres sèches, etc. qui participent à leur hétérogénéité.

Les typologies de haies

Les haies sont diverses et leur description est complexe, ce qui se traduit par une diversité d'approches proposées pour leur classification. Pour preuve s'il en fallait, la place qu'occupent les haies dans les typologies d'habitats. Alors que les haies sont reconnues comme un type d'habitat naturel à part entière dans la classification EUNIS² (*European Nature Information System*) sous le code FA, la typologie CORINE Biotopes distingue quant à elle les franges de bords boisés ombragés (37.72), les fourrés (31.8), les bordures de haies (84.2) et les bocages (84.4). En Europe de l'Ouest, plusieurs typologies ont été proposées pour essayer d'appréhender la diversité de composition et de structure des haies.

Des typologies basées sur la structure

En France, le réseau Agrifaune (qui réunit les chambres d'agriculture de France, la Fédération nationale des chasseurs, la Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles et l'Office français de la biodiversité) a proposé une typologie des bordures de champs en 2024³, certains types de bordures permettant de distinguer les haies

2. Classification des habitats naturels, semi-naturels et anthropiques des secteurs terrestres et marins d'Europe, utilisable sur tout le territoire de France métropolitaine.

3. <https://www.agrifaune.fr/detail-kiosque/la-typologie-agrifaune-des-bords-de-champs-fait-peau-neuve>

selon leur structure (en fonction du développement relatif des strates herbacées, arbustives et arborescentes) et la présence d'éléments connexes (talus, fossés, murets, mares, etc.) importants pour le fonctionnement écologique et la biodiversité. Cette approche descriptive, facile d'appropriation (car ne nécessitant pas d'importantes connaissances en botanique) et d'utilisation (des classes peu nombreuses et facilement dissociables) permet d'établir des liens entre pratiques de gestion, biodiversité et organisation du paysage.

L'Afac-Agroforesteries, devenue Réseau Haies France en 2025, a produit un référentiel national sur la typologie des haies⁴, sous-titré « modalités pour une gestion durable ». Ce référentiel est basé sur la structure des haies et tient compte de leurs modalités de gestion (voir chapitre 6). Il distingue des classes fondées sur la conduite des éléments structurants de la haie (taillis simple, taillis mixte, futaie régulière...). Il est aussi territorialement ancré car il distingue au sein de ces classes des variantes, plus ou moins régionales, de composition ou de conduite d'éléments spécifiques (comme les cépées d'arbustes, les cépées d'arbres ou le taillis fureté de hêtre dans la classe « taillis simple »). Ce référentiel, tenant explicitement compte de la gestion, s'apparente aux approches de *landscape stewardship* (voir aussi la section « L'adoption de modèles techniques de haies vues comme composantes d'une agroforesterie » du chapitre 4) qui mettent en avant les aspects historiques et culturels des éléments paysagers, ainsi que leurs particularités régionales (Bieling et Plieninger, 2017).

Des typologies basées sur la composition végétale

Au Royaume-Uni, French et Cummins (2001) ont établi une classification des haies en 11 types basée sur leur composition végétale. Cette classification reflète l'influence des facteurs écologiques, historiques et de gestion et montre, par exemple, que la végétation de la strate herbacée n'est pas façonnée par les mêmes facteurs que celle de la strate arborée. Cette classification, associée à un score de richesse/diversité végétale, pourrait permettre d'estimer l'état écologique des haies et de les hiérarchiser en fonction de leur valeur patrimoniale (la diversité végétale étant considérée dans cette étude comme un bon indicateur de la biodiversité des haies).

Au-delà de la seule identité des espèces présentes, d'autres classifications s'appuient sur une approche dite « fonctionnelle ». Toujours au Royaume-Uni, Critchley *et al.* (2013) ont utilisé les traits fonctionnels (c'est-à-dire les caractéristiques morphologiques, physiologiques ou phénologiques d'un organisme, qui traduisent son mode de vie) des espèces végétales présentes pour catégoriser les haies en 6 classes, déclinées elles-mêmes en 13 types. Les classes reflètent l'impact du paysage sur les haies, dont la végétation est conditionnée par le type d'usage des parcelles adjacentes (prairies, cultures, vergers). C'est ensuite une combinaison de facteurs physico-chimiques (pH et azote du sol), biologiques (structure des strates de végétation et accès à la lumière) et de facteurs relatifs aux pratiques agricoles (nature et intensité des perturbations) qui distinguent les types de haies. Des approches similaires ont été adoptées en Belgique par Deckers *et al.* (2004a, 2004b). Ces classifications fondées sur une caractérisation fonctionnelle de la végétation mettent en avant les réponses de la

4. https://reseauhaies.fr/wp-content/uploads/2020/04/re%CC%81fe%CC%81rentiel-national-typologie-de-haies-Afac-Agroforesteries__light.pdf

végétation des haies à leur contexte paysager mais aussi aux pratiques des agriculteurs, en matière d'implantation et de gestion, et constituent ainsi des outils de premier plan pour réfléchir à la conduite ou à la restauration des haies.

Si ces différentes typologies forment un ensemble composite qui reflète la diversité des haies, elles n'utilisent pas les mêmes critères et ne prennent pas en compte les mêmes processus. Aucune n'intègre véritablement les aspects liés aux dynamiques de succession écologique, ni l'historique des objectifs de mise en place et de gestion. Il n'existe pas à l'heure actuelle de typologie des haies intégrant à la fois leur diversité de structure, de composition, de gestion, ni le panel de services écosystémiques qu'elles sont susceptibles de rendre (voir chapitre 2).

» La biodiversité des haies

Structures paysagères gérées par l'homme mais dotées d'une dynamique écologique propre, les haies sont considérées comme des éléments semi-naturels, c'est-à-dire comme le résultat d'une interaction entre des processus naturels et des pratiques de gestion. Par leur diversité de formes et de compositions, elles abritent une grande diversité de communautés végétales et animales, ce qui en fait de remarquables réservoirs de biodiversité. Dans cette partie, nous explorons les particularités de la biodiversité des haies. Les mécanismes responsables de la mise en place et de la structuration de cette biodiversité seront détaillés dans les sections « Les haies offrent une diversité de niches écologiques » et « Les ressources alimentaires fournies par les haies ».

Entre dynamiques écologiques et interventions humaines : le développement de la biodiversité dans les haies

La mise en place de la biodiversité des haies s'inscrit sur des temps pluriséculaires, ce qui explique que la plantation d'une nouvelle haie puisse mettre plusieurs siècles avant de compenser la perte de biodiversité induite par l'arrachage d'une haie ancienne. Les haies issues de défrichements forestiers ont connu une succession écologique dite « régressive » dans le sens où l'habitat forestier initial, souvent ancien, a été dégradé par un « effet lisière », amenant davantage de lumière, une minéralisation plus rapide des litières de ce fait moins épaisses, des températures plus élevées, une eutrophisation par apport de nutriments, etc. Les espèces végétales typiquement forestières (espèces « spécialistes ») y ont régressé, au profit d'espèces de semi-ombre (espèces de lisière), voire de milieux ouverts (espèces prairiales ou de pelouses relativement tolérantes à l'ombre).

Les haies plantées en milieu ouvert, au contraire, connaissent une succession progressive : elles accumulent des espèces au cours du temps, selon une relation linéaire asymptotique (atteignant un plateau) connue en écologie sous le terme de « relation temps-espèces » (Closset-Kopp *et al.*, 2016; Lenoir *et al.*, 2021). Insistons sur le fait que ce n'est pas l'âge des ligneux qui la composent qui fait l'ancienneté d'une haie, mais bien la durée depuis son implantation et sa continuité dans le temps. En effet, un espace donné peut être occupé par une haie depuis bien plus longtemps que ne le laisse penser l'âge des ligneux à un instant donné, lorsqu'ils sont régulièrement coupés et renouvelés pour l'exploitation de bois.

Concernant la végétation, ce sont d'abord des plantes dont les graines sont dispersées par les animaux qui colonisent une haie nouvellement implantée. Cette dispersion des graines se fait par transport dans le pelage des mammifères (c'est par exemple ainsi

que «voyagent» les graines de gaillet gratteron, *Galium aparine*), et lorsqu'elles sont ingérées, transportées puis relarguées dans les déjections des animaux, en particulier des oiseaux (graines de sureaux...), ou simplement perdues lors du transport (noyer, chêne). Lorsque la haie gagne en volume, elle intercepte de plus en plus efficacement les éléments transportés par le vent, dont des fruits et des graines ailés. Ainsi, les plantes dispersées par le vent viennent enrichir le cortège floristique (clématite, saules, érables, ormes...). Au contraire, les espèces dont les graines se dispersent sous l'effet de la gravité, comme l'anémone des bois (*Anemone nemoralis*) ou sont transportées par les fourmis (par exemple la jacinthe des bois, *Hyacinthoides non-scripta*) ne s'implantent qu'au bout de très nombreuses années, à condition qu'il existe des populations sources de graines à proximité, et d'autant plus facilement si la haie est connectée à un fragment forestier ancien (Lenoir *et al.*, 2021). Animaux et champignons suivent et accompagnent ces changements de la végétation. Les jeunes haies sont colonisées par des espèces pionnières, souvent généralistes. À titre d'exemple, on pourrait citer le lièvre commun (*Lepus europaeus*), le moineau domestique (*Passer domesticus*) ou le tarier pâtre (*Saxicola rubicola*), ainsi que les communautés de lichens pionniers à *Xanthoria parietina* et *Physcia adscendens*. Avec la densification de la haie et le développement du fourré (strate buissonnante/arbustive) arrivent des espèces post-pionnières, par exemple liées aux ronces ou au développement des végétaux à épines (les pies-grièches notamment) ou de microhabitats plus frais. Parmi ces espèces post-pionnières, mentionnons les reptiles comme l'orvet fragile (*Anguis fragilis*) ou le lézard des souches (*Lacerta agilis*), des champignons comme le morillon (*Morchella semilibera*), des mycorhiziens liés aux Rosacées (aubépines, églantiers) comme *Entoloma aprile* ou *E. clypeatum*, ou le développement de grandes espèces de lichens comme *Evernia prunastri* et *Ramalina fraxinea*. Enfin, avec le développement et le vieillissement du manteau (strate arborée) apparaissent des espèces de fin de succession. Parmi ces dernières, on retrouve tous les cortèges liés au bois mort (insectes saproxyliques, champignons décomposeurs), des espèces à affinité forestière comme le troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*) ou de grands carabes ayant besoin d'une litière abondante (*Abax parallelepipedus* par exemple), et des espèces de milieux stables comme le muscardin (*Muscardinus avellanarius*), le hibou moyen-duc (*Asio otus*) ou encore la morille jaune (*Morchella esculenta*).

Si ces différents processus permettent d'expliquer le développement de la biodiversité dans les haies en milieu agricole, celle qui est présente dans d'autres formes de haies, telles les haies pavillonnaires périurbaines, résulte d'autres facteurs, comme les choix des essences plantées (espèces exotiques principalement) ou les contraintes réglementaires liées aux strates et les hauteurs de végétation imposées (encadré 1.2).

Le rôle de l'âge, des modalités d'implantation et de gestion de la haie

Il a été montré que la richesse en espèces végétales forestières dans une haie est d'autant plus importante que l'ancienneté d'une haie (sa continuité historique) et sa longueur sont élevées (Lenoir *et al.*, 2021). La hauteur (du fait de l'hétérogénéité structurale) et la largeur (en raison de l'étendue des gradients microclimatiques) ont également un effet positif sur la richesse en espèces spécialistes de l'habitat forestier. Les haies plantées sont souvent plus étroites que les haies issues de défrichement, elles-mêmes plus étroites que les rideaux de culture boisés (auxquels elles peuvent être associées), offrant de ce fait une plus faible surface d'habitat ombragé disponible pour les espèces spécialistes de l'habitat forestier.

Encadré 1.2. La biodiversité des haies périurbaines dans le bocage pavillonnaire

Pauline Frileux

Les jardins privés composent une part non négligeable des espaces semi-naturels d'une métropole (un quart de sa superficie environ), mais leur valeur écologique est encore peu explorée (Braschler *et al.*, 2020). En Grande-Bretagne, les recherches menées dans les jardins de Sheffield⁽¹⁾ ont montré une forte corrélation entre la biodiversité des invertébrés et la surface occupée par la canopée. Nous présentons ici la composition floristique des haies périurbaines et leurs peuplements d'insectes carabiques (*Carabidae*) à partir de l'analyse des bocages pavillonnaires de Rennes Métropole et de la ville nouvelle de Marne-la-Vallée (Bussy-Saint-Georges) (Frileux, 2008).

Des haies dominées par des plantes exotiques et horticoles

Contrairement aux idées reçues, le bocage pavillonnaire est caractérisé par une très grande richesse floristique, avec 173 taxons d'arbres et d'arbustes plantés dans les haies périurbaines. Soulignons toutefois la rareté de la plupart des espèces : près de 65 % ont été relevées moins de dix fois, et 13 % une fois seulement (dans les jardins de Sheffield, 79 % des espèces exotiques n'ont été observées qu'une seule fois d'après Smith *et al.*, 2006b). Au final, quelques espèces très abondantes dominent ce paysage : les deux plantes phares du « mur vert », le thuya (*Thuja plicata*) et le laurier-cerise (*Prunus laurocerasus*), et celles de la haie dite « variée »⁽²⁾ ou « fleurie », en particulier le photinia (*Photinia × fraseri*) et le chalef d'Ebbing (*Elaeagnus × submacrophylla*). Notons également la faible occurrence des espèces végétales indigènes : moins de 10 % appartiennent à la flore locale. Ce sont principalement le charme (*Carpinus betulus*), l'if (*Taxus baccata*) et la viorne-tin (*Viburnum tinus*) plantés en haies monospécifiques. Les chercheurs anglais ont fait le même constat : 70 % des plantes vasculaires sont d'origine exotique et la proportion est plus élevée encore parmi les arbustes (Smith *et al.*, 2006b). En effet, avec leur feuillage caduc, les arbustes champêtres tels l'aubépine, l'orme, le noisetier, ou encore le sureau noir ne répondent pas aux attentes des habitants qui désirent « être tranquilles » et « voir du vert » toute l'année (Frileux, 2013).

La haie du bocage pavillonnaire forme ainsi des communautés artificielles d'une grande diversité floristique, où dominent les taxons exotiques. Régulièrement entretenue et agencée selon un nombre de strates réduit pour satisfaire au Code civil⁽³⁾, cette structure paysagère très architecturée est simplifiée par rapport à celle du bocage agricole mais elle n'en constitue pas moins un habitat écologique singulier (Gosling *et al.*, 2016).

Des communautés d'insectes déséquilibrées

Nous avons étudié les Coléoptères *Carabidae* comme indicateur de biodiversité : 47 espèces ont été relevées. La richesse spécifique est globalement faible, avec une médiane de 3 à 4 espèces par haie. La structure des peuplements de carabes diffère moins entre les haies pavillonnaires des deux bassins étudiés (Paris et Rennes) qu'entre ces mêmes haies et les milieux agricoles et forestiers qui les entourent. Ces peuplements sont caractérisés par un fort déséquilibre, avec 3 espèces dominantes : *Bembidion obtusum*, *Nebria salina* et *N. brevicollis*. Ce dernier est de loin le carabe le plus répandu dans les milieux urbains (Niemelä *et al.*, 2002). C'est une espèce généraliste, capable de s'adapter à des environnements variés.

Encadré 1.2. (suite)

Le contexte paysager joue un rôle majeur dans la structuration des peuplements de *Carabidae*, en particulier la situation au regard du front d'urbanisation, qui explique près de la moitié de la variabilité : dans les jardins plantés depuis moins de dix ans (situés en périphérie des territoires urbanisés), les peuplements de carabes sont plus riches (plus grand nombre d'espèces et meilleure répartition) et présentent davantage de petites espèces, plus aptes à la dispersion. Contrairement à ce qui est observé en milieu agricole, l'ancienneté des haies pavillonnaires ne va donc pas de pair avec un accroissement de la biodiversité. La diversité des espèces végétales plantées participe également à cette structuration, mais dans une moindre mesure (12 %) : les jardins bordés de haies variées renferment ainsi davantage de petits carabes, pour la plupart hygrophiles. À l'inverse, les murs verts de thuyas et de lauriers-cerises, au sol plus sec, leur sont défavorables.

La haie pavillonnaire : un potentiel écologique méconnu

Si la haie bocagère est vantée pour ses nombreux atouts environnementaux, la haie pavillonnaire tarde à être envisagée comme structure écologique au service de la robustesse des métropoles. La clôture termine le pavillon et ménage les relations avec le voisinage : elle est sociale avant d'être écologique. La vigueur, la persistance du feuillage et l'aptitude à la taille régulière ont guidé le choix des essences dans l'établissement des modèles de la haie régulière tout au long du xx^e siècle. Derrière le thuya et le laurier-cerise se cache toutefois une grande diversité floristique. Bien qu'ils soient à 90 % exogènes, ces arbres et arbustes sont pourvoyeurs de floraisons échelonnées sur toute l'année, potentiellement nourricières pour les insectes pollinisateurs (Delahay *et al.*, 2024). Avec la densification des quartiers pavillonnaires par division parcellaire, les haies tendent à être supprimées pour être remplacées par des clôtures PVC, avant même qu'un état des lieux ait pu être établi pour évaluer leur valeur écologique et environnementale. Face à la densification des villes, les collectivités ont un rôle à jouer dans la préservation de ces haies urbaines et la sensibilisation des citoyens à leur potentiel écologique.

(1) Projet BUGS, Biodiversity in Urban Gardens in Sheffield (Smith *et al.*, 2006a).

(2) Ce modèle de haie a été porté dans les années 1990 par la politique paysagère de Rennes Métropole et traduit dans les cahiers des charges des lotissements. Relayé par la filière horticole depuis 30 ans, il s'est déployé sur tout le territoire français.

(3) Une hauteur maximale de 2 m pour tout arbre situé à moins de 2 m de la limite cadastrale (article L-671).

Les modes de gestion des haies sont très variés, de même que les techniques, les outils utilisés ou encore leur fréquence de mise en œuvre (notamment par les agriculteurs ; voir chapitre 3). Pourtant, il existe à notre connaissance assez peu de travaux faisant le lien entre gestion et biodiversité des haies.

La strate arborée des haies fait l'objet d'interventions telles que le recépage pratiqué selon les espèces tous les 15 à 40 ans par les agriculteurs, qui permet de rajeunir les haies en stimulant la production de nouvelles pousses à partir de la base des espèces ligneuses. À court terme, ces opérations de gestion peuvent provoquer une diminution de la richesse spécifique : les oiseaux, les micromammifères à affinité forestière ou encore les reptiles abandonnent momentanément les haies lorsque les arbres sont coupés. À plus long terme, elles modifient la composition floristique des haies (Staley *et al.*, 2013 ; Alignier, 2018). Entre ces opérations de rajeunissement peu fréquentes,

les haies sont généralement taillées à une fréquence pluriannuelle pour conserver leur forme ou réduire leur emprise vis-à-vis des parcelles adjacentes (voir chapitre 3) (Staley *et al.*, 2013). La gestion de la strate herbacée est, quant à elle, beaucoup plus fréquente, que ce soit mécaniquement ou chimiquement (par l'application directe d'herbicides), pour éviter l'invasion des adventices dans les cultures adjacentes.

La taille des strates arbustive et herbacée, en favorisant la croissance de jeunes pousses, est bénéfique à la densité des insectes phytophages et consommateurs de sève (Sotherton *et al.*, 1981; Amy, 2015). La conduite annuelle de ces tailles tend à réduire le nombre de fleurs et la production de fruits, ce qui est défavorable aux insectes floricoles et à de nombreux oiseaux, contrairement à une taille tous les trois ans (Staley *et al.*, 2012). Diminuer la fréquence de taille des haies peut en revanche permettre d'augmenter leur biodiversité, comme cela a été montré pour les papillons (Staley *et al.*, 2016).

Les interventions effectuées directement au niveau de la strate herbacée des haies, combinées aux activités agricoles adjacentes (notamment le labour ou le travail du sol, le pâturage et/ou le piétinement par le bétail, et la dérive d'herbicides), entraînent un fort niveau de perturbation ainsi qu'un enrichissement potentiel du sol en éléments nutritifs (Marshall et Moonen, 2002), ce qui affecte l'hétérogénéité environnementale locale et, par conséquent, les communautés végétales et animales présentes. En Bretagne, une étude a montré que les communautés végétales de la strate herbacée des haies reflétaient les types d'entretien répétés, avec par exemple la dominance d'espèces annuelles dans les bordures fréquemment gérées au moyen d'herbicides (Alignier et Baudry, 2015). Lorsque les haies reçoivent engrais, amendements et pesticides, les espèces végétales spécialistes de l'habitat forestier tendent à disparaître, au profit d'espèces généralistes plus compétitives, comme l'ortie, les ronces ou le gaillet gratteron (Fritz et Merriam 1993; French et Cummins, 2001; Wehling et Diekmann, 2009; Lenoir *et al.*, 2021).

► Une diversité de niches écologiques

Par leur physionomie, et notamment leur structure végétale en plusieurs strates ou étages, les haies influencent les conditions microclimatiques en leur sein et aux alentours. Conjugée à des particularités morphologiques comme les dendromicrohabitats, leur physionomie génère une diversité de niches écologiques susceptibles d'héberger un grand nombre d'espèces animales et végétales.

Haies et conditions microclimatiques

Impacts des haies sur les conditions microclimatiques

À l'instar des autres habitats boisés (forêts, bois, bosquets, parcs urbains, alignements d'arbres) et des arbres isolés, les haies offrent des conditions microclimatiques particulières. Suivant leur orientation, elles modifient la force et la direction des vents dominants ainsi que les processus locaux d'évaporation et d'évapotranspiration (voir chapitre 2), influençant ainsi les conditions microclimatiques locales et tamponnant les extrêmes thermiques (Heisler et Dewalle, 1988; McNaughton, 1988). Si l'effet tampon des espaces forestiers autres que les haies se caractérise par des températures maximales plus faibles en période de végétation (jusqu'à 4,1 °C plus fraîches en moyenne) et des températures minimales plus élevées la nuit et en hiver (jusqu'à 1,1 °C plus chaudes en moyenne; De Frenne *et al.*, 2019), Vanneste *et al.* (2020) ont montré

qu'en Europe, l'effet tampon des haies sur les températures est moindre. En effet, l'écart entre les températures sous couvert et au-dessus du couvert des haies est moins marqué qu'en forêt, plus faible de 0,8 °C pour les températures maximales de la période estivale et de 0,1 °C pour les températures minimales hivernales.

L'effet tampon des forêts et des haies varie certes en fonction du contexte macro-climatique (il est plus prononcé en zone tropicale qu'en zone tempérée) mais est surtout lié à la nature du couvert végétal (espèces caducifoliées *versus* sempervirentes), à sa diversité en nombre d'espèces ligneuses et à sa structure verticale (hauteur des arbres, présence de différentes strates de végétation, indice de surface foliaire⁵) (De Frenne *et al.*, 2019, 2021 ; Gril *et al.*, 2023 ; Schnabel *et al.*, 2025).

Ces modifications des conditions microclimatiques (en lien avec les modifications de la vitesse des vents et des températures) peuvent s'étendre jusqu'à une distance équivalant à 20 à 30 fois la hauteur de la haie (Tamang *et al.*, 2010), selon la nature de l'occupation du sol adjacente (champs cultivés, prairies, chemins, routes...). Accroître la largeur des haies permettrait d'étendre le gradient vers des conditions microclimatiques encore plus tamponnées et plus proches de celles que l'on peut retrouver dans les cœurs de forêts (Vanneste *et al.*, 2020).

Impacts des conditions microclimatiques sur les communautés végétales des haies

En modifiant les conditions microclimatiques en leur sein et à proximité immédiate, les haies créent une hétérogénéité des conditions locales qui influence la répartition des espèces végétales. Forman et Baudry (1984) ont constaté dans l'ouest de la France que, parmi les espèces végétales rencontrées dans les haies, les espèces caractéristiques de plein champ se trouvent principalement du côté ensoleillé de la haie tandis que les espèces à affinité forestière (plus tolérantes à l'ombre) et les mousses se trouvent essentiellement au centre des larges haies arborées ainsi que du côté protégé du vent. La flore herbacée, sur le côté ensoleillé, présente généralement une plus grande diversité d'espèces que le côté ombragé (Forman et Baudry, 1984). Les haies larges et âgées ont des conditions microclimatiques plus tamponnées et proches de celles que l'on peut retrouver dans les cœurs forestiers ; elles abritent une plus grande diversité d'espèces végétales spécialistes, affines des habitats forestiers (Lenoir *et al.*, 2021). De même, les haies connectées à des massifs forestiers voient un effet de tampon microclimatique renforcé au point de connexion entre la haie et le massif forestier (Vanneste *et al.*, 2020), ce qui augmente la richesse des espèces végétales spécialistes des habitats forestiers (Lenoir *et al.*, 2021).

Les haies, des éléments riches en (micro)habitats

L'hétérogénéité structurelle des haies

La grande diversité d'espèces animales rencontrées dans les haies est une conséquence directe de l'hétérogénéité de leur structure végétale et de leur microtopographie, à l'origine d'une grande diversité de microhabitats (Le Viol *et al.*, 2008 ; Silva et Prince,

5. L'indice de surface foliaire est une grandeur déterminée par la surface occupée par l'intégralité des feuilles (face supérieure) d'une plante ou d'un peuplement végétal, par unité de surface au sol.

2008; Wolton *et al.*, 2013). Par exemple, Maudsley *et al.* (2002) ont montré que l'abondance et la diversité des arthropodes prédateurs hivernant dans les haies pluristrates sont très variables au sein d'une même haie et dépendent de la micro-hétérogénéité structurale de la végétation. Cette hétérogénéité structurale permet l'existence concomitante d'un grand nombre de niches, au sein desquelles plusieurs espèces trouvent leur optimum écologique.

De tels effets sont bien documentés chez les reptiles squamates (serpents et lézards), qui sont des organismes ectothermes ayant besoin de réguler leur température corporelle et leur équilibre hydrique (Dupoué *et al.*, 2015; Rozen-Rechels *et al.*, 2019). La présence d'une bande herbacée large au pied de la haie a une influence positive sur la richesse spécifique en reptiles (Lourdais *et al.*, 2025) car elle offre des conditions chaudes en surface tout en maintenant une hygrométrie élevée (Guillon *et al.*, 2014; Köhler *et al.*, 2011) et limite les risques de prédation (Duchesne *et al.*, 2022), notamment pour les espèces à mobilité réduite comme la vipère aspic (*Vipera aspis*).

Au-delà des caractéristiques structurales liées aux différentes strates de végétation des haies, des structures particulières contribuent à générer une hétérogénéité structurale additionnelle et enrichissent les haies en microhabitats. Les talus et les zones de terre nue permettent par exemple la nidification de nombreuses abeilles sauvages terricoles (75 % des abeilles sauvages en France font leur nid dans le sol; Westrich, 1996). La présence de tas de pierres, de murets, voire d'anciennes ruines, ou de tas de bois, offre des refuges aux reptiles, amphibiens et petits mammifères, ainsi qu'à de nombreux autres organismes venant y passer l'hiver, s'y reproduire ou y capturer des proies (Lourdais *et al.*, 2025). Par ailleurs, on trouve dans certaines haies des ruisseaux ou des zones d'eaux stagnantes, hébergeant une biodiversité faunistique et floristique importante, dont des espèces rares ou protégées (Bugg *et al.*, 1998).

Les dendromicrohabitats, des particularités morphologiques riches en biodiversité

Les dendromicrohabitats sont des particularités morphologiques portées par les arbres accueillant une biodiversité particulière, allant des micro-organismes aux vertébrés, en passant par les arthropodes (encadré 1.3; Larrieu *et al.*, 2018; Bütler *et al.*, 2025). Sept grandes formes de dendromicrohabitats sont identifiées (figure 1.3) : les blessures et bois apparents; les excroissances; le bois mort; les exsudats (coulées de sève ou de résine); les carpophores de champignons; les mousses, les lichens, le gui qui sont eux-mêmes des habitats pour diverses communautés d'espèces; et enfin — les plus emblématiques — les cavités possédant un microclimat particulièrement tamponné (Lindman *et al.*, 2023). Par exemple, les vieux chênes se caractérisent par la présence de cavités qui peuvent héberger des insectes se nourrissant de bois mort, typiquement forestiers et très rares.

Les dendromicrohabitats se créent tout au long de la vie des arbres, sous l'effet de blessures naturelles, de la gestion (par exemple lors de la rectification des branches pour faciliter le passage des tracteurs) ou de blessures involontaires. Le nombre de dendromicrohabitats sur les arbres des haies soumis à des blessures et à de la gestion récurrente est bien supérieur à celui que l'on peut observer sur des arbres forestiers,

y compris sur des peuplements exploités, et leur âge d'apparition est souvent plus précoce (Großmann *et al.*, 2020). Si cette abondance d'habitats potentiels peut se traduire par un effet positif sur la biodiversité, elle peut aussi révéler des modes de gestion des haies peu respectueux des arbres et limiter leur espérance de vie.

Encadré 1.3. Les trognes, des arbres particulièrement riches en dendromicrohabitats et en biodiversité

Émilie Andrieu, Alexandre Boissinot, Olivier Lourdaïs

Les trognes (appelées aussi « ragosses » dans le pays rennais, « ragoles » en Mayenne ou encore « trognards » en Sologne) sont une forme d'arbres têtards obtenus grâce à une technique de taille régulière, appelée « trognage ». De nombreuses espèces d'arbres sont susceptibles d'être conduites en trogne. Parmi les plus emblématiques, on trouve les saules, les frênes, les chênes et les charmes.

Le haut du tronc et les branches principales sont d'abord coupés afin d'entraîner un recépage, c'est-à-dire la stimulation de bourgeons latents sous l'écorce formant une touffe dense de branches au sommet de l'arbre (on parle d'« émondage » pour les branches latérales). Ces branches sont ensuite taillées régulièrement et au même endroit. Les cicatrisations successives engendrent des bourrelets de recouvrement et des broussins, ce qui conduit à un épaississement au sommet de l'arbre « têtard ».

Dans cette zone s'accumulent également des réserves permettant la repousse des branches après chaque taille. Les branches taillées sont traditionnellement utilisées par les agriculteurs comme fourrage ou bois de chauffage. Avec l'âge et l'activité biologique des organismes parasites, consommateurs de bois et autres décomposeurs, la trogne se creuse et se remplit d'un mélange de matière organique et de sol. Devenues rares dans nos paysages du fait la régression de ce mode de conduite des arbres, les trognes sont ainsi naturellement riches en dendromicrohabitats.

Dans le département des Deux-Sèvres, un travail d'inventaire de la biodiversité associée aux trognes des haies a été mis en place en 2018 dans la Réserve naturelle régionale du Bocage des Antonins. Ce bocage préservé de 23 hectares possède encore un linéaire dense de haies (250 m/ha) qui n'a pas évolué depuis les années 1950. Il compte un peu plus de 450 trognes, dont plus de 200 très âgées. Les trognes comptent en moyenne 5 dendromicrohabitats par individu. Les arbres les plus gros et âgés présentent le plus grand nombre de dendromicrohabitats (jusqu'à 14). Sur un sous-échantillon de 26 trognes étudiées plus spécifiquement (13 chênes pédonculés et 13 frênes communs), plus de 600 espèces ont été dénombrées en quelques années : 346 espèces de coléoptères saproxyliques dont certaines sont rares et menacées, 172 espèces de champignons, 120 espèces d'araignées, 24 espèces de fourmis, 16 espèces de bryophytes, 6 espèces d'amphibiens et 4 espèces de reptiles (Barnouin *et al.*, 2022; Doré *et al.*, 2023; Sellier, 2023).

Une autre étude réalisée en 2023 sur le même site a montré que 55 % des trognes sont utilisées par des amphibiens, dont le triton marbré (*Triturus marmoratus*) et le triton palmé (*Lissotriton helveticus*) (Boissinot *et al.*, 2023), tous deux protégés. La présence d'écorces décollées, de galeries d'insectes (comme celles formées par le capricorne du chêne, *Cerambyx cerdo*) et de cavités à terreau volumineuses dans les trognes explique celle du triton marbré.

Ces résultats contribuent à une meilleure connaissance du rôle des microhabitats associés aux vieux arbres pour la conservation de la biodiversité des haies.



Figure 1.3. Qu'ils résultent de processus naturels ou anthropiques, les dendromicrohabitats accueillent une biodiversité riche et variée. © Émilie Andrieu.

Les cavités à terreau, qu'elles soient de pied (A) ou de tronc (B, consécutives à la coupe d'une branche), sont associées à de nombreuses espèces d'invertébrés (nid visible, A), de nématodes, de champignons et de vertébrés (un lézard des murailles, B). Les blessures engendrées par les engins forment du bois sans écorce (C), habitat de champignons et d'insectes, en particulier d'insectes saproxyliques dont les larves se nourrissent de bois. Leurs trous de sortie constituent eux-mêmes un type de dendromicrohabitat, utilisé ultérieurement par certaines espèces d'abeilles sauvages exploitant des cavités pour leur nidification (C). Les carpophores de champignons constituent également un dendromicrohabitat très riche : on observe ici les restes de pupes de diptères s'étant nourris de ce polypore pérenne (D).

► Les ressources et habitats fournis par les haies

Dans leur étude, Forman et Baudry (1984) notent qu'une grande partie de la faune des campagnes anglaises peut être observée dans les haies. Plus récemment, Pelletier-Guittier *et al.* (2020) montrent que tous les mammifères des écosystèmes agricoles utilisent les haies comme refuge ou corridor. Si les haies abritent une si grande diversité d'organismes, c'est qu'elles comblent leurs différents besoins, qui peuvent changer au cours des saisons : sources de nourriture, partenaires et sites de reproduction, abris ou refuges.

Les ressources alimentaires

Ressources florales et extraflorales

Les haies fournissent des ressources alimentaires à un grand nombre d'organismes, en particulier les arthropodes (Maudsley *et al.*, 2002). Elles contribuent à augmenter la diversité des insectes floricoles, pollinisateurs, par l'abondance et la diversité des ressources florales qu'elles offrent (pollen et nectar), aussi bien au niveau de la végétation herbacée de l'ourlet, de la végétation ligneuse des strates arbustives et arborées, que des lianes comme le lierre ou les clématites (Bugg *et al.*, 1998 ; Carvell *et al.*, 2011 ; Garibaldi *et al.*, 2014 ; Schüepp *et al.*, 2014 ; Kremen et M'Gonigle, 2015 ; M'Gonigle *et al.*, 2017). Les arbres et arbustes des haies fournissent également aux insectes des ressources extraflorales (par exemple le liquide produit par les nectaires extrafloraux du sureau et de certains *Prunus*, le miellat des pucerons attaquant divers arbres et arbustes, la résine utilisée comme matériau pour la construction des nids... ; Requier et Leonhardt, 2020).

La disponibilité des ressources florales dans la haie varie au fil des saisons, en fonction de la diversité et de la phénologie des espèces végétales, et ces ressources ne bénéficient pas aux mêmes groupes d'insectes pollinisateurs (Bugg *et al.*, 1998). La diversité des espèces végétales peut soutenir les communautés de pollinisateurs tout au long de leur cycle de vie à condition que les dates de floraison des différentes espèces végétales composant la haie se chevauchent partiellement et de façon continue (figure 1.4). De cette façon, les haies peuvent fournir nectar et/ou pollen aux insectes depuis leur émergence au printemps jusqu'à la diapause hivernale (Bugg *et al.*, 1998 ; Simon *et al.*, 2009 ; Rebulard, 2018), si elles comportent à la fois des espèces ligneuses et herbacées, ou si elles fournissent des ressources à des périodes complémentaires à celles des milieux herbacés (par exemple des prairies) ou des cultures à floraison massive comme le colza. Ainsi les espèces d'arbres et arbustes indigènes à floraison précoce, dès la fin de l'hiver, comme les saules (*Salix* spp.), le noisetier (*Corylus avellana*), l'épine noire (*Prunus spinosa*) ou le cornouiller mâle (*Cornus mas*), fournissent du nectar et/ou du pollen tôt dans la saison. Ces ressources sont importantes pour les pollinisateurs à émergence précoce comme les osmies ou certains diptères syrphidés. Le mode de floraison de ces arbres et arbustes — floraison massive et synchrone avant le débourrage des feuilles — est d'ailleurs interprété comme une adaptation permettant, grâce à un signal visuel et olfactif fort, d'attirer sur de plus grandes distances des insectes pollinisateurs encore peu nombreux à cette saison. Ces floraisons en fin d'hiver sont suivies par celles d'espèces plus printanières, sureaux (*Sambucus* spp.) et aubépines (*Crataegus* spp.) par exemple, et de nombreux arbres fruitiers. En été, les ressources florales sont fournies par des arbres comme les tilleuls et la grande diversité des ronces. À l'automne, où de nombreux diptères et des abeilles sauvages (*Colletes* spp., *Lasioglossum* spp.) sont encore actifs, les ressources florales, plus rares, reposent presque exclusivement sur des espèces herbacées, si ces dernières n'ont pas été fauchées ou tondues, ainsi que sur des lianes, et principalement le lierre (*Hedera helix*).

Dans le cas de l'implantation d'une haie visant à favoriser la diversité des insectes floricoles impliqués dans la pollinisation ou le contrôle naturel des bioagresseurs de cultures (par exemple les syrphes ou les hyménoptères parasitoïdes ; voir chapitre 2), il faut non seulement choisir les essences en prenant en compte cette complémentarité

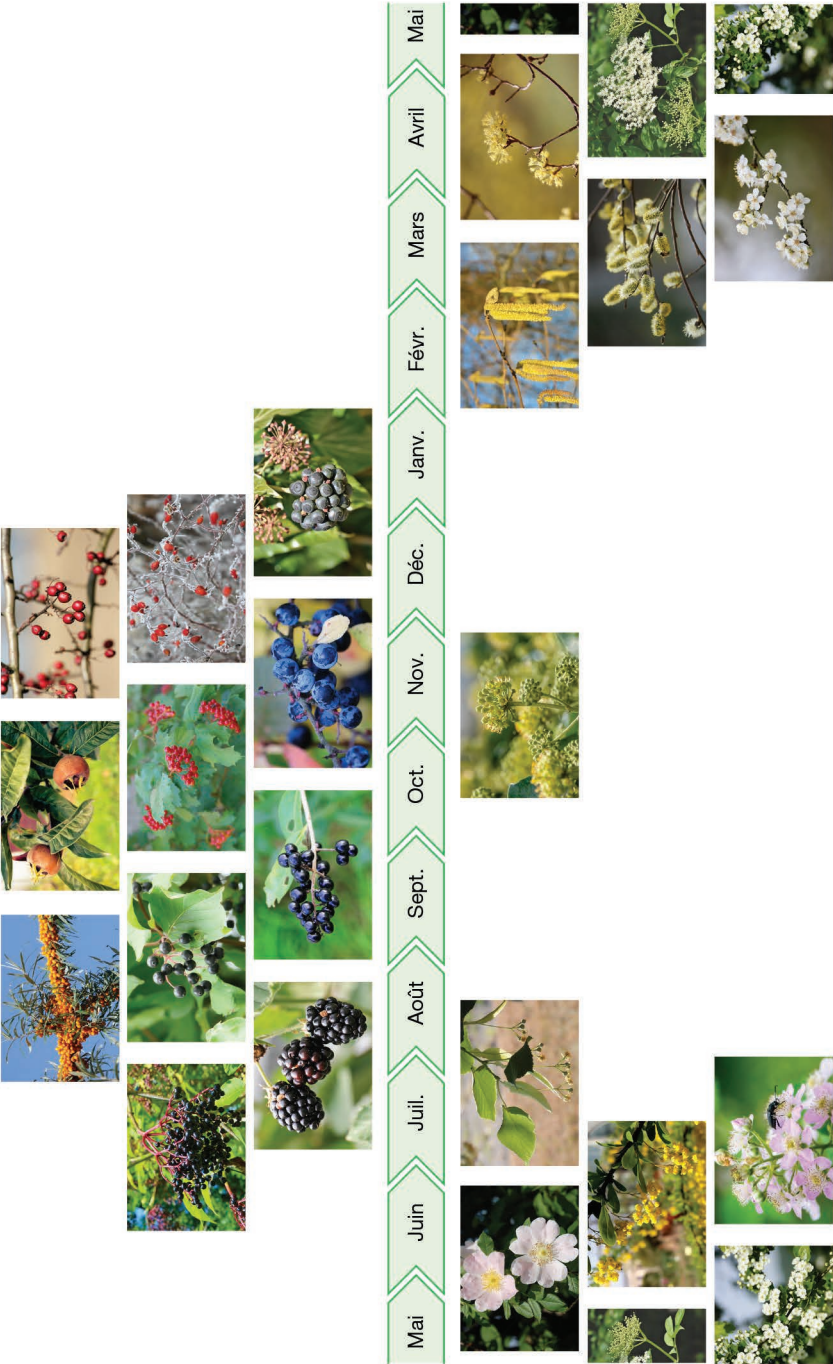


Figure 1.4. Chronologie de la floraison et de la fructification d'espèces végétales communes des haies sur une année, illustrant leur complémentarité en matière de phénologie et de ressources (ressources florales, graines et fruits). © Pixabay.

En haut : quelques fruits des haies. De gauche à droite : baies de troène, nèfles, baies de viornes, prunelles, cenelles, cynorhodons, fruits du lierre. En bas : quelques arbustes à fleurs des haies. De gauche à droite puis de haut en bas : églantier, tilleul, noisetier, cornouiller mâle, sureau noir, épine-vinette, saule, aubépine, ronce, prunellier.

phénologique dans les dates de floraison, mais aussi s'interroger sur la nécessité d'intégrer une strate herbacée en considérant l'éventuelle présence dans le paysage d'autres éléments arborés. Bien qu'il soit tentant de recourir à des espèces exotiques, il convient de proscrire l'utilisation de telles espèces du fait de leur impact écologique sur l'entomofaune (encadré 1.4).

Production de graines et de fruits

Les haies contribuent également à la fourniture continue de fruits charnus, consommés notamment par les oiseaux et les mammifères (figure 1.4). Les premiers apparaissent dès le mois de juin (par exemple les baies de sureau), suivies durant l'été par les mûres ainsi que les fruits des nerpruns et des troènes. Avec l'arrivée de l'automne, ce sont les fruits des cornouillers, des églantiers et des aubépines qui mûrissent. D'autres fruits, comme les nèfles ou les prunelles supportent bien le gel et fournissent de la nourriture aux oiseaux frugivores jusqu'à la fin de l'hiver. Les fruits charnus ne sont donc absents des haies qu'au printemps (mars-juin), période de nidification durant laquelle la plupart des oiseaux sont essentiellement insectivores.

Encadré 1.4. De l'usage aventureux d'espèces exotiques dans les haies

Émilie Andrieu, Guillaume Decocq, Pierre-Antoine Précigout

L'utilisation d'espèces exotiques sempervirentes (comme le thuya et le laurier-cerise) dans les haies urbaines, souvent monospécifiques, n'est pas nouvelle (encadré 1.2). Leur utilisation en milieu agricole est récente, notamment sous l'impulsion d'associations d'apiculteurs désireux de privilégier des plantes nectarifères, ou de conseillers qui y voient un moyen d'accroître la diversité ou l'esthétique des espèces plantées. Ainsi n'est-il pas rare de rencontrer lilas, buddleias, céanothes, forsythia, symphorines, cotonéasters, néfliers du Japon et autres gattiliers dans ces haies d'un nouveau genre. Or, aucun organisme indigène, qu'il soit animal, végétal ou microbien, n'a coévolué avec ces espèces exotiques, qui peuvent engendrer davantage d'inconvénients que de bénéfices.

D'une manière générale, la biodiversité associée est très faible et les haies intégrant ces espèces ne jouent plus leur rôle d'habitat, de refuge ou de corridor pour la faune et la flore. Même les fameux « arbres à papillons » (buddleias) sont loin d'être les amis des papillons et autres insectes, comme on le dit souvent : leur nectar très pauvre en sucre et leur feuillage toxique induisent au contraire de forts taux de mortalité chez les insectes. Leurs litières se décomposent mal, faute d'organismes décomposeurs adaptés dans le sol, ce qui entrave le processus naturel de recyclage des nutriments, en plus de créer un obstacle physique à la germination des graines des plantes indigènes.

Qui plus est, certaines des espèces plantées comme le cornouiller soyeux (*Cornus sericea*) et les buddleias deviennent parfois envahissantes et sont susceptibles d'induire des nuisances très loin de leur site d'implantation. En région méditerranéenne et partout où le risque d'incendie est élevé, certains ligneux très inflammables, comme le cyprès vert, le thuya, le mimosa, l'eucalyptus, ou le laurier-sauce (plantes dites « à essence ») peuvent faciliter la propagation du feu.

Les espèces exotiques sont donc à proscrire et il est préférable de privilégier les essences indigènes, voire celles de la marque Végétal local® qui assure l'origine locale et la diversité génétique des essences utilisées.

De la même façon que les différentes ressources florales ne bénéficient pas aux mêmes insectes d'une saison à l'autre, les fruits charnus des haies ne sont pas non plus consommés par les mêmes espèces d'oiseaux tout au long de l'année. Les fruits précoces comme les mûres, les baies de sureau ou de nerpruns bénéficient aux visiteurs d'été qui font le plein de réserves avant la migration automnale : c'est notamment le cas de nombreux sylvidés (fauvettes, hypolaïs), de la grive musicienne (*Turdus philomelos*) et du loriot d'Europe (*Oriolus oriolus*). Les fruits tardifs comme les cynorhodons (égantiers) ou les cenelles (aubépines) sont consommés par les migrateurs hivernants à leur arrivée, tels que la grive litorne (*Turdus pilaris*) et la grive mauvis (*Turdus iliacus*). Les espèces sédentaires ou migratrices partielles peuvent quant à elles bénéficier de cette ressource en toutes saisons : c'est par exemple le cas du merle noir (*Turdus merula*), du rouge-gorge familier (*Erithacus rubecula*), du bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*) et de différentes espèces de mésanges.

Les haies, sites de reproduction pour de nombreuses espèces

Les haies sont des sites de reproduction et de nidification importants au printemps pour de nombreuses espèces, notamment d'oiseaux, qui en utilisent toutes les strates. Le troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*) et le rouge-gorge familier (*Erithacus rubecula*) nichent dans la partie basse des haies. La fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*) et la fauvette babillarde (*Curruca curruca*) se trouvent à mi-hauteur dans le fourré. Le pic épeiche (*Dendrocopos major*) et le rougequeue à front blanc (*Phoenicurus phoenicurus*) occupent respectivement les cavités du tronc ou des grosses branches et les fourches formées par celles-ci à mi-hauteur, tandis que la tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) et les corvidés, comme le corbeau freux (*Corvus frugilegus*), la corneille noire (*Corvus corone*) et la pie bavarde (*Pica pica*) préfèrent la cime des arbres. Elles sont également des zones de reproduction ou d'hivernage pour de nombreux insectes comme les syrphes ou les abeilles sauvages. La famille botanique des Ombellifères (*Apiaceae*) joue à ce titre un rôle doublement important car les plantes de cette famille peuvent s'avérer très abondantes à la fois dans la partie la plus externe de l'ourlet, avec des espèces héliophiles telles que la grande berce (*Heracleum sphondylium*) ou la carotte sauvage (*Daucus carota*), et dans la partie la plus à l'ombre, à l'intérieur, avec des espèces comme le cerfeuil sauvage (*Anthriscus sylvestris*) ou l'angélique (*Angelica sylvestris*). Leurs fleurs en ombelles, composées de plusieurs ombellules et souvent abondantes, sont autant un terrain de chasse pour les arthropodes prédateurs d'insectes floricoles que des plateformes d'atterrissage favorisant la rencontre et la reproduction de ces mêmes insectes floricoles. De plus, les tiges souvent creuses de ces plantes, qui demeurent pendant l'hiver, constituent un site d'hivernage pour de nombreux insectes passant la mauvaise saison sous forme de larves ou adultes.

Comme dans toutes les structures boisées, les arbres fournissent également des composés utilisés lors de la nidification de certaines espèces de pollinisateurs sauvages (par exemple des feuilles ou des résines; Requier et Leonhardt, 2020). Les arbres présentant des cavités à terreau offrent également des conditions favorables pour la ponte de certaines espèces de reptiles, telles que la couleuvre d'Esculape.

Les haies comme refuges

Les haies jouent le rôle de refuge pour de nombreuses espèces, en particulier dans les paysages très anthropisés. Par exemple, dans le Gâtinais, en bordure nord-est de la

Beauce, les ourlets de pieds de haies ou de lisières forestières hébergent des éléments d'une flore prairiale en régression dans le reste du paysage comme nombre d'espèces de prairies et pelouses sèches (Chevalier, 2011).

Cet effet refuge est d'autant plus fort qu'il existe une diversité d'expositions des ourlets. Les ourlets orientés au nord, plus frais, sont susceptibles d'héberger aussi bien des espèces prairiales préférant la fraîcheur et l'humidité que des espèces forestières, en particulier des espèces patrimoniales de forêts anciennes (*Dryopteris filix-mas*, *Polygonatum multiflorum*, *Stachys sylvatica* : Chevalier *et al.*, 2015; encadré 1.5).

Encadré 1.5. Biodiversité ordinaire et patrimoniale au sein des haies

Émilie Andrieu, Jonathan Lenoir, Pierre-Antoine Précigout

Les haies abritent à la fois une importante biodiversité ordinaire et un grand nombre d'espèces patrimoniales, c'est-à-dire des espèces protégées, menacées ou rares, ayant un intérêt scientifique ou patrimonial.

Concernant la biodiversité ordinaire, on trouve dans les haies de nombreuses espèces d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens, d'insectes (notamment des Lépidoptères) et de plantes (Dover, 2019; Staley *et al.*, 2019; Lourdaix *et al.*, 2025). Ainsi, des centaines d'espèces de plantes vasculaires sont connues pour pousser dans les haies, bien qu'elles soient également présentes dans d'autres habitats proches. On pourra ainsi rencontrer dans une haie du Massif armoricain des espèces à la fois prairiales, comme le gaillet jaune (*Galium verum*) ou la knautie scabieuse (*Knautia arvensis*), des espèces de lisières forestières comme le pâturin des bois (*Poa nemoralis*) ou la benoîte commune (*Geum urbanum*), et des espèces franchement forestières comme le lamier jaune (*Lamium galeobdolon*) ou la jacinthe des bois (*Hyacinthoides non-scripta*).

Nombre d'espèces patrimoniales se rencontrent dans les haies, parmi lesquelles le muscardin (*Muscardinus avellanarius*), la vipère aspic (*Vipera aspis*) ou le gazé (*Aporia crataegi*). La pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*; espèce inscrite dans l'annexe 1 de la directive Oiseaux), qui utilise les buissons épineux des haies pour nicher et pour y installer des lardoirs (zones où elle entrepose des proies empalées sur les épines), est peut-être l'exemple le plus emblématique parmi les oiseaux. D'autres espèces d'oiseaux sont en déclin du fait de la destruction des haies : moineau friquet (*Passer montanus*), linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*), bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*), fauvette babillarde (*Curruca curruca*), rolleur d'Europe (*Coracias garrulus*), tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*), etc. L'interdiction de la taille des haies du 16 mars au 15 août fixée dans la BCAE8 (bonnes conditions agricoles et environnementales) de la Politique agricole commune (voir chapitre 5) traduit la reconnaissance de l'importance des haies comme site de nidification pour les espèces d'oiseaux protégées.

La richesse en espèces patrimoniales augmente avec l'âge des haies (l'ancienneté de l'implantation de la haie, dite « ancienneté d'usage », qui n'équivaut pas à l'âge des arbres dans le cas des arbres exploités) et leur complexité structurale, qu'elle soit intrinsèque ou issue d'éléments additionnels (largeur, hauteur, présence de tas de pierres, de talus, de bois mort ou de dendromicrohabitats, etc.; Lenoir *et al.*, 2021). Les haies anciennes sont donc celles qui ont le plus d'intérêt du point de vue de la biodiversité patrimoniale. Néanmoins, retenons que les haies abritent une forte biodiversité ordinaire, quel que soit leur âge.

Les espèces forestières trouvent également refuge dans les haies qui bordent les chemins, ces haies étant la plupart du temps plus anciennes et mieux préservées (McCollin *et al.*, 2000; Wehling et Diekmann, 2009; Lenoir *et al.*, 2021).

Au même titre que d'autres habitats pérennes présents en périphérie des parcelles agricoles, telles les bordures de champs herbeuses ou les bandes fleuries, les haies peuvent offrir un refuge temporaire à de nombreux organismes qui utilisent les milieux cultivés pendant leur période d'activité pour échapper aux interventions agricoles (Holland et Fahrig, 2000; Rand *et al.*, 2006). Le rôle bénéfique des haies comme refuges pour les insectes, notamment pour des bioagresseurs et des auxiliaires des cultures, sera détaillé dans le chapitre 2.

» Le rôle des haies pour la biodiversité à l'échelle du paysage

Si les haies sont des habitats semi-naturels particuliers du fait de la biodiversité qu'elles abritent, elles agissent également sur le déplacement des espèces animales ou végétales au sein des paysages, soit en jouant le rôle de corridors écologiques entre habitats semi-naturels, soit au contraire en faisant office de barrière. Leur présence est également cruciale pour les espèces qui doivent utiliser plusieurs habitats au cours de leur cycle de vie, par exemple pour trouver des ressources complémentaires pendant leur période d'activité. De manière générale, les haies contribuent à augmenter la continuité spatio-temporelle des habitats forestiers et l'hétérogénéité du paysage (encadré 1.6).

Le rôle des haies dans le déplacement des espèces à l'échelle du paysage

Les haies comme corridors écologiques

Les haies jouent un rôle important de corridors écologiques, favorisant les mouvements de nombreuses espèces animales et végétales, à différentes échelles spatiales et temporelles, que ce soit pour des déplacements locaux et journaliers (par exemple pour rejoindre un site d'alimentation à proximité de la haie), des migrations (déplacements saisonniers entre site d'hivernage et site de reproduction) ou des besoins de dispersion (mouvements unidirectionnels des juvéniles pour coloniser de nouveaux milieux). Dans certains cas, la présence de ces corridors permet de maintenir des flux génétiques entre des populations isolées; on parle alors de fonctionnement en métapopulations (Petit et Burel, 1998 sur les carabes; Jehle et Arntzen, 2000 sur les amphibiens; Davies et Pullin, 2007).

Dans les paysages agricoles où les habitats des espèces sont fragmentés (c'est-à-dire distribués en taches éparées et isolées), les haies et le réseau qu'elles peuvent constituer favorisent les déplacements des espèces en créant des continuités entre ces taches d'habitats. De nombreuses études ont ainsi démontré l'importance cruciale des haies comme corridors dans les zones rurales pour le déplacement des espèces forestières et/ou de lisières (Lenoir *et al.*, 2021). Cette fonction des haies est essentielle pour le maintien de la biodiversité (Davies et Pullin, 2007; Graham *et al.*, 2018), en particulier des populations de nombreuses espèces de plantes (Corbit *et al.*, 1999; Lenoir *et al.*, 2021), d'abeilles solitaires et bourdons (Kremen *et al.*, 2019; Morandin et Kremen, 2013), de diptères (Fried *et al.*, 2005), de papillons de jour ou de nuit (Dover et Sparks, 2000; Coulthard *et al.*, 2016), de carnivores (renard et mustélidés; Šálek *et al.*, 2009;

Encadré 1.6. Les haies, des éléments clés de l'hétérogénéité du paysage

Émilie Andrieu, Audrey Alignier, Stéphanie Aviron, Justine Rivers-Moore, Pierre-Antoine Précigout

Les paysages sont par définition hétérogènes. Cette hétérogénéité augmente avec le nombre et la quantité d'éléments ou d'habitats présents : bois, prairies, cultures, haies, bâti, milieux aquatiques... C'est ce que l'on appelle l'hétérogénéité « de composition ». Elle augmente aussi avec la complexité de l'arrangement spatial de ces éléments ; c'est l'hétérogénéité « de configuration ». L'hétérogénéité de configuration est plus forte quand les éléments du paysage sont de petite taille (fragmentés), de formes variées et fortement imbriqués les uns avec les autres.

L'hétérogénéité du paysage a globalement un effet positif sur la biodiversité (Tschardt *et al.*, 2005) : un paysage homogène avec de grandes parcelles, peu de haies ou de bosquets, est moins riche en biodiversité qu'un paysage avec de petites parcelles de cultures variées, des haies, des bosquets, des prairies, etc., car ce paysage hétérogène offre une diversité de niches écologiques (Crist *et al.*, 2003) et de ressources (nourriture, sites de reproduction, sites refuges de nature variée) qui vont répondre aux exigences écologiques d'un grand nombre d'espèces.

Plus récemment, une étude menée par le Muséum national d'histoire naturelle a permis de quantifier le bénéfice des surfaces occupées par les haies et autres petits éléments boisés dans le paysage pour la conservation de la biodiversité (Vallé *et al.*, 2023). Il apparaît que, dans les paysages agricoles, une augmentation de 1 à 6 % de la surface occupée par les petits éléments boisés, dont les haies, accroît de façon importante le nombre et la diversité des espèces d'oiseaux, de chauves-souris, de sauterelles et de grillons. Au-delà, l'augmentation est plus faible jusqu'à atteindre un plateau : la diversité maximale est atteinte pour des paysages dont les petites surfaces boisées occupent de 6 à 12 % de la surface. Pour préserver la biodiversité de ces différents groupes dans les paysages étudiés, où les petits éléments boisés ne représentent en moyenne que 2,5 % des surfaces, les auteurs préconisent de cibler prioritairement la restauration des haies dans les paysages agricoles de façon à atteindre 6 % de la surface du paysage occupée par les petits éléments boisés. Ils précisent également que cet objectif de 6 % de surfaces en petits éléments boisés devrait être accompagné d'autres mesures telles que la réduction des usages de pesticides de synthèse, la diversification et la rotation des cultures, et le déploiement d'autres éléments favorisant l'hétérogénéité paysagère.

Červinka *et al.*, 2013) et d'oiseaux (Green *et al.*, 1994; Hinsley et Bellamy, 2000). De nombreuses espèces de chauves-souris utilisent aussi les haies pour se déplacer dans le paysage agricole (Frey-Ehrenbold *et al.*, 2013; Lacoëuilhe *et al.*, 2018; Tarcy *et al.*, 2025). Les haies leur servent en particulier de repère acoustique (Frey-Ehrenbold *et al.*, 2013) et facilitent leur déplacement quand il y a du vent.

Les haies sont également importantes pour favoriser les déplacements des espèces très sensibles aux conditions microclimatiques locales (voir section « Haies et conditions microclimatiques » du présent chapitre). Par exemple, les amphibiens sont particulièrement sensibles à la dessiccation et aux variations microclimatiques pendant leurs déplacements (Janin *et al.*, 2012; Pittman *et al.*, 2014). Les haies permettent aux espèces de passer d'un habitat à un autre, de recoloniser des zones désertées et d'assurer des flux génétiques entre des populations plus isolées. La destruction des haies et la

réduction conjointe de leur densité et connectivité au sein des paysages sont donc susceptibles de fortement impacter la survie des espèces. Le muscardin (*Muscardinus avellanarius*), par exemple, est reconnu comme une espèce particulièrement sensible à la disparition des haies (Dondina *et al.*, 2016).

Les facteurs modulant l'efficacité des haies en tant que corridors

L'efficacité des haies en tant que corridors écologiques dépend de plusieurs facteurs, notamment leur âge, leur composition, leur structure, leur densité et leur emplacement dans le paysage (Graham *et al.*, 2018). Un linéaire de haies nouvellement planté peut mettre plusieurs décennies avant de devenir un corridor fonctionnel, c'est-à-dire qui contribue effectivement au déplacement des espèces. Le caractère fonctionnel de ce linéaire varie là encore selon les espèces considérées, leurs traits écologiques, ainsi que leurs capacités de déplacement (Hinsley et Bellamy, 2000; Graham *et al.*, 2018). Une haie riche en espèces végétales, pluristratifiée, relativement dense, comportant de vieux arbres et bien connectée à d'autres éléments naturels ou semi-naturels, sera efficace pour soutenir les mouvements d'espèces forestières ou qui nécessitent des conditions microclimatiques particulières. En revanche, des haies fragmentées, monostrates, très jeunes et/ou pauvres en diversité végétale peuvent avoir un rôle de corridor limité. Les haies basses buissonnantes peuvent tenir un rôle essentiel pour le maintien de la connectivité pour certaines espèces d'oiseaux (par exemple les pouillots ou les mésanges; Dmowski et Kozakiewicz, 1990; Hinsley et Bellamy, 2000). La présence de microhabitats aux pieds des arbres tels les pierriers, bois morts, tas de bois ou racines est également essentielle pour les espèces présentant des capacités de déplacement limitées, comme les amphibiens et les reptiles, qui dépendent de la présence de ces refuges terrestres (Lelièvre *et al.*, 2010; Lecq *et al.*, 2017).

Les modes de gestion des haies sont également importants pour optimiser leur rôle de corridor écologique. Cela passe par des pratiques telles que la plantation, à des emplacements propices, de haies diversifiées composées d'essences locales, avec un entretien régulier mais mesuré (Graham *et al.*, 2018) pour préserver leur structure. La mise en place de haies spontanées par le recours à la régénération naturelle peut être une alternative efficace et peu coûteuse à la plantation. Des observations antérieures suggèrent que les haies spontanées peuvent être rapidement colonisées et utilisées par les reptiles (Guiller et Vacher, 2022). Il est également nécessaire d'établir des continuités avec d'autres éléments naturels ou semi-naturels, comme les boisements, les cours d'eau, les zones humides ou les prairies. Les modes de gestion ne s'arrêtant pas à l'implantation de haies, il convient également de raisonner la taille d'entretien et les coupes d'exploitation, leur répartition spatiale et temporelle, pour maintenir la continuité des corridors écologiques.

Les haies comme barrières à la dispersion

Dans certains contextes, les haies peuvent entraver les mouvements entre deux parcelles ou orienter les déplacements dans une direction donnée. Cela dépend là encore des traits d'histoire de vie, des modes de déplacement et des capacités de dispersion des espèces (Slade *et al.*, 2013; Précigout et Robert, 2022). L'effet barrière des haies a été mis en évidence chez diverses espèces associées aux milieux ouverts (les prairies par exemple), comme certains papillons tels le cuivré de la verge d'or

(*Heodes virgaureae*) ou le damier de la succise (*Mellicta athalia*) (Dover et Fry, 2001), certains hyménoptères parasitoïdes (Krewenka *et al.*, 2011) et certains tritons (triton palmé, *Lissotriton helveticus*; triton crêté, *Triturus cristatus*; triton alpestre, *Ichthyosaura alpestris*; Joly *et al.*, 2001). Les haies très denses et épineuses peuvent également s'avérer difficiles à franchir pour certaines espèces de vertébrés terrestres. Du fait de leur rôle de brise-vent, les haies constituent par ailleurs une barrière pour de nombreux organismes habituellement dispersés par le vent, y compris des ravageurs et des graines d'adventices des cultures (Burel, 1996; Tewksbury *et al.*, 2002; Ozinga *et al.*, 2004). Elles peuvent aussi restreindre les mouvements des pollinisateurs et donc constituer un frein à la dispersion des pollens qu'ils transportent, en canalisant ces flux le long de leur axe et en limitant les échanges de part et d'autre (Klaus *et al.*, 2015).

La contribution des haies à la complémentarité des ressources à l'échelle du paysage

Souvent, les haies ne peuvent fournir à elles seules toutes les ressources nécessaires à l'accomplissement du cycle de vie des espèces. Par exemple, les amphibiens ont un cycle de vie qui impose la présence d'habitats aquatiques pour leur reproduction (mares, ornières, dépressions humides) mais aussi d'habitats terrestres pour passer la saison estivale et hivernale, dont les haies font partie (Boissinot *et al.*, 2019). Par ailleurs, dans les paysages agricoles, de nombreux organismes utilisent des ressources alimentaires (ressources florales, proies) en dehors des haies, que ce soit dans d'autres milieux arborés (bois, lisières, arbres isolés), des milieux semi-naturels herbacés (prairies permanentes ou bordures herbeuses), des zones humides (mares, étangs, rivières) ou des cultures. Ces organismes peuvent avoir besoin de différents habitats pour trouver des ressources alimentaires qui soient disponibles en quantité suffisante (on parle alors du besoin de supplémentation des ressources) mais aussi suffisamment diversifiées ou équilibrées (on parle alors de complémentarité des ressources). Les mouvements d'un individu d'un type d'habitat à un autre dans un but de recherche de nourriture constituent ce qu'on appelle le «*spillover*» (Tscharntke *et al.*, 2012). C'est un processus important qui affecte les communautés (en matière de richesse spécifique et d'abondance) et les services écosystémiques (voir chapitre 2).

Pour qu'un paysage agricole puisse soutenir une grande diversité d'espèces, il faut que toutes les ressources nécessaires à l'accomplissement de leur cycle de vie soient disponibles dans l'espace et le temps. Si certaines haies très diversifiées peuvent fournir des ressources en quantité suffisante, diversifiées et de façon continue dans le temps, la présence d'autres milieux semi-naturels arborés (bois, lisières, bosquets, etc.) et herbacés (prairies permanentes, milieux interstitiels) apportant des ressources complémentaires peut permettre la continuité des ressources alimentaires disponibles à l'échelle paysagère (figure 1.5). Par exemple, les éléments boisés et les haies peuvent fournir des ressources aux abeilles sauvages très tôt (mars) et très tard (septembre) dans la saison, à des périodes où les fleurs dans les autres milieux, notamment les prairies ou les parcelles agricoles, sont rares (Rivers-Moore, 2022; Ammann *et al.*, 2022).

Une diversité de haies favorable à la biodiversité à l'échelle des paysages

La biodiversité peut être caractérisée à différentes échelles. Si l'on prend l'exemple de la richesse spécifique (nombre d'espèces), elle peut être décrite à l'échelle de la haie

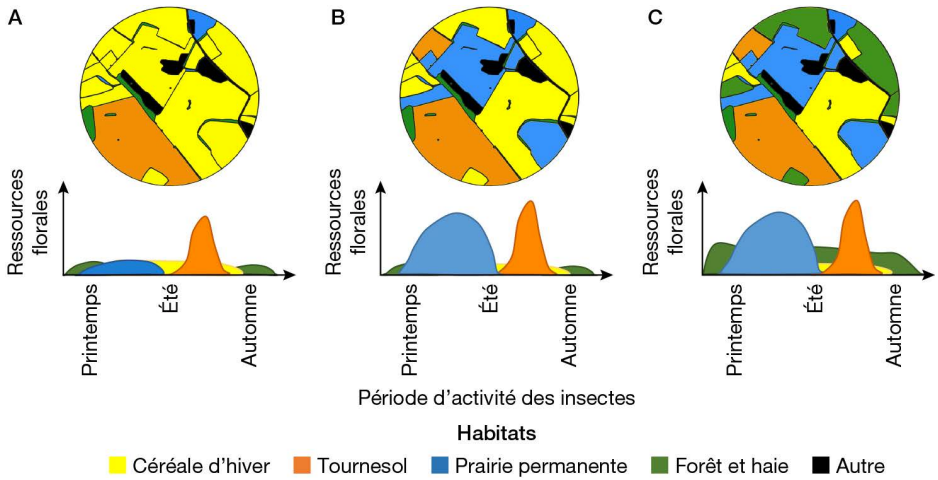


Figure 1.5. Trois paysages agricoles hypothétiques illustrant le lien entre, d'une part, la composition du paysage en différents types d'habitats (forêts, haies, prairies, cultures), d'autre part, la quantité et la disponibilité des ressources florales dans le temps. Le paysage le moins diversifié en matière d'habitats (A) fournit des ressources pendant une période limitée contrairement aux paysages présentant une plus grande diversité d'habitats (B et C). D'après Rivers-Moore (2022).

(nombre d'espèces présentes au sein de la haie, dite « diversité alpha ») mais également à l'échelle d'un paysage (nombre total d'espèces présentes au sein d'un paysage, dite « diversité gamma »). Nous avons vu précédemment que les haies sont susceptibles d'héberger de nombreuses espèces (diversité alpha élevée), notamment les haies multistrates et les haies anciennes (voir sections « Une diversité de niches écologiques » et « Les ressources alimentaires » de ce chapitre). De plus, chaque haie étant unique par sa structure et sa composition, elle est susceptible d'abriter une communauté tout aussi unique. La dissimilarité entre les communautés de différentes haies, mesurée par la diversité bêta (qui quantifie la différence de cortège spécifique entre plusieurs communautés), augmente avec le nombre de haies à l'échelle du paysage (Ponisio *et al.*, 2016; Boinot et Alignier, 2022). Ces dissimilarités s'observent également au niveau des réseaux d'interactions entre espèces (comme les interactions entre les prédateurs et leurs proies, ou entre les insectes pollinisateurs et les plantes en fleurs), générant une diversité d'écosystèmes. La diversité d'implantation des haies, leur connexion à d'autres habitats semi-naturels, leur mode de gestion, les éléments particuliers auxquels elles peuvent être associées (murets, tas de pierres, fossés, mares, etc.) ainsi que leurs spécificités régionales (buisnières, murgers, brise-vent, voir section « Les haies, des structures végétales linéaires pluristrates » du présent chapitre), sont autant d'éléments générant de l'hétérogénéité paysagère (Boinot et Alignier, 2022). À cette échelle, la diversité gamma portée par les haies est d'autant plus élevée que le paysage est riche en haies d'âge, de forme et de mode de gestion différents.

► Conclusion

Les haies sont des structures végétales linéaires plantées ou gérées par l'homme, se composant d'au moins deux strates parmi les strates arborée, arbustive et herbacée. En s'opposant au vent et en projetant de l'ombre au sol, la végétation des haies modifie

le microclimat local. Ces modifications se conjuguent à la complexité structurale de la végétation pour créer une mosaïque de microhabitats, qui permettent l'installation de communautés d'autant plus diversifiées. Ainsi, la richesse des espèces au sein des haies augmente avec le temps, les haies anciennes (implantées depuis plus de deux cents ans et continuellement présentes depuis) étant les plus riches. Cette richesse spécifique dépend à la fois : 1) de la complexité structurale des haies associée au développement des trois strates de végétation et à la présence d'éléments particuliers associés (vieux murs, tas de pierre, talus, mares...); 2) de la capacité de la haie à fournir des ressources, des abris et des sites de reproduction à une diversité d'organismes tout au long de l'année; et 3) de l'intensité des pratiques de gestion de la haie et des pratiques agricoles dans les parcelles adjacentes, ces dernières pouvant fortement altérer la qualité des haies. Lorsqu'elles sont connectées à d'autres types d'habitats semi-naturels, les haies peuvent jouer un rôle de corridor écologique, qui facilite le déplacement de nombreuses espèces à l'échelle du paysage. Toutefois, pour d'autres espèces sensibles aux variations de structure de la végétation ou passivement portées par les vents, elles peuvent aussi jouer un rôle de barrière. Pour toutes ces raisons, les haies sont considérées comme des réservoirs de biodiversité, abritant à la fois une grande partie de la biodiversité ordinaire et nombre d'espèces patrimoniales.

► Références bibliographiques choisies

- Boinot S., Alignier A., 2022. On the restoration of hedgerow ground vegetation: Local and landscape drivers of plant diversity and weed colonization. *Journal of Environmental Management*, 307, 114530.
- Boinot S., Mony C., Fried G., Ernoult A., Aviron S. *et al.*, 2023. Weed communities are more diverse, but not more abundant, in dense and complex bocage landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 60(1), 4-16.
- Boissinot A., Besnard A., Lourdaïs O., 2019. Amphibian diversity in farmlands: Combined influences of breeding-site and landscape attributes in western France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 269, 51-61.
- Bugg R.L., Anderson J.M., Thomsen C.D., Chandler J., 1998. Farmscaping in California: Managing hedgerows, roadside and wetland plantings, and wild plants for biointensive pest management. In : *Enhancing Biological Control: Habitat Management to Promote Natural Enemies of Agricultural Pests* (Pickett C.H., Bugg R.L., eds), Berkeley, Los Angeles, London, University of California Press.
- Burel F., 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Annual Reviews in Plant Sciences*, 15(2), 169-190.
- Dover J.W., 2019. Introduction to hedgerows and field margins. In: *The Ecology of Hedgerows and Field Margins* (Dover J.W., ed.), Oxon, Routledge, p. 1-34.
- Forman R.T.T., Baudry J., 1984. Hedgerows and hedgerow networks in landscape ecology. *Environmental Management*, 8(6), 495-510.
- Klaus F., Bass J., Marholt L., Müller B., Klatt B., Kormann U., 2015. Hedgerows have a barrier effect and channel pollinator movement in the agricultural landscape. *Journal of Landscape Ecology*, 8(1), 22-31.
- Lenoir J., Decocq G., Spicher F., Gallet-Moron E., Buridant J., Closset-Kopp D., 2021. Historical continuity and spatial connectivity ensure hedgerows are effective corridors for forest plants: Evidence from the species–time–area relationship. *Journal of Vegetation Science*, 32(1), e12845.
- Morandin L.A., Kremen C., 2013. Hedgerow restoration promotes pollinator populations and exports native bees to adjacent fields. *Ecological Applications*, 23(4), 829-839.
- Précigout P.A., Robert C., 2022. Effects of hedgerows on the preservation of spontaneous biodiversity and the promotion of biotic regulation services in agriculture: towards a more constructive relationships between agriculture and biodiversity. *Botany Letters*, 169(2), 176-204.

- Requier F., Leonhardt S.D., 2020. Beyond flowers: Including non-floral resources in bee conservation schemes. *Journal of Insect Conservation*, 24(1), 5-16.
- Rivers-Moore J., 2022. Effets de la complémentarité des habitats semi-naturels dans les paysages agricoles sur les communautés d'abeilles sauvages : Quelles contributions des habitats arborés ? Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse-INPT.
- Smith R.M., Gaston K.J., Warren P.H., Thompson K., 2006a. Urban domestic gardens: Environmental correlates of invertebrate abundance. *Biodiversity and Conservation*, 15, 2515-2545.
- Tscharntke T., Klein A.M., Kruess A., Steffan-Dewenter I., Thies C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – Ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8(8), 857-874.
- Tscharntke T., Tylianakis J.M., Rand T.A., Didham R.K., Fahrig L. *et al.*, 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes – Eight hypotheses. *Biological Reviews*, 87(3), 661-685.
- Vallé C., Le Viol I., Kerbiriou C., Bas Y., Jiguet F., Princé K., 2023. Farmland biodiversity benefits from small woody features. *Biological Conservation*, 286, 110262.
- Vanneste T., Govaert S., Spicher F., Brunet J., Cousins S.A.O. *et al.*, 2020. Contrasting microclimates among hedgerows and woodlands across temperate Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 281, 107818.



Chapitre 2

Les services écosystémiques rendus par les haies en milieu agricole

*Antoine Gardarin, Valérie Viaud, Audrey Alignier, Stéphanie Aviron,
Sarah Bunel, Florence Matutini, Catherine Moret, Benoît Ricci,
Corinne Robert, David Rolland, Valentin Verret, Pierre-Antoine Précigout*

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les haies abritent d'autant plus de diversité biologique que leur complexité structurale génère de microhabitats et qu'elles s'inscrivent dans un contexte paysager favorable aux divers processus clés du maintien des espèces. Nous allons à présent nous intéresser aux aspects fonctionnels de la biodiversité des haies, et plus largement aux fonctions écologiques et aux services écosystémiques assurés par les haies en milieu agricole.

Les fonctions écologiques sont le résultat des interactions entre différents organismes, ou des interactions des organismes avec leur environnement abiotique. Les services écosystémiques correspondent, quant à eux, aux bénéfices que les humains retirent de ce fonctionnement des écosystèmes. Ainsi, la pollinisation est une fonction écologique issue des interactions entre les plantes et les pollinisateurs. Elle soutient notamment le service écosystémique de production de fruits et de graines. La bioaccumulation est la fonction écologique qui correspond à la capacité de certaines plantes à absorber et piéger certains composés dans leur environnement (nitrates, métaux). Elle contribue au service d'amélioration de la qualité de l'eau. Dans ce chapitre, afin de simplifier notre discours, nous parlerons de « service écosystémique » pour désigner à la fois des fonctions écologiques, comme la pollinisation ou l'infiltration de l'eau dans le sol, et des services à proprement parler, comme la protection du bétail ou la régulation des bioagresseurs de cultures. Cet emploi correspond à une acception large du terme de service écosystémique.

La notion de service écosystémique a été popularisée par le *Millenium Ecosystem Assessment* (2005) qui propose une classification des services en quatre catégories :

- les services d'approvisionnement, qui correspondent à la production de matières premières (production de biens, par exemple de biomasse, de denrées alimentaires, de molécules à usage médicinal...);
- les services de régulation, qui assurent le maintien de conditions environnementales favorables (régulation de la qualité de l'eau, de l'air, entretien de la fertilité des sols, régulation des bioagresseurs des cultures, pollinisation, recyclage des nutriments, résilience écologique face aux événements extrêmes...);

- les services de soutien (ou de maintien, de support), qui regroupent les fonctions écologiques permettant la réalisation des autres types de services écosystémiques (formation des sols, fixation de l'azote atmosphérique, photosynthèse...);
- les services culturels, qui rassemblent les bénéfices inspirés par la nature (bien-être physique et psychologique, inspiration artistique ou scientifique, esthétique paysagère, notion de patrimoine naturel...).

Beaucoup de ces services écosystémiques (en tout cas leur intensité) dépendent de la biodiversité, dont la protection est parfois elle-même considérée comme un cinquième type de service écosystémique (Turner *et al.*, 2007).

Dans les premières parties de ce chapitre, nous allons passer en revue les différents types de services écosystémiques rendus par les haies (services de production, services de régulation biologique dans les cultures, services de soutien et de régulation en lien avec l'eau et les sols, atténuation des effets du changement climatique). Nous en discuterons les points positifs ou négatifs au regard des haies. La dernière partie de ce chapitre vise à faire un état des lieux des connaissances sur la contribution des haies à soutenir de multiples services en plus de la conservation de la biodiversité, c'est-à-dire à être support de multifonctionnalité, pour l'agriculture et les acteurs des territoires.

► Les services de production fournis par les haies

Les arbres et arbustes agricoles ont toujours constitué des ressources importantes pour l'économie rurale. La fonction productive des haies a cependant progressivement perdu de son intérêt à mesure que le métier de paysan polyvalent s'est recentré vers le métier d'agriculteur, cultivateur ou éleveur spécialisé dans certaines cultures ou types d'élevage. L'érosion des savoirs et savoir-faire, et des usages du bois en général, s'est produite en deux à trois générations, de telle sorte que dorénavant, il n'est pas rare que les agriculteurs ne sachent plus reconnaître les espèces d'arbres et n'en connaissent pas les usages possibles. Avec le regain d'intérêt actuel pour la haie, ces usages connaissent un nouvel attrait, ce qui peut alors faire espérer que la haie retrouve une place légitime dans le système productif de l'exploitation agricole.

Production de bois d'œuvre

Le bois d'œuvre est l'usage le plus noble recherché pour toute essence forestière, mais également bocagère, en raison de sa forte valorisation potentielle. Des débouchés de niche peuvent se trouver pour des essences rares de forêt et être parfois recherchées par des artisans menuisiers, ébénistes, marqueteurs, luthiers ou artistes. Le noyer, le cormier, l'alisier torminal, le poirier sauvage et l'orme, entre autres, peuvent par exemple trouver leur place dans des haies et rivaliser avec des essences exotiques de plus en plus souvent interdites d'importation en France. La production de bois d'œuvre peut être très opportuniste, mais également faire l'objet d'un travail de sélection de tiges et de taille de formation destinant certains arbres à une potentielle récolte et valorisation. Des compétences sylvicoles et un investissement en temps de la part de l'agriculteur peuvent alors être nécessaires pour lui permettre d'arriver à un résultat satisfaisant.

Ce bois peut servir pour la construction locale. À titre d'exemple, la Chambre d'agriculture d'Ille-et-Vilaine a produit une brochure présentant différentes réalisations à partir de bois issu du bocage : petit bâtiment d'élevage, charpente et bardage de

hangar agricole, mobilier urbain (table de pique-nique, abribus) réalisé en partenariat avec une collectivité (Chambre d'agriculture d'Ille-et-Vilaine, 2015). Les constructions rustiques sont les plus à même de valoriser des bois de haies qui ne trouveraient pas de débouchés dans les filières industrielles.

De nombreuses essences bocagères suscitaient autrefois un intérêt pour la confection de manches d'outils : frêne, charme, houx, buis, érable champêtre par exemple. Le robinier faux-acacia et le châtaignier conduits en cépées donnaient et donnent encore des piquets de très bonne longévité (bois partiellement imputrescibles). De nombreuses essences ainsi conduites produisent des perches et gaulettes, qui peuvent trouver mille usages dans une ferme faisant feu de tout bois, notamment dans la confection de plessis, tressages et clayonnages revenus à la mode pour des aménagements paysagers. Enfin, les rameaux de nombreuses espèces trouvent des usages traditionnels en vannerie pour la confection de paniers : le saule des vanniers évidemment, mais également le noisetier, le châtaignier, le cornouiller (et même les ronces les plus robustes) (Bertrand, 2020). Les tailles de type « trogne » (voir chapitre 1, encadré 1.2) sont alors particulièrement productives en jeunes rameaux récoltables aisément.

Bois-énergie

Les haies étaient anciennement source de bois à brûler à la cheminée ou au four à pain, en bûches et en fagots. Des branches de section moyenne, appelées « charbonnettes », servaient à la production de charbon de bois. Plus récemment, des filières bois-énergie ont vu le jour pour de l'autoconsommation à la ferme ou pour la vente à des collectivités ou des privés. Des agriculteurs s'organisent en collectif (coopérative d'utilisation de matériel agricole ou Cuma, société coopérative d'intérêt collectif ou SCIC) pour produire, stocker, sécher, livrer des bûches ou du bois déchiqueté. Ces structures incitent les collectivités à s'engager dans l'achat de combustible issu de la gestion des haies locales. Des expérimentations de vente de bois bocager en circuit court, de type Association pour le maintien d'une agriculture paysanne (Amap), voient le jour.

Une vigilance est à avoir lors de l'exploitation sylvicole de la haie pour garantir la pérennité de la ressource : ne pas prélever plus que la pousse annuelle mais également assurer un retour au sol d'éléments nutritifs pour garantir le maintien d'une croissance dynamique des ligneux.

À ce titre, le Plan de gestion durable des haies (PGDH), porté par Réseau Haies France, est un dispositif qui vise à accompagner les agriculteurs dans la gestion et la valorisation durable de leurs haies. L'un des outils du PGDH, le Label Haie, est une certification garantissant la gestion durable du bocage, par exemple grâce à la production de combustible selon certaines bonnes pratiques (voir chapitre 6, encadré 6.1). Les références de productivité des haies sont de plus en plus nombreuses. Réseau Haies France a piloté le projet Resp'Haies (2019-2022), qui a permis d'établir une fourchette large de la productivité des haies de 1 à 17 tonnes de bois sec par an et par kilomètre linéaire selon le type de haies et les essences qui la composent (Réseau Haies France, 2023). Une méthode d'évaluation de la biomasse des haies (et de leur stock de carbone) selon leur type et à partir de paramètres simples, comme la hauteur et la largeur de la haie, a été récemment publiée (Betolaud *et al.*, 2025 ; voir chapitre 8). Cette étude établit une médiane de

productivité annuelle (ou accroissement annuel) de bois décheté comprise entre 9,8 et 12 tonnes humides par an et par kilomètre linéaire de haie en taillis dans les trois régions d'étude : Hauts-de-France, Pays de la Loire et Normandie.

Broyat de bois

Le bois décheté peut trouver différentes destinations, autres que la chaudière. Des études ont démontré les atouts de son utilisation en litière pour les bovins et les ovins, notamment en matière de bien-être animal, de qualité drainante, de réduction de la poussière ambiante et de confort de travail pour l'éleveur (Moreau, 2020). La qualité agronomique du fumier résultant de cette utilisation est également appréciée par les agriculteurs. Le broyat est utilisable pour le paillage de cultures maraîchères, de petits fruitiers, et également de jeunes haies. Des agriculteurs s'intéressent à l'épandage de bois broyé dans des parcelles cultivées, aussi appelé « bois raméal fragmenté » (bois de section inférieure à 7 cm ; Domenech, 2007). Il est ainsi parfois envisagé des systèmes de haies intraparcellaires qui seraient régulièrement récoltées, broyées et le bois épandu dans les cultures intercalaires pour l'amélioration des qualités agronomiques des sols. Néanmoins, à notre connaissance, il n'existe pas de site expérimental sur ce sujet.

Fourrage ligneux

Jusqu'au début du Moyen Âge, la ration hivernale des herbivores d'élevage se composait essentiellement de feuilles d'arbres. Avant que la production et la conservation de foin séché ne se démocratisent grâce à de nouveaux outils, des rameaux étaient collectés en été, fagotés, séchés et stockés pour être apportés à l'étable ou à la bergerie en hiver. Lors d'épisodes de sécheresse particulièrement intenses desséchant les prairies (par exemple en 1976), des éleveurs se sont remis à couper et à distribuer des branches d'arbres au bétail. Des observations sur l'appétence et la santé animale ont contribué à faire renaître l'intérêt pour ces fourrages ligneux dans les années 2010. Le projet OasYs initié par l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) de Lusignan en 2014 (Novak *et al.*, 2013) a entrepris l'étude de la qualité fourragère de différentes essences d'arbres pour un système bovin lait (Émile *et al.*, 2017), parmi lesquelles se distinguent entre autres le mûrier, le saule ou le frêne (Goust, 2017). Les ramées peuvent s'envisager comme un complément journalier à la ration d'herbe pâturée ou bien comme un constituant principal de la ration en cas de tension sur la ressource fourragère plus classique. Une étude en Suisse estime que des branches de 5 cm de diamètre peuvent produire entre 200 et 600 g de matière sèche, selon les espèces d'arbres, et donc que 6 à 7 branches de ce type fourniraient ainsi 20 % de la ration journalière d'une vache laitière (Galland *et al.*, 2025).

La concentration en tannins et autres principes actifs contenus dans les feuilles, bourgeons et rameaux laisse percevoir des atouts indéniables de cette pratique d'affouragement pour la santé animale. On parle alors d'« arbres médicaments ».

Production fruitière et autres

De nombreuses essences constituant les haies présentent des composantes comestibles : feuilles, sève (de bouleau, par exemple), bourgeons (pour la gemmothérapie), fleurs ou fruits. Qui n'a jamais cueilli de mûres sauvages dans une haie ? Comme la corme (fruit du cormier) qui entrait dans la composition d'un cidre réputé, de nombreux

fruits sont aujourd'hui oubliés. Citons entre autres le cynorrhodon (fruits de l'églantier), la cenelle (fruit de l'aubépine), la noisette, la châtaigne ou les nèfles. Des produits paysans remettent ces saveurs au goût du jour avec des produits tels que le pétillant de fleur de sureau (« champagne des fées »), la confiture de baies champêtres, des tisanes, etc. Par leurs intenses floraisons nectarifères, bien des haies peuvent aussi être support de production de miel.

Des productions fruitières plus classiques s'envisagent également sous la forme de haies fruitières (Leterme, 2018). Il s'agit de fruitiers de haute ou de moyenne tige, associés à une strate arbustive pour viser des régulations naturelles (voir section « Les services de régulation biologique en lien avec les cultures » du présent chapitre) et une production de fruits très rustique. Il n'existe pas de référence sur la productivité de ces haies fruitières tant leur composition peut être différente et les pratiques diversifiées (irrigation ou non, régime de taille des arbustes...). Le verger circulaire agroécologique de la station expérimentale INRAE de Gotheron s'est intéressé à ce principe et une haie fruitière incluant 12 espèces de production fruitière principale (fruits à coques, fruits à pépins) et 19 essences de productions secondaires (baies) a ainsi été plantée (Even et Simon, 2019). Il en ressort que la haie fruitière conviendra plus à un projet d'agrément, production vivrière ou familiale, qu'à un atelier de production compétitif, car la main-d'œuvre pour la récolte y est moins optimisée qu'en verger, du fait de la distance entre individus de la même espèce.

Enfin, les haies vives présentent de nombreuses opportunités de greffage de variétés fruitières, en fournissant des pieds francs. À titre d'exemple, l'aubépine peut être utilisée pour greffer des variétés fruitières de poiriers, de néfliers, ou de cognassiers. Le prunier myrobolan et le prunellier peuvent servir de porte-greffe pour de l'abricot, de la pêche ou encore de l'amande.

► L'effet des haies sur le rendement des cultures

Au sein d'une parcelle agricole, le rendement n'est pas homogène et diffère quasi systématiquement entre le centre de la parcelle et ses bords. Cet « effet de bord », davantage marqué pour les cultures annuelles, est lié à des différences très locales dans les conditions de croissance des plantes. Ces différences peuvent être liées à des processus abiotiques (ombre portée par la végétation, accumulation d'eau en bordure d'un fossé, effet brise-vent...), biotiques (compétition avec la végétation spontanée du bord de champ pour l'eau ou l'azote; présence de bioagresseurs ou au contraire d'auxiliaires des cultures...) ou à des pratiques agricoles (passages moins réguliers du matériel agricole en bordure de champ ou, au contraire, passages plus nombreux des engins sur les petits côtés des parcelles longues et étroites).

Si quelques études rapportent des effets de bords positifs (Ghosh *et al.*, 2012; Tschumi *et al.*, 2015), on observe généralement une baisse des rendements agricoles en bordure immédiate de parcelle (voir les revues de littérature de Van Vooren *et al.*, 2018 et Raatz *et al.*, 2019). Pour les grandes cultures annuelles en Europe occidentale (blé, orge, colza), cette baisse de rendement, rencontrée quel que soit le type de bordure de champ (végétation spontanée, bande enherbée, bande fleurie, fossé, haie, élément boisé...), a par exemple été estimée entre 11 % et 38 % par Raatz *et al.* (2019), entre 10 % (blé) et 18 % (colza) par Fincham *et al.* (2023) et à 12 % en moyenne par Liu *et al.* (2023). L'effet positif ou négatif des bords de champs dépend de nombreux facteurs,

aux premiers rangs desquels se trouvent le type de bordure, le type de culture, la taille de la parcelle, le contexte pédoclimatique ou encore les pratiques agricoles dans la parcelle (Raatz *et al.*, 2019; Metcalfe *et al.*, 2025).

La présence de haies en bordure de parcelles agricoles ne fait pas exception. Les effets de bord liés aux haies semblent même plus forts que ceux d'autres types de bordures (Metcalfe *et al.*, 2025). Un premier effet, bien connu des agriculteurs, est une baisse de rendement aux abords de la haie du fait de l'ombre projetée par les arbres et les arbustes. À cette compétition pour la lumière s'ajoute une compétition pour l'eau et les nutriments aux abords de la haie. Cette compétition entre végétation de la haie et culture conduit à une baisse de rendement allant jusqu'à 29% dans les premiers mètres au bord de la haie, qui s'étend dans la parcelle sur deux fois la hauteur de la haie, distance à partir de laquelle plus aucune baisse de rendement n'est observée (Van Vooren *et al.*, 2018).

Les effets bénéfiques liés à la haie sont, quant à eux, plus étendus mais moins marqués. Ainsi, Van Vooren *et al.* (2018) montrent une augmentation de 6% des rendements s'étendant dans la parcelle sur une distance allant jusqu'à 20 fois la hauteur de la haie, en lien avec une augmentation de 6% de la teneur en carbone du sol et à une meilleure minéralisation de l'azote organique, rendu plus accessible pour les plantes. D'autres effets positifs des haies sur la fertilité des sols et le rendement sont connus, en particulier pour les parcelles en pente soumises à une érosion potentiellement forte (voir section « Les services de régulation et de soutien en lien avec l'eau et les sols » du présent chapitre). En réduisant le ruissellement des eaux de surface, les haies contribuent à la rétention des particules de sol (limons et argiles) qui s'accumulent dans les parcelles en amont de celles-ci, augmentant dans le même temps les concentrations en carbone et en azote dans le sol. Cette protection des sols agricoles, dont l'étendue dépend de la pente et du type de sol, peut conduire à des augmentations de rendement de 5 à 10% dans la parcelle située en amont de la haie (Lei *et al.*, 2021).

Bien que les mécanismes expliquant l'effet des haies sur le rendement des cultures adjacentes soient maintenant bien identifiés, peu d'études ont effectivement quantifié les différences de rendement liées à la présence des haies. Ainsi, en reprenant le dernier exemple, si l'effet protecteur des haies sur les sols dans les zones de pentes a été largement étudié, notamment en Asie (par exemple Kort, 1988; Agus *et al.*, 1997; Isaac *et al.*, 2003; Lin *et al.*, 2009; Sitzia *et al.*, 2014; Xiao *et al.*, 2024), seules quelques rares études mesurent leur effet sur le rendement (Hombegowda *et al.*, 2019; Lei *et al.*, 2021).

Les haies ont donc à la fois des effets positifs et négatifs sur le rendement des cultures adjacentes et leur présence en bordure de parcelle agricole donne potentiellement lieu à un compromis entre pertes localisées, facilement observables, et gains plus diffus, moins perceptibles mais plus durables, comme la protection du sol. Cette balance coût-bénéfice varie largement avec les cultures et le contexte pédoclimatique de la parcelle considérée.

» Les services de régulation biologique en lien avec les cultures

Dans le vocabulaire de l'agroécologie, les organismes naturellement présents dans les haies et mobiles à l'échelle du paysage sont désignés sous le terme de « biodiversité spontanée ». La fraction de cette biodiversité spontanée qui entre en interaction avec les cultures adjacentes est nommée « biodiversité associée » (Précigout et Robert, 2022).

Elle comprend notamment des organismes qui peuvent être des bioagresseurs des cultures (adventices, maladies, insectes phytophages, etc.), des auxiliaires consommant ces bioagresseurs (prédateurs ou parasitoïdes), des pollinisateurs ou des détritivores, sachant que ces catégories ne sont pas exclusives.

Auxiliaires et pollinisateurs sont des organismes clés pour les services de régulation biologique attendus au sein des agroécosystèmes. Les prédateurs et parasitoïdes sont des auxiliaires de cultures qui jouent un rôle crucial dans les réseaux d'interactions trophiques impliquant les bioagresseurs des cultures, et qui peuvent de ce fait contribuer à réduire la dépendance aux produits phytosanitaires (Tscharnkte *et al.*, 2005; Boyles *et al.*, 2011). Par leur activité, les pollinisateurs assurent le maintien de la diversité des plantes sauvages et contribuent également à la production de denrées indispensables à l'alimentation humaine, que ce soit en quantité ou en qualité (Garibaldi *et al.*, 2014; Potts *et al.*, 2016; Ehlers *et al.*, 2021). Certaines espèces d'auxiliaires (cas de certains carabes adaptés aux milieux ouverts) et de pollinisateurs accomplissent la totalité de leur développement dans les parcelles agricoles. Pour d'autres, les perturbations et changements rapides des conditions abiotiques dans les parcelles cultivées impliquent la recherche d'habitat refuge lors de saisons défavorables (été, hiver) ou lorsqu'aucun couvert végétal n'est présent sur la parcelle. Dans ce cas, la présence de haies est déterminante car elles offrent des ressources et des habitats complémentaires à ceux des parcelles cultivées (Wissinger, 1997; Petit *et al.*, 2013; Sorribas *et al.*, 2016; voir chapitre 1).

Les haies favorisent ainsi de nombreuses espèces invertébrées et vertébrées assurant un rôle dans la régulation des bioagresseurs des cultures ou dans la pollinisation au sein des parcelles, à différentes échelles spatiales et temporelles (figure 2.1; Précigout et Robert, 2022). La qualité des haies pour ces organismes auxiliaires dépend fortement de la disponibilité et de la temporalité des ressources végétales (surtout florales) fournies par la végétation ligneuse et herbacée (Aviron *et al.*, 2023). La continuité des ressources dans l'année, offertes par les divers ligneux (à floraison massive précoce et plus tardive) et par les espèces herbacées se développant dans l'ourlet des haies, explique que les haies et lisières forestières abritent des abondances plus importantes d'auxiliaires que les milieux herbacés (Bartual *et al.*, 2019; Eckerter *et al.*, 2022).

Effet des haies sur la pollinisation

Les relations positives entre les caractéristiques des communautés de pollinisateurs et la pollinisation sont bien connues. L'abondance et la diversité des pollinisateurs, qui sont généralement favorisées par les haies (Morandin et Kremen, 2013; Morandin *et al.*, 2016), augmentent la fréquence de visite des plantes et la diversité des interactions dans les cultures adjacentes, ce qui se traduit par une production de fruits et de graines plus importante et par une qualité des fruits accrue (Venturini *et al.*, 2017). Cependant, peu de travaux ont éprouvé les relations directes entre haies et pollinisation. Certains les étudient en mesurant la quantité et la qualité de fruits ou de graines produits par des plantes en pots exposées dans les cultures ou leurs bordures (plantes phytomètres), soit protégées par un filet (pour exclure les interactions entre fleurs et pollinisateurs et donc exclure la pollinisation), soit sans filet (pour permettre la pollinisation). En utilisant des fraisiers comme plantes phytomètres, Castle *et al.* (2019) observent une forte augmentation de la masse et de la qualité (régularité de

la forme) des fraises à proximité de haies, en comparaison avec celles à proximité de bordures de champs herbacées. Ce fort effet positif des haies ne s'exprime cependant que pour les haies connectées aux habitats forestiers, et non pour les haies isolées. En agroforesterie aussi, la production de graines du pavot de californie (*Eschscholtzia californica*) est augmentée en comparaison avec des parcelles en grandes cultures seules (Varah *et al.*, 2020). Bien que les haies favorisent les pollinisateurs sauvages, cela ne se traduit pas toujours par une meilleure pollinisation des cultures (Sardiñas et Kremen, 2015; Morandin *et al.*, 2016, respectivement sur le tournesol et le colza). Cela peut s'expliquer par un rôle prédominant des abeilles domestiques dans la pollinisation des cultures étudiées, qui sont peu liées aux haies. Mais aussi par le fait que les haies favorisent des pollinisateurs plutôt forestiers, augmentant ainsi la diversité des pollinisateurs mais pas nécessairement leur abondance, et par le recrutement d'espèces peu fréquentes qui ne visitent pas les espèces cultivées (Hannon et Sisk, 2009; M'Gonigle *et al.*, 2015; Sardiñas et Kremen, 2015). Finalement, la méta-analyse d'Albrecht *et al.* (2020) conclut à l'absence d'effet global significatif des haies sur la pollinisation sur l'ensemble des 17 études synthétisées. Il arrive que les initiatives locales visant à accroître l'efficacité des haies dans la fourniture de services s'avèrent moins efficaces que l'augmentation de la plantation et de la gestion des haies à l'échelle du paysage. En effet, Dainese *et al.* (2017) rapportent une augmentation de la fréquentation des pollinisateurs et de la production de graines (jusqu'à 70 %, la production de graines étant vue ici comme une approximation du rendement) dans les paysages avec beaucoup de haies. Ils attribuent ce résultat à la dispersion des insectes bénéfiques qui est facilitée par les réseaux denses de haies.

Effet des haies sur la régulation des bioagresseurs de cultures

Du fait de leur fort effet positif sur les auxiliaires de culture, les haies constituent un levier intéressant dans la lutte biologique par conservation (figure 2.1). La manière dont ces communautés d'organismes contribuent effectivement à la régulation biologique des bioagresseurs dans les cultures est plus difficile à établir car cela nécessite d'avoir des suivis dynamiques des différents niveaux trophiques, ou des dispositifs d'exclusion permettant d'attester de la réalisation effective de la prédation ou du parasitisme des bioagresseurs. Les travaux évaluant l'impact des haies sur la régulation et les populations de bioagresseurs sont ainsi plus rares que ceux évaluant les effets sur leurs ennemis naturels.

De nombreux exemples corrélatifs suggèrent un effet positif des haies sur la régulation biologique (Thies et Tschardtke, 1999; Holland *et al.*, 2016). Par exemple en verger, le nombre de larves de carpocapses est plus faible dans les zones les plus proches des haies, ou sous l'influence de l'ombre des haies ou de la protection contre le vent (Ricci *et al.*, 2011). En grande culture, il a été montré que les haies ont des effets très bénéfiques sur les populations des prédateurs et des parasitoïdes des pucerons (Alignier *et al.*, 2014) et que ceux-ci peuvent réduire significativement l'abondance des pucerons en cultures de céréales (Rusch *et al.*, 2013). La prédation des pucerons et des graines d'adventices augmente avec le linéaire de haies présent à des échelles locales ou paysagères, selon les bioagresseurs (Badenhausser, 2020). À l'échelle du paysage, il a été estimé qu'une augmentation de la surface en haies de 1 à 5 % permettait d'augmenter le parasitisme des pucerons de 30 % (Dainese *et al.*, 2017) et la prédation des pucerons par les coccinelles jusqu'à 50 % (Bianchi et van der Werf, 2003).

Les invertébrés prédateurs ou parasitoïdes présents dans les haies expliquent en partie ces résultats, mais il s'agit surtout de la conjugaison d'un ensemble d'interactions trophiques impliquant de multiples organismes, invertébrés comme vertébrés. Une étude menée dans de petites fermes biologiques de chou kale en Californie a révélé que les oiseaux consommaient jusqu'à 80% des larves de la noctuelle du chou (*Trichoplusia ni*). Les résultats ont montré que la proximité des haies augmentait significativement la prédation des larves sur les feuilles de chou kale (Garfinkel et Johnson, 2015; García *et al.*, 2020). Plus globalement, une synthèse de la littérature internationale menée par Boesing *et al.* (2017) a montré que les haies, par leur rôle dans le maintien d'une hétérogénéité de composition et de configuration des paysages agricoles, favorisent la régulation des ravageurs par les oiseaux. Elles favorisent à la fois leurs mouvements dans le paysage et l'accessibilité des parcelles, et offrent des ressources attractives et favorables à leur présence sur le plus long terme (complémentation et supplémentation paysagère, Dunning *et al.*, 1992).

Le rôle des vertébrés dans la régulation biologique a longtemps été sous-estimé, mais les recherches récentes confirment leur importance. Les oiseaux insectivores et les chauves-souris jouent un rôle clé en consommant de grandes quantités d'insectes, réduisant ainsi les dégâts sur les cultures et la dépendance aux pesticides (García *et al.*, 2020; Tuneu-Corral *et al.*, 2023). Les rapaces (faucons et chouettes, par exemple) contribuent à réduire significativement l'abondance de certains rongeurs comme le campagnol terrestre dans les agroécosystèmes (Whelan *et al.*, 2015; Kross *et al.*, 2016). Bien que moins étudiés, d'autres groupes dépendant des haies ont également des actions de régulation complémentaires, comme les petits carnivores, les hérissons, les amphibiens et les reptiles (Ghosh et Borzée, 2024; Lourdaï *et al.*, 2025).

Ce renforcement des régulations biologiques apporté par la présence de haies est un levier fort pour réduire les niveaux d'utilisation de produits phytosanitaires à large échelle. Dans une étude sur 550 exploitations de grandes cultures réparties sur le territoire de l'Hexagone, il est ressorti une forte corrélation négative entre la surface en haies et l'utilisation d'insecticides (Courson *et al.*, 2024). Cet effet est concomitant avec une plus faible abondance de pucerons à l'échelle régionale et ne résulte pas d'effets confondants liés à une éventuelle corrélation entre les systèmes agricoles plus productifs et les paysages moins denses en haies. En revanche, l'étude souligne que l'effet de réduction des niveaux d'usage d'insecticides tend à diminuer lorsque les abondances de ravageurs sont très fortes. Cela montre que, si la haie est bien un support à la régulation biologique, celle-ci doit être intégrée dans un ensemble de pratiques agroécologiques (cultures en mélange, rotation, diversification spatiale des productions, etc.).

Figure 2.1. Les haies hébergent des auxiliaires et des bioagresseurs des cultures.

© Antoine Gardarin.

A. Les haies en fleurs (ici *Prunus* spp.) fournissent d'abondantes ressources florales en début de saison. **B.** La micro-guêpe *Tersilochus microgaster*, parasitoïde de la grosse altise du colza, sur le lierre terrestre (*Glechoma hederacea*) ne vole qu'en février et mars. **C.** Le carabe violet (*Carabus violaceus* subsp. *purpurascens*) est un prédateur généraliste inféodé aux habitats non perturbés. **D.** Certaines araignées comme *Pisaura mirabilis* profitent des habitats stables que constituent les haies et leur ourlet herbacé. **E.** La grosse altise du colza (*Psylliodes chrysocephala*) estive dans la litière des habitats boisés, incluant les haies. **F.** Les méligèthes (*Brassicogethes aeneus*), ravageurs du colza, hivernent à la litière des bois et des haies et colonisent les parcelles depuis les lisières.



Une vision d'ensemble est donnée par la méta-analyse d'Albrecht *et al.* (2020), qui synthétise les résultats de 18 études ayant évalué le contrôle biologique (mesure de prédation, de parasitisme, de dynamique temporelle des bioagresseurs ou de dégâts) dans des parcelles avec ou sans haies. Elle ne parvient pas à montrer d'effet significatif général des haies sur le contrôle biologique en raison d'une forte variabilité des effets entre études. Cette grande variabilité de la régulation biologique peut être attribuée à des différences de qualité des haies, comme abordé plus haut, mais aussi à des interactions négatives entre auxiliaires (par exemple, prédation intraguilde) ou à un effet positif des haies sur certains bioagresseurs (voir la section suivante). À l'inverse, d'autres habitats semi-naturels, comme les bandes fleuries, font mieux que les haies sur ce critère, avec une contribution significativement positive envers le contrôle biologique (Albrecht *et al.*, 2020). La raison est que ces habitats sont souvent implantés *de novo*, sur des pas de temps courts, avec une composition végétale choisie et optimisée pour subvenir aux besoins d'auxiliaires ciblés contribuant à la régulation de ravageurs spécifiques. *A contrario*, les haies sont un élément fixe et pérenne du paysage, héritage plurigénérationnel dont la composition est nettement moins maîtrisée et dont la plantation n'avait pas nécessairement pour objectif de contribuer à la régulation des bioagresseurs de culture.

Au-delà des effets positifs directs sur les ennemis naturels des bioagresseurs de cultures et parfois sur leur régulation, augmenter la densité du réseau de haies d'un paysage permet de subdiviser les grands parcellaires en entités plus petites et donc d'affiner le grain du paysage. Ce paramètre a été identifié comme un levier fort en faveur de la biodiversité et des régulations biologiques (Haan *et al.*, 2020). De même, l'imbrication spatiale de différents habitats augmente les longueurs d'interfaces, ou lisières, entre types d'habitat ; ce paramètre est connu pour avoir le plus souvent un effet positif sur la biodiversité. Une méta-analyse a plus particulièrement montré que les paysages avec de grandes longueurs d'interfaces entre différents habitats étaient favorables à la fois aux ennemis naturels des bioagresseurs, aux pollinisateurs et au rendement des cultures (Martin *et al.*, 2019).

Facteurs limitant l'impact des haies sur la régulation des bioagresseurs de cultures

L'impact des haies sur la régulation des bioagresseurs par leurs ennemis naturels peut être atténué par plusieurs phénomènes : la prédation intraguilde, l'effet parfois positif des haies sur les bioagresseurs et l'effet barrière vis-à-vis des auxiliaires.

On parle de « prédation intraguilde » lorsqu'un organisme en consomme un autre du même niveau trophique : prédation entre prédateurs, parasitisme de parasitoïde... C'est le cas de la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) qui exerce une prédation sur les coccinelles indigènes d'Europe occidentale (comme *Coccinella septempunctata*) (Roy *et al.*, 2016). Les oiseaux insectivores et les chauves-souris peuvent développer une prédation intraguilde en consommant des invertébrés prédateurs généralistes ou spécialistes de bioagresseurs (carabes, araignées...), ce qui peut parfois limiter l'efficacité du contrôle biologique qu'ils exercent (Rosenheim *et al.*, 1993 ; García *et al.*, 2020 ; Díaz-Siefer *et al.*, 2021). Grass *et al.* (2017) ont ainsi montré, dans des systèmes agricoles simplifiés, que les moineaux friquets (*Passer montanus*) nourrissent leurs oisillons avec des prédateurs des pucerons (syrphes et coccinelles par exemple), qui

représentent 77 % de leur alimentation pendant les pics de densité des pucerons. Dans cette étude, l'exclusion des oiseaux a entraîné une augmentation des densités de larves de syrphes (4 % dans le blé, 45 % dans l'avoine) et une diminution des populations de pucerons (24 % dans le blé, 26 % dans l'avoine).

Bien que les haies puissent faciliter le mouvement de certaines espèces (voir section « Le rôle des haies dans le déplacement des espèces à l'échelle du paysage » du chapitre 1), elles peuvent également entraver la dispersion des auxiliaires comme des bioagresseurs des cultures, et dans ce dernier cas en augmenter les dégâts (Leather, 1993). Cet « effet barrière » des haies a été documenté pour certains auxiliaires comme les carabes (Duelli *et al.*, 1990; Mauremooto *et al.*, 1995; García *et al.*, 2000; Maudsley *et al.*, 2002) ou les syrphes (Wratten *et al.*, 2003) et des bioagresseurs comme certains pucerons (Marrou *et al.*, 1979), des champignons pathogènes (Norton, 1988; Mossu, 1990; Yamoah et Burleigh, 1990; Badly et Strigler, 1993; Schroth *et al.*, 1995) et des bactéries anémochores (Schroth *et al.*, 2000). Le fait qu'une haie agisse comme corridor ou comme barrière pour un organisme dépend notamment de sa capacité et de son mode de dispersion (déplacement actif *versus* transport passif par les courants aériens). Ainsi, les carabes qui sont arrêtés par les haies sont principalement de petites espèces épigées sensibles aux changements dans la structure de la végétation (Duelli *et al.*, 1990). Certains auteurs les qualifient de *hard edge species*, c'est-à-dire des espèces spécialistes d'habitats pérennes diffusant peu dans les cultures. Chez les pollinisateurs, les syrphes pour qui les haies constituent des barrières sont généralement des espèces qui volent au ras de la végétation (Wratten *et al.*, 2003).

L'impact des haies sur les organismes anémochores, c'est-à-dire à transport aérien passif, est nettement plus problématique. Dans le cas des rouilles, la mise en suspension dans l'air des spores nécessite de la turbulence dans le couvert végétal et des rafales d'intensité suffisante (Aylor et Ferrandino, 1990). Or, une haie isolée casse la vitesse du vent en amont comme en aval (Forman et Baudry, 1984). Si cette réduction de la vitesse du vent est défavorable à la mise en suspension des spores avant leur dispersion, elle peut en revanche permettre leur sédimentation, notamment dans une zone aval plus chaude et plus humide, et donc favoriser le développement de foyers infectieux. Toutefois, si la réduction de la vitesse de vent peut être favorable au dépôt des spores à proximité de la haie, elle s'accompagne vraisemblablement d'un effet barrière de la haie elle-même, celle-ci interceptant une certaine quantité de spores qui, de ce fait, ne pourront atteindre la culture. Le même compromis entre effet barrière à la dispersion et zone de calme et d'habitat favorable existe aussi pour des insectes comme les syrphes ou les guêpes parasitoïdes (Wratten *et al.*, 2003). Enfin, le fait que les haies puissent être des habitats favorables à la fois pour des bioagresseurs (voir plus haut) et leurs prédateurs, selon le contexte local et paysager, limite également l'impact positif qu'elles peuvent avoir sur la régulation des bioagresseurs.

Plus généralement, dans de nombreux cas, l'incapacité des haies à soutenir un service de régulation des bioagresseurs peut résulter d'une gestion inappropriée, notamment d'une taille trop fréquente ou trop sévère de la strate arbustive ou arborée, ou d'une fauche de la strate herbacée à un moment qui réduit les ressources florales pour les auxiliaires (cas des invertébrés, Holland *et al.*, 2016) ou qui perturbe l'activité de certains prédateurs (par exemple les chauves-souris; Russ et Montgomery, 2002). Une gestion efficace de la régulation biologique des bioagresseurs de cultures nécessite donc une approche globale des réseaux trophiques, même dans des systèmes agricoles simplifiés.

Les haies, sources potentielles de bioagresseurs de cultures

Un des arguments qui ont poussé (et poussent encore parfois) à la destruction des haies est la crainte que ces habitats hébergent des bioagresseurs (adventices, ravageurs, maladies). Par exemple, dans le cadre d'une étude portant spécifiquement sur des cultures de blé et de colza dans plusieurs régions de France, il a été trouvé de plus fortes proportions de limaces dans des paysages aux réseaux de haies denses (Courson *et al.*, 2022). En analysant neuf années de données de surveillance épidémiologique acquises en France sur les trente principaux bioagresseurs des grandes cultures, Delaune *et al.* (2021) montrent un effet très ambivalent des haies. Leur surface a un effet positif sur l'abondance de cinq ravageurs, un effet négatif pour cinq autres ravageurs et aucun effet pour trois. Concernant les maladies, les haies ont un effet positif sur l'incidence ou la sévérité pour une seule, un effet négatif pour quatre maladies et aucun effet pour les douze autres étudiées. Tous ces effets des haies, lorsqu'ils s'expriment, sont les plus forts dans un rayon d'environ 1 km autour de la parcelle étudiée.

En effet, la grande diversité végétale des haies favorise une grande diversité d'arthropodes phytophages (Sotherton *et al.*, 1981; Amy, 2015), qu'ils se nourrissent de feuilles, de nectar, de pollen ou de sève (Rieux *et al.*, 1999; Debras *et al.*, 2002). Parmi ces derniers, on trouve notamment les pucerons, qui trouvent dans la végétation des haies des sources de nourriture alternative aux cultures ou des sites d'hivernage (Al Hassan *et al.*, 2013). Citons le puceron des céréales (*Sitobion avenae*) qui se nourrit de saule et de luzerne (Langer, 2001), tandis que le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) passe l'hiver et réalise une première génération printanière sur le fusain européen (*Euonymus europaeus*; Cammel *et al.*, 1989). D'autres bioagresseurs bien connus profitent du gîte et du couvert fournis par les haies. Ainsi, la mouche de la carotte (*Psila rosae*), principal bioagresseur des Apiacées cultivées en Europe, bénéficie de la présence de plantes de la même famille dans la végétation herbacée des haies (Ellis, 1999). Plusieurs coléoptères bioagresseurs du colza (les petites et grosses altises, *Phyllotreta nemorum*, *Psylliodes chrysocephala*, *Brassicogethes aeneus*) ou des légumineuses (les bruches, *Bruchus* spp.) passent les saisons défavorables, été ou hiver, dans les haies avant de gagner les cultures (Juhel *et al.*, 2017; Ward, 2018; Ortega-Ramos *et al.*, 2022; Pigot *et al.*, 2024).

Toutefois, la présence de bioagresseurs des cultures dans les haies ne se traduit pas pour autant par des dégâts plus forts à proximité immédiate des haies en raison d'une très forte capacité de dispersion de ces insectes (Juhel *et al.*, 2017). De plus, bien que le nombre total d'arthropodes herbivores soit élevé dans les haies, le nombre d'espèces de bioagresseurs réellement préoccupantes pour les cultures semble être plutôt faible, surtout si on le compare à l'abondance des ennemis naturels de ces bioagresseurs dans les haies (Morandin *et al.*, 2011; Gareau *et al.*, 2013).

Les haies sont, dans quelques cas, le relais de maladies des cultures. L'exemple le plus emblématique est sans doute celui de la rouille « noire » du blé (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*). Ce champignon parasite, qui cause des épidémies sur son hôte principal, le blé d'hiver (*Triticum aestivum*), a un cycle de vie complexe : il présente une amplification asexuée sur blé alors qu'il effectue sa reproduction sexuée sur un arbrisseau, l'épine-vinette (*Berberis vulgaris*), autrefois abondant dans les haies sur sol calcaire (Agrios, 2005). De la même façon, la rouille grillagée du poirier (*Gymnosporangium sabinae*) a pour hôtes alternatifs d'autres arbrisseaux des haies, les genévriers (*Juniperus* spp.).

Les maladies bactériennes ne sont pas en reste. En effet, les aubépines (*Crataegus* spp., mais aussi les nombreux autres arbres et arbustes de la famille des Rosacées, communs dans les haies) peuvent être le relais du feu bactérien (*Erwinia amylovora*), maladie dont sont victimes bon nombre d'arbres fruitiers. Le feu bactérien est aussi responsable du fort taux de mortalité des jeunes plants de Rosacées (qu'il attaque spécifiquement) lors de la plantation de haies. Enfin, on peut mentionner que les haies hébergent de nombreux insectes se nourrissant de sève (puçerons, psylles, cicadelles), qui deviennent ainsi des vecteurs potentiels de maladies virales des cultures.

L'impact des haies sur le recrutement des adventices reste encore à éclaircir. D'un point de vue théorique, on ne devrait rencontrer dans l'ourlet herbacé du pied de haie qu'une minorité d'espèces végétales susceptibles d'être des adventices problématiques. En effet, les adventices sont en général des espèces pionnières, ou issues de milieux perturbés et sensibles à la concurrence. Elles comprennent surtout des annuelles et des géophytes. Au contraire, la végétation de l'ourlet est composée d'espèces à affinité prairiale, plutôt compétitives en l'absence de perturbation (Jauzein, 2011). Dans la pratique, un petit nombre d'espèces des haies, en particulier des espèces nitrophiles, peuvent poser problème dans les cultures adjacentes (Boutin *et al.*, 2002). De tels exemples restent toutefois relativement rares dans la littérature. Dainese *et al.* (2017) n'ont, par exemple, montré aucun effet de la proportion de haies dans le paysage sur la richesse des adventices ou leur recouvrement dans les cultures. Dans une étude conduite au sud de Rennes (Ille-et-Vilaine) sur 40 haies, Boinot et Alignier (2022) ont montré que la largeur des haies a tendance à diminuer le recouvrement total en adventices problématiques (définies comme telles car occasionnant une gêne à la récolte et/ou une perte de rendement) dans les haies. D'autre part, ils ont montré que les haies abritent moins d'adventices problématiques lorsqu'elles sont situées dans des paysages combinant une surface importante d'agriculture biologique et une quantité élevée d'éléments semi-naturels (dont les haies). Dans une seconde étude menée cette fois sur 74 parcelles de cultures annuelles, Boinot *et al.* (2023a) ont constaté que les communautés adventices sont plus diversifiées mais pas plus abondantes dans les parcelles situées dans les paysages qui contiennent un réseau plus dense et plus complexe de haies. Ces résultats confortent des observations antérieures selon lesquelles des paysages de bocage dense favorisent des communautés adventices diversifiées comparativement à des paysages fortement remembrés (Petit *et al.*, 2013). Si, dans leur ensemble, ces travaux s'accordent sur l'existence d'un effet positif du paysage et, en particulier, de la densité du réseau de haies sur la diversité des espèces adventices, les processus écologiques sous-jacents sont encore méconnus (Boinot *et al.*, 2024).

Un effet contexte-dépendant des haies sur la régulation biologique

La forte variabilité d'effet des haies est liée à des facteurs propres à la haie, tels que sa composition et sa gestion, mais aussi au contexte agricole et paysager dans lequel elle s'insère (voir chapitre 1).

La taille des haies, en largeur comme en hauteur, est un des principaux facteurs associés à l'abondance et à la diversité des organismes accueillis. Les haies larges hébergent ainsi plus d'araignées, très sensibles à la structure de la végétation (Duelli *et al.*, 1990), que les haies étroites (Paredes *et al.*, 2013). Les haies continues, sans trouées, favorisent des abondances d'araignées et de staphylins plus élevées dans les parcelles adjacentes

(Garratt *et al.*, 2017). Concernant les oiseaux, les paysages dominés par un réseau de haies hautes et larges accueillent une communauté plus riche, plus abondante et plus diversifiée que les paysages dont le réseau de haies est dominé par des haies basses et étroites. La diversité de la composition végétale des haies, pour la strate ligneuse et herbacée, est l'autre facteur le plus important déterminant la qualité des haies pour les auxiliaires et le biocontrôle, notamment vis-à-vis de la fourniture de ressources alimentaires (Johnson et Beck, 1988 ; Hinsley et Bellamy, 2000). Ces facteurs de structure et de composition sont affectés par la gestion des haies (comme la fauche de la végétation herbacée). Ainsi, le surpâturage de l'ourlet appauvrit les communautés d'arthropodes (Johnson et Beck, 1988). Des niveaux de gestion intermédiaires et peu fréquents sont généralement associés à une biodiversité plus élevée (Holland *et al.*, 2016). Dans la plupart des études cependant, les effets de la composition des haies ainsi que leur entretien sont peu quantifiés.

L'effet des haies dépend également fortement de la distance à laquelle on le mesure. En général, la diversité et l'abondance des auxiliaires et des pollinisateurs dans les cultures décroît avec la distance à la haie. Par exemple, plusieurs prédateurs effectuent des mouvements fréquents entre les vergers de pommiers et les haies adjacentes, et sont influencés par la taille et de la forme des parcelles (Lefebvre *et al.*, 2017). En conséquence, les niveaux de contrôle biologique et de pollinisation décroissent de manière exponentielle avec la distance à la haie. Dans une méta-analyse de 35 études relatives aux effets des haies et des bandes fleuries, Albrecht *et al.* (2020) montrent que ces deux services, dont l'intensité est maximale à proximité de ces éléments, ne s'expriment plus qu'à 50 % à 10 m et à 20 % à 20 m de la haie ou de la bande fleurie. Cette forte décroissance explique en partie le peu ou l'absence d'effet observé des haies lorsque l'on considère simultanément des distances proches et éloignées.

Les interactions entre les haies et le paysage environnant sont généralement expliquées sous le prisme de l'hypothèse de la « complexité intermédiaire du paysage ». Selon cette hypothèse, il est attendu que l'effet positif de la présence de haies sur les régulations biologiques dans la parcelle soit le plus important à des niveaux de complexité intermédiaire du paysage, mais aussi à des niveaux intermédiaires d'intensité des pratiques dans les parcelles adjacentes (Tscharntke *et al.*, 2012). Ainsi, des paysages composés de haies isolées sont peu colonisés par la biodiversité (Dainese *et al.*, 2017 ; Castle *et al.*, 2019) et n'ont que pas ou peu d'impact sur les régulations biologiques localement. À l'inverse, une plus forte densité de haies dans le paysage ou des haies connectées à d'autres habitats semi-naturels ont une contribution plus élevée à la régulation des ravageurs et au service de pollinisation et, plus généralement, à la multifonctionnalité des haies (Boinot *et al.*, 2023b).

Dans d'autres travaux, il semble que l'effet local des haies dépende plus du contraste écologique entre la haie et le paysage environnant. Les haies (mais aussi d'autres habitats comme les bandes fleuries) ont un effet plus fort dans des paysages simplifiés et pauvres en biodiversité que dans des paysages complexes et riches en milieux semi-naturels (voir par exemple Marja *et al.*, 2019, pour les pollinisateurs). De la même manière, une compensation peut exister entre l'effet des haies et celui des pratiques vis-à-vis de la biodiversité, au moins pour les organismes mobiles. Par exemple, il a été démontré que la complexité du paysage a davantage d'effet sur la diversité spécifique dans des parcelles conventionnelles que dans des parcelles en agriculture biologique,

déjà riches en espèces (Roschewitz *et al.*, 2005). La méta-analyse de Bannwart *et al.* (2025) montre que les infrastructures agroécologiques locales (haies et bandes fleuries) ont les effets les plus forts lorsque les pratiques dans la parcelle adjacente sont les plus préjudiciables vis-à-vis de la biodiversité. Ces milieux semi-naturels favorisent l'abondance et la diversité des carabes qui y hivernent comparativement aux cultures de printemps adjacentes, pour lesquelles le travail du sol en sortie d'hiver est très préjudiciable aux larves et nymphes de carabes. À l'inverse, les haies et bandes fleuries ne sont pas des sites privilégiés d'hivernation des carabes comparativement aux cultures semées avant l'hiver, pour lesquelles le travail du sol en été-automne a peu d'impact.

Enfin, des synergies pourraient exister entre les haies et les pratiques de gestion. Dans une analyse multicritère de la biodiversité et des services écosystémiques dans des parcelles de céréales d'hiver en Bretagne, Boinot *et al.* (2024) observent que l'agriculture biologique a une influence positive sur les indicateurs mesurés et que la longueur de haies dans le paysage, seule, a peu d'effet direct. Cependant, l'abondance de carabes granivores et la marge économique semi-nette sont plus élevées dans les parcelles conduites en agriculture biologique et situées dans des paysages avec un linéaire de haies important. Ceci montre l'importance de préserver le maillage des haies dans le paysage en soutien à la biodiversité, à ses fonctions et aux services écosystémiques.

► Les services de régulation et de soutien en lien avec l'eau et les sols

L'impact des haies sur les composantes du cycle de l'eau

La présence de haies en bordure de parcelles introduit des gradients dans les variables microclimatiques qui contrôlent le climat local et le bilan hydrique des systèmes cultivés. Du fait de la présence d'arbres, les haies modifient localement les différentes composantes du cycle de l'eau : interception des précipitations, infiltration de l'eau dans le sol, transpiration et prélèvements d'eau par les racines (Wallace *et al.*, 2021 ; Weninger *et al.*, 2021). Les quantifications de l'impact des haies sur l'eau sont peu nombreuses en milieu tempéré relativement aux contextes arides et tropicaux.

Interception des précipitations

Les arbres interceptent et retiennent une partie de la pluie avant son arrivée au sol. Les quantités interceptées dépendent de la taille et la surface de la biomasse aérienne et peuvent être mises en relation directe avec l'indice de surface foliaire. Des évolutions dans le temps de l'indice foliaire entraînent donc des évolutions de l'interception. Ainsi, Ghazavi *et al.* (2008) ont mesuré qu'une haie composée de chênes pédonculés (*Quercus robur*) matures conduits en émondes en Bretagne intercepte 28 % des précipitations pendant la période de présence des feuilles et 12 % en l'absence de feuilles. À travers cette interception, la haie modifie la distribution spatiale des précipitations à son voisinage. Le volume intercepté dépend de la structure de la végétation et décroît avec l'augmentation de l'intensité de la pluie (Jacobs *et al.*, 2022).

Partage entre infiltration et ruissellement

L'eau de pluie qui atteint le sol peut s'évaporer, s'infiltrer ou ruisseler à la surface. La présence de haies induit une rugosité à la surface du sol. Une haie qui ne présente pas

de trouées (ou brèches) en point bas et qui est accompagnée d'une strate herbacée suffisamment large, développera probablement un effet de barrière ou de filtre ralentissant l'écoulement de l'eau, et donc des sédiments (Pointereau, 2004; Catalogne et Le Hénaff, 2017; Reulier *et al.*, 2019). Cet effet est renforcé par la présence d'un talus. Si cette haie s'inscrit dans un paysage avec un réseau dense de haies fortement connectées, la vitesse à laquelle l'eau rejoint les cours d'eau sera ralentie et les terres agricoles bénéficieront plus longtemps de cette ressource. La haie participera alors à l'allongement du chemin de l'eau (Ghazavi *et al.*, 2011; Wallace *et al.*, 2021). L'efficacité des haies vis-à-vis de l'interception des écoulements de surface dépend de leur orientation par rapport aux chemins de l'eau et à la pente, de la continuité et de la rugosité de sa structure au sol (par exemple la présence d'un talus) et de l'intensité des précipitations qui génèrent le ruissellement de surface.

Le déploiement aérien des ligneux est directement lié à leur déploiement racinaire. La densité et la connectivité des strates arbustives et arborées, ainsi que la largeur des houppiers, sont les signes visibles d'un important réseau racinaire. L'infiltration de l'eau dans le sol est favorisée par la présence de tels systèmes racinaires, généralement bien plus développés et profonds que celui d'un couvert herbacé. La décompaction des sols par les racines améliore l'infiltration de l'eau qui approvisionne les nappes phréatiques (Rachman *et al.*, 2004). Elles contribuent ainsi à temporiser la montée des cours d'eau lors des crues (Viaud *et al.*, 2009). Par ailleurs, une haie absorbe, grâce à ses racines, d'importants volumes d'eau et crée un noyau sec en profondeur durant l'été (Viaud *et al.*, 2009). Durant l'automne et l'hiver, celui-ci capte l'eau des pluies et offre un délai d'un à plusieurs mois avant que les sols ne soient saturés en eau. À l'inverse, les espaces plus éloignés d'une haie, qui ne bénéficient pas de cette capacité de captage, saturent rapidement en eau, ce qui les rend difficiles à cultiver et peut entraîner une forte érosion des sols (Mérot *et al.*, 1999; Caubel *et al.*, 2003; Ghazavi *et al.*, 2008; Zhu *et al.*, 2020). Les haies peuvent également contribuer à filtrer les éléments chimiques du sol, comme les nitrates et les pesticides (Kovar *et al.*, 1997; Catalogne et Le Hénaff, 2017; Thomas et Abbott, 2018). Cette fonctionnalité semble dépendre de la continuité de la haie et de son inscription dans le paysage, ainsi que de la présence d'une strate herbacée. Néanmoins, peu de données quantifiées sont disponibles sur la modification des propriétés hydriques des sols au niveau de haies (Jacobs *et al.*, 2022).

Évapotranspiration

L'évapotranspiration représente un flux d'eau important dans les systèmes cultivés, qui sort du système sol-végétation. L'évapotranspiration potentielle est contrôlée par plusieurs facteurs climatiques : rayonnement, vitesse du vent, température de l'air, déficit de pression de vapeur. L'évapotranspiration effective dépend aussi de la disponibilité en eau dans le sol. Ces différents facteurs sont impactés par les haies, en particulier par la présence d'arbres (Guyot, 1997; Dupraz *et al.*, 2018), mais de façon très variable selon la structure de la végétation et l'organisation dans l'espace des haies, le contexte climatique et topographique dans lequel elles sont implantées (Kanzler *et al.*, 2019). Généralement, le taux d'évapotranspiration des haies est supérieur à celui des cultures, des couverts herbacés ou même des peuplements forestiers (Herbst *et al.*, 2007). Thomas *et al.* (2008) ont quantifié par modélisation la transpiration des arbres pour une haie de feuillus matures (*Quercus robur*) : ils l'estiment à 5 à 6 mm par jour

en été, lorsque la disponibilité en eau dans le sol n'est pas limitante, ce qui représente presque deux fois la transpiration d'arbres en forêt. Mais les quantités évapotranspirées peuvent varier grandement d'un contexte à l'autre. Viaud et Thomas (2019) expliquent que « ces forts prélèvements d'eau par les arbres renvoient à la question de la compétition pour l'eau entre les haies et les cultures avoisinantes ; cette question se pose avec encore plus d'acuité en contexte de climat changeant. Les recherches menées en agroforesterie montrent 1) que les arbres ont généralement un système racinaire qui explore le sol plus profondément que celui des cultures et qu'ils ont accès ainsi à une ressource en eau non explorée par les cultures (Pavlidis et Tsihrintzis, 2018), et 2) que les systèmes racinaires des arbres au voisinage d'une culture sont plus denses sous la rangée d'arbres et plus profonds qu'en forêt (Cardinael *et al.*, 2015) ».

L'évapotranspiration est un mécanisme essentiel pour comprendre l'effet des haies sur le microclimat local. En effet, ce phénomène interagit avec le rayonnement solaire reçu. Une part des rayonnements est réfléchi, réduisant ainsi les températures lors des pics de chaleur. En parallèle, une autre part de l'énergie solaire est captée par la vapeur d'eau, laquelle libère ensuite cette énergie, plus particulièrement lors de la condensation de la rosée (Ryszkowski et Kędziora, 1987 ; Vanneste *et al.*, 2020). La haie participe ainsi à l'égalesation des températures dans l'espace et dans le temps. L'évapotranspiration dépend directement du niveau d'ouverture des stomates, laquelle est provoquée par les rayons solaires (hors conditions de stress hydrique). Une augmentation du rayonnement vient donc activer le phénomène qui, par la libération d'eau sous forme de vapeur, diminue la température. Cet effet climatiseur, produit par la combinaison de l'évapotranspiration, de l'ombrage et de la réflexion du rayonnement, est augmenté par la largeur du houppier et la présence des strates arbustive et arborée. À l'échelle du système haie-parcelle, les haies introduisent ainsi des gradients dans les variables climatiques. Température et humidité de l'air et du sol dépendent de la distance à la haie (voir chapitre 1), ce qui impacte aussi l'évapotranspiration des couverts dans son voisinage (Gerersdorfer *et al.*, 2009 ; Thevs *et al.*, 2017). Cet effet ne fait toutefois pas consensus car il est très variable en fonction des conditions locales climatiques, pédologiques, topographiques et d'organisation spatiale du paysage (Jacobs *et al.*, 2022). À une échelle plus large encore, celle du paysage, l'abondance de haies avec des houppiers larges ainsi qu'un réseau dense de haies agit sur les pluies à travers l'évapotranspiration et le cycle de l'eau verte. Les vapeurs d'eau ainsi produites peuvent être à l'origine de 63 % des pluies d'un paysage (Galabert, 2022).

Stockage de l'eau

L'impact des haies sur l'interception, l'infiltration de l'eau dans le sol et les prélèvements d'eau par évapotranspiration, mais aussi sur les facteurs microclimatiques, a des conséquences sur la teneur en eau du sol, et sur l'eau disponible pour les cultures avoisinantes et pour la végétation de la haie. Les études en agroforesterie montrent des effets variables, avec un certain nombre de situations ne montrant pas de différence significative entre teneur en eau du sol dans une culture et une culture associée à des arbres, alors que d'autres situations montrent que les prélèvements d'eau plus importants en présence d'arbres impliquent une réduction de l'humidité du sol à proximité des arbres (Jacobs *et al.*, 2022). Là encore, peu de références sont disponibles pour les haies. Une série de travaux menée dans l'ouest de la France montre que dans ce contexte, l'absorption de l'eau par les racines des haies assèche le sol au printemps

et en été, ce qui peut retarder la réhumidification automnale (Caubel *et al.*, 2003; Thomas *et al.*, 2008; Ghazavi *et al.*, 2011). Cet effet est plus marqué les années les plus sèches. Hao *et al.* (2015) ont montré que l'étendue de la zone de prélèvement était différente en fonction de la localisation des haies dans les versants qui, dans ces contextes spécifiques, est corrélée à la distance à une nappe à faible profondeur. Coussement *et al.* (2018) montrent que l'assèchement est d'autant plus visible que les années sont sèches.

Les fonctions des haies vis-à-vis des sols

Protection des sols contre l'érosion

L'érosion des sols désigne le processus d'enlèvement de matériaux à la surface du sol par l'action de l'eau (érosion hydrique), du vent (érosion éolienne) ou des outils de travail du sol (érosion aratoire, non traitée ci-après). C'est un problème majeur, identifié comme l'une des principales menaces pesant sur les sols à l'échelle mondiale. Elle entraîne en effet des pertes en sols, une dégradation de leur qualité et une baisse de la productivité. Elle peut avoir des impacts sur la qualité des milieux aquatiques en lien avec le transfert des sédiments et de polluants associés (Guo *et al.*, 2018; Xiao *et al.*, 2024).

Érosion hydrique

Les structures linéaires des paysages agricoles, telles que les haies (mais aussi les talus, banquettes, bordures herbeuses, fossés, etc.), ont un rôle bien connu et facilement observable sur l'érosion des sols. Ces structures constituent des barrières efficaces au transfert de particules érodées, en particulier par érosion hydrique, où les particules de sols sont transportées par des flux d'eaux de ruissellement. La sensibilité des sols au ruissellement et à l'érosion est fortement contrôlée par la qualité intrinsèque des sols, leur usage, le régime hydrique et la topographie. Comme mentionné précédemment, les haies augmentent localement la capacité d'infiltration de l'eau du sol et sa conductivité hydraulique, ce qui modifie la distribution des flux sur les pentes et réduit le ruissellement (Rachman *et al.*, 2004). Elles peuvent aussi intercepter et piéger des sédiments mobilisés par érosion en amont, perturbant ainsi la continuité du ruissellement sur les pentes et réduisant les transferts de particules érodées associées au ruissellement (voir section «Partage entre infiltration et ruissellement» du présent chapitre). Dans leur synthèse bibliographique, Rajbanshi *et al.* (2023) rapportent que les haies peuvent réduire l'érosion jusqu'à 83%, tandis que Weninger *et al.* (2021) rapportent des réductions de 33 à 80% pour des haies situées le long des courbes de niveau. Les haies sont souvent combinées à d'autres mesures de protection et de conservation des sols (limitation du labour, enherbement...) dans les zones fortement sensibles à l'érosion.

Érosion éolienne

Les haies peuvent également limiter l'érosion des sols par les vents, ou érosion éolienne, grâce à leur effet brise-vent. En effet, la vitesse du vent est plus faible «sous le vent» d'une haie. Cet effet est d'autant plus important que les haies sont continues sur l'ensemble des strates de végétation. Les distances de protection «sous le vent», c'est-à-dire jusqu'où l'effet de la haie sur le vent est significatif, sont souvent exprimées comme un multiple de la hauteur de la haie. Les distances de protection mentionnées dans la littérature dans une diversité de contextes climatiques varient entre 5 et 50 fois la

hauteur des haies, avec une moyenne de 15 fois (Weninger *et al.*, 2021). Les réductions de vitesse du vent varient entre 9 % et 85 %. Cette variabilité s'explique notamment par la diversité des haies étudiées, de leur géométrie et de la vitesse du vent auquel elles sont soumises. Ainsi, la perméabilité du feuillage est un facteur essentiel pour filtrer le vent sans créer un effet barrière qui induit des tourbillons du côté opposé de la haie (Forman et Baudry, 1984; Böhm *et al.*, 2014; Van Vooren *et al.*, 2018; Martin-Chave et Béral, 2023). Ce phénomène peut être observé lorsque l'entretien d'emprise densifie les ligneux sur une largeur réduite. À l'inverse, la présence de trouées provoque un effet couloir qui renforce les vents (effet Venturi). La porosité optique de la haie est donc un facteur important de contrôle de son efficacité (voir chapitre 8). Les haies peuvent ainsi constituer une protection efficace contre l'érosion éolienne, en particulier lorsque le sol dans les parcelles n'est pas protégé par un couvert végétal.

Conséquences sur les propriétés et l'organisation des sols

Les travaux pionniers de Carnet (1978) sur l'organisation des sols (c'est-à-dire l'agencement de leurs différentes couches ou horizons et leurs propriétés) au niveau de haies implantées dans un contexte granitique en sud Bretagne démontraient déjà que celle-ci est spécifique sous la haie, en lien avec la présence d'un talus, de l'éventuel dépôt de particules de sol érodées en amont du talus, et de l'enrichissement local du sol en matières organiques. Les sols sous les haies présentent généralement une masse volumique plus faible et une porosité plus élevée que les sols des parcelles voisines (Follain *et al.*, 2006; Walter *et al.*, 2003) en lien avec l'enrichissement en matières organiques et le développement racinaire des haies.

L'évolution de l'organisation des sols est principalement contrôlée par les processus de redistribution des sols induite par l'érosion éolienne, hydrique ou aratoire. À long terme, les processus d'érosion des sols et d'accumulation de particules érodées en amont des haies conduisent à une redistribution des sols à l'échelle des versants. Des caractérisations pédologiques réalisées en Bretagne par Walter *et al.* (2003) et Follain *et al.* (2009) montrent comment cette redistribution conduit à une organisation spécifique des sols. Ces travaux ont été menés au niveau de plusieurs versants comportant des haies anciennes datant du début xx^e siècle, et dans des contextes de sols développés dans des limons éoliens. Ces sols sont parmi les plus sensibles à l'érosion hydrique en région Bretagne. Ces travaux comparent l'organisation des sols et les propriétés associées de densité apparente (masse volumique) et de teneur en carbone en amont des haies, sous les haies et en aval (Walter *et al.*, 2003; Follain *et al.*, 2006). Ces sites présentent une diversité de situations topographiques et paysagères, même si les haies étudiées sont toutes parallèles aux courbes de niveau et implantées sur des levées de terre (talus). Une accumulation de sol est observée en amont de la haie lorsque celle-ci est parallèle aux courbes de niveau. L'horizon organo-minéral (appelé « horizon A »), qui contient de la matière organique, s'épaissit régulièrement depuis l'amont du versant jusqu'à la haie : de 30-60 cm en amont du versant, l'épaisseur de l'horizon A peut atteindre 1 m sous une haie. En aval, cette épaisseur diminue sensiblement du fait de l'érosion. Les versants plantés de haies présentent ainsi une érosion accrue immédiatement en aval des haies, en plus de l'érosion en haut de versant, qui conduit à l'affinement des sols dans ces zones. Ils présentent moins de perte absolue de matière vers les cours d'eau puisque les particules de sols sont en partie retenues avant d'atteindre le bas de versant.

» Les rôles des haies dans l'atténuation des effets du changement climatique

Les haies peuvent contribuer à atténuer les effets du changement climatique grâce à leur rôle dans le stockage du carbone. Dans cette section, nous décrivons comment elles interviennent dans ce processus, en stockant du carbone dans leur biomasse végétale (qu'elle soit aérienne ou souterraine, en lien avec les racines) ou en impactant le stockage du carbone dans leur voisinage. Nous présentons également un état des lieux des connaissances concernant les estimations quantitatives des stocks de carbone au sein des parcelles agricoles.

Stockage de carbone dans le système sol-plante

Processus de stockage de carbone dans la végétation des haies

La capacité de stockage de carbone de la biomasse aérienne des haies dépend du volume de celle-ci, le carbone pouvant être retrouvé dans les troncs, les branches, les souches... (Van Den Berge *et al.*, 2021 ; Black *et al.*, 2023 ; Viaud et Lesaint, 2023). La pérennité de ce stockage dépend de la valorisation qui sera faite après la coupe. Le bois bûche ou plaquette, qui sera valorisé en bois énergie, entraînera une production de CO₂. Celle-ci reste cependant moindre que le CO₂ résultant de la production et de la combustion d'énergie fossile ; il s'agit de stockage aérien de substitution. Le réseau racinaire constitue un deuxième compartiment de stockage. Son volume est également lié au volume aérien et donc au déploiement d'une haie en hauteur et sur toutes ses largeurs (Drexler *et al.*, 2021). Il sera renforcé par une embase et un ourlet enherbé larges. Ce carbone est maintenu dans le sol sous l'effet de la dégradation de la matière organique par les micro-organismes (champignons, bactéries...), même lors de la coupe. Toutefois, l'essentiel du carbone stocké par les haies l'est, non pas dans la biomasse aérienne ou racinaire, mais dans le sol.

Processus de stockage de carbone dans les sols

Les sols représentent un compartiment important de stockage de carbone dans les écosystèmes terrestres. Une faible variation des stocks de carbone dans les sols peut affecter significativement les émissions de carbone vers l'atmosphère (Minasny *et al.*, 2017 ; Pellerin *et al.*, 2020). Le carbone organique du sol n'est pas un compartiment statique, il se renouvelle continuellement : le stock de carbone organique présent dans le sol résulte du bilan entre les flux de carbone entrants dans le sol et les flux de carbone sortants. Les flux de carbone entrants sont pour l'essentiel constitués des apports par les résidus végétaux : racines et résidus aériens de culture laissés au sol dans les parcelles agricoles ; litière, végétaux morts et racines en milieu non cultivé ou forestier. Dans le sol, le carbone organique est progressivement décomposé et minéralisé par les micro-organismes du sol sous forme de CO₂ principalement : les flux sortants de carbone sont donc ces flux de minéralisation. Le stock de carbone du sol augmente lorsque les flux d'apport sont supérieurs aux flux de minéralisation. Mais les vitesses de biodégradation du carbone dans le sol sont très hétérogènes. Elles dépendent notamment du type de sol et du climat, de la nature des composés carbonés, mais aussi des processus de protection physique ou biochimique des composés dans le sol.

Les haies peuvent avoir des impacts sur le stockage de carbone dans le sol, *via* leurs impacts directs sur les flux de carbone entrants et sortants du sol. Les arbres contribuent à enrichir le stock de carbone organique grâce aux apports de litière, mais également grâce à la restitution de carbone en profondeur par le remplacement des racines fines et la libération d'exsudats racinaires (Upson et Burgess, 2013). Le carbone organique apporté par la végétation ligneuse se dégrade plus lentement que le carbone apporté par des résidus végétaux herbacés (Recous *et al.*, 2008). Les conditions de température et d'humidité du sol sous les arbres ou à proximité, ainsi que l'absence de travail du sol sur la ligne d'arbres, limiteraient aussi la vitesse de minéralisation de la matière organique des sols (Pellerin *et al.*, 2013). Enfin, dans le cas de haies situées parallèlement aux courbes de niveau ou en rupture de pente, la haie peut constituer un obstacle à l'érosion des sols (voir section « Protection des sols contre l'érosion » du présent chapitre), les particules de sol érodées en amont provenant de l'horizon de surface pouvant s'accumuler en amont (Walter *et al.*, 2003). Pellerin *et al.* (2013) mentionnent qu'il s'agit plutôt là d'une redistribution du carbone organique du sol dans le paysage ; en l'absence de haie, le carbone associé aux particules érodées est redéposé et accumulé en aval de la parcelle.

Quantification du stockage de carbone dans les sols au voisinage des haies

Peu de travaux ont quantifié le stockage de carbone dans le sol en relation avec les haies en milieu tempéré et la plupart d'entre eux se sont concentrés sur les 30 premiers centimètres de sol. Les estimations réalisées indiquent une forte variabilité entre les situations étudiées. Les travaux menés sur les haies en Europe montrent au voisinage des haies un stockage additionnel de carbone, dans l'horizon 0-30 cm, de – 0,2 à 0,38 tC (tonne de carbone) pour 100 m linéaires de haies par rapport à une situation agricole sans haie (tableau 2.1). En Bretagne, le stockage de carbone organique des sols au voisinage de haies a été quantifié dans les années 2000 (Walter *et al.*, 2003 ;

Tableau 2.1. Références bibliographiques sur le stockage additionnel de carbone (C) dans le sol au voisinage des haies en Europe, par rapport à un stock de référence sans haie (tC = tonne de carbone).

Référence	Localisation	Usage des sols	Horizon de sol (cm)	Stock de C de référence (tC. ha ⁻¹)	Stock de C additionnel (tC pour 100 m linéaires)
Biffi <i>et al.</i> , 2022	Angleterre	Prairie gérée	0-30	97	0,11
Ford <i>et al.</i> , 2019	Pays de Galles	Prairie permanente	0-15	62	0,06
Paulsen et Bauer, 2009	Allemagne	Prairie gérée	0-30	125	– 0,19
		Culture	0-30	68	0,38
Van Vooren <i>et al.</i> , 2018	Belgique	Prairie gérée	0-30	39	– 0,02
		Blé	0-30	36	0,07
Van Den Berge <i>et al.</i> , 2021	Belgique	Maïs	0-23	59,5	0,22

Follain *et al.*, 2007; Lacoste, 2012) et varie de 1 à 30 tC par hectare de haie sur l'horizon 0-30 cm. Ces travaux ont été menés sur des haies anciennes (implantées il y a plus de cinquante ans), parallèles aux courbes de niveau, dans des situations de sols limoneux fortement sensibles à l'érosion : les stocks mesurés incluent donc potentiellement l'effet d'accroissement local du stockage de carbone et l'effet anti-érosif. Arrouays *et al.* (2002) retiennent une valeur de stockage additionnel de carbone dans le sol en présence de haies, dans l'horizon 0-30 cm dans une bande de 10 m (5 m de part et d'autre de la haie), de 5 tC pour 100 m linéaires de haies, avec une erreur de plus ou moins 2 tC pour 100 m, dans le nord de l'Ille-et-Vilaine. Viaud et Kunnemann (2021) ont mesuré un impact des haies sur le stockage de carbone jusqu'à 3 m de la haie en profondeur et jusqu'à 1 m en surface, dans trois sites de l'ouest de la France. Ils montrent aussi une forte variabilité du stockage additionnel de carbone, allant de 0,5 à 2,6 tC pour 100 m linéaires de haies dans l'horizon 0-30 cm, et de 0,6 à 4,7 tC dans l'horizon 0-90 cm.

L'impact de l'usage des sols dans les parcelles adjacentes sur le stockage additionnel de carbone au voisinage des haies est peu discuté dans la littérature. Pellerin *et al.* (2020) font l'hypothèse d'un stockage additionnel nul au voisinage de haies en prairie. Au contraire, les travaux de Viaud et Kunnemann (2021) montrent un stockage additionnel en prairie. Lesaint *et al.* (2023), qui ont étudié plusieurs contextes pédologiques et agronomiques en France, montrent également un stockage additionnel en prairie ; les stockages additionnels les plus élevés sont observés pour des haies associées à une bande enherbée et bordant une succession de cultures annuelles. Il est à noter que l'impact des structures de haies et des modalités de gestion des haies n'est quasiment pas traité dans la littérature.

► Les haies, un levier pour favoriser une agriculture et des territoires multifonctionnels ?

En tant que levier clé dans la transition écologique des systèmes agricoles et des territoires, les haies font l'objet de nombreuses attentes concernant leur capacité à soutenir plusieurs services écosystémiques simultanément, c'est-à-dire à être support de multifonctionnalité (Stürck et Verburg, 2017). Originellement développé pour l'étude des écosystèmes naturels (Maestre *et al.*, 2012), le concept de multifonctionnalité a depuis été mobilisé pour évaluer la capacité des agroécosystèmes, en lien avec les pratiques agricoles, à soutenir de multiples services pour les agriculteurs (Byrnes *et al.*, 2014; Manning *et al.*, 2018; Gagic *et al.*, 2019; Hölting *et al.*, 2019). Au-delà des définitions centrées sur les (agro)écosystèmes, la notion de multifonctionnalité a été étendue à des objets socio-écologiques, en lien avec les politiques publiques agricoles et d'aménagement des territoires, pour évaluer la contribution des divers secteurs d'activité et usages à soutenir la multifonctionnalité des territoires (« *landscape multifunctionality* » dans la littérature anglophone), aussi bien en matière de services marchands (approvisionnement) que de biens et services non marchands (maintien des paysages, biodiversité, services récréatifs, sécurité alimentaire territoriale; Van Huylenbroeck *et al.*, 2007). Dans ces différentes approches, la multifonctionnalité est caractérisée selon diverses méthodologies, basées sur le calcul d'indices synthétiques, l'identification de seuils ou niveaux minimums de services attendus, ou encore la mise en regard des niveaux de différents services (encadré 2.1).

Encadré 2.1. Différentes méthodes de calcul de la multifonctionnalité

Pierre-Antoine Précigout, Stéphanie Aviron

La multifonctionnalité est une propriété qu'il convient de mesurer pour pouvoir rendre compte de la capacité d'un (agro)écosystème, d'une exploitation agricole, d'un paysage ou d'un territoire à atteindre simultanément des niveaux donnés pour un ensemble prédéfini de services écosystémiques. Mesurer conjointement ces services permet ainsi de disposer d'un outil quantitatif pour comparer des sites d'études (par exemple des unités paysagères ou des territoires de collectivités) ou des pratiques agricoles (comme les parcelles au sein d'une même exploitation ou dans différentes exploitations). Plusieurs méthodes pour mesurer la multifonctionnalité coexistent dans la littérature scientifique (Byrnes *et al.*, 2014) :

- l'utilisation d'indices synthétiques, calculés par agrégation des services. Le plus couramment utilisé est l'indice moyen de multifonctionnalité calculé sur la base de moyennes standardisées par service (Lefcheck *et al.*, 2015; Delgado-Baquerizo *et al.*, 2016). La capacité du système à supporter chacun des services étudiés est estimée sur un intervalle standard (l'intervalle valeur minimale-valeur maximale est projeté sur l'intervalle 0-1). On calcule ensuite la moyenne de ces estimations pour obtenir l'indice global de multifonctionnalité. Cette méthode simple et rapide permet des comparaisons faciles entre sites d'études mais masque les éventuels antagonismes entre services, notamment lorsqu'un ou quelques services quantitativement importants tirent la moyenne vers le haut, contrairement à d'autres services peu ou pas représentés (Byrnes *et al.*, 2014). D'autres indices ont été proposés pour pallier ces problèmes, tels que l'indice de multifonctionnalité basé sur les nombres de Hill (Byrnes *et al.*, 2023) : cet indice, qui s'apparente aux métriques utilisées en écologie pour décrire la diversité des espèces, est ainsi une mesure de la performance cumulative d'un système où plusieurs services atteignent des niveaux élevés simultanément;

- l'utilisation d'une approche par seuils (Maestre *et al.*, 2012; Allan *et al.*, 2015). En projetant à nouveau l'intervalle valeur minimale-valeur maximale sur l'intervalle 0-1 ou 0-100 %, il est possible de compter le nombre de services qui dépassent un seuil donné (par exemple 50 %). Une telle approche permet d'évaluer la capacité d'un système à maintenir plusieurs services à un niveau élevé, mais les résultats obtenus dépendent fortement de la valeur seuil choisie (Byrnes *et al.*, 2014);

- l'utilisation de méthodes multivariées permet de ne pas résumer la multifonctionnalité en une seule valeur chiffrée, parfois difficile à interpréter, mais au contraire de représenter la variation conjointe des services dans un espace aux multiples dimensions (aux « multiples variables »; Jing *et al.*, 2015; Manning *et al.*, 2018). De telles méthodes permettent d'identifier plus facilement des covariations, des synergies ou des compromis entre les différents services étudiés, mais la représentation des résultats est d'autant plus difficile que le nombre de services étudiés est élevé;

- l'utilisation d'indices composites pondérés repose justement sur l'idée de regrouper les services corrélés (approche par « *clustering* »), puis de construire un indice composite où chaque groupe de services reçoit un poids (Allan *et al.*, 2015; Giling *et al.*, 2019; Manning *et al.*, 2018). Cette pondération dépend de l'objectif de l'étude menée mais peut permettre de mettre l'accent sur les propriétés sociales, économiques ou écologiques, ou au contraire de n'en favoriser aucune. L'utilisation d'indices composites pondérés a notamment permis de mettre en lumière à quel point les résultats d'une étude peuvent varier en fonction de la façon dont la multifonctionnalité est définie (Allan *et al.*, 2015).

L'enjeu est de déterminer si la haie est elle-même support de multiples services, si elle contribue à en soutenir au sein des parcelles agricoles adjacentes pour les agriculteurs, voire si elle permet de soutenir les multiples services attendus par les autres acteurs des territoires, au-delà de la parcelle ou de l'exploitation agricole. Nous avons vu précédemment que les haies peuvent rendre divers services écosystémiques, localement (à l'échelle de la haie ou de la parcelle adjacente) ou à l'échelle des paysages (figure 2.2). Cependant, ces connaissances sont issues de travaux ciblant un seul ou un nombre restreint de services, étudiés dans des contextes géographiques, climatiques ou agricoles différents, et au moyen de dispositifs parfois peu comparables. Les études qui évaluent simultanément les multiples services rendus par les haies sont rares. Par ailleurs, si les haies sont susceptibles de fournir de nombreux services, elles produisent également des disservices (avec des impacts négatifs), les deux étant parfois étroitement liés (par exemple, elles hébergent à la fois des auxiliaires et des bioagresseurs des cultures). De plus, les mêmes propriétés d'une haie peuvent soutenir aussi bien un service (par exemple la biodiversité forestière grâce à la présence d'arbres) qu'un disservice (comme la compétition pour l'eau entre les arbres et la culture adjacente dans les premiers mètres). Le rôle des haies pour soutenir la multifonctionnalité localement (dans la haie ou la parcelle adjacente) ou à l'échelle des territoires ne va donc pas de soi si l'on n'adopte pas une approche croisant les multiples apports des haies, qu'ils soient positifs ou négatifs. Cette section fait le point sur la capacité des haies à soutenir ce panel de services écosystémiques et sur les synergies ou antagonismes pouvant exister entre les (dis)services portés par les haies, mais aussi, au-delà de l'échelle locale, entre les haies et les autres éléments du paysage agricole.

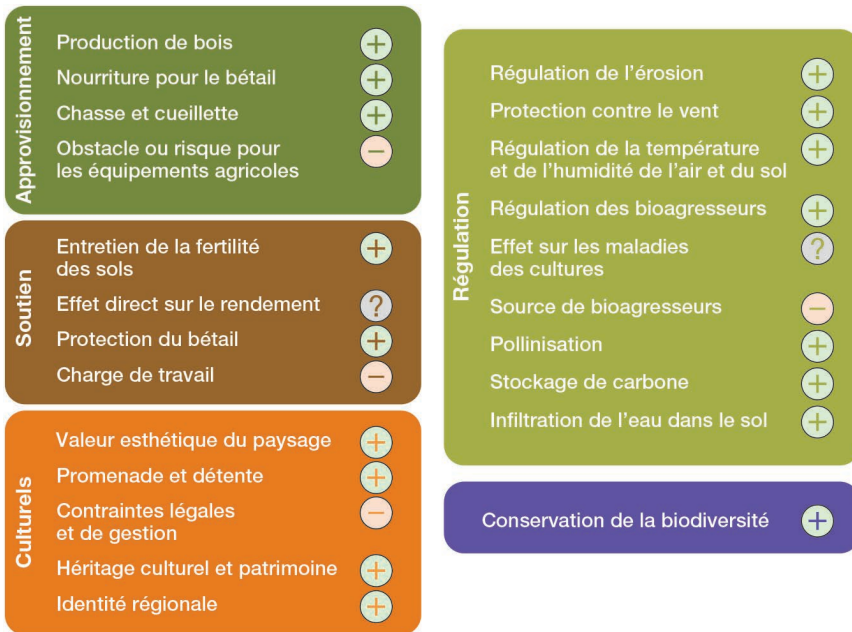


Figure 2.2. Les principaux services écosystémiques associés aux haies, classés par grands types (services d'approvisionnement, de soutien, de régulation ou culturels, auxquels s'ajoute la conservation de la biodiversité). Les signes + indiquent des services rendus par les haies tandis que les signes - indiquent des disservices. Les points d'interrogation traduisent une absence de consensus scientifique sur la résultante globale des processus liés aux (dis)services concernés.

La multifonctionnalité des haies

Si les haies sont en capacité d'assurer de nombreux services écosystémiques (voir sections précédentes), rares sont les études scientifiques qui considèrent un large panel de services et qui sont donc en mesure d'évaluer les antagonismes ou synergies entre ces services. Dans une étude menée dans la Zone Atelier Armorique, au sud de Rennes, les scientifiques ont cherché à évaluer la multifonctionnalité des haies, par comparaison avec la multifonctionnalité des agrosystèmes, plus spécifiquement de parcelles de blé d'hiver (seul ou associé à une légumineuse) cultivé en agriculture biologique ou conventionnelle (Couthouis *et al.*, 2023). Les services étudiés étaient exclusivement des services rendus par la biodiversité aérienne : conservation de la biodiversité, pollinisation, contrôle biologique des bioagresseurs, colonisation par les bioagresseurs. Le potentiel de réalisation de ces services a été quantifié au moyen d'indicateurs de diversité tels que la richesse et l'abondance de différents groupes taxonomiques, faunistiques et floristiques. Un résultat majeur est que la multifonctionnalité écologique des haies est plus élevée que celle des parcelles (qu'elles soient cultivées selon les pratiques de l'agriculture biologique ou non). Ce résultat s'explique par un potentiel de conservation de la biodiversité et de contrôle biologique plus élevé dans les haies que dans les parcelles. De façon surprenante, le potentiel de pollinisation était similaire entre haies et parcelles. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les champs de blé comprenaient des cultures mixtes, semées avec des légumineuses (*Fabaceae*) connues pour être particulièrement attractives pour les insectes pollinisateurs à longue langue, c'est-à-dire la plupart des bourdons et certaines abeilles solitaires comme les *Apidae* et les *Megachilidae* (Cole *et al.*, 2022).

En s'appuyant sur ce même dispositif, Boinot *et al.* (2023b) ont montré que la multifonctionnalité écologique au sein des haies n'est globalement pas favorisée par la qualité des haies (en matière de structure et de composition) ou par les pratiques agricoles adjacentes, même si ces facteurs impactent fortement certains services. À l'inverse, la multifonctionnalité écologique au sein des haies est plus élevée dans les paysages présentant un réseau dense de haies. Les auteurs expliquent ce résultat par l'augmentation probable de la quantité et de la connectivité des haies, mais aussi par celle de l'hétérogénéité environnementale (c'est-à-dire la variation des conditions environnementales biotiques et abiotiques) créée par les haies à l'échelle du paysage, un facteur clé de la biodiversité dans de nombreux écosystèmes.

Si ces travaux récents soulignent la nécessité de préserver et d'entretenir les réseaux de haies existants pour soutenir de multiples services écosystémiques portés par la biodiversité aérienne, ils n'intègrent pas des services d'importances économique et environnementale, comme le stockage du carbone par les haies ou les divers produits qui en sont issus. D'autres travaux sont donc nécessaires pour combler ces manques de connaissances.

La contribution des haies à la multifonctionnalité des agrosystèmes

Dans les rares travaux sur la contribution des haies à soutenir la multifonctionnalité des agrosystèmes, deux approches ont principalement été adoptées : 1) l'étude à une échelle fine de l'effet de la haie sur la multifonctionnalité au sein de la parcelle agricole adjacente, en fonction de la distance à la haie ; et 2) l'étude de l'effet des réseaux de haies à l'échelle du paysage sur la multifonctionnalité de l'agrosystème.

Effet de la haie sur la multifonctionnalité de l'agrosystème à une échelle fine

Dans une étude conduite en Flandres, Van Vooren *et al.* (2018) ont étudié l'effet de la présence d'une haie sur la multifonctionnalité des parcelles cultivées en blé d'hiver, à différentes distances de la haie (1 m, 10 m et 30 m). Les services ciblés, selon la classification de l'IPBES (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) (2017), étaient la production agricole de denrées alimentaires (rendement en tonnes/hectare, poids de mille grains), la régulation du climat (stock de carbone organique dans le sol), le maintien de la qualité chimique de l'eau (teneurs en azote et en phosphore dans le sol) et le potentiel de contrôle biologique des ravageurs de culture (abondance et diversité des arthropodes prédateurs).

Les résultats montrent que le rendement des cultures est réduit à proximité de la haie, tandis que le poids de mille grains du blé d'hiver, le stock de carbone organique du sol et l'activité-densité des araignées sont plus élevés. L'étude conclut que les haies ont le potentiel d'augmenter la fourniture de multiples services écosystémiques dans les parcelles cultivées, mais la variabilité observée entre les parcelles étudiées suggère que la fourniture de ces services est dépendante des choix de gestion par les agriculteurs. Par exemple, le labour à proximité de la haie peut renforcer la minéralisation du carbone et entraver la croissance racinaire dans les couches supérieures du sol et l'infiltration des nutriments de l'eau de surface, ce qui empêche à la fois l'augmentation du stock de carbone organique dans le sol et l'élimination des nutriments dans le flux d'eau.

Par ailleurs, en analysant les résultats de 60 études, Van Vooren *et al.* (2017) ont montré un effet négatif de la haie sur le rendement des parcelles cultivées entre 1 et 6 m, un effet positif entre 6 et 60 m et aucun effet au-delà. L'effet négatif entre 1 et 6 m peut s'expliquer par la compétition entre la culture et la haie pour l'eau, les nutriments et la lumière (Nuberg, 1998). L'effet positif observé entre 6 et 60 m peut être dû à un effet brise-vent de la haie, limitant l'évapotranspiration de la culture, conservant ainsi les ressources en eau nécessaires à sa croissance (Kort, 1988). Ils montrent également que le stock de carbone organique dans le sol décroît à mesure que l'on s'éloigne de la haie. L'interception de l'azote provenant du flux de surface est d'autant plus grande que la haie est large : 42 % pour une haie de 2 m de large, contre 72 % pour une haie de 5 m de large. En modélisant les effets observés dans des parcelles virtuelles, les auteurs identifient un compromis entre le rendement des cultures et le service de régulation. Ils pointent la nécessité de développer des études mesurant plusieurs services simultanément. En effet, lorsqu'un seul service est quantifié, les sites sont généralement sélectionnés de façon à démontrer l'impact maximal de ce service écosystémique spécifique. C'est pourquoi l'évaluation de la multifonctionnalité et des compromis en combinant ces études « mono-fonctionnelles » pourrait entraîner une surestimation de la fourniture de multiples services.

Effet des réseaux de haies sur la multifonctionnalité de l'agrosystème

En Bretagne, Boinot *et al.* (2025) se sont intéressés à l'effet de la densité de haies à l'échelle du paysage sur la multifonctionnalité au sein de parcelles en céréales d'hiver (blé ou seigle), en plus de l'effet de leur mode de production (biologique *versus* conventionnel). Dans cette étude, la multifonctionnalité est définie sur la base de six services

potentiels : la conservation de la biodiversité (aérienne et souterraine), le recyclage des nutriments et la structure du sol, la régulation des maladies et des bioagresseurs, le rendement des cultures et les performances socio-économiques associées.

Les résultats montrent que les parcelles conduites en agriculture biologique ne sont pas plus multifonctionnelles que les parcelles conduites en agriculture conventionnelle. Il existe des antagonismes forts entre les indicateurs liés au service de conservation de la biodiversité et celui lié à la production agricole. De plus, la densité de haies à l'échelle du paysage n'a presque pas d'effet sur la multifonctionnalité des agrosystèmes étudiés.

En revanche, les auteurs montrent que la préservation des haies dans le paysage apporte des avantages écologiques et socio-économiques supplémentaires pour les systèmes en agriculture biologique sans augmenter la pression des ravageurs ou compromettre la production agricole. Dans leur ensemble, ces résultats appellent à une recherche plus ambitieuse sur la myriade de combinaisons possibles de pratiques agricoles et de mesures agroenvironnementales, à la fois à l'échelle de la parcelle et du paysage, pour une agriculture et des paysages plus multifonctionnels.

Synergies et antagonismes entre services dans les paysages agricoles

Dans et au voisinage de la haie

L'étude conjointe de différents services écosystémiques montre que ceux-ci sont rarement indépendants les uns des autres. Certains peuvent être corrélés positivement : des haies avec une entomofaune plus riche abritent davantage de pollinisateurs et d'auxiliaires des cultures, et sont susceptibles d'améliorer à la fois la pollinisation des cultures adjacentes et leur protection contre certains bioagresseurs (Boinot *et al.*, 2023b). On parle alors de synergies entre services. D'autres peuvent être corrélés négativement : les haies avec un rideau d'arbres dense et haut sont celles qui protègent le mieux les cultures contre les dégâts liés au vent ; cependant, leurs besoins en eau sont élevés et sur ce point, ce sont également celles qui entrent le plus en compétition avec les cultures environnantes (Viaud et Kunemann, 2021). On parle alors d'antagonismes ou de compromis entre services.

De nombreuses synergies existent notamment entre conservation de la biodiversité et services de régulation, et entre différents services de régulation (Boinot *et al.*, 2023b). De telles synergies sont théoriquement attendues du fait de la relation qui lie la richesse d'une communauté et sa diversité fonctionnelle. En effet, par effet d'échantillonnage, la diversité fonctionnelle d'une communauté augmente avec sa richesse, même si cette relation sature lorsque certains niveaux de richesse sont atteints (encadré 2.2). Intuitivement, on pourrait donc penser que plus un écosystème est riche (plus il y a d'espèces différentes), plus il y a de chances qu'il y ait des représentants de groupes fonctionnels différents, et donc de possibilités que cet écosystème fournisse des services écosystémiques variés. C'est tout le pari de l'agroécologie, qui postule que la biodiversité restaurée dans les agroécosystèmes sera garante d'une diversité de fonctions écologiques et des services écosystémiques associés.

En pratique, les choses ne sont pas si claires. Ainsi, dans leur méta-analyse, Albrecht *et al.* (2020) mettent en évidence que, contrairement aux bandes fleuries qui favorisent la régulation biologique et la pollinisation dans les cultures adjacentes, l'effet positif des haies sur ces deux services n'est globalement pas significatif. L'hypothèse

avancée pour expliquer cette différence est que les bandes fleuries sont des infrastructures agroécologiques spécifiquement conçues pour rendre ces services (choix de la végétation semée en adéquation avec la protection de certaines cultures ciblées), alors que les haies sont un héritage paysager dont la structure et la composition résultent de décisions anciennes et d'une dynamique écologique propre, loin de toute optimisation ciblant la biodiversité fonctionnelle. La plantation de haies avec une composition végétale ciblée pourrait être favorable au soutien des services de régulation (plantes mellifères, attraction d'auxiliaires spécifiques; Morandin *et al.*, 2011, 2014).

Encadré 2.2. La relation entre la richesse spécifique et la diversité fonctionnelle

Pierre-Antoine Précigout

Les services écosystémiques reposent sur des fonctions écologiques réalisées par des organismes vivants. Ainsi, la capacité des haies à faciliter l'infiltration de l'eau dans le sol (service écosystémique de soutien) est liée à la croissance racinaire en profondeur (fonction écologique) d'organismes capables de remplir cette fonction, c'est-à-dire d'organismes (ici des arbres) ayant des caractéristiques fonctionnelles leur permettant de remplir cette fonction (la capacité à coloniser de manière pérenne les horizons profonds du sol). Ces caractéristiques sont également appelées « traits fonctionnels » et permettent de classer les organismes dans des groupes fonctionnels. Les organismes au sein d'un groupe fonctionnel ne sont pas nécessairement apparentés. En revanche, ils partagent des traits fonctionnels proches et/ou réalisent la même fonction au sein d'un écosystème. Ils exploitent généralement une ressource commune et ont donc des niches écologiques qui se chevauchent au moins partiellement.

Les études expérimentales sur les liens entre biodiversité et services écosystémiques, notamment entre richesse floristique des prairies et production de biomasse (Cedar Creek Experiment aux États-Unis, Jena Experiment et projets BIODEPTH en Europe) ont permis de mettre à jour une relation entre richesse spécifique (le nombre d'espèces différentes dans une communauté) et diversité fonctionnelle (le nombre de groupes fonctionnels dans ladite communauté). En manipulant le nombre d'espèces semées dans des quadrats, les chercheurs ont pu montrer que, par effet d'échantillonnage, dans des communautés peu diversifiées, la diversité fonctionnelle augmente avec la richesse spécifique (Tilman *et al.*, 1997; Loreau *et al.*, 2001). En d'autres termes, dans une communauté avec peu d'espèces, l'arrivée de chaque nouvelle espèce s'accompagne d'une probabilité importante que cette nouvelle espèce appartienne à un groupe fonctionnel qui n'est pas encore représenté dans la communauté. En revanche, avec l'augmentation de la richesse spécifique, tous les groupes fonctionnels finissent par être représentés et la relation atteint un plateau. L'arrivée de toute nouvelle espèce dans la communauté conduit alors à la mise en place d'une redondance fonctionnelle qui se traduit par la coexistence de différentes espèces partageant des traits fonctionnels communs, exploitant des ressources semblables et ainsi occupant des niches écologiques proches. Ces groupes fonctionnels d'organismes sont appelés « guildes ». Ainsi, la relation entre la richesse spécifique et la diversité fonctionnelle est-elle une fonction croissance saturante. L'écart qui se creuse entre l'augmentation de la richesse et celle de la diversité fonctionnelle est dû à la redondance fonctionnelle, laquelle participe de la résilience écologique des communautés face à des perturbations de l'environnement.

Toutefois, ces jeunes haies, potentiellement plus aptes à soutenir la régulation, mais au cortège végétal appauvri, sont susceptibles d'héberger des communautés animales moins riches et moins patrimoniales que les haies anciennes. Au lieu de synergies, nous nous trouvons ici face à un antagonisme entre conservation de la biodiversité et services de régulation. L'antagonisme peut être encore plus marqué si les aspects fonctionnels des jeunes haies sont portés par la plantation d'espèces exotiques plus intéressantes de ce point de vue que des espèces indigènes, mais constituant un habitat de qualité dégradée pour des communautés d'organismes avec lesquelles elles n'ont pas coévolué. Ainsi, concilier conservation de la biodiversité et services de régulation pourrait davantage reposer sur la promotion d'une diversité de haies (notamment en matière d'âge, de structure et de composition) et d'autres éléments paysagers.

Les pratiques de gestion des parcelles adjacentes aux haies peuvent également influencer les services rendus par les haies et les synergies ou antagonismes entre ces services. Des pratiques telles qu'une réduction du travail du sol (par exemple en agriculture de conservation des sols, ACS) ou l'absence de dérive de produits phytosanitaires (par exemple en agriculture biologique, AB) augmentent la richesse des communautés d'auxiliaires des cultures et peuvent ainsi entrer en synergie avec l'effet positif des haies sur les services de régulation associés (Tamburini *et al.*, 2016; Porcel *et al.*, 2018). Dans leur analyse multicritère de la biodiversité, des services écosystémiques et des performances économiques dans des parcelles de céréales en Bretagne, Boinot *et al.* (2024) observent que l'agriculture biologique présente une influence nettement positive sur les indicateurs mesurés. Inversement, des pratiques plus intensives (nombre important d'interventions dans la parcelle, fort apport d'azote) sont connues pour réduire la multifonctionnalité à la fois dans les parcelles (Alignier *et al.*, 2024) et dans les habitats semi-naturels adjacents (Dover, 2019), réduisant la possibilité de synergies entre services.

Réponses synergiques et antagonistes des services aux réseaux de haies

Plusieurs études ont montré que la capacité des haies à fournir un panel de services donné (notamment des services de régulation) augmentait avec l'existence et la densité d'un réseau de haies à l'échelle du paysage environnant (Bianchi *et al.*, 2006; Dainese *et al.*, 2017). Dans une étude en Bretagne déjà citée, Boinot *et al.* (2023b) montrent que l'abondance de carabes granivores (participant à la régulation des adventices dans les cultures) et la marge économique semi-nette des agriculteurs sont les plus élevées dans les parcelles situées dans des paysages avec un linéaire de haies important. De telles études montrent que préserver le maillage des haies dans le paysage peut soutenir aussi bien la biodiversité que des services écosystémiques d'importance pour l'agriculture.

D'un point de vue théorique, la présence d'un dense réseau de haies est également susceptible de conduire à un compromis entre effet corridor et effet barrière. En effet, si pour certains organismes, la présence d'un réseau dense de haies facilite la dispersion à l'échelle du paysage, pour d'autres espèces, notamment celles passivement portées par les courants aériens, ces haies jouent un rôle de barrière (voir chapitre 1). Toutefois, bien que quelques études de modélisation aient montré la possibilité d'un compromis (par exemple Bhar et Fahrig, 1998), des études empiriques sont nécessaires pour en confirmer l'importance.

Toutefois, l'effet du contexte paysager ne se retrouve pas dans toutes les études sur la multifonctionnalité des agrosystèmes (Couthouis *et al.*, 2023; Boinot *et al.*, 2024). Au-delà des difficultés méthodologiques pour capturer de tels effets (par exemple celle de disposer de fenêtres paysagères suffisamment contrastées pour tester l'effet de la densité de haies), la structure et la composition même du paysage sont déterminantes. Selon l'hypothèse de la « complexité intermédiaire » formulée par Tscharntke *et al.* (2005), l'effet positif des habitats semi-naturels et autres infrastructures agroécologiques serait davantage perceptible dans des paysages de complexité intermédiaire. En effet, dans un premier scénario extrême, planter une seule haie, isolée dans un paysage par ailleurs intensivement géré et quasiment monoculturel n'aura probablement pas d'effet tant cette haie ne pourra héberger qu'une communauté appauvrie coupée du reste du paysage. À l'autre extrême, planter une nouvelle haie dans un réseau de haies denses et très diversifié n'aura probablement pas plus d'effet car une communauté déjà riche et mobile d'auxiliaires sera déjà à l'œuvre dans un tel paysage. Ainsi, c'est entre ces deux extrêmes, dans des paysages de complexité intermédiaire, que l'effet de l'installation d'une infrastructure agroécologique telle qu'une haie aurait le plus d'impact en matière de multifonctionnalité.

Haies et multifonctionnalité des territoires

Il n'existe actuellement pas d'étude évaluant la contribution spécifique des haies et de leurs réseaux à la multifonctionnalité des territoires, qu'il s'agisse de territoires de collectivités (par exemple en régions ou au sein de structures intercommunales) ou de territoires à enjeux plus spécifiques (par exemple un parc naturel régional ou un bassin-versant). Ce manque de connaissances s'explique tout d'abord par les difficultés inhérentes à l'étude et la prise en compte de la multifonctionnalité à des échelles spatiales larges. En effet, l'évaluation de la multifonctionnalité à de telles échelles repose le plus souvent sur des méthodes de modélisation, du fait de l'impossibilité de mener des mesures *in situ* de plusieurs services à ces échelles. Or, le plus souvent, les modèles disponibles n'intègrent pas spécifiquement les haies ou les multiples fonctions ou services qu'elles peuvent soutenir : ils se concentrent sur un service en particulier (voir chapitre 8), modélisent la multifonctionnalité sur la base de descripteurs très indirects de services (par exemple des descripteurs de propriétés spatiales des paysages comme indicateurs de services écologiques ou culturels; Groot *et al.*, 2010), ou prennent en compte les haies en les intégrant à des structures paysagères ou à des systèmes plus englobants (par exemple des structures paysagères liées aux habitats semi-naturels, Neyret *et al.*, 2025; systèmes agroforestiers au sens large, Rolo *et al.*, 2021). Par ailleurs, répondre à l'enjeu de soutenir la multifonctionnalité des territoires implique de pouvoir articuler à ces échelles de multiples fonctions ou services d'importance pour une diversité d'acteurs, incluant les agriculteurs, les acteurs de l'aménagement, les associations de protection de la nature, les acteurs économiques ou les populations locales. Cela peut nécessiter de considérer aussi bien des services de production agricole, de conservation de la biodiversité et des services associés, de régulation du changement climatique, de l'érosion des sols, des ruissellements ou des polluants, de maintien du cadre de vie ou de soutien des espaces à valeur récréative ou touristique. Répondre à ces multiples attentes peut nécessiter des arbitrages complexes par les acteurs concernés (par exemple par l'identification de zonages ciblant un service ou un autre) lorsque des services sont identifiés comme antagonistes.

► Conclusion

Parmi les organismes vivant dans les haies, certains sont susceptibles de se disperser vers les cultures adjacentes, qu'il s'agisse de bioagresseurs ou au contraire d'auxiliaires des cultures. De plus, les haies modifient l'environnement local. En s'opposant au vent, elles limitent l'érosion éolienne des sols et peuvent protéger les cultures contre la verse ou les gelées tardives. Les haies modifient le cycle local de l'eau. La présence d'arbres, dont l'enracinement est plus profond que celui des arbres forestiers, favorise l'infiltration de l'eau en profondeur, mais augmente aussi l'évapotranspiration au voisinage de la haie, pouvant entraîner une compétition pour l'eau avec les cultures adjacentes. L'ombre portée sur la parcelle est susceptible de limiter la croissance des cultures aux abords de la haie, mais peut aussi les protéger en cas d'épisodes de chaleur extrême.

Les haies ont donc un fort potentiel pour fournir à l'agriculture un panel de services écosystémiques, bien qu'elles puissent être aussi source de disservices. Il est nécessaire de prendre de la hauteur avec une approche multifonctionnelle. Cette dernière est cependant difficile à mettre en place, d'une part du fait de l'existence d'antagonismes entre certains types de services écosystémiques portés par les haies, d'autre part parce que s'appuyer sur les synergies existantes entre services écosystémiques et piloter les effets de complémentarité entre habitats semi-naturels à l'échelle du paysage est une entreprise complexe, nonobstant la nécessité d'une coordination multi-acteurs à l'échelle territoriale.

► Références bibliographiques choisies

- Albrecht M., Kleijn D., Williams N.M., Tschumi M., Blaauw B.R. *et al.*, 2020. The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: A quantitative synthesis. *Ecology Letters*, 23(10), 1488-1498.
- Alignier A., Carof M., Aviron S., 2024. Assessing cropping system multifunctionality: An analysis of trade-offs and synergies in French cereal fields. *Agricultural Systems*, 221, 104100.
- Aviron S., Berry T., Leroy D., Savary G., Alignier A., 2023. Wild plants in hedgerows and weeds in crop fields are important floral resources for wild flower-visiting insects, independently of the presence of intercrops. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 348, 108410.
- Bannwart P., Gardarin A., Petit S., 2025. Do semi-natural habitats enhance overwintering of generalist predators in arable cropping systems? A meta-analysis. *Biological Control*, 201, 105700.
- Bartual A.M., Sutter L., Bocci G., Moonen A.C., Cresswell J. *et al.*, 2019. The potential of different semi-natural habitats to sustain pollinators and natural enemies in European agricultural landscapes. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 279, 43-52.
- Betolaud S., Coulon F., Lesaint L., Moret C., Nevoux L. *et al.*, 2025. Resp'Haies – Méthodologies innovantes d'évaluation de la biomasse et des stocks de carbone des haies françaises. *Innovations agronomiques*, 107, 1-12.
- Boinot S., Mony C., Fried G., Ernoult A., Aviron S. *et al.*, 2023a. Weed communities are more diverse, but not more abundant, in dense and complex bocage landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 60(1), 4-16.
- Boinot S., Alignier A., Pétillon J., Ridet A., Aviron S., 2023b. Hedgerows are more multifunctional in preserved bocage landscapes. *Ecological Indicators*, 154, 110689.
- Boinot S., Alignier A., Storkey J., 2024. Landscape perspectives for agroecological weed management. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 44(1), 7.
- Boinot S., Alignier A., Aviron S., Bertrand C., Cheviron N. *et al.*, 2025. Organic farming and semi-natural habitats for multifunctional agriculture: A case study in hedgerow landscapes of Brittany. *Journal of Applied Ecology*, 62(1), 53-63.

- Byrnes J.E., Gamfeldt L., Isbell F., Lefcheck J.S., Griffin J.N. *et al.*, 2014. Investigating the relationship between biodiversity and ecosystem multifunctionality: Challenges and solutions. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(2), 111-124.
- Byrnes J.E., Roger F., Bagchi R., 2023. Understandable multifunctionality measures using Hill numbers. *Oikos*, e09402.
- Castle D., Grass I., Westphal C., 2019. Fruit quantity and quality of strawberries benefit from enhanced pollinator abundance at hedgerows in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 275, 14-22.
- Dainese M., Montecchiari S., Sitzia T., Sigura M., Marini L., 2017. High cover of hedgerows in the landscape supports multiple ecosystem services in Mediterranean cereal fields. *Journal of Applied Ecology*, 54(2), 380-388.
- Even C., Simon S. 2019. Un verger circulaire hostile aux bioagresseurs. *Arboriculture fruitière*, 726, 10-13.
- Fincham W.N., Redhead J.W., Woodcock B.A., Pywell R.F., 2023. Exploring drivers of within-field crop yield variation using a national precision yield network. *Journal of Applied Ecology*, 60(2), 319-329.
- Follain S., Walter C., Bonté P., Marguerie D., Lefèvre I., 2009. A-horizon dynamics in a historical hedged landscape. *Geoderma*, 3-4, 334-343.
- Gagic V., Marcora A., Howie L., 2019. Additive and interactive effects of pollination and biological pest control on crop yield. *Journal of Applied Ecology*, 56(11), 2528-2535.
- Garratt M.P.D., Senapathi D., Coston D.J., Mortimer S.R., Potts S.G., 2017. The benefits of hedgerows for pollinators and natural enemies depends on hedge quality and landscape context. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 247, 363-370.
- Grass I., Lehmann K., Thies C., Tscharnkte T., 2017. Insectivorous birds disrupt biological control of cereal aphids. *Ecology*, 98, 1583-1590.
- Juhel A.S., Barbu C.M., Franck P., Roger-Estrade J., Butier A. *et al.*, 2017. Characterization of the pollen beetle, *Brassicogethes aeneus*, dispersal from woodlands to winter oilseed rape fields. *PLoS One*, 12(8), e0183878.
- Lei P., Ni C., Chen F., Wang S., Zhong S. *et al.*, 2021. Effects of crop-hedgerow intercropping on the soil physicochemical properties and crop yield on sloping cultivated lands in a purple soil of Southwestern China. *Forests*, 12, 962.
- Liu K.H., Kayad A., Sozzi M., Sartori L., Marinello F., 2023. Headland and field edge performance assessment using yield maps and sentinel-2 images. *Sustainability*, 15(5), 4516.
- Manning P., Van Der Plas F., Soliveres S., Allan E., Maestre F.T. *et al.*, 2018. Redefining ecosystem multifunctionality. *Nature Ecology and Evolution*, 2(3), 427-436.
- Metcalfe H., Cook S.M., Milne A.E., 2025. Agricultural landscape features can mitigate field-edge yield declines: Insights from yield monitor and remote sensing data. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 394, 109891.
- Morandin L.A., Long R.F., Kremen C., 2016. Pest control and pollination cost-benefit analysis of hedgerow restoration in a simplified agricultural landscape. *Journal of Economic Entomology*, 109(3), 1020-1027.
- Précigout P.-A., Robert C., 2022. Effects of hedgerows on the preservation of spontaneous biodiversity and the promotion of biotic regulation services in agriculture: Towards a more constructive relationships between agriculture and biodiversity. *Botany Letters*, 169(2), 176-204.
- Raatz L., Bacchi N., Walz K.P., Glemnitz M., Müller M.E.H. *et al.*, 2019. How much do we really lose? Yield losses in the proximity of natural landscape elements in agricultural landscapes. *Ecology and Evolution*, 9(13), 7838-7848.
- Rajbanshi J., Das S., Paul R., 2023. Quantification of the effects of conservation practices on surface runoff and soil erosion in croplands and their trade-off: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 864, 161015.
- Thomas Z., Molénat J., Caubel V., Grimaldi C., Mérot P., 2008. Simulating soil-water movement under a hedgerow surrounding a bottomland reveals the importance of transpiration in water balance. *Hydrological Processes*, 22, 577-585.

- van Vooren L., Reubens B., Ampoorter E., Broekx S., Pardon P. *et al.*, 2018. Monitoring the impact of hedgerows and grass strips on the performance of multiple ecosystem service indicators. *Environmental Management*, 62(2), 241-259.
- Viaud V., Kunnemann T., 2021. Additional soil organic carbon stocks in hedgerows in crop-livestock areas of western France. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 305, 107174.
- Viaud V., Lesaint L., 2023. Rapport n° 3, Resp'Haies. Évaluation des stocks et flux de biomasse et carbone des haies. Partie 2, Évaluation du potentiel de stockage additionnel de carbone dans les sols, 27 p.
- Walter C., Merot P., Layer B., Dutin G., 2003. The effect of hedgerows on soil organic carbon storage in hillslopes. *Soil Use and Management*, 19, 201-207.
- Weninger T., Scheper S., Lackóová L., Kitzler B., Gartner K. *et al.*, 2021. Ecosystem services of tree windbreaks in rural landscapes-a systematic review. *Environmental Research Letter*, 16, 103002.



Partie 2

Gestion des haies en faveur de la biodiversité et de la multifonctionnalité du paysage

Chapitre 3

Évolutions des sociétés locales, modèles techniques et pratiques autour de la haie

Thibaut Preux, Claudine Thenail, Philippe Blondeau

La haie est aujourd'hui devenue un terme générique qui englobe une diversité de modèles, anciens et nouveaux, d'alignements de ligneux (à strates arbustives et/ou arborées) en limite de parcelles. Elle peut être considérée comme un objet hybride, à l'interface entre nature et société, qui a sa dynamique biologique propre, mais dont les usages, fonctions et représentations sociales évoluent au fil du temps. Édifiées par des systèmes agricoles de polyculture-élevage dans un contexte de fortes densités rurales et de développement de la petite propriété paysanne, les haies constituent des objets hérités dont les activités ayant contribué à les façonner n'ont plus cours, ou se sont considérablement transformées (Chouquer, 2000). Elles sont de surcroît l'objet d'un processus de patrimonialisation, à travers lequel la société leur attribue des valeurs singulières (esthétiques, économiques, morales, etc.; Magnin, 2024). La période contemporaine est ainsi marquée par un décalage entre les formes, les usages et les représentations des haies, dont nous faisons l'hypothèse qu'il contribue aux difficultés rencontrées dans leur maintien.

Dans ce chapitre, nous exposerons les raisons qui ont conduit des sociétés rurales à édifier des paysages de bocage dans certaines régions agricoles, puis nous reviendrons sur les facteurs contemporains de son érosion. Dans un second temps, nous mettrons en lumière la diversité des pratiques contemporaines de gestion et d'entretien des haies, en lien avec le fonctionnement, l'évolution des exploitations agricoles et les stratégies des agriculteurs, cette diversité de pratiques contribuant à produire une mosaïque paysagère complexe.

► Les haies, objets du paysage à l'interface entre espaces et sociétés rurales

Aux origines du bocage

La question de l'origine du bocage a suscité un nombre important de publications et de communications chez les historiens, archéologues et géographes. Si le débat concernant l'ancienneté du bocage n'est pas encore clos, les travaux récents des historiens et des archéologues s'accordent sur l'absence de caractère stable et immuable des

paysages de bocage, et ont permis d'éclaircir les conditions d'apparition des paysages bocagers dans l'arc atlantique européen (Watteaux, 2023). Ils convergent notamment quant à l'existence d'un « protobocage » antique, composé d'un mélange de parcelles ouvertes et clôturées, dont les formes et les fonctions apparaissent très éloignées de celles du bocage moderne (Marguerie *et al.*, 2003). Si les haies sont bien présentes dans ces paysages, elles n'ont pas de fonction agronomique apparente mais semblent davantage marquer les limites de propriétés. Par ailleurs, si les travaux des archéologues attestent effectivement de la présence d'un protobocage sur l'Arc atlantique et dans certaines régions du Massif armoricain, ils concluent tous à la forte discordance entre le paysage antique et le paysage médiéval. Par exemple, dans le Coglais, plus de 90 % des haies inventoriées à la période antique ne correspondent pas à l'emplacement et à l'orientation des haies médiévales (Antoine et Marguerie, 2007). Il n'existe donc pas de filiation de type généalogique entre les différentes périodes de construction des paysages bocagers, ce qui conduit les historiens et les archéologues à envisager le bocage comme un système mouvant, marqué par des phases de progression, de régression et de relative stabilité, et surtout par une recomposition permanente des formes paysagères.

La haie « moderne », produit des recompositions foncières et sociotechniques des systèmes agraires

L'édification progressive des alignements d'arbres en bordure de parcelles associant plusieurs strates de végétation à l'époque moderne puise autant dans l'histoire sociale des campagnes que dans l'évolution des systèmes agricoles.

Le XIX^e siècle est marqué en France par un développement rapide de l'élevage. La pénurie de main-d'œuvre et la succession de plusieurs crises céréalières conduisent de nombreux ruraux à migrer vers les villes, où les premiers signaux de la révolution industrielle attirent les paysans économiquement moins bien dotés. Cet exode rural contraint les agriculteurs à développer des systèmes moins exigeants en main-d'œuvre, principalement absorbée jusqu'ici par l'activité céréalière (Agulhon *et al.*, 1976). Le système d'élevage, reposant sur le pâturage direct de l'herbe, s'impose alors comme un système peu demandeur en travail, qui permet d'assurer un revenu correct aux éleveurs, tout en fournissant les fumures nécessaires à l'intensification des autres productions.

Ce développement de l'élevage rend alors caduc un modèle d'organisation de l'espace agricole encore largement commandé par la contrainte de la vaine pâture obligatoire, une servitude collective héritée de l'Ancien Régime qui consistait à laisser les animaux d'élevage paître librement sur les parcelles de culture, après la récolte (Charpentier, 2021). Cette pratique agronomique particulière impliquait l'absence d'obstacles à la libre circulation du troupeau au sein de l'espace communal (haies, barrières, fossés...) et l'adoption d'un calendrier culturel commun à l'ensemble de la communauté villageoise. Sous l'influence des agronomes, qui voyaient dans le maintien des servitudes collectives gratuites un frein au développement de la productivité agricole, cette pratique de la vaine pâture est progressivement abolie. Un nouveau modèle de production s'impose dans des petites exploitations familiales de polyculture-élevage. Il repose sur le développement de l'élevage par la sélection animale et l'intensification fourragère par l'introduction de cultures sarclées. L'accroissement du cheptel impose de séparer plus strictement les activités d'élevage de la conduite des cultures. La haie devient l'un

des instruments de cette spécialisation territoriale, car elle permet de mieux gérer le pâturage des animaux, ainsi que la circulation du bétail entre les espaces de pâturage, de manière à éviter la détérioration des cultures (Antoine et Marguerie, 2007). La forme des haies s'adapte alors pour remplir cette nouvelle fonction : elles sont plantées plus fréquemment sur une double structure fossé-talus et associent des arbres de hauts jets, des arbustes et une strate buissonnante épineuse, qui achève la fonction de clôture (Sachet, 2023).

Le ^{xix}^e siècle voit donc la montée en puissance de l'individualisme agraire, c'est-à-dire de l'émancipation progressive des contraintes collectives par la paysannerie (Bloch, 1931). Le droit de clôture, présent dans la Coutume de Bretagne dès le ^{xvi}^e siècle puis étendu en juillet 1768 à l'ensemble du royaume sous la forme d'un droit de clôture des héritages, en est l'une des manifestations les plus fortes. La Révolution française marque les débuts d'une véritable politique foncière nationale, dont le trait majeur est la conquête progressive par la paysannerie de la maîtrise foncière du sol qu'elle cultive (Agulhon *et al.*, 1976), et qui s'exprime notamment à l'occasion des partages des communaux et des landes.

Inscrite comme un droit « sacré et inviolable » dans le Code civil de 1804, la propriété privée individuelle du sol se développe plus fortement sous la III^e République, qui encourage la constitution d'une classe de petits paysans propriétaires. Cette politique porte ses fruits puisqu'en 1930, 60 % des terres sont exploitées en faire-valoir direct, tandis que le fermage ne représente plus que 30 % des surfaces exploitées et que le métayage ne cesse de régresser (10 % de la surface agricole nationale en 1930) (Boinon, 2011). L'édification de clôtures composées d'arbres et d'arbustes sur talus permet alors de délimiter juridiquement les parcelles. Couplé aux effets du partage successoral égalitaire, ce développement de la petite propriété paysanne est l'un des principaux moteurs de « l'embocagement » des campagnes au ^{xix}^e siècle et dans la première partie du ^{xx}^e siècle. Cette fonction de marquage de la propriété est par ailleurs largement partagée dans les régions européennes à réseaux denses de haies (Britt *et al.*, 2012).

Plus généralement, l'édification d'un maillage de haies aux ^{xix}^e et ^{xx}^e siècles s'inscrit dans un système cohérent d'usages des ressources bocagères, en particulier pour la production de bois. Le début du ^{xix}^e est marqué par un mouvement d'enclosure qui ferme progressivement l'accès des forêts aux paysans et à leurs animaux par la privatisation de ces espaces (Sachet, 2020). Jusqu'ici, le droit coutumier tolérait les pratiques paysannes en forêts, comme le souligne Nougarede (1995) : « C'est grâce aux droits d'essartage, de pacage, de faucillage, de panage et de glandée, mais aussi d'affouage de bois mort et de marronnage, que la forêt est pour [les paysans] un lieu potentiel de culture, un espace pastoral complémentaire, une épicerie naturelle, un gisement d'énergie et d'engrais, une réserve de bois matériaux. C'est enfin pour eux une boucherie, car s'ils n'ont pas le droit de chasse, ils y braconnent ». Dans un contexte de forte pression sur les ressources forestières, l'État reprend en main la gestion des forêts, ce qui conduit à une progressive exclusion des pratiques paysannes de ces espaces (Sachet, 2023). Alors que les campagnes se densifient, les sociétés paysannes vont retrouver dans l'édification des haies une partie des usages dont elles ont été privées. La pratique de l'émondage permet, par exemple, une production régulière de bois de chauffage, tout en respectant les spécificités des baux ruraux, prévoyant

que le bois d'œuvre revient au propriétaire et celui du houpplier au fermier locataire. L'introduction d'essences fruitières dans les haies (comme le noyer, le châtaignier ou le pommier greffé en haute tige) et dans les parcelles, contribue à la diversification des productions et à l'amélioration de la productivité agricole (Sachet, 2023).

Dans la région du Champsaur-Valgaudemar (Hautes-Alpes), Moustier (2023) montre, à travers une analyse géo-historique, que l'édification des haies répond au double impératif de production de bois dans une région peu dotée en forêts et de production d'un complément fourrager pour les animaux : « La feuille permettait d'engranger un fourrage "aérien" appréciable, jusqu'à 20 % de la réserve fourragère [...]. La feuille de frêne était la plus recherchée pour ses qualités nutritives ; venait ensuite celle du peuplier, appréciée des agneaux. Les autres essences étaient moins prisées : cerisiers, érables, saules. Les années de pénurie fourragère, les bouleaux étaient sollicités, tout comme les chênes et les aulnes. En été on récoltait les feuilles de l'orme pour les intégrer à la pâtée des cochons ». Dans les régions méditerranéennes, on retrouve fréquemment des oliviers plantés en cordons formant de véritables haies oléicoles séparées par des cultures intercalaires (Angles, 2023).

Dans l'Ouest armoricain, alors que la population culmine au début du xx^e siècle, de nombreux défrichements s'opèrent afin d'accroître les surfaces agricoles utilisables. Ils clôturent ces espaces nouvellement mis en culture pour éviter la progression des espèces ligneuses. Le devoir d'enclosure ne cesse que vers 1900 en Bretagne du Nord, plus tardivement (en 1920) en Normandie (Agulhon *et al.*, 1976). Les haies nouvellement édifiées pourvoient également aux ressources fourragères (utilisation des ajoncs et autres arbustes comme sources de fourrage), énergétiques (bois de chauffage) et en bois d'œuvre (ressources disparues avec le défrichement des landes et des forêts) qu'une abondante main-d'œuvre paysanne permet d'entretenir, de gérer et d'exploiter.

L'édification de haies par les sociétés rurales aux xix^e et dans la première partie du xx^e s'inscrit donc dans un contexte particulier de transformations foncières, sociales et productives des campagnes et constitue une réponse circonstanciée aux problèmes rencontrés par les sociétés agraires tout au long de leur histoire. Ce processus « d'embocagement » se déploie de manière inégale selon les territoires. La forme des haies, leur composition, leur mode d'implantation, correspondent à des pratiques d'entretien élaborées localement selon les héritages et les usages recherchés. Dans les régions d'élevage du centre de la France, c'est la fonction de clôture pour les animaux qui est particulièrement utilisée et conduit à une certaine spécialisation des formes en haies basses plessées (on parle ainsi de « bouchures » dans le Berry). Dans l'Ouest armoricain, on trouve une plus grande diversité de formes et d'entretien. La pratique de l'émondage pour la production de fagots donne ainsi aux arbres du bassin rennais une forme particulière, la ragosse (voir chapitre 1, encadré 1.2), tandis que les haies à strates buissonnantes sont plutôt utilisées pour le pacage du bétail (Notteghem, 1991). L'entretien des haies peut d'ailleurs être variable dans le temps et faire évoluer leurs formes. Ainsi, dans le Bas-Maine, alors que le bétail est mené en pâture sur les terres incultes, « tous les baux rappellent que les exploitants devront entretenir les haies des parcelles qu'ils se disposent à remettre en culture ; pour les autres, ce n'est pas nécessaire. [...] Ceci autorise donc un bocage omniprésent mais encore très poreux au xix^e siècle » (Antoine, 2007). L'organisation spatiale des linéaires de haies est également contrôlée par la morphologie parcellaire. Renard (2012) montre, dans les bocages

du pays nantais des années 1960, l'héritage d'une opposition ancienne entre le bocage en damier à mailles régulières, associé aux métairies, et celui, beaucoup plus irrégulier, associé au parcellaire morcelé et partagé en fines lanières des borderies.

Les travaux des géographes et historiens convergent pour souligner la poursuite du processus « d'embocagement » tout au long du XIX^e siècle, jusqu'au début de la Seconde Guerre mondiale, qui aboutit à un maillage dense de haies (Fatrès, 1979). Le maintien de fortes densités de haies dans les espaces ruraux (en particulier dans l'Ouest du pays) et le morcellement parcellaire induit par le système du partage successoral égalitaire et l'accroissement de la petite propriété paysanne ont contribué à l'édification de nouvelles clôtures et donc à la densification des bocages.

L'apogée du bocage semble être atteint dans l'entre-deux-guerres. Pointereau (2004) estime qu'avec une emprise au sol de 4,5 millions d'hectares, les haies occupent en moyenne près de 15% de la surface agricole et représentent à cette époque 45% de la superficie forestière. Dans certaines régions bocagères, la trame boisée s'impose partout et donne aux paysages l'aspect de marqueterie, avec un quadrillage végétal d'une densité et d'une régularité inégales selon les régions.

La place des haies dans le tournant productiviste de l'agriculture française

« Le cloisonnement des bocages de l'Ouest doit-il être maintenu ? » interroge la page agricole du journal *Ouest-France* dans son édition du 16 novembre 1964 : « La multitude des haies, des talus et des fossés constitue autant d'enclaves trop petites, autant de parcelles aux formes pour le moins fantaisistes. Les tracteurs tournent en rond et butent sans cesse contre ces obstacles. Nos bocages de l'Ouest [...] opposent un véritable frein à la productivité agricole ». Dans une période de profonde transformation technico-économique de l'agriculture et de renouvellement idéologique de la paysannerie française (années 1960 à 1970 ; Lyautey *et al.*, 2022), la place des haies dans les systèmes de production agricole est remise en question par les acteurs de la modernisation agricole, qui voient dans ces paysages le symbole d'une agriculture archaïque en même temps qu'un obstacle à la mécanisation de la production. La disparition d'environ deux tiers du linéaire de haies depuis la Seconde Guerre mondiale en France ne peut s'expliquer que par une conjonction exceptionnelle de facteurs technico-économiques, démographiques et culturels, et par la déstabilisation du lien entre systèmes agraires et haies.

Pour la génération de jeunes agriculteurs sensibles au renouvellement du modèle agricole, la notion de maîtrise et de domination des éléments naturels constitue une des facettes du modèle agricole productiviste (Prével, 2008). Les haies, dont la croissance relève avant tout des cycles de végétation naturels, constituent autant d'objets naturels inclus dans l'espace de production, qu'il convient de maîtriser.

Le bocage apparaît également comme le symbole matériel d'une agriculture archaïque, qu'il faut dépasser. Comme le souligne Périchon (2003) à partir d'entretiens menés dans plusieurs communes bretonnes, « cette génération en proie à une profonde crise identitaire va exorciser, par la destruction du bocage, ses vieilles rancœurs envers un système qui avait jusqu'alors assujéti leurs parents à des travaux d'un autre âge. [...] La destruction du bocage marque ainsi dans l'espace physique le passage d'une agriculture archaïque à une agriculture moderne : le champ ouvert, qui succède au bocage, accomplit en effet [aux yeux de ces agriculteurs] l'évolution agricole moderne ».

Il s'agit aussi de rompre avec l'ordre social. Strictement codifié par les baux ruraux, l'entretien des haies constituait une source de conflits fréquents entre propriétaires et fermiers. Par exemple, un entretien irrégulier des haies par le fermier en place constituait un motif suffisant pour congédier l'exploitant avant l'échéance du bail.

Le second facteur le plus significatif est sans doute la mécanisation de la production agricole entamée dès le début des années 1950 dans les exploitations céréalières les plus favorisées, avant de pénétrer les élevages laitiers dans les années 1960. Elle prend la forme d'une mécanisation des opérations culturales, puis de la collecte et du stockage laitier, et enfin de la traite et de l'alimentation des animaux. Ce processus est accéléré par le plan Marshall qui conduit à l'importation d'un matériel agricole assez peu adapté aux formes irrégulières et étriquées des paysages à maillage dense de haies, organisés par le pâturage et la culture attelée (Montembault, 2007). L'agrandissement des parcelles devient un préalable au plein-emploi du progrès technique, la productivité physique des opérations techniques sur les cultures étant partiellement conditionnée par la morphologie parcellaire (Piet et Cariou, 2014). Enfin, l'arasement des talus et l'arrachage des haies permettent d'étendre la surface de l'exploitation agricole.

La diffusion de l'électricité et du gaz dans les campagnes achève de rendre obsolète la production de bois de chauffage à partir de l'exploitation des haies. Ces travaux particulièrement fastidieux s'appuyaient sur de fortes solidarités locales et familiales qui s'estompent avec le départ des aides familiaux et des ouvriers agricoles des campagnes. La diminution du nombre d'actifs agricoles n'a été que très partiellement compensée par la mécanisation des travaux d'entretien des haies, peu développée jusqu'à l'apparition très récente de matériels spécialisés (lamiers-scie, épaveuses, déchiqueteuses à grappins, combinés scieurs-fendeurs...).

Dans les régions d'élevage laitier où les haies constituent la trame de l'organisation agraire, l'évolution rapide des systèmes d'élevage transforme les paysages. Dès le milieu des années 1950, les conseillers agricoles incitent les éleveurs à développer la culture de la prairie, sous la forme de prairies temporaires associant graminées fourragères (ray-grass, fétuque) et légumineuses (luzerne, trèfle blanc, sainfoin...) afin d'améliorer les rendements fourragers et de sécuriser l'alimentation du cheptel bovin. La culture du maïs fourrager se développe un peu plus tard. Au total, 1,2 million d'hectares sont mis en culture en France entre 1960 et 1976. Peu astreignante, cette culture permet aux petites exploitations agricoles de développer rapidement leur production laitière à surface constante, tout en valorisant pleinement les investissements consentis pour la mécanisation de la production. Cette double «révolution fourragère» se traduit par un recul du pâturage au profit de l'alimentation à base de fourrages produits le plus souvent sur l'exploitation, et par une substitution des prairies permanentes par des cultures. Ce mouvement s'accélère dans les années 1990. Confrontés au contingentement de la production laitière et au découplage des aides à la production, les éleveurs laitiers développent massivement les cultures céréalières dans leurs exploitations afin de maintenir leurs revenus. Entre les recensements agricoles de 1979 et 2010, 950 000 hectares de prairies permanentes ont ainsi été retournés dans les trois régions de l'Ouest français (soit une diminution de 46,2%), et ce mouvement se poursuit encore aujourd'hui (en moyenne – 5,2% sur ces trois régions entre 2018 et 2023).

Dans ces parcelles nouvellement mises en culture, les haies constituent généralement une contrainte pour la mécanisation des opérations culturales. Lorsqu'elle se maintient,

la pratique du pâturage est facilitée par la diffusion de la clôture électrique. Accessible et relativement souple d'utilisation, elle permet l'adoption de systèmes de pâturage plus intensifs, dits « tournants » ou « au fil », tout en conservant une relative souplesse dans l'usage du parcellaire agricole, subdivisible d'une année culturale à l'autre.

Au-delà des modifications techniques dans la conduite des systèmes d'élevage, c'est la place de l'élevage elle-même dans la gestion de l'espace agricole qui est en cause dans l'évolution des linéaires de haies. La restructuration de l'élevage a été particulièrement vive ces dernières années, avec la disparition de 60 % des élevages laitiers et de 52 % des élevages bovins allaitants entre 2000 et 2020 (Agreste, 2023). Dans les secteurs les plus touchés par cette restructuration (frange orientale du bassin laitier de l'ouest et du sud-ouest de la France, où la collecte laitière a baissé de 25 % entre 2015 et 2021, contre 5 % en France), les haies perdent leur fonction initiale de pacage du bétail et constituent désormais une gêne à la mise en culture des parcelles. Lorsqu'elles ne sont pas arrachées, ces haies sont le plus souvent « rabattues » par des pratiques d'entretien particulièrement sévères visant à en limiter l'impact sur les cultures (Vannier, 2012).

Du point de vue de l'organisation de l'espace agricole, l'agrandissement généralisé des exploitations et la disparition d'un grand nombre d'entre elles ont conduit à une diminution des anciennes zones de contact entre exploitations et donc à un effacement progressif des frontières « visibles » entre les anciens territoires d'exploitations.

En outre, la numérisation de l'agriculture (recours croissant à la cartographie numérique, par exemple) rend moins nécessaire le marquage physique de la propriété dans l'espace agricole par des haies (Magnin, 2024), dans un contexte où le rapport à la propriété individuelle du sol s'estompe. En effet, plus de deux tiers de la surface agricole utile (SAU) sont désormais exploités en fermage en France. Ce chiffre en progression constante témoigne de l'effritement de la place de la propriété privée individuelle dans les exploitations agricoles contemporaines.

Le remembrement, un coupable idéal ?

La transcription de ces évolutions dans les paysages relève de deux modalités bien distinctes. Il convient ainsi de distinguer les effets paysagers d'une part, des aménagements fonciers collectifs, qui présentent une forte emprise spatiale (une commune ou un groupe de communes voisines) et d'autre part, des initiatives individuelles d'arasement de haies et de talus au gré des recompositions foncières et de l'évolution des systèmes agricoles, dont la juxtaposition entraîne une évolution du paysage « par petites touches » mais d'intensité remarquable au final. Les remembrements sont encore très présents lorsqu'il s'agit d'expliquer les conséquences paysagères de la « modernisation » de l'agriculture française au tournant des années 1960, en particulier dans les régions bocagères. Le remembrement apparaît toutefois comme une sorte d'alibi permettant de mettre en accusation le rôle des pouvoirs publics dans la transformation des paysages, tout en masquant le poids des initiatives individuelles et les faits sociaux qu'ils impliquent (inégalités sociales, conflits locaux, etc.). Il faut dire que les aménagements associés (qualifiés d'aménagements annexes) à ces opérations d'aménagement foncier (regroupement de parcelles, arrachages de haies, recalibrage des cours d'eau, construction de nouveaux chemins, etc.) donnent un caractère particulièrement lisible et spectaculaire aux transformations de l'espace agricole (figure 3.1).



Figure 3.1. Évolution des paysages agricoles avant (1971) et après (2016) remembrement sur la commune de Carentoir (Morbihan). © IGN.

Pour certains promoteurs du remembrement, défaire talus et clôtures était un préalable à la transformation des esprits, l'ouverture des paysages étant un prélude à l'ouverture des esprits et à de nouveaux horizons productifs (Périchon, 2003).

Les réformes successives de l'aménagement foncier ont pourtant opéré dans le sens d'une protection croissante des linéaires de haies, avec l'instauration en 1976 d'une étude d'impact préalable et la participation d'une personne qualifiée au titre de la protection de la nature⁶; puis d'une obligation de « compensation » des impacts environnementaux à l'occasion de la transformation des remembrements en aménagements fonciers agricoles et forestiers en 2005⁷. De moins en moins utilisés, ces dispositifs sont surtout mis en œuvre dans le cadre de grands projets d'infrastructures. Alors que 45 000 hectares ont été remembrés en moyenne chaque année entre 1960 et 1970, seuls 5 000 hectares l'ont été entre 2000 et 2010. Dans l'ouest et le centre de la France, certaines régions bocagères (comme le Cotentin, le sud Mayenne, le bocage Bressuirais) n'ont d'ailleurs jamais connu de remembrement.

Dans leur article, Cocco *et al.* (2025) évaluent la responsabilité des remembrements dans le déclin des haies et tentent de distinguer les effets directs (arrachage) des effets indirects ou contextuels. Les auteurs comparent l'évolution de la densité de haies et les dates des aménagements fonciers communaux dans des communes normandes. Si le remembrement a effectivement contribué à la suppression directe des haies de 13,7 %, en particulier lors des phases initiales, la majorité des pertes de haies s'est produite hors des périodes de remembrement, par l'évolution des pratiques agricoles qui contribuent à « parachever » les effets des remembrements. Alors que les aménagements fonciers sont de moins en moins utilisés, il faut donc chercher d'autres facteurs explicatifs à la diminution du linéaire de haies en France.

6. Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature.

7. Loi n° 2005-157 du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux.

Le rôle des recompositions foncières agricoles

En dehors de réglementations spécifiques pouvant contraindre très localement les agriculteurs à maintenir leurs haies (classement des haies dans le Plan local d'urbanisme — PLU —, arrêtés de protection de biotope, périmètres de protection de captage...), la gestion des haies (entretien courant, coupes d'exploitation, plantations, arasements) relève encore très majoritairement d'une gestion privée, encadrée par le bail rural qui régit l'utilisation de trois quarts des surfaces agricoles en France. Il faut donc examiner le rôle des actions individuelles dans l'évolution des paysages agricoles. Le caractère spatialement discret et temporellement discontinu des initiatives individuelles associé à la perte de haies rend difficile son évaluation. Le rôle des transformations foncières des exploitations, et en particulier de l'agrandissement spatial des fermes, dont la surface moyenne est passée de 21 hectares en 1970 à 69 hectares en 2020, est crucial. Un travail de thèse réalisé dans les régions d'élevage laitier et bocager de Normandie montre par exemple qu'environ la moitié des arrachages de haies sont consécutifs au regroupement de parcelles attenantes, après un changement d'exploitant (Preux, 2019 ; figure 3.2).

L'agrandissement des exploitations se réalise le plus souvent sans extension du collectif de travail, ce qui conduit les agriculteurs à rechercher des gains de productivité, en particulier par l'emploi d'engins agricoles plus puissants, par l'agrandissement et la simplification des parcelles agricoles, et par la suppression des haies attenantes.

Inégalitaire, ce processus de concentration foncière contribue par ailleurs à renforcer le poids des plus grandes exploitations agricoles dans la gestion de l'espace agricole, et donc dans la production des formes paysagères. Ainsi, par exemple dans le Bocage virois (Calvados), 60 % des terres agricoles libérées entre 2007 et 2013 ont été captées par les 10 % des exploitations les plus grandes (Preux, 2023).

Le bois issu de l'exploitation de la haie (chauffage, production de piquets, bois d'œuvre, etc.) est quant à lui de moins en moins exploité par les agriculteurs et leurs proches, alors que le travail agricole se recompose (spécialisation du travail au sein des exploitations, disparition progressive de la main-d'œuvre familiale, externalisation du travail).

Ces évolutions prennent des formes variées selon les régions, pouvant aller d'une absence d'entretien (comme le non-renouvellement d'arbres morts) à un entretien mécanique intensif visant à « rabattre » la haie ou une de ses strates, voire à l'abattage et au dessouchage des arbres (Preux, 2019). Elles peuvent s'appliquer à une partie de la haie particulièrement gênante pour le passage des engins agricoles (entrée de champ, proximité des fourrières agricoles...) ou à l'ensemble de la haie. La trame bocagère formée par les haies s'efface ainsi progressivement du paysage.

La haie réhabilitée, vers un néo-bocage ?

Avec l'arrivée de nouveaux habitants et la diminution du nombre d'actifs agricoles, la demande sociale en faveur de la protection de l'environnement et des paysages agricoles a trouvé un écho particulièrement fort dans les espaces ruraux. Elle se traduit notamment par un regain d'intérêt pour les paysages bocagers, dans une perspective à la fois patrimoniale et écologique (Périgord *et al.*, 2012).

Ces derniers représentent en effet une forme particulière d'organisation de l'espace rural, témoignage matériel de l'histoire des sociétés paysannes aujourd'hui disparues (Montebault, 2007). Par ailleurs, ils sont généralement assimilés à des paysages

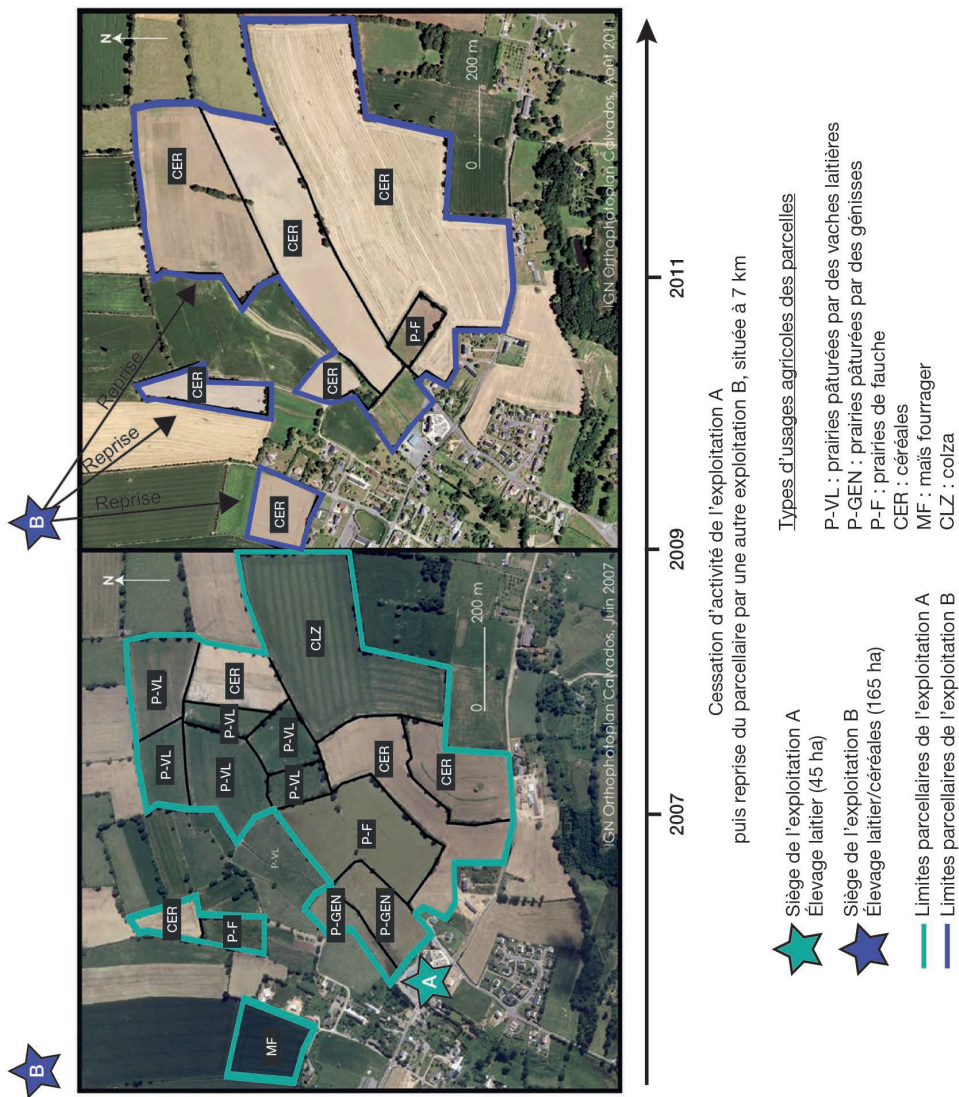


Figure 3.2. Exemple d'évolution d'un paysage agricole avant (2007) et après (2011) la reprise des terres d'une exploitation agricole (exploitation A) dans le cadre de l'agrandissement d'une autre exploitation (exploitation B) dans le Bocage virois (Normandie).

« naturels », liés au cycle végétatif saisonnier des haies (Toublanc et Luginbühl, 2007). Ce réinvestissement contemporain des paysages de bocage par des catégories sociales extérieures au monde agricole s'incarne notamment dans un renouvellement des usages récréatifs (randonnée pédestre et cycliste...).

Le maillage bocager ayant fortement régressé, son « retour » s'inscrit désormais davantage dans une logique de cadre de vie et de loisirs. Il ne relève plus uniquement de la sphère de la production agricole et devient un outil systémique d'aménagement du territoire. À ce titre, il participe à des dynamiques variées telles que le développement des loisirs et du tourisme, ainsi que le renforcement de l'attractivité résidentielle. Par ailleurs, il joue un rôle croissant dans la gestion des ressources environnementales, notamment en matière de biodiversité, d'hydrologie et de climat.

Cette évolution se traduit, par exemple, par l'intégration des haies dans les dispositifs d'éco-conditionnalité (voir chapitre 5), qui encadrent plus strictement leur entretien et leur gestion par les agriculteurs bénéficiaires de la Politique agricole commune (PAC). Parallèlement, les acteurs publics — collectivités territoriales, agences de l'eau, État — ont multiplié les programmes de subventions destinés à encourager la replantation de haies. Ces évolutions s'accompagnent de propositions de nouveaux « modèles techniques de haies » sur le plan de la structure (forme et essences), des modalités d'entretien et des fonctions recherchées, qui visent des compromis « entre tradition et modernité » (Le Du-Blayot *et al.*, 2007).

Outre les haies basses ornementales horticoles (rarement placées dans l'espace agricole) et les haies basses d'espèces tolérantes aux conditions rudes du littoral (très spécifiques), les auteurs distinguent les haies-rideaux monospécifiques de conifères et de thuyas (comme celles proposées pour clore les jardins — voir chapitre 1, encadré 1.2), subventionnées de 1978 à 1988, et les haies pluristratifiées souvent appelées « haies bocagères » (associant des espèces de haut jet, de moyen jet et des arbustes dits de « bourrage ») qui constituent 70 % à 88 % des plantations de 1988 à 2000. Dans cette dernière catégorie, deux types sont repérés à partir des essences qui les composent : des haies mimétiques des haies anciennes, c'est-à-dire composées d'espèces d'arbustes (ajonc, fusain, prunellier, néflier...) et d'arbres (chêne pédonculé, châtaignier, merisier, saule...) qui miment l'état d'une haie ancienne de la région après croissance des arbres plantés et colonisation lente par des espèces spontanées locales, et des haies mixtes incluant également des espèces moins traditionnelles ou locales.

Une géographie contemporaine contrastée de la haie

Après ces décennies de recul et un récent regain d'intérêt, quelle place occupent aujourd'hui les haies dans les paysages agricoles ? D'une manière générale, les arbres en milieu rural constituent le parent pauvre de la statistique agricole nationale, d'abord pensée comme un outil de connaissance de la dimension productive et sociale de l'agriculture française. La pluralité des producteurs de données, la diversité des méthodologies d'inventaire (sous forme surfacique ou linéaire ; voir chapitres 6 et 7) et l'absence de consensus quant à la définition de la haie justifient une grande prudence dans l'interprétation des statistiques existantes, de sorte que nul ne connaît précisément aujourd'hui la longueur totale de haies présentes en France.

Pour la seconde partie du ^{xx}e siècle, on dispose d'une estimation de l'évolution du linéaire de haies par département, réalisée par l'Inventaire forestier national (IFN),

complétée d'une enquête annuelle sur l'utilisation des sols (Teruti-Lucas), réalisée par le ministère de l'Agriculture depuis 1982. En l'absence de consensus sur la définition de la haie et en raison de la faible résolution spatiale et temporelle de ces bases, du fait aussi de l'évolution des méthodes d'inventaire entre millésimes, ces bases ne permettent ni une analyse locale, ni un suivi diachronique du linéaire de haies. Pointereau (2004) estime toutefois, à partir de ces bases, qu'entre 1975 et 1987, le linéaire de haies en France est passé de 1 244 110 à 707 605 km et que 70 % du linéaire existant au début du xx^e siècle a été détruit, ce qui représente environ 1,4 million de kilomètres de haies arrachées. Dans un contexte de renouvellement des recherches et de l'intérêt pour les haies, l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) et l'Office français pour la biodiversité (OFB) proposent depuis 2020 une couche nationale de référence des haies (base de données — BD — Haie) sous forme linéaire (voir chapitres 6 et 8) qui recense au total 1 356 373 km de haies en France métropolitaine.

Soulignons qu'il existe, aux côtés de ces dispositifs de suivis nationaux, un foisonnement d'initiatives visant à cartographier, à inventorier et à numériser les linéaires de haies, à l'échelle locale (par exemple dans le cadre des plans locaux d'urbanisme intercommunaux ou dans les parcs naturels régionaux) ou régionale (comme la construction d'un Observatoire de la haie en région Pays de la Loire).

S'il est difficile de chiffrer précisément l'ampleur du recul, retenons simplement que les haies s'effacent des paysages ruraux depuis les années 1960 et que la mise en sommeil des procédures d'aménagement foncier, l'encadrement plus strict des arrachages de haies et un soutien politique à la replantation ne semblent pas avoir enrayer cette dynamique.

La cartographie met en lumière l'inégale répartition des linéaires de haies en France (voir chapitre 6, figure 6.3). Les plus fortes densités l'emportent dans les paysages bocagers de l'ouest de la France, soit dans un vaste ensemble régional couvrant les trois départements de l'ex-région Basse-Normandie : la Manche (premier département bocager français avec un total de haies et des densités dépassant 150 ml/ha dans le Nord Cotentin), l'ensemble des départements de l'Orne et du Calvados, à l'exception de la plaine de Caen ; les quatre départements bretons et les cinq départements des Pays de la Loire, ainsi que le département des Deux-Sèvres, en particulier dans la Gâtine poitevine. Ces 13 départements concentrent à eux seuls 38 % du linéaire total de haies français. D'autres pôles bocagers, plus circonscrits mais de tradition bocagère ancienne, sont repérables : Thiérache, Boulonnais et pays de Bray dans le nord de la France, Marche limousine et Bocage bouronnais dans le centre, ainsi que le département de l'Aveyron. Cette géographie bocagère française s'inscrit dans un arc atlantique bocager européen plus large, allant du sud de l'Angleterre jusqu'à la Galice (Marie, 2009).

Cette cartographie de l'abondance des haies dans le paysage ne doit pas masquer l'extrême hétérogénéité des formes de haies dans les territoires, produit de pratiques d'implantations variables (sur talus ou non, à une, deux ou trois strates...), de pratiques de taille et d'exploitation, de formes parcellaires hétérogènes, elles-mêmes liées aux caractéristiques topographiques, foncières et productives des régions agricoles.

► L'évolution contemporaine des pratiques agricoles de gestion des haies

On définira ici les pratiques agricoles comme les diverses actions concrètes des agriculteurs 1) pour conduire un processus de gestion qui consiste à mobiliser, utiliser,

reconstruire et transformer des ressources (naturelles, matérielles, humaines...) afin d'atteindre un ensemble d'objectifs (par exemple la production ou la (re)constitution de ressources), 2) qui sont autant de déclinaisons réalisées par les agriculteurs autour d'un même modèle technique (ensemble de normes et références techniques pour une activité agricole), en adaptation aux situations locales et individuelles, 3) qui mettent en œuvre et révèlent les relations entre agriculture et nature, selon les valeurs et les raisonnements guidant les décisions des agriculteurs dans leurs situations respectives (Landais et Deffontaines, 1988). Concernant les haies, on peut distinguer les pratiques d'aménagement (visant à planter, araser les haies et transformer leur structure) des pratiques de production (visant à élaborer un produit intermédiaire ou final à partir des haies) et d'entretien (visant à maintenir les haies et la parcelle associée dans un état souhaité). Ces pratiques sont la résultante d'adaptations à la variabilité des conditions (climatiques, réglementaires, socio-économiques), d'objectifs (par exemple de production) et de la mise en cohérence (sur le plan technique, des valeurs...) de la gestion des haies dans le fonctionnement et l'évolution des exploitations (Notteghem, 1991). Ces pratiques n'ont pas les mêmes impacts sur les agroécosystèmes et ne relèvent pas des mêmes processus et temporalités de gestion (Thenail *et al.*, 2022). Repérer si et comment ces différentes pratiques sont adaptées, reconstruites et recombinaées par les agriculteurs au niveau de leurs systèmes d'exploitation dans leur ensemble donne un éclairage sur la durabilité des haies au sein de ces exploitations.

Cette section illustre les pratiques de gestion des haies mises en œuvre par les agriculteurs et leurs évolutions depuis la seconde moitié du xx^e siècle. Les études sur ce sujet sont rares. Dans un premier temps, la mise en regard de deux études en régions historiquement bocagères mais de traditions différentes (France et Grande-Bretagne) permet d'illustrer l'importance de l'héritage culturel et de la recherche de simplification du travail dans la gestion des haies par les agriculteurs dans les années 2000. Dans un second temps, la synthèse d'études plus récentes (années 2020) dans différentes régions de France, avec ou sans tradition bocagère, permet d'identifier les pratiques courantes, les adaptations et les pratiques innovantes visant à réintégrer les haies dans le fonctionnement des exploitations, dans une perspective multifonctionnelle.

Pratiques de gestion des haies dans les années 2000 : entre héritage et recherche de simplification du travail

Nous présentons ici deux études menées dans les années 2000 auprès d'agriculteurs de régions « historiquement bocagères » dans le nord-ouest de la France et dans le sud de la Grande-Bretagne. L'objectif de ces études était de caractériser et de comprendre les pratiques de gestion des haies par les agriculteurs dans un contexte de transformation des exploitations, d'expression croissante d'enjeux de multifonctionnalité de l'agriculture et de développement de politiques publiques concernant les haies (plantation, entretien).

Pratiques de gestion des haies dans le bocage breton

Une étude menée dans le bocage breton permet d'apporter un éclairage sur les raisonnements, contraintes et objectifs des pratiques de gestion des haies mises en œuvre par les agriculteurs (Le Du-Blayot *et al.*, 2007). L'étude porte sur 80 exploitations agricoles, enquêtées entre 2001 et 2004 en Ille-et-Vilaine, Côtes-d'Armor, et dans une moindre mesure en Morbihan. Ces exploitations se situaient dans des zones où

les systèmes de gestion et d'intégration des arbres au sein des exploitations agricoles (systèmes dits « agroforestiers ») du XIX^e et début XX^e siècle reposaient avant tout sur des haies d'arbres menés en ragosses, cépées et/ou coupelles.

Dans la très grande majorité des exploitations étudiées (65 exploitations sur 80), l'émondage des arbres est pratiqué à la tronçonneuse à l'aide d'un élévateur. L'élagage latéral (pratiqué dans 56 exploitations sur 80) est le plus souvent partiel (seulement quelques branches par haie élaguée à la tronçonneuse). On voit émerger l'usage du lamier (en complément de la tronçonneuse) pour une taille latérale systématique (sur toute la longueur de la haie). Pour le débroussaillage mécanique des pieds de haies (pratiqué dans 61 exploitations sur 80), la débroussailleuse à dos est encore le principal outil utilisé, tandis que des engins lourds (broyeur d'accotement et épareuse) sont utilisés en complément (tableau 3.1). L'épandage d'herbicides (notamment de glyphosate, herbicide non sélectif dont le brevet est passé dans le domaine public dans les années 2000) et/ou de débroussaillant chimique est pratiqué dans 61 exploitations sur 80; il est réalisé sur le pied de haies au seul pulvérisateur à dos pour la moitié des exploitations étudiées, tandis que les agriculteurs utilisent aussi la lance du pulvérisateur combiné au tracteur, pour l'autre moitié des exploitations.

Les temps de travail pour quatre grands types d'activités (émondage, élagage latéral, débroussaillage mécanique, débroussaillage chimique) ont été établis, avec les agriculteurs, en nombre de jours de 5 heures (c'est-à-dire hors travaux d'astreinte, par exemple la traite et les soins dans les élevages laitiers) par équipe-chantier, et ce, quel que soit le nombre de personnes dans l'équipe. On observe une grande variabilité de ces temps de travail par type d'activité :

- dans les exploitations où l'émondage est pratiqué, le temps de travail associé varie de moins de 1 jour à plus de 40 jours par an (avec 21,5 % des exploitations à 10-20 jours de travail par an, et 20 % à plus de 20 jours par an);
- dans les exploitations pratiquant l'élagage latéral à la tronçonneuse ou au lamier-scie, le temps de travail associé varie de moins de 1 jour à 10-20 jours par an (avec 39 % des exploitations à 1-2 jours par an, et 30 % des exploitations à 2-5 jours par an);
- concernant le débroussaillage mécanique des pieds de haies, le temps de travail associé varie de moins de 1 jour à 10-20 jours par an (avec 41 % des exploitations à 2-5 jours de travail par an);
- enfin, dans les exploitations où le débroussaillage/désherbage chimique est pratiqué, le temps de travail associé varie de moins de 1 jour à 5-10 jours par an (avec 21 % des exploitations à 1-2 jours de travail et 36 % des exploitations à 2-5 jours de travail).

Sachant que les trois quarts des exploitations cumulent trois, voire quatre de ces activités, on comprend que le temps de travail global pour la gestion des haies est globalement important (plus de 40 jours par an pour 85 % des exploitations étudiées).

Les déterminants de ces choix de pratiques (émondage, élagage latéral, débroussaillage mécanique, débroussaillage chimique) et du temps passé apparaissent multiples. Entrent en jeu les orientations productives (davantage d'élagage en taille latérale dans les exploitations agricoles d'orientation technico-économique — Otex — associant grandes cultures et élevages de porcs, volailles et/ou bovins), les structures de parcelles (davantage d'élagage en taille latérale dans les grandes exploitations avec de grandes parcelles), les ressources en main-d'œuvre (par exemple, membres de l'exploitation et de la famille, mais aussi entraide informelle pour l'émondage; conducteurs

Tableau 3.1. Comparaison des pratiques de gestion des haies (incluant le pied des haies et les strates arborescentes/arborées) entre 2000 et 2020 en Bretagne et Grande-Bretagne. Dans ces deux régions, les haies sont centrales dans les systèmes agroforestiers (SAF) passés (xix^e et début du xx^e siècle), mais les formes et pratiques de gestion diffèrent (haies composées d'arbres d'émondes *versus* haies basses). En Bretagne, l'usage des engins lourds augmente entre 2000 et 2020 et 2020 pour simplifier le travail.

Les signes > ou < signifient « plus ou moins présent ou pratiqué » ; le signe = signifie « aussi présent ou pratiqué ».

Place de la haie dans les SAF du XIX ^e et du début du XX ^e siècle			Pratique de gestion des haies dans les années 2000			Pratique de gestion des haies dans les années 2020				
Bretagne	Haie	Autres formes	Strate moyenne/haute	Tronçon-neuse	Lamier-scie	Épareuse	Strate moyenne/haute	Tronçon-neuse	Lamier-scie	Épareuse
										
	>	>	>	>	=	>	>	=	>	>
Grande-Bretagne	Haie	Autres formes	Strate moyenne/haute	Pied de haie	Tronçon-neuse	Épareuse	Pied de haie	Débrous-sailleuse à dos	Broyeur d'accotement ou épareuse	
										
	>	>	>	>	=	>	>	=		
Grande-Bretagne	Haie	Autres formes	Strate moyenne/haute	Pied de haie	Tronçon-neuse	Épareuse	Pied de haie	Pulvérisateur	Broyeur d'accotement ou épareuse	
										
	>	>	>	>	<	<	>	<	<	<

d'engins pour des services de taille au lamier ou à l'épareuse) mais aussi en équipements disponibles. Les agriculteurs pratiquant principalement l'émondage évoquent des savoir-faire connus; ils sont aussi parmi ceux qui font le plus appel à de l'entraide informelle (9 % des 80 exploitations) et ont le plus haut niveau d'autoconsommation de bois de chauffage (au moins 20 m³). Au total, 69 % des 80 exploitations présentent de nouvelles haies multistrates. Les agriculteurs sont partagés sur la question de leur entretien, observant pour certains que la taille latérale semble être celle qui conviendrait pour ce type de haie, mais qu'ils ne la maîtrisent pas (pour des raisons de savoir-faire et d'équipement) (Le Du-Blayot *et al.*, 2007).

Quatre grands types de ressentis sont exprimés vis-à-vis des haies⁸ :

- la haie « duale » (positive pour l'élevage et négative pour les cultures);
- la haie « on fait avec » dans les paysages à réseau de haies encore dense (pour 43,8 % des agriculteurs répondants);
- la haie « négative pour les cultures » dans les paysages plus ouverts avec davantage de cultures (pour 50 % des agriculteurs répondants);
- et la haie « positive pour l'élevage » plus minoritaire (pour 6,2 % des agriculteurs répondants).

On remarque un décalage entre l'importance objective des haies comme ressources en bois de chauffage pour les ménages agricoles et le peu de références à cette fonction dans les ressentis exprimés par les agriculteurs; cette fonction se révèle davantage par la pratique.

On retrouve dans toutes les exploitations agricoles étudiées une organisation des pratiques sur les haies et autres bordures de champs en lien avec les usages des parcelles et systèmes de cultures qu'elles longent. En particulier, on observe une pression de gestion plus importante des haies en bordure de culture, notamment si et lorsque la parcelle est cultivée en maïs (réduction de l'ombre portée sur la culture) (figure 3.3A). À l'inverse, la fréquence d'émondage est plus relâchée lorsque la parcelle est principalement en pâture. Cependant, une pression forte de débroussaillage mécanique et/ou chimique est opérée sur les parcelles en pâture, afin de maintenir les clôtures

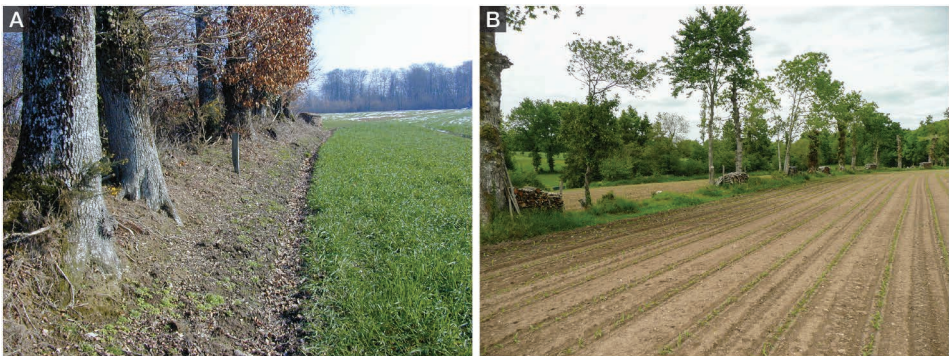


Figure 3.3. Illustrations de pratiques sur les haies d'Ille-et-Vilaine (Bretagne). © Claudine Thenail.

A. Traitement par herbicide non sélectif au pied de la haie, 2004. B. Taille en ragosse, coupelle et cépée sur une même haie avec récolte et stockage intermédiaire du bois en pied de haie, 2021.

8. Cette information a été collectée auprès de 64 agriculteurs sur les 80 enquêtés dans les années 2000.

électriques en fonctionnement (d'autant plus si l'alimentation électrique est sur batterie). Le débroussaillage/désherbage chimique est également associé à la pratique de l'émondage lorsque le linéaire de haies est important dans les exploitations : en situation de contrainte croissante sur le travail, le chimique est apparu comme un moyen de diminuer et de faciliter le travail d'entretien du pied de haies (figure 3.3B) (Ferchaud, 2004; Kergreis et Thenail, 2007).

Une étude complémentaire⁹ mobilisant une approche en psychologie sociale a montré que les effets adverses (effondrement des talus, apparition de plantes résistantes, pollution, etc.) de produits chimiques utilisés tels que le glyphosate étaient connus d'une grande partie des agriculteurs interrogés. Ce résultat illustre la complexité des déterminants en jeu dans l'action des agriculteurs (avec de possibles contradictions, ce qui se retrouve dans de nombreuses études de ce type) : contraintes socio-économiques et sociotechniques, normes sociales (par exemple « faire propre ») et croyances quant aux conséquences de la pratique, motivation/désirs personnels, et poids des « routines » (refaire ce que l'on a déjà fait, ce que l'on sait faire) (Kergreis et Thenail, 2007).

Pratiques de gestion des haies en Grande-Bretagne

Les haies, dans les paysages agricoles de la moitié sud de la Grande-Bretagne, avaient à l'origine pour fonctions la délimitation du foncier et celle de barrière et d'abris pour le bétail (Britt *et al.*, 2012; tableau 3.1). C'est la raison pour laquelle ce sont essentiellement des haies basses denses plessées qui ont été aménagées. L'étude présentée ici a pour objectif, à partir d'un état des lieux en 2009-2010, de déterminer les pratiques de gestion des haies par les agriculteurs, d'observer les changements opérés depuis le début des années 2000 et d'analyser les attitudes des agriculteurs vis-à-vis des haies ainsi que les raisons qui sous-tendent leurs décisions. Les quatre comtés considérés (Devon, Leicestershire, North Yorkshire et Powys) sont contrastés en matière de pluviométrie, de topographie et de systèmes de production agricole.

Les agriculteurs interrogés identifient dans leurs fermes principalement des haies basses (inférieures à 5 m de hauteur et 3 m de largeur) constituées d'espèces telles que l'aubépine, le prunellier et le noisetier. Les arbres sont ici qualifiés « d'arbres isolés de haies », c'est-à-dire qu'ils ne sont pas envisagés comme constituant la structure fonctionnelle de la haie ; ce sont notamment des frênes et des chênes (Britt *et al.*, 2012).

Dans la plupart des fermes, la taille des haies basses est effectuée à l'épareuse, « au carré¹⁰ ». Pour les agriculteurs des Powys et du Devon, la taille est effectuée en dehors des périodes hivernales (par exemple en juillet-août). En effet, les terres plus humides et souvent plus pentues des exploitations de ces deux comtés, à dominante d'élevages ovins et bovins, rendent la taille hivernale très difficile et parfois dangereuse. Une raison souvent invoquée pour justifier une taille fréquente avant l'hiver est d'éviter le risque d'épines dans les pieds du bétail (mais également d'en protéger les usagers des voies longeant les parcelles). Dans les fermes situées en régions moins difficiles quant au relief et à la pluviométrie, et à dominante de polyculture-élevage (Leicestershire et

9. 113 agriculteurs interrogés, en partenariat avec la Chambre d'agriculture de Bretagne, au travers d'une série de propositions sur lesquelles ils devaient graduer leur niveau d'accord ou de désaccord.

10. À noter que les haies ne sont plus plessées et doivent être renforcées par d'autres moyens (augmentation de la densité de végétation vive, doublement par clôtures artificielles) pour assurer une barrière complètement efficace pour le bétail en pâture (Notteghem, 1991).

North Yorkshire), les haies sont en majorité taillées en septembre-octobre lorsqu'elles jouxtent des parcelles en cultures, ou tout au long de l'hiver lorsqu'elles jouxtent les prairies. À noter qu'une très grande majorité des agriculteurs a déclaré qu'ils empêchaient toujours les pulvérisations et les engrais épandus sur les champs d'entrer en contact avec les haies. Concernant la gestion du pied de haie (tableau 3.1), plus de la moitié des agriculteurs pratiquent la fauche et un quart a recours aux herbicides (ce qui marque une recherche de simplification du travail face à une végétation basse qu'ils jugent envahissante).

Selon les agriculteurs, les facteurs déterminant la gestion des haies sont : « fournir des barrières à l'épreuve du bétail », « fournir un abri au bétail », « avoir une ferme bien tenue », « maintenir ou améliorer l'habitat de la faune sauvage », « maintenir ou améliorer l'aspect du paysage local » ainsi que la « tradition sur la ferme ». La grande majorité des agriculteurs estime que leurs haies présentent relativement peu de trouées, ce qui est un marqueur de leur satisfaction quant aux attendus de la gestion des haies, vis-à-vis aussi bien du bétail (enclos) que d'autres objectifs, comme la protection des nids d'oiseaux contre les prédateurs. Par ailleurs, les agriculteurs mentionnent souvent l'intérêt de pratiques produisant un *mulch* qui fertilise les haies (l'usage de l'épareuse, par exemple, produit un broyat de branches qui tombe au pied de la haie et n'est pas ramassé); cependant, la majorité d'entre eux décrit les pieds de haies dominés par les « grosses graminées et mauvaises herbes des prairies telles que les orties ou les char-dons » qui se développent du fait de cette fertilisation. Outre les bénéfices, ils relèvent donc aussi les effets adverses de leurs pratiques.

La disponibilité en main-d'œuvre et l'adéquation avec l'organisation du travail sur la ferme sont également des critères importants qui conditionnent la gestion des haies, même si, dans la majorité des fermes, leur taille est réalisée par une entreprise de travaux agricoles (un phénomène en augmentation au cours des années 2000). Ainsi, les difficultés du travail hivernal des agriculteurs de Powys font partie des raisons pour lesquelles ils ne souhaitent pas contractualiser la gestion de leurs haies avec les mesures agroenvironnementales, trop contraignantes selon eux en matière de fenêtre d'action. Si les subventions apparaissent comme un critère qui peut déterminer des changements dans la gestion des haies, les agriculteurs considèrent que cette gestion est principalement leur affaire et que les avis de conseillers ou de personnes extérieures (même des entrepreneurs) importent relativement peu. En matière d'aménagement au cours des cinq années précédentes, la moitié des agriculteurs a planté des haies, dans certains cas pour combler les lacunes (trouées), principalement sans aide financière.

Conclusion

L'analyse des pratiques de gestion des haies, dans les années 2000, dans deux régions d'Europe historiquement bocagères montre à quel point les agriculteurs continuent d'ancrer leurs systèmes de gestion sur un certain nombre de principes hérités des systèmes agraires du XIX^e et tournant du XX^e siècle. Ainsi, un certain nombre de pratiques revisitées, voire déléguées, visent les mêmes objectifs, à savoir l'émondage à la tronçonneuse avec élévateur pour collecter du bois de chauffage (Bretagne) et la taille « au carré » des haies basses à l'épareuse pour assurer des barrières aux animaux en pâture (Grande-Bretagne). Cette analyse fait ressortir l'intégration très forte des pratiques de gestion des haies dans le fonctionnement des exploitations, ainsi que

l'importance en temps et en organisation du travail de cette gestion. L'augmentation des surfaces des exploitations et la diminution relative de la main-d'œuvre ont favorisé l'émergence de véritables verrous pour la prise en charge des haies (pénibilité, temps insuffisant, manque de main-d'œuvre), faisant apparaître de façon criante à quel point ces systèmes traditionnels s'appuyaient sur des collectifs importants. La recherche de simplification du travail passe par un emploi accru de désherbants/débroussaillants chimiques pour la gestion du pied de haies, solution la plus facile individuellement, et par la mobilisation d'engins lourds (épareuse, lamiers...), qui nécessite un investissement financier important, diversement pris en charge par des coopératives d'utilisation de matériel agricole (Cuma) et/ou entreprises de travaux agricoles (ETA) en Bretagne et par des prestataires en Grande-Bretagne. Même si bon nombre des agriculteurs interrogés sont engagés dans des programmes de replantation et/ou des mesures agroenvironnementales de gestion durable des haies, ils se déclarent réservés sur ces mesures : l'écart reste encore très important entre, d'une part, les initiatives et volontés politiques, et d'autre part les logiques d'action des agriculteurs ainsi que la réalité du fonctionnement des exploitations agricoles intégrant les haies.

Pratiques de gestion des haies dans les années 2020 : recherche de cohérences techniques

En région Bretagne, des pratiques davantage multifonctionnelles et innovantes

Deux exemples sont présentés ici pour illustrer comment les pratiques autour des haies ont pu évoluer et se déclinent aujourd'hui en Bretagne, région « historiquement bocagère » : d'une part une étude en Ille-et-Vilaine auprès d'agriculteurs ne participant pas à des réseaux d'initiative en agroécologie, mise en regard des pratiques caractérisées dans la même zone d'étude dans les années 2000 (voir section « Pratiques de gestion des haies dans le bocage breton » du présent chapitre) ; d'autre part une étude auprès d'une association d'agriculteurs engagés dans des transitions agroécologiques au travers du redéveloppement de l'agroforesterie bocagère sur leurs exploitations (dans les Côtes-d'Armor et au-delà).

Exemple d'agriculteurs ne participant pas à des réseaux d'initiative en agroécologie

Nous mettons tout d'abord en perspective les résultats d'enquêtes auprès de 13 agriculteurs du nord de l'Ille-et-Vilaine en 2024 (Devay, 2024) avec les résultats d'enquêtes réalisées dans la même zone dans les années 2000, auprès d'un sous-groupe de 13 agriculteurs.

En contrastes principaux entre ces deux périodes, on constate que la recherche de simplification du travail reste très importante mais passe aujourd'hui essentiellement par l'essor de l'emploi d'équipements lourds dédiés à la taille latérale totale (lamiers, voire épareuse) et au débroussaillage mécanique (épareuse, broyeur d'accotement). Ainsi, l'usage d'herbicides pour la gestion des pieds de haies et bordures de champs disparaît quasiment en 2024. En revanche, la débroussailluse à dos reste utilisée (surtout en complément des engins lourds) dans les exploitations actuelles et une grande majorité des agriculteurs interrogés continue d'effectuer des chantiers d'émondage.

Au global, malgré l'usage plus important d'engins lourds qui simplifient et accélèrent le travail, le temps de travail dédié aux haies reste très important en 2024 : de l'ordre de 1 mois pour l'émondage, de 2 jours par an pour la taille latérale partielle ou totale (à noter que la taille latérale était partielle dans toutes les exploitations considérées dans la zone dans les années 2000) et de 10 jours par an pour le débroussaillage mécanique (contre 5 jours dans les années 2000). La question du temps de travail reste un point central pour les agriculteurs interrogés en 2024, dans un contexte où les linéaires de haies sont globalement moins importants, mais où les exploitations se sont agrandies et où la main-d'œuvre a diminué. Par exemple, la nécessité de constituer au moins un binôme pour ce type de chantier d'émondage est vue comme une contrainte forte par les agriculteurs interrogés.

La valorisation du bois récolté se diversifie, avec toujours une grande importance du bois bûche, mais aussi le broyage en copeaux à destination de litières, *mulch*, voire chauffage; cependant les produits de tailles, en particulier de petites branches, sont aussi considérés comme des déchets par les agriculteurs enquêtés en 2024.

Les raisonnements d'entretien sur l'exploitation restent largement en lien avec les modes d'usage des parcelles longées : il s'agit en particulier de gérer les risques perçus vis-à-vis des cultures (en incluant par exemple le problème de la casse de rétroviseurs dans les branches) et des pâtures (croissance des houpriers intéressants pour l'abri des animaux, mais gestion des clôtures électriques à assurer).

Pour l'ensemble des agriculteurs interrogés en 2024, le ressenti dominant est celui de la haie « duale » (positive pour l'élevage et négative pour les cultures), alors que ce ressenti était présent dans le discours de seulement la moitié des 13 agriculteurs enquêtés dans les années 2000. Cependant, d'autres critères positifs apparaissent dans les propos des agriculteurs de 2024, en particulier au regard de la biodiversité et de l'atout paysager des haies et des arbres en général, notamment âgés.

En 2024, les agriculteurs développent également un regard critique sur les pratiques courantes de gestion des haies. Par exemple, la taille au lamier peut être envisagée négativement par certains car ne permettant pas un « développement naturel de l'arbre », et l'arbre d'émonde en ramosse peut être jugé peu esthétique et compliqué à gérer.

Exemple d'agriculteurs investis dans des démarches agroécologiques

Des études ont été menées dans les années 2010 puis 2020 auprès d'une association d'agriculteurs, le groupement d'intérêt écologique et économique (GIEE) Terres et Bocages¹¹, en Bretagne, dont l'objectif est de redévelopper les haies au sein des systèmes agricoles¹². Les agriculteurs membres du GIEE présentent une diversité de systèmes de production, en conventionnel ou en agriculture biologique, avec une diversité d'élevages (porcs, volailles et/ou bovins) et des taux variés de cultures *versus* prairies dans la SAU.

Quant aux pratiques innovantes, trois grands types de raisonnements sont à l'œuvre de la part des agriculteurs :

- le premier est de raisonner la gestion des parcelles et des haies (branches et pieds de haie) ensemble, c'est-à-dire d'organiser le pâturage et les systèmes de culture conjointement à l'implantation et à l'entretien des haies (organisation des paddocks, par

11. <http://terresetbocages.org/>

12. Projet AgForward (Thenail *et al.*, 2017); ateliers animés en 2021 par C. Thenail, V. Viaud et A. Langlais.

exemple; prise en compte de la largeur des outils et de l'organisation spatiale du travail cultural sur la parcelle). Il s'agit également, par les choix de gestion sur la parcelle, d'anticiper et de « faire avec » les effets d'asymétrie de la haie (du fait de son orientation ou de sa position dans la pente...) en matière d'ensoleillement, de capacité d'abris au vent des animaux, etc. ;

- le deuxième type de raisonnement consiste à maximiser le recyclage des produits issus de la taille des haies dans les exploitations, avec le voisinage et/ou en réseau plus large (bois-bûches, copeaux pour *mulch* et litières...);
- dans un troisième type de raisonnement, en particulier avec les techniciens qui œuvrent pour l'association, il s'agit de coconcevoir une diversité de formes de haies (en matière de structure au sol, de densité d'arbres, de nombre de rangs d'arbres, d'essences choisies, etc.) au sein des exploitations et entre elles.

Ces haies sont conçues pour être adaptées aux objectifs mais aussi adaptables dans le temps (à l'évolution des attendus et du contexte), et ce, en complémentarité d'autres formations ligneuses sur l'exploitation (petits bois, parcelles complantées...).

Les attendus de la part des agriculteurs sont multiples et combinés (raisonnement systémique) : préservation des sols et du vivant, diminution des impacts et coûts environnementaux, adaptation et atténuation vis-à-vis des changements climatiques, qualité des produits agricoles (en lien avec la santé animale et du sol), amélioration des conditions et réduction du temps de travail, cohérence et autonomie d'un point de vue technique, économique et de savoir-faire, valeurs métier, cadre de vie, valeurs sociales et culturelles.

Dans cette optique multifonctionnelle, le bois récolté est plutôt envisagé comme un coproduit des tailles d'entretien destinées à régénérer les arbres et à permettre l'expression des autres fonctions. La haie est envisagée comme une « barrière visuelle » vis-à-vis des animaux en pâture mais n'est pas « optimisée » pour enclore les pâtures. La « filiation » avec les systèmes agroforestiers traditionnels porte en particulier sur l'attention accordée aux arbres de hauts jets et aux essences marquantes des lieux (en considérant la nécessaire adaptation aux changements climatiques). Entourer les îlots en propriété en fait également partie.

Les chantiers de plantations et de taille de formation sont organisés en collectifs. Des formations et appuis en interne (techniciens de l'association) sont proposés pour réaliser des tailles de formes et d'entretien en taille-douce sylvicole. Le travail d'entretien des haies et de collecte de bois dans les exploitations agricoles est réalisé autant que possible avec du matériel léger et de précision (débroussailleuse à dos ou petite épaveuse, tronçonneuse, dont sur perche, broyeur à plaquette de petit format...).

Pratiques et cohérences de gestion des haies dans des fermes hors régions à tradition bocagère forte

Cette section illustre les pratiques agricoles de gestion des haies, leur insertion dans le fonctionnement des exploitations agricoles et dans les valeurs et stratégies de durabilité des agriculteurs dans les années 2020, dans une diversité de régions françaises où les haies ne représentent pas un patrimoine culturel/agraire marqué. Trois exemples¹³

13. Exemples issus de l'étude menée dans le cadre du projet Salto : « Mieux piloter les pratiques agroforestières dans les exploitations agricoles de polyculture-élevage » (Deconchat *et al.*, 2025).

sont présentés ici pour illustrer une diversité de situations : ils concernent des exploitations de polyculture-élevage en Charente-Maritime, dans le Lot-et-Garonne et dans les Vosges.

L'exemple de la Charente-Maritime

L'étude prise en exemple (Bouchard, 2023) a été réalisée dans 16 exploitations en polyculture-élevage, situées dans des paysages de « plaines et champs ouverts », de « plaines vallonnées et boisées » et de « paysages littoraux » (notamment de marais)¹⁴. Les désignations vernaculaires témoignent d'une culture de l'arbre, avec le terme de « palisses » désignant les haies ayant une fonction de barrière, et le terme de « cosses » pour désigner des arbres têtards dans les haies et d'autres formations ligneuses, à finalité traditionnelle de production de fourrage et/ou bois de chauffage (frêne, érable, orme ou chêne par exemple). Les exploitations agricoles présentent chacune entre 2 et 5 types de formations arborées de type arbres isolés, haies, agroforesterie intraparcellaire, bosquets, bois, peupleraies, vergers, et surfaces embroussaillées. Les haies sont les formations arborées les plus représentées, suivies des arbres isolés et des bois (tableau 3.2).

Le recépage à hauteur du tronc en têtard, ou à la souche, en cépée, fait encore partie des pratiques de gestion dans presque toutes les exploitations ; ce sont à la fois des pratiques de production (exploitation du bois) et d'entretien (régénération de la ressource). La recréation de têtards, nécessitant des savoirs et savoir-faire traditionnels, est également justifiée par leur forte valeur culturelle et paysagère, en particulier dans les exploitations de territoires où les « cosses » constituent un emblème patrimonial. Cependant, il tend à être progressivement délaissé pour plusieurs raisons : 1) la baisse de consommation de bois de chauffage, 2) le travail difficile/dangereux, gourmand en temps et en main-d'œuvre, 3) la perte de savoir-faire, et 4) le regard parfois négatif des personnes extérieures au milieu rural. La simplification du travail de recépage passe dans certains cas par le recours à une entreprise extérieure spécialisée et l'utilisation de matériel lourd (grappin-coupeur), avec éventuellement de nouvelles finalités de production (par exemple des plaquettes de bois pour le chauffage ou de la litière pour les animaux d'élevage).

Outre le recépage, différentes pratiques d'entretien ont été relevées. La taille latérale voire sommitale des haies est avant tout une pratique d'entretien mise en œuvre dans toutes les exploitations étudiées. Le type de taille (hauteur de taille, outil utilisé), la fréquence et la période d'intervention sont largement déterminés par l'itinéraire technique conduit sur la parcelle adjacente. La pression d'élagage latéral est plus forte en parcelles cultivées qu'en parcelles de pâture, l'objectif étant de contenir la croissance de la haie, pour éviter l'empiètement sur la parcelle et la gêne pour les machines agricoles ; la taille latérale intervient durant l'interculture. Les haies adjacentes aux prairies ne sont pas élaguées ou le sont à intervalle moins régulier, et à une hauteur moins élevée, car la gêne pour les machines y est moindre et les haies sont envisagées comme abris pour les animaux. Le calendrier d'intervention est moins contraint, essentiellement déterminé par les conditions pédoclimatiques (portance du sol) ou d'autres facteurs extérieurs. La taille latérale d'entretien est déléguée à des entreprises spécialisées pour simplifier le travail sur l'exploitation et éviter l'investissement dans du matériel lourd (lamier/épareuse) dont le maniement nécessite un savoir-faire spécifique (tableau 3.2).

14. En références aux atlas des paysages des différents départements.

Tableau 3.2. Comparaison des pratiques de gestion des haies (incluant le pied des haies et les strates arbutives/arborées) dans trois régions françaises contrastées en matière de paysages et de place de la haie dans les systèmes agroforestiers passés (xix^e et début xx^e siècles). Ces systèmes agroforestiers (SAF) pouvaient mobiliser des haies, des bois ou bosquets ou d'autres formes de systèmes avec arbres (arbres isolés, parcelles complantées). Le signe < signifie « moins présent ou moins pratiqué » ; le signe = signifie « aussi présent ou pratiqué ».

	Place de la haie dans les SAF du xix ^e et du début du xx ^e siècle		Pratique de gestion des haies dans les années 2020			
Charente-Maritime <i>Plaines et paysages littoraux</i> Densité de haies faible à moyenne (20 à 60 ml/ha)		Haie		=		Autres formes
		Bois/bosquets		<		Tronçonneuse
				<		Lamier-scie
				=		Épaveuse
Lot-et-Garonne <i>Collines de Comminges</i> Densité de haies moyenne à élevée (60 à 90 ml/ha)		Haie		<		Autres formes
		Bois/bosquets		<		Tronçonneuse
				<		Épaveuse
				<		Épaveuse
Vosges <i>Plateau lorrain</i> Densité de haies faible à moyenne (20 à 60 ml/ha)		Haie		<		Autres formes
		Bois/bosquets		=		Tronçonneuse
				=		Lamier-scie
				=		Épaveuse
				<		Débroussailluse à dos
				<		Broyeur d'accotement ou épaveuse

La plantation de nouvelles haies est déléguée à des organismes extérieurs, de la conception du projet à sa mise en œuvre; cela entraîne une certaine standardisation dans le choix des essences et/ou les schémas de plantation. Les agriculteurs déclarent en majorité engager des projets de plantation dans une perspective d'amélioration de leurs systèmes de culture (effet brise-vent, fertilisation des sols, création d'un micro-climat bénéfique ou accueil de la faune auxiliaire) ou d'élevage (confort des animaux d'élevage, source de fourrage, délimitation des paddocks ou production de litière) en contexte de changement climatique. Des arguments plus larges de valeur sont également exprimés tels que «faire du paysage» ou «faire de la biodiversité».

Les agriculteurs remarquent qu'ils sont soumis à des exigences sociales contradictoires qui leur imposent, d'une part, de maintenir «propre» leurs formations arborées, d'autre part d'intervenir le moins possible sur leurs arbres, ceux-ci ayant acquis une forte valeur symbolique du fait d'une certaine patrimonialisation des paysages bocagers.

L'exemple du Lot-et-Garonne

L'étude (Lerat, 2024) se situe dans les «collines de Comminges», avec une trame bocagère à base de haies, petits bois et ripisylves. L'exploitation de bois de chauffage (et de bois d'œuvre) en sud Lot-et-Garonne est traditionnellement associée aux bois et bosquets plutôt qu'aux haies (Blanco *et al.*, 2019; Lerat, 2024; tableau 3.2). En revanche, les haies sont importantes comme limites de propriété; en témoignent 1) le maintien préférentiel des haies de limite de propriété dans un contexte d'arasement de haies associé à l'agrandissement de parcelles (Blanco *et al.*, 2019), 2) l'entretien prioritaire des haies de contour de propriété par rapport aux haies de parcelles en fermage, aux dires de certains agriculteurs (Lerat, 2024).

Les systèmes de production des 8 exploitations étudiées sont de polyculture-élevage. Les pratiques de gestion des haies sont essentiellement des pratiques d'entretien, pour maintenir la haie dans l'état souhaité, qui marque la limite de propriété et/ou permette l'abri des animaux d'élevage en pâture, mais qui évite aussi la gêne sur les parcelles cultivées (par exemple en matière de concurrence en eau avec les cultures, ou de risques d'endommager le matériel agricole). Les haies, comme les lisières de bois, présentent une strate arborée et une strate plus ou moins buissonnante. Dans une logique d'entretien, la strate la plus haute fait très rarement l'objet de taille. Pour l'entretien de la strate intermédiaire (2-4 m de hauteur), les agriculteurs pratiquent soit une taille fréquente à l'épaveuse, soit une taille moins fréquente et plus ponctuelle à la tronçonneuse. Pour l'entretien de la strate basse (1-2 m de hauteur), l'épaveuse, le broyeur d'accotement et la faucheuse sont utilisés, le plus souvent par l'agriculteur seul. Les clôtures, en particulier les clôtures mobiles électriques, sont sources de difficultés. Elles nécessitent des interventions plus minutieuses, avec dans certains cas l'utilisation de matériel manuel ou semi-mécanisé, comme le taille-haie, la débroussailluse à dos, voire la tronçonneuse. Les agriculteurs, lorsqu'ils manquent de temps, préfèrent parfois décaler ces clôtures dans la prairie, de façon à les mettre à l'écart des broussailles pour qu'elles puissent fonctionner correctement. Cet entretien, concentré sur les strates basses et intermédiaires, peut aboutir à une forme asymétrique des haies en bords de propriété. Par ailleurs, lisières forestières et haies sont généralement taillées de la même manière chez un même exploitant, dans une même logique de pratiques d'entretien, surtout si elles sont dans la continuité l'une de l'autre.

La plupart des agriculteurs interrogés effectuent eux-mêmes l'entretien des haies, seuls ou avec l'aide de membres de la famille, d'amis ou encore de voisins. L'appel à des prestataires reste très limité, ponctuel, notamment dans le cas où la végétation a pris trop d'ampleur. La pénibilité et la dangerosité du travail sont mentionnées (par exemple dans le cas d'un travail en hauteur avec la tronçonneuse, sur des parcelles en pente). La question de l'organisation du travail est majeure dans les logiques d'action des agriculteurs, avec un ensemble de paramètres à prendre en compte, imbriqués les uns dans les autres, en particulier la durée d'entretien, les conditions météorologiques (portance des sols), la disponibilité du matériel en commun et l'intégration aux activités de l'exploitation. Comme dans le comté de Powys en Grande-Bretagne (voir section «Pratiques de gestion des haies en Grande-Bretagne» du présent chapitre), certains agriculteurs pensent que les dates d'interdiction de gestion des haies (en lien avec les périodes de nidification des oiseaux dans les haies) constituent un obstacle supplémentaire pour l'organisation de leur travail. À ceci s'ajoutent les questions de disponibilité du matériel (par exemple celle des épareuses dont les agriculteurs disposent principalement en Cuma) et des difficultés accrues aujourd'hui pour trouver de la main-d'œuvre. L'usage d'équipements lourds (épareuse ou autre) demande un savoir-faire que les agriculteurs acquièrent principalement par expérience personnelle, «sur le tas». Au final, peu d'agriculteurs interrogés sont impliqués dans des dispositifs ou associations de plantation de haies.

L'exemple des Vosges

Cette étude (Lesage, 2023) se situe dans les paysages ouverts du «plateau lorrain», ponctués de haies, boqueteaux, arbres isolés, vergers de fruitiers «en lanière» et ripisylves, plus particulièrement dans les «vallons sous Mirecourt» et les «vaux du Madon». Ils se caractérisent par un contexte historique de systèmes agraires à assolement triennal et vaine pâture à champs ouverts et gestion collective, en particulier jusqu'au XVIII^e siècle (Antoine, 2000), et de façon plus ou moins altérée jusqu'à la fin du XIX^e siècle (Sée, 1926; Mathieu, 1953). Historiquement, les bois sont menés en taillis ou taillis sous futaie, pour fournir le bois de chauffage pour les ménages (et le bois d'œuvre), selon un principe de droit de prélèvement, ou affouage, sur les communaux. Des haies sont éventuellement associées aux espaces à proximité des habitations (potagers et chènevières par exemple) (tableau 3.2).

Les 11 agriculteurs interrogés travaillent en grande majorité en agriculture biologique ou avec un label environnemental. La plupart ont au moins un élevage bovin (laitier ou allaitant) et souvent un atelier ovin allaitant. L'étude concerne l'ensemble des formations arborées sur chaque exploitation : bois, lisières de bois, haies, arbres fruitiers. Toutes les exploitations ont des haies mais leur gestion varie, d'une exploitation à l'autre, selon l'importance de leurs formations ligneuses (linéaire de haies et de lisières, surfaces de bois).

Les 4 exploitations comportant des linéaires de plus de 10km de haies présentent également des surfaces conséquentes en bois et des linéaires importants de lisières forestières. Dans ces exploitations, il est fait appel 1) à la main-d'œuvre de l'exploitation pour le débroussaillage et le travail ponctuel à la tronçonneuse et 2) à des prestataires pour la taille à la machine (taille latérale ou «à blanc») puis pour la gestion des gros volumes de bois qui en résultent. La disponibilité des prestataires est donc une question importante. Pour la plupart, le produit de taille est utilisé en bois de chauffage

autoconsommé (bûches et/ou plaquettes) et le feuillage est apprécié comme complément fourrager pour le bétail. Les agriculteurs replantent par eux-mêmes ou, pour certaines haies, s'appuient sur la régénération naturelle.

Dans les 6 exploitations aux formations ligneuses plus modestes (moins de 10 km de haies), l'essentiel de l'entretien incombe à la main-d'œuvre de l'exploitation essentiellement, aussi bien pour le débroussaillage (débroussailluse à dos, broyeur d'accotement, épareuse) que pour la taille des arbres à la tronçonneuse. Le produit de la taille est utilisé en bois de chauffage autoconsommé, et les résidus de taille sont laissés au pied des arbres. La majorité de ces agriculteurs participe à des programmes de plantation.

Au-delà de ces différences entre les deux groupes d'agriculteurs, les déterminants des pratiques d'entretien sont essentiellement : 1) diminuer/éviter la gêne de la mécanisation des parcelles, 2) garantir un ombrage des animaux en pâture, 3) faire propre, éviter les broussailles, 4) protéger la biodiversité, régénérer les arbres, 5) améliorer le cadre de vie. Les interventions sont ainsi plus fréquentes (jusqu'à une fois par an) si le but est de ne pas gêner la mécanisation et de faire en sorte que les haies n'empiètent pas sur la parcelle de culture. Elles sont moins fréquentes (tous les 3 à 5 ans, voire 10 ans) quand l'objectif est de procurer un ombrage pour le bétail, en bord de prairie pâturée. Les opérations d'éclaircissage sont réalisées environ tous les 10 ans afin de permettre un renouvellement des arbres. Avec l'interdiction réglementaire de taille des haies entre le 15 mars et le 15 août (protection des nids et de la biodiversité plus généralement), on retrouve des remarques des agriculteurs sur la difficulté qu'ils ont parfois à trouver une fenêtre d'action favorable pour que les engins (par exemple épareuse, lamier) puissent entrer dans les parcelles sans abîmer le sol.

En résumé

Les trois études présentées, menées dans les années 2020, montrent une diversité de situations géographiques en France, d'histoire des systèmes agraires, ainsi qu'une diversité de types d'exploitations agricoles. Plusieurs résultats marquants sont en partie identiques aux observations effectuées dans les années 2000.

En premier lieu, on constate des adaptations et transpositions raisonnées de pratiques qui marquent des héritages de systèmes de gestion « traditionnels ». Il peut s'agir par exemple de transposition de pratiques d'exploitation des bois et bosquets (lorsqu'ils constituent des sources « traditionnelles » de produits bois) vers les haies. Il peut également s'agir d'adaptations de pratiques de taille d'émonde et de recépage (par exemple émonde partielle, travail sur quelques arbres sur l'exploitation agricole) avec des outils permettant une taille précise, dans des objectifs renouvelés de collecte de bois, d'affouragement du troupeau et/ou de transmission culturelle. On peut remarquer que les pratiques de production de bois de chauffage restent essentiellement tournées vers l'autoconsommation (ou pour des destinataires se trouvant à proximité, éventuellement en échange de travail). Les haies comme marqueurs visuels de propriétés et « limite visuelle » pour les animaux en pâture restent également d'actualité.

En second lieu, la gestion des haies est partout étroitement intégrée, dans les pratiques et les ressources mobilisées, au fonctionnement des exploitations agricoles. La question de l'organisation du travail est centrale, par exemple celle de l'arbitrage entre les activités et les ressources en main-d'œuvre et en équipement, dans le temps et sur le parcellaire, en fonction de l'utilisation des terres et des saisons. La recherche de

simplification du travail (en rapport avec la pénibilité, la dangerosité, et l'importance du temps à y consacrer) est faite dans la plupart des exploitations par le recours à des machines lourdes en Cuma (compte tenu des coûts associés), voire à des prestations de services d'ETA. Si ce développement est clairement perçu comme simplifiant effectivement le travail, les agriculteurs pointent différentes difficultés, telles que 1) les contraintes de disponibilité des prestataires, 2) la spécificité de conduite (souvent apprise « sur le tas » par les agriculteurs), ainsi que la taille et lourdeur des engins qui limitent leur utilisation sur des terrains difficiles d'accès ou pas assez portants, 3) les résultats de taille considérés comme pas toujours satisfaisants.

Enfin, les agriculteurs développent aujourd'hui une vision davantage multifonctionnelle des haies dans les exploitations, en particulier vis-à-vis des changements climatiques et de l'environnement naturel et paysager/culturel. On peut citer le renouvellement des pratiques de gestion des haies visant à assurer l'abri des animaux en pâture, mais également des apports fourragers alternatifs/complémentaires (santé animale). La multiplicité des usages de la biomasse, mais aussi son recyclage (bois de chauffage et litière, *mulch*, compost), marquent par ailleurs des souhaits d'autonomie économique aussi bien que de redéveloppement des ressources naturelles (stockage de carbone, amélioration de la structure des sols, etc.) et de réponse vis-à-vis des changements climatiques. Enfin, les valeurs liées à la biodiversité, à la nature plus généralement, ainsi qu'au paysage sous un angle culturel et de cadre de vie, sont davantage exprimées.

► Conclusion

Nous retenons ici la proposition de ne pas réduire la haie à un objet agraire indépassable, et insistons au contraire sur les processus en jeu dans l'évolution du bocage et des paysages avec haies plus globalement, ainsi que sur la nécessité de rechercher les moteurs sociaux de ces évolutions. En ce sens, les haies constituent une réponse circonstanciée aux problèmes rencontrés par les sociétés agraires tout au long de leur histoire. Si le ^{xix}^e et le début du ^{xx}^e siècle témoignent d'un essor des haies, en lien avec les besoins de cloisonnement de l'espace agraire et de partage successoral égalitaire des terres, la deuxième moitié du ^{xx}^e siècle a été marquée par des remembrements en réponse à la volonté de moderniser les systèmes agricoles. Le caractère spectaculaire de ces opérations d'aménagement foncier et leur contestation politique ont effacé le poids des initiatives individuelles d'arrachage dans les dynamiques paysagères plus globales. En dépit de l'évolution des politiques d'aménagement foncier et des timides développements d'une réglementation pour la préservation des haies, l'érosion de leurs linéaires se poursuit, soulignant le poids des initiatives individuelles dans l'évolution des paysages. L'histoire sociale des paysages avec haies, autant que les problématiques contemporaines liées à ces transformations (enjeux patrimoniaux, économiques ou environnementaux) nous invitent à dépasser certaines approches patrimoniales qui tendraient à figer ces formes paysagères (muséification), pour les considérer de manière systémique et dynamique (Marguerie *et al.*, 2003).

Les études présentées dans ce chapitre encouragent cet effort de vision systémique et dynamique sur les exploitations et paysages agricoles. Pour les agriculteurs, les enjeux semblent se situer plus dans une perspective d'agroforesterie intégrant les haies que dans un objectif unique de plantation et de valorisation. Ainsi, deux aspects

apparaissent également importants dans les dynamiques des agriculteurs pour (re)trouver du sens, de la cohérence et de l'autonomie dans le (re)développement des haies et des ligneux dans leurs exploitations : d'une part les formes d'héritage agroforestier localement, d'autre part les formes d'adaptation-transition qu'ils opèrent sur leurs systèmes de production.

L'héritage agroforestier local consiste pour les agriculteurs, dans les études menées, en :

- l'héritage de haies et autres ligneux, y compris à l'échelle paysagère (présence de bosquets, trognes, espèces particulières; marquage des limites de propriétés...) et des savoir-faire (de taille) associés;
- l'héritage des formes d'intégration des haies et des arbres plus globalement dans les exploitations (organisation des pâtures et cultures, diversité des fourrages, piquets de clôture...);
- et l'héritage de formes d'organisation du travail et des usages autour des haies aux échelles individuelles et collectives (chantiers d'entretien et de récolte, autoconsommation et débouchés locaux du bois...).

Cet héritage est dynamique (il est adapté, déconstruit et reconstruit) mais, dans tous les cas, présent dans les raisonnements et l'évolution des pratiques contemporaines, de la plantation à la production agroforestière.

Les voies d'adaptation-transition des systèmes de production empruntées par les agriculteurs face aux mutations sociales, aux incertitudes des marchés et aux bouleversements environnementaux jouent également un rôle dans le (re)développement d'une agroforesterie incluant les haies dans les exploitations agricoles. Ainsi, trouver des formes de robustesse au long cours des systèmes de production vis-à-vis des aléas économiques et climatiques (diversification des productions, conduite des animaux d'élevage face aux changements climatiques...) implique les haies et autres ligneux dans les raisonnements des agriculteurs interrogés (concernant par exemple l'ombrage, la multifonctionnalité des haies, la croissance des arbres et la compétition avec les cultures, le recyclage des produits de taille). Le besoin de retrouver des marges de manœuvre dans le travail en exploitation (entre autres pour pallier des problèmes de main-d'œuvre et de pénibilité du travail) s'exprime particulièrement dans les choix de gestion des haies (externalisation du travail, équipements lourds, redéveloppement de collectifs de travail, raisonnement des formes de haies pour minimiser l'entretien...). Enfin, le rapport des agriculteurs à la nature dans le cadre de leur activité de production s'exprime particulièrement, ces dernières années, au travers des haies et des autres formations ligneuses : les questions de biodiversité, de cadre de vie et de paysage sont davantage exprimées, avec des points d'attention sur les compromis à trouver en matière de faisabilité technique et de multifonctionnalité (par exemple pour concilier la fenêtre temporelle étroite permettant des interventions de gestion en bonnes conditions de portance du sol et les préconisations visant à la protection des oiseaux nicheurs).

► Références bibliographiques choisies

Agulhon M., Désert G., Specklin R., 1976. Apogée et crise de la civilisation paysanne. In : *Histoire de la France rurale. Tome 3. De 1789 à 1914* (Duby G., Wallon A., eds), Paris, éditions du Seuil, 576 p.

Antoine A., 2007. D'un espace ouvert à un espace poreux. Bocage et élevage dans la France de l'Ouest du Moyen Âge au début du XIX^e siècle. In : *Bocages et sociétés* (Antoine A., Marguerie D., eds), Presses universitaires de Rennes, p. 185-200.

- Antoine A., Marguerie D. (eds), 2007. *Bocages et sociétés*, Presses universitaires de Rennes, 509 p.
- Blanco J., Sourdril A., Deconchat, M., Ladet S., Andrieu E., 2019. Social drivers of rural forest dynamics: A multi-scale approach combining ethnography, geomatic and mental model analysis. *Landscape and Urban Planning*, 188, 132-142.
- Bouchard P.-L., 2023. Caractérisation des pratiques de gestion des formations arborées et de leurs déterminants dans les exploitations de polyculture-élevage en Poitou-Charentes. Mémoire de Master 2, AgroParisTech, INRAE, 49 p.
- Britt C., Tuffnell N., Kirkham F., Roberts A., Sparks T., 2012. Hedgerow management: A survey of land managers' and contractors' practices and attitudes., Research report for the department of environment, food and rural affairs. DEFRA Project BD2117, Birmingham, 141 p.
- Cocco V., Chakir R., Mouysset L., 2025. Guilty or scapegoat? Land consolidation and hedgerow decline. *Journal of Environmental Economics and Management*, 133, 103196.
- Devay H., 2024. Place des haies dans la gestion territoriale des exploitations agricoles, aujourd'hui et demain. Mémoire de Master 2, université Paul-Valéry, INRAE, 109 p.
- Ferchaud F., 2004. Contribution à une méthode d'évaluation écologique et technique des bordures de champs en exploitation agricole. Mémoire de Master 2, ESA-Angers, INRA, Agrocampus-Ouest, 120 p.
- Kergreis S., Thenail C., 2007. Attitude et comportement des agriculteurs vis-à-vis de la gestion des bordures de champ en paysage de bocage. In : *Bocage et société* (Antoine A., Marguerie D., eds), Presses universitaires de Rennes, p. 385-395.
- Le Du-Blayot L., Le Coeur D., Thenail C., Burel F., Baudry J., 2007. Les nouvelles haies des programmes de replantation : évaluation de leur qualité écologique et leur entretien dans les exploitations agricoles. In : *Paysages : de la connaissance à l'action* (Berlan-Darqué M., Luginbühl Y., Terrasson D., eds), Versailles, éditions Quæ, p. 179-193.
- Lerat M., 2024. Pratiques de gestion des haies et lisières forestières par les agriculteurs de polyculture-élevage dans le sud de la Haute-Garonne. Mémoire de Master 2, INP-ENSAT, INRAE, 58 p.
- Lesage L., 2023. Gestion des espaces arborés dans des exploitations de polyculture-élevage de la Lorraine sud. Agronomie. Mémoire de Master 2, INP-ENSAT, INRAE, 24 p.
- Magnin L., 2024. *La vie sociale des haies. Enquête sur l'écologisation des mœurs*. Paris, La Découverte, 224 p.
- Marguerie D., Antoine A., Thenail C., Baudry J., Bernard V. et al., 2003. Bocages armoricains et sociétés : genèse, évolution, interactions. In : *Des milieux et des hommes : fragments d'histoires croisées* (Muxart T., Vivien F.-D., Villalba B., Burnouf J., eds), Paris, Elsevier, p. 115-131.
- Montembault D., 2007. La valorisation des paysages de vallées en Anjou : une campagne plus vraie que nature? In : *Agriculteurs et territoires : entre productivisme et exigences territoriales* (Le Caro Y., Madeline P., Pierre G., eds), Presses universitaires de Rennes, p. 191-208.
- Moustier P., 2023. De l'intégration à l'économie agricole à l'identité paysagère : les mutations du bocage du Champsaur-Valgaudemar (Hautes-Alpes). *POUR*, 247, 85-96. <https://doi.org/10.3917/pour.247.0085>
- Notteghem P., 1991. Haie sèche, haie vive et ronce artificielle. *Études rurales*, 121-124, 59-72.
- Nougarède O., 1995. The secular evolution of competition and conflicts between peasants and foresters in France. Comment paysans et forestiers se perçurent mutuellement comme dendroclastes et agro-phages. Colloque européen. Ed. ANCR, Montceau-les-Mines, Chalon-sur-Saône, France.
- Périchon S., 2003. L'échec des replantations de haies bocagères en Ile-et-Vilaine. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 48, 53-60.
- Périgord M., Donadieu P., Barraud, R., 2012. *Le paysage : entre natures et cultures*. Paris, Armand Colin, 128 p.
- Piet L., Cariou S., 2014. Le morcellement des exploitations agricoles françaises. *Économie rurale*, 342, 107-120.
- Preux T., 2019. De l'agrandissement des exploitations agricoles à la transformation des paysages de bocage. Analyse comparative des recompositions foncières et paysagères en Normandie. Thèse de géographie, université Caen-Normandie.

Preux T., 2023. Saisir les transformations foncières agricoles par les données RPG : une approche comparative dans quatre observatoires fonciers normands. *Espace géographique*, 3-4, 1-22.

Sachet S., 2023. Des origines à la désuétude du bocage : sociohistoire de la séparation progressive entre sylviculture et agriculture. *POUR*, 247, 71-83.

Thenail C., Viaud V., Aviron S., 2017. *Lessons learnt: Bocage agroforestry in France*. In : *AgForward – Lessons learnt from Innovations within Agroforestry of High Natural and Cultural Value* (Moreno G., Burgess P., eds), INRAE, 31 p.

Toublanc M., Luginbühl Y., 2007. Des talus arborés aux haies bocagères : des dynamiques de pensées du paysage inspiratrices de politiques publiques. In : *Paysages : de la connaissance à l'action* (Berlandarqué M., Luginbühl Y., Terrasson D., eds), Versailles, éditions Quæ, p. 163-177.

Watteaux M., 2023. (re)Faire l'histoire du bocage : un atout pour la valorisation des paysages de haies champêtres ? *POUR*, 247, 53-62.



Chapitre 4

Facteurs incitatifs ou limitants pour des systèmes agricoles durables favorables à la multifonctionnalité des haies

Claudine Thenail, Philippe Blondeau

Soutenir et (re)développer des haies et des paysages de haies multifonctionnels suppose de prendre en compte la géographie et l'histoire des paysages, des sociétés et des systèmes agricoles concernés (voir chapitre précédent). Dans le présent chapitre, nous examinons l'influence d'une diversité de facteurs moteurs (par exemple des facteurs socio-économiques, des techniques et/ou des motivations personnelles), de dispositifs (expérimentations, suivis...) et de modes d'organisation (organisation logistique, du conseil ou de filières...) qui peuvent amener les agriculteurs à (re)concevoir et pérenniser des systèmes agricoles durables et multifonctionnels avec haies, à différentes échelles spatiales, de la ferme au territoire local. Cet examen, basé sur une revue de la littérature, nous amène à élargir le regard au-delà de l'Europe. Nous évoquerons ainsi les haies de bords de parcelles (présentes dans de nombreux pays en Europe et hors d'Europe), mais aussi les « haies de contour » (*contour hedgerows*) qui sont implantées en suivant les courbes de niveau, et les « haies d'allées cultivées » (*intercropping hedgerows/alley hedgerows*) qui séparent des allées cultivées et/ou en pâture. Peut-être pourrait-on considérer que les haies d'allées cultivées relèvent plutôt d'une « agroforesterie intraparcellaire » hors du champ du présent ouvrage, et que les haies de contour évoquent éventuellement quelques « paysages anciens d'ici » dont la reproduction n'a plus tellement de sens aujourd'hui. Cependant, considérer cette diversité de formes de haies dans le présent chapitre contribue à illustrer un élément remarquable dans l'ensemble des travaux examinés : les facteurs moteurs ainsi que les démarches de soutien pour le (re)développement des haies par les agriculteurs diffèrent selon que les acteurs concernés envisagent la haie (désignée telle quelle) : 1) comme composante d'une agroforesterie, 2) comme infrastructure agroécologique, ou 3) comme élément de paysage vécu.

Une première section présente cette diversité d'approches du (re)développement des haies dans les exploitations agricoles selon leurs statuts/enjeux envisagés et donne une lecture des résultats en matière d'insertion des haies dans les transitions agroécologiques et la durabilité des exploitations agricoles. Une deuxième section présente les facteurs et modalités d'organisation collective pour le (re)déploiement des haies aux échelles locales à nationales, et en identifie les forces, faiblesses et opportunités futures.

► Facteurs incitatifs et démarches d'accompagnement au niveau des fermes

Inciter au (re)développement des haies au sein des exploitations agricoles nécessite, comme pour d'autres enjeux de changements en agriculture, de prendre en compte les conditions (de ressources par exemple) dans lesquelles se trouvent les agriculteurs, leur trajectoire professionnelle et personnelle ou encore les différents critères (techniques ou de valeurs par exemple) qui entrent en jeu dans leurs raisonnements. Dans cette section, nous présentons les facteurs moteurs de l'adoption de différents modèles techniques de haies — de type « agroforestier », vues comme éléments de paysage vécu, ou comme infrastructures agroécologiques — ainsi que des démarches d'accompagnement visant à soutenir la montée en moyens et en compétences des agriculteurs sur le sujet.

Les facteurs moteurs de l'adoption de modèles techniques de haies dans les exploitations agricoles

L'adoption de haies comme éléments agroforestiers

Le premier ensemble de travaux identifié (des années 1990 notamment) s'est intéressé aux facteurs moteurs de l'adoption de modèles techniques agroforestiers, plus particulièrement de haies de contour et/ou de haies d'allées cultivées, par les agriculteurs d'Afrique, d'Asie-Pacifique ou des Caraïbes, en situation tropicale. Il s'agit de modèles techniques de haies de type « agroforestier » en ce sens où l'intégration des haies aux systèmes agricoles (par exemple pour l'affouragement des troupeaux, l'amélioration de la fertilité des sols, et le contrôle de l'érosion des sols) a été expérimentée, prototypée et proposée aux agriculteurs par différentes organisations de recherche et développement (Lawry *et al.*, 1994; Wiersum, 1994). Ils seront désignés par « modèles agroforestiers de haies » ci-après.

Le point de départ de ces études est le même. Alors que les tests en fermes expérimentales et/ou commerciales ont montré la plus-value de ces modèles techniques, on observe que leur niveau d'adoption par les agriculteurs reste faible. Pour quelles raisons ? Plusieurs niveaux de facteurs d'adoption sont repérés.

Un premier niveau de facteurs d'adoption concerne l'efficacité des modèles agroforestiers de haies au regard des objectifs techniques des agriculteurs. L'adoption est favorisée si les agriculteurs reconnaissent que le modèle technique est adapté à leurs conditions de terrain (Bannister et Nair, 2003), par exemple en matière de conservation des sols et de protection contre les vents (Magcale-Macandog *et al.*, 2006), d'amélioration de la fertilité des sols et donc de la productivité des couverts végétaux (Pattanayak *et al.*, 2003), et ce, avec une efficacité significativement supérieure à celles des pratiques habituelles de l'agriculteur (Fujisaka, 1994; Pannell, 1999). Le corollaire est que le modèle technique, pour être « adoptable » du point de vue des agriculteurs, doit être considéré comme suffisamment souple, adaptable aux conditions spécifiques de la ferme pour pouvoir être en phase avec les objectifs de l'agriculteur et les soutenir (Wiersum, 1994; Pannell, 1999).

Le deuxième niveau de facteurs d'adoption concerne les ressources foncières et socio-économiques des fermes. La mise en place et la gestion des modèles agroforestiers de haies sont considérées comme très demandeuses en main-d'œuvre et parfois pénibles.

Pour que les agriculteurs ne retirent pas cette « agroforesterie de haies » de leurs priorités stratégiques, il est donc nécessaire que la ferme soit dotée d'une main-d'œuvre suffisante et adaptée (Stark, 1996), qui ne soit pas déjà affectée à des opportunités plus rentables (par exemple pour des filières permettant la diversification des cultures) (Fujisaka, 1994). Les coûts de mise en place et de gestion (Fujisaka, 1994), ainsi que, plus globalement, les incitations de marchés (filières) qui permettraient d'accroître le « bénéfice net » de l'adoption du modèle technique agroforestier de haie (Pattanayak *et al.*, 2003) sont des facteurs moteurs dans les décisions des agriculteurs. La sécurisation des ressources foncières des agriculteurs constitue un autre facteur d'adoption de tels modèles techniques, dont la mise en place et les profits (au sens large) sont attendus sur des pas de temps assez longs (Fujisaka, 1994; Lawry *et al.*, 1994; Pattanayak *et al.*, 2003).

Un troisième niveau de facteurs concerne les motivations personnelles dans les choix des agriculteurs. Les raisons personnelles de ne pas adopter de modèles agroforestiers de haies sont en particulier un sentiment de précarité, d'incertitude générale en tant qu'agriculteur ou ménage agricole (par exemple sur le plan financier et juridique), de l'aversion aux risques et de la défiance face aux propositions extérieures (Fujisaka, 1994). D'autres études repèrent le poids des attitudes, préférences, motivations personnelles au travers d'indicateurs qui sont des caractéristiques socio-démographiques comme l'âge, le sexe, le niveau d'éducation et le statut social (Bannister et Nair, 2003; Pattanayak *et al.*, 2003). Ce sont « les familles les plus aisées » qui se lancent généralement dans cette agroforesterie de haies, car elles disposent d'un capital économique, mais aussi social, qui leur permet de mieux gérer une prise de risque (Bannister et Nair, 2003).

L'adoption de haies comme éléments de paysage vécu

D'autres travaux ont cherché à identifier les facteurs incitant les agriculteurs à adopter, au travers des haies (entre autres), des « activités [de gestion] paysagères » contribuant à la préservation du paysage, dans le cadre (ou dans la perspective) de différentes politiques publiques dédiées. Le paysage y est envisagé comme bien commun, dans ses dimensions tant matérielles que sensibles (paysage vécu). Ces travaux, principalement européens, mobilisent le concept de « *landscape stewardship* » qui est la capacité des acteurs, dont les agriculteurs, à assumer la gestion et la responsabilité du paysage pour assurer sa durabilité et sa résilience (Raymond *et al.*, 2016). Ils sont en phase avec la Convention européenne du paysage¹⁵. Ils se réfèrent également à la notion de « multifonctionnalité de l'agriculture », mise en avant dans les années 2000, qui confie aux agriculteurs la responsabilité de la conservation de l'environnement et des paysages (Kohler *et al.*, 2014). Le terme « conservation » est important : les études mentionnées ici sont toutes ancrées dans des régions où les haies sont des composantes historiques du paysage (au Royaume-Uni, aux Pays-Bas, au Danemark et en France).

Dans l'étude de Raymond *et al.* (2016), les auteurs explorent les différents types de signification que les agriculteurs donnent à cette notion de gestion et responsabilité du paysage. Ils montrent que les agriculteurs envisagent leur responsabilité 1) en tant que conservateurs et restaurateurs de la biodiversité, 2) en tant que gestionnaires

15. <https://www.coe.int/fr/web/landscape/the-european-landscape-convention>

des ressources naturelles en jeu dans la production primaire, 3) en tant que garants des valeurs associées au paysage, en plus des enjeux liés à la biodiversité et à la production primaire (vision davantage multifonctionnelle), ou 4) en tant que contractuels bénéficiaires des avantages financiers liés au respect des programmes agroenvironnementaux.

Dans d'autres études, c'est le degré d'implication des agriculteurs vis-à-vis de l'adoption d'activités paysagères qui est formalisé, par exemple le fait de planter des haies ou non en dehors des dispositifs politiques incitatifs (Toussaint et Darrot, 2021). Le degré de motivation et de proactivité dans l'attitude des agriculteurs vis-à-vis de programmes agroenvironnementaux impliquant les haies (dont le Countryside Stewardship Scheme en Grande-Bretagne) a été évalué en distinguant les adoptants « actifs » des adoptants « passifs » (Wilson et Hart, 2001), ou encore les « passionnés » et les « contraintes » (Colson *et al.*, 1996). Pour Wilson et Hart (2001) en Grande-Bretagne, les adoptants « actifs » ont une motivation vis-à-vis des rétributions financières comparable à celle qu'ils ont pour la conservation des paysages et de la biodiversité, tandis que les adoptants « passifs » se conforment aux prescriptions de gestion dès lors qu'ils reçoivent une rémunération financière suffisante et qu'aucun changement n'est nécessaire dans la gestion de leur exploitation. En France, la principale motivation à la plantation de haies des « passionnés individualistes » est d'origine personnelle, pour eux-mêmes (raisons techniques, amélioration de « leur » paysage), alors qu'elle est, pour les « passionnés altruistes », par égard pour la nature et les générations actuelles et futures (restauration et transmission d'un patrimoine paysager) (Colson *et al.*, 1996). Les principales motivations des « contraintes » ont été de chercher à donner une meilleure image de l'agriculture et à améliorer leurs relations avec leur entourage (Colson *et al.*, 1996). Dans plusieurs études, l'accent est mis sur la spatialisation par les agriculteurs des haies et de leurs fonctions comme marqueur du degré avec lequel ils intègrent les enjeux paysagers. Ainsi on repère une gradation dans les attitudes et décisions des agriculteurs qui varient entre, à un bout du gradient, combiner étroitement les espaces non productifs et les espaces productifs au sein de leur exploitation et, à l'autre bout du gradient, ségréguer, voire reléguer les espaces « non productifs » (Busck, 2002; Stobbelaar *et al.*, 2009). Cependant, Wilson et Hart (2001) concluent que les mesures agroenvironnementales ont davantage de succès lorsqu'elles n'empiètent pas sur les activités agricoles, ou qu'elles le font seulement sur de petits espaces.

Les profils professionnels au sens large doivent aussi être considérés, en combinaison des valeurs et autres motivations personnelles, pour expliquer comment et à quel point les agriculteurs intériorisent les enjeux de durabilité des paysages dans leurs attitudes et leurs décisions. Si certains auteurs distinguent les agriculteurs bio, plus susceptibles d'intérioriser les objectifs des programmes de politique paysagère et environnementale, des agriculteurs conventionnels plus susceptibles de se concentrer sur les retours financiers (Stobbelaar *et al.*, 2009), d'autres soulignent que les orientations productives des agriculteurs et leurs attitudes et décisions vis-à-vis des activités paysagères ne sont pas strictement superposables (Busck, 2002; Kristensen *et al.*, 2004; Kohler *et al.*, 2014). Par exemple, l'âge de l'agriculteur et l'ancienneté de la propriété des terres ont une influence importante sur les choix d'activités paysagères dont certaines touchent aux haies (Kristensen *et al.*, 2004). Ainsi, dans le Jutland, une région du Danemark de tradition et de politiques de plantation de haies en lien avec les sols pauvres sableux, Kristensen *et al.* (2004) ont noté que l'absence d'activités

paysagères et l'abandon des terres étaient davantage associés aux agriculteurs de plus de 45 ans. En revanche, les activités paysagères autour des haies (combinant arasements et replantations), étaient davantage associées aux plus jeunes (moins de 45 ans), disposant de fermes plus grandes (plus de 50 ha) en polyculture-élevage à plus de 40% de terres arables, ayant les moyens et opportunités de réorganisation de leurs exploitations pour répondre à leurs besoins (Kristensen *et al.*, 2004). Également, la valeur du « propre et bien tenu » peut être transversale aux agriculteurs bio et conventionnels (Kohler *et al.*, 2014). Dans l'étude de Toussaint et Darrot (2021), certains profils d'agriculteurs sont identifiés en matière de motivation et de proactivité vis-à-vis des politiques de plantation de haies, comme le « bénéficiaire consciencieux » ou le « conventionnel précaire » qui sont marqués par des différences de ressources et de trajectoire professionnelle au-delà des seules différences d'orientation productive. Ainsi, le « bénéficiaire consciencieux », motivé par la plus-value que les haies peuvent apporter, a les moyens de prendre le risque de plantations de haies dans le respect d'un cahier des charges exigeant, car il est « bien installé », plutôt en fin de carrière et propriétaire de l'intégralité de ses parcelles ; au contraire, pour le « conventionnel précaire », la principale motivation à planter des haies est la réglementation (par exemple, en compensation d'un arasement), la haie n'ayant guère de place pour l'agriculteur du fait de ses conditions précaires (économiques, techniques et décisionnelles) (Toussaint et Darrot, 2021).

L'adoption de haies comme infrastructures agroécologiques

Il s'agit d'examiner ici les facteurs moteurs de l'adoption par les agriculteurs de modèles techniques de haies envisagées comme infrastructures agroécologiques, c'est-à-dire comme des « techniques basées sur la biodiversité », partie prenante de la diversification des couverts végétaux (qui incluent aussi les bandes fleuries ou les cultures) favorisant les services associés à cette biodiversité (en particulier dans le domaine de l'agriculture). Ces définitions et expériences sont largement partagées en Europe (Mooney *et al.*, 2024) et au-delà (Byerly *et al.*, 2021 ; Carlisle *et al.*, 2022 ; López-Felices *et al.*, 2022).

Les auteurs partent du constat que les agriculteurs hésitent à mettre en place des techniques qui s'appuient sur la biodiversité en général, malgré les avantages économiques et environnementaux démontrés des infrastructures agroécologiques (López-Felices *et al.*, 2022). Les difficultés réglementaires (en matière de normes de sécurité alimentaire, par exemple), les coûts économiques, fonciers, de main-d'œuvre, ainsi que le manque de connaissances mises à disposition, font partie des freins identifiés à l'adoption (Carlisle *et al.*, 2022 ; López-Felices *et al.*, 2022 ; Mooney *et al.*, 2024).

Les facteurs moteurs d'adoption sont 1) l'adoption préalable par les agriculteurs de modèles techniques d'agriculture « alternative » (agriculture bio, permaculture) (Mooney *et al.*, 2024), 2) l'influence des pairs, l'attitude face au risque, à la complexité, à l'incertitude (Byerly *et al.*, 2021), et 3) la démonstration de gains économiques et environnementaux avérés (López-Felices *et al.*, 2022).

Conclusion

En résumé, les facteurs moteurs d'adoption (ou de rejet) de modèles techniques de haies par les agriculteurs varient en fonction des points de vue selon lesquels la haie est abordée. Dans l'approche de haies vues sous l'angle de l'agroforesterie, les facteurs

identifiés sont (sans hiérarchie) : 1) l'efficacité technique et l'adaptabilité des modèles techniques de haies, dans les conditions locales (situées) des agriculteurs, 2) les facteurs socio-économiques et de ressources foncières, 3) les motivations personnelles, en lien avec les profils individuels et socioprofessionnels (au sens large).

Dans les approches de la haie comme élément de paysage vécu et comme infrastructure agroécologique, les facteurs moteurs, outre ceux évoqués ci-dessus, sont, respectivement, le sens de la responsabilité de l'agriculteur vis-à-vis du paysage comme bien commun et son capital préalable de connaissances environnementales/écologiques. Un certain nombre de ces études s'accordent sur le besoin d'un suivi de ce qu'implique pour les agriculteurs d'adopter tel ou tel modèle technique de haie, et donc de davantage d'interactions avec les agriculteurs avant, pendant et après l'adoption de ces modèles techniques, y compris pour revivifier des « compétences oubliées » liées à la plantation et à la gestion des haies (Wilson et Hart, 2001).

Accompagner les processus de changements de pratiques autour des haies dans les exploitations agricoles

Nous recensons et examinons ici des dispositifs et expériences de (co)conception, d'expérimentation, de simulation, de suivi et d'évaluation de techniques et pratiques, pour accompagner les agriculteurs vers davantage de durabilité de leur activité, grâce à l'intégration des haies. Par cette notion de démarche d'accompagnement, il s'agit de dépasser le seul conseil technique pour cheminer avec la personne accompagnée et l'amener à une posture réflexive, lui permettant de s'engager avec les apprentissages nécessaires dans un futur qu'elle juge désirable et dont elle sera pilote (Tallon, 2013). On évoquera les expériences d'accompagnement des agriculteurs 1) pour l'intégration de haies dans des systèmes agroforestiers multifonctionnels et 2) pour la diversification des cultures et couverts végétaux, incluant les haies comme infrastructures agroécologiques.

Ce chapitre ne présente pas de démarche spécifique d'accompagnement des agriculteurs autour de la haie d'un point de vue paysager, car ce point de vue est plutôt abordé dans la section relative aux projets d'aménagement paysager multi-acteurs (voir section « Penser les organisations territoriales et systèmes sociotechniques pour développer durablement les haies » du présent chapitre).

Un dernier point portera sur le besoin de comprendre et d'identifier la diversité de positionnement des agriculteurs (présents et futurs) vis-à-vis des haies, pour développer un accompagnement effectif.

Accompagner le changement vers des haies « agroforestières »

Dans ce type d'approche, un certain nombre de travaux visent à développer des démarches alternatives aux transferts de modèles techniques (voir section « Les facteurs moteurs de l'adoption de modèles techniques de haie dans les exploitations agricoles » du présent chapitre), ceux-ci étant jugés peu adaptés/adaptables aux contextes locaux, et finalement peu adoptés.

Conjointement aux expérimentations menées en situations proches de celles des fermes, des études associent des suivis-évaluations par/avec les agriculteurs. L'intérêt de ces suivis ou évaluations est de recueillir les évaluations des agriculteurs sur les

pratiques testées (avant/après changements de pratiques), au regard par exemple des rendements sur les cultures ou de la difficulté du travail. Les méthodes employées sont des méthodes d'enquête évaluative rapides¹⁶ (Hoang Fagerström *et al.*, 2001), des phases de questionnements pour identifier et vérifier les problèmes à mesure (Swinkels et Franzel, 1997), ou des dispositifs de suivi participatif (Dalton *et al.*, 2011). D'autres travaux s'intéressent aux problématiques des systèmes de gestion des haies en cours, pour pouvoir formuler des recommandations d'expérimentations (Brodt *et al.*, 2020). Pour concevoir des systèmes plus durables, ils concluent sur la nécessité, par exemple, de développer de manière plus systématique des modèles adaptés/adaptables au climat et réduisant la main-d'œuvre (Brodt *et al.*, 2020). La question de l'usage des haies est une question qui se renouvelle aujourd'hui dans un contexte de changements climatiques, notamment pour l'affouragement du troupeau. Ainsi, Émile *et al.* (2017) ont produit un ensemble de références techniques (valeur nutritive des fourrages, comportement des animaux) à partir d'expérimentations de haies fourragères dans différentes conditions de pâturage. Ces références sont aujourd'hui diffusées dans diverses structures d'accompagnement et de valorisation des expériences des agriculteurs (par exemple dans les chambres d'agriculture ou les centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural — Civam) et permettent de soutenir de nouvelles expérimentations par des agriculteurs. Vandermeulen *et al.* (2018), dans leur revue des connaissances et questions sur les fourrages issus de ligneux (aspects nutritionnels et insertion dans les systèmes d'élevage), mentionnent précisément des pratiques d'agriculteurs couplant différents modes de pâturage à l'abroustissement de haies, sur lesquelles il conviendrait de s'appuyer.

Dans la ferme expérimentale de l'Institut national de recherches en agriculture, alimentation et environnement (INRAE) de Mirecourt (Vosges), des expérimentations sont menées pour intégrer des haies dans le système d'exploitation (encadré 4.1). De cette expérience, il ressort l'intérêt de mobiliser différentes formations ligneuses (haies, bois, arbres isolés...) sur l'ensemble de l'exploitation, dans une optique multifonctionnelle, mais cela suppose de réintégrer pleinement ces formations ligneuses dans les expérimentations-systèmes pour (re)trouver des cohérences de gestion qui tiennent dans la durée (complémentarités et compromis entre finalité d'affouragement, de régénération des arbres, de bois de chauffage; différenciation sur le parcellaire en lien avec les systèmes de culture et prairiaux et les types de terrain; organisation du travail...). En outre, intégrer des haies dans l'exploitation demande un travail tout autant sur les cohérences de gestion que sur les savoir-faire et les valeurs portées par les personnes. Enfin, la construction d'outils et de méthodes spécifiques pour la conception des haies, des systèmes de gestion et leur suivi dans le temps est nécessaire pour une pleine capitalisation.

Accompagner le changement vers des haies «infrastructures agroécologiques»

Dans ce type d'approche, il s'agit de soutenir les transitions des exploitations agricoles mobilisant des solutions fondées sur la biodiversité et la nature plus globalement, parmi lesquelles l'installation et la conservation de haies. Les pratiques de gestion

16. «L'évaluation rurale rapide (RRA) et l'évaluation rurale participative (PRA) sont essentiellement des méthodes d'enquête qualitatives qui visent avant tout à mieux comprendre les besoins des communautés agricoles et les contraintes auxquelles elles sont confrontées.» (traduit d'après Hoang Fagerström *et al.* (2001).

Encadré 4.1. Expérimentation-système en agroforesterie intégrant les haies : développement d'un outil d'aide à la décision

Amandine Durpoix

L'unité INRAE ASTER à Mirecourt est une installation expérimentale de 240 hectares consacrée à l'accompagnement des transformations des systèmes agricoles vers une durabilité environnementale forte. Une étude a été menée sur la coconception d'un projet agroforestier au sein de l'unité (Devay, 2022). Elle visait à établir des outils pour faciliter le dialogue et le partage de connaissances sur l'agroforesterie, dans l'optique de mettre en place un projet agroforestier décennal au sein de l'unité. La méthodologie a consisté en des entretiens semi-directifs pour recueillir la vision des agents sur l'agroforesterie, la localisation des secteurs d'implantation à envisager et la configuration des dispositifs. Un outil d'aide à la décision a été créé pour permettre aux agents de participer activement et de manière décisionnaire à la réalisation du projet, en réfléchissant aux objectifs, services, disservices et configurations envisagées.

Cet outil se décline sous forme de jeu de cartes interactif. Le but du jeu est d'associer les différentes catégories de cartes créées en amont (objectifs/services/disservices/configurations) pour construire des scénarios d'implantation de haies pour chaque secteur de la ferme. Le jeu commence par la distribution aléatoire des cartes « secteurs » et « commentaires/propositions », qui vont définir sur quel secteur les binômes de joueurs (au stade de conception : les techniciens de la ferme expérimentale) vont travailler. Les cartes « objectifs » sont issues des objectifs fixés par l'équipe de recherche lors de la création du projet, ils sont au nombre de 5 : 1) contribution à la production de denrées à destination de l'alimentation humaine, 2) contribution à l'autonomie fourragère, 3) adaptation au changement climatique, 4) préservation des ressources, et 5) production de bois. Les cartes « services » et « disservices » sont issues des informations collectées lors des entretiens semi-directifs réalisés au début de l'année. Au total, 18 cartes « services » et 11 cartes « disservices » sont créées. Les cartes « configurations » ont pour but de représenter schématiquement les différentes configurations que peuvent avoir les arbres dans un dispositif agroforestier. Au total, 12 cartes « configurations » sont créées : jachère de rotation; plantation en bordure; brise-vent; mélange aléatoire de faible densité; culture intercalaire; mélange aléatoire forte densité; arbre isolé; bosquets/ilots pour l'élevage; pré-verger en alignement; pré-verger aléatoire; alignement fourrager/automédication; aléatoire fourrager/automédication. Grâce à ce large panel de cartes, les joueurs peuvent se représenter la diversité des configurations sur les différents secteurs. Les cartes « secteur » reprennent, pour chaque secteur, son nom et sa localisation sur le parcellaire; les cartes « commentaires/propositions » reprennent, pour chaque secteur, les commentaires et propositions faites lors du premier atelier (sur les secteurs d'implantation). Ces deux groupes de cartes font office de « base de jeu », à partir de laquelle le joueur développera sa réflexion. Les cartes « objectifs »; « services »; « disservices » et « configurations » sont distribuées à chaque groupe. En raison du nombre de participants limité (8 joueurs), l'activité est organisée en trois « tours ». Un tour est terminé lorsque tous les groupes ont terminé leur travail sur le secteur qui leur est attribué, et qu'ils ont restitué leurs idées aux autres groupes.

L'analyse des résultats de cet outil a servi pour prioriser les secteurs d'implantation grâce à une matrice de décision multicritère. En conclusion, la coconception de dispositifs agroforestiers avec un collectif d'acteurs, en utilisant des outils participatifs, est essentielle pour assurer la large acceptabilité, la viabilité et la durabilité du projet.

prises en compte dans l'accompagnement sont d'abord les pratiques culturales et de gestion des pâtures; les haies sont essentiellement envisagées sous l'angle de l'aménagement (par exemple planter une haie, araser ou maintenir une haie; voir chapitre 3).

Une première forme d'accompagnement consiste en la coconception avec les agriculteurs et d'autres acteurs de systèmes agricoles diversifiés intégrant l'aménagement spatial de haies (Simon *et al.*, 2017; Hossard *et al.*, 2022; da Silva *et al.*, 2024; Klebl *et al.*, 2025). Hossard *et al.* (2022) proposent un jeu sérieux mobilisant divers acteurs, destiné à susciter le coapprentissage (ou apprentissage en groupe), en testant des méthodes dont l'allocation de haies, pour diminuer l'usage de pesticides en systèmes viticoles. Klebl *et al.* (2025) testent une méthode participative d'expérimentation de choix spatial («*spatial choice experiment*») pour évaluer les préférences et motivations des agriculteurs quant à l'aménagement spatial d'habitats linéaires (haies et bandes fleuries) pour la faune sauvage à l'échelle de la parcelle. Deux autres études font état d'un cheminement de conception de systèmes dans des exploitations expérimentales et commerciales en arboriculture en Europe et à l'international (Simon *et al.*, 2017; da Silva *et al.*, 2024) : les auteurs insistent sur l'importance du processus itératif de coconception mobilisant les agriculteurs avec d'autres acteurs pour aboutir à des modèles, pertinents et intégrés au long cours, de diversification des couverts incluant l'aménagement de haies. L'accompagnement des agriculteurs dans la diversification des couverts végétaux peut également s'appuyer sur une démarche de «traque à l'innovation» (Casagrande *et al.*, 2017; Penvern *et al.*, 2019), qui vise à caractériser des formes innovantes de pratiques de diversification des couverts végétaux et les conditions de leur développement et pérennisation dans les systèmes agricoles. Parmi les différentes pratiques de diversification des couverts, les haies semblent les plus facilement adoptées (Penvern *et al.*, 2019); elles n'apparaissent pas comme nécessitant particulièrement une reconception des systèmes agricoles; elles présentent une certaine multifonctionnalité dans les appréciations des agriculteurs (au-delà de questions de biodiversité); elles sont surtout gérées là où elles existent déjà (Casagrande *et al.*, 2017). Dans une autre étude réalisée dans l'ouest de la France, où la focale était mise sur la pratique de réimplantation de haies, les agriculteurs ayant toujours conservé des haies n'ont pas mentionné d'implication particulière de cette pratique pour leur travail, contrairement à d'autres types de pratiques agroécologiques, touchant par exemple aux troupeaux ou aux couverts cultivés (Jacquot *et al.*, 2020). Si ces études font un focus sur les pratiques d'aménagement (plantation, arasement...), elles ne permettent pas de rendre compte des enjeux posés par la mise en œuvre de pratiques agroécologiques d'entretien des haies et leur intégration dans les exploitations agricoles.

Le fait que les pratiques d'entretien des haies et leur intégration au fonctionnement des exploitations agricoles ne soient quasiment pas abordées en tant que telles explique un certain décalage entre les résultats présentés ici et la complexité effective des systèmes de gestion des haies (voir chapitre 3). Cependant, on perçoit le potentiel de telles approches pour l'accompagnement des agriculteurs dans leurs systèmes de gestion de haies, sous condition d'efforts d'adaptation spécifique.

Prendre en compte les représentations des (futurs) agriculteurs

Pour assurer un accompagnement fructueux des agriculteurs dans des transitions agroécologiques intégrant les pratiques de gestion des haies, il est nécessaire de se questionner sur les besoins et les façons de combiner les points de vue existants (haie sous l'angle de l'agroforesterie, élément de paysage vécu, infrastructure agroécologique).

Dans le cadre d'un projet sur le déploiement de trames vertes et bleues (TVB) comprenant les haies, Petit et Vandenbroucke (2017) cherchent à identifier la « manière dont les agriculteurs qualifient, utilisent et conçoivent ces infrastructures semi-naturelles, semi-agricoles qui maillent le territoire, c'est-à-dire la façon dont elles font ressources pour les agriculteurs ». Cette notion de ressource est envisagée sous l'angle relationnel, autrement dit qui engage à la fois la nature et le social. « Regarder et nommer, c'est s'approprier. Les agriculteurs rencontrés parlent d'un sentiment de dépossession de leur espace requalifié en mosaïques d'éléments semi-naturels ».

Alavoine-Mornas et Girard (2017) suggèrent de partir de la compréhension du rapport à la nature qu'expriment les agriculteurs au travers de leur gestion des « éléments semi-naturels non productifs » (prairies permanentes, bandes enherbées, bois, haies...), pour adapter leur accompagnement au déploiement de la TVB. Ils identifient quatre grands archétypes de rapport à la nature des agriculteurs : 1) contrôle de l'environnement naturel et suppression des éléments semi-naturels, 2) environnement naturel toléré et éléments semi-naturels généralement conservés, 3) optimisation de l'environnement naturel et gestion différenciée des éléments semi-naturels, et 4) environnement naturel intégré et gestion des éléments semi-naturels améliorée.

D'autres soulignent que les agriculteurs peuvent revêtir plusieurs « casquettes » — celle de producteur, celle de propriétaire et celle de citoyen — et développer en ce cas des sensibilités et des logiques de gestion multiples. Cela expliquerait que certaines politiques publiques du paysage (incluant le redéveloppement des haies) manquent parfois d'efficacité lorsqu'elles envisagent les agriculteurs au travers de leur seul rôle de producteur (Primdahl *et al.*, 2013).

Prendre en compte la diversité des représentations des futurs agriculteurs et envisager la haie sous différents angles de vue sont également soulignés dans les enjeux d'apprentissage en enseignement technique agricole pour (re)construire du sens autour de l'arbre et de la haie en agriculture (encadré 4.2).

Conclusion

Dans les approches de la haie comme composante d'une agroforesterie, les développements et les suivis d'expérimentations permettent d'évaluer la gestion intégrée des haies-parcelles dans les systèmes de production. Ces développements existent de longue date en situation tropicale. Dans les approches de la haie comme infrastructure agroécologique, les expérimentations et leurs suivis par/avec les agriculteurs se sont développés. Ils portent d'une part sur l'installation des haies (localisation, modalités d'implantation, suivis des services écosystémiques attendus), d'autre part sur les systèmes de culture et d'élevage dans des exploitations où des haies ont été installées (comme le suivi de pratiques culturelles innovantes sur les parcelles réaménagées). Plus généralement, on observe des formes d'accompagnement des agriculteurs (et de formation des futurs agriculteurs) qui « se cherchent » encore pour concilier les multiples points de vue et enjeux autour des haies, dans des contextes « d'accumulation » des politiques publiques et des manières de concevoir les relations entre agriculture, territoires et paysages (par exemple dans le cadre de la mise en place de schémas de trames vertes). Prendre en compte les représentations des agriculteurs et futurs agriculteurs dans leur trajectoire apparaît essentiel pour développer des formes d'accompagnement adaptées.

Encadré 4.2. La haie dans l'enseignement technique agricole

Armelle Lainé-Penel

Les bénéfices de l'arbre sont reconnus par la communauté scientifique et de nombreux auteurs font mention de son intérêt agronomique et territorial. Dans la perspective de valoriser le potentiel des haies comme infrastructures paysagères (vis-à-vis de l'érosion des sols, de l'infiltration de l'eau, ou encore comme corridors écologiques), des programmes de replantation des haies ont été conduits sur le territoire national, au travers de politiques incitatives financières et réglementaires. Malgré ces mesures, les haies ne cessent de disparaître. Quel rôle la formation peut-elle jouer pour encourager le maintien de ces infrastructures agroécologiques au sein des systèmes agricoles ?

En 2014, la loi d'avenir pour l'agriculture et la forêt inscrit dans son plan « Enseigner pour apprendre à produire autrement » l'enseignement de la transition agroécologique. Cet enjeu d'apprentissage n'est pas sans difficultés. Patrick Mayen, chercheur en sciences de l'éducation, nous éclaire sur les conséquences d'« apprendre à produire autrement pour la formation ». Les formes d'agriculture intensive des cinquante dernières années ont neutralisé une partie des phénomènes propres au vivant, pour simplifier le travail. La simplification ne concerne pas seulement la part exécutive de l'action : elle concerne aussi la part de raisonnement de l'action (Mayen, 2013).

Le travail qui intègre le vivant, ainsi que les conditions permettant de travailler avec le vivant, sont exigeants d'un point de vue des connaissances et des raisonnements complexes. Produire autrement complexifie ou re-complexifie les situations de travail. Par conséquent, apprendre à produire autrement invite à introduire « le vivant comme partenaire à part entière avec lequel il faut agir » dans nos modes de penser (Mayen et Lainé, 2014).

Aborder la question des haies dans l'enseignement illustre une des difficultés auxquelles l'enseignement agricole est confronté. La haie est considérée encore aujourd'hui comme « problématique » en agriculture pour une majorité d'apprenants. Même si le mouvement récent de patrimonialisation « projette la haie en dehors de la sphère agricole pour l'inscrire dans de nouvelles dynamiques territoriales » (Hirou *et al.*, 2023), la réappropriation des fonctions écologiques par et pour le monde agricole est un enjeu fort d'apprentissage pour son maintien et son développement. La formation doit intégrer dans ces parcours de formation l'enseignement des processus écologiques en jeu, notamment ceux soutenant l'agriculture, et l'impact des choix et décisions d'action sur ces mêmes processus. Il s'agit de préparer de nouvelles générations à regarder autrement ces éléments du paysage pour encourager des changements de pratiques.

Ces dernières années, des équipes pédagogiques mobilisées dans des projets CASDAR (compte d'affectation spéciale développement agricole et rural) ou des RMT (réseaux mixtes technologiques) autour des haies et/ou de l'agroforesterie ont testé des manières d'appréhender l'arbre et la haie de manière concrète dans les apprentissages :

- certaines équipes se saisissent du développement potentiel d'une filière bois pour montrer l'intérêt des haies comme une source de diversification et en leur attribuant une valeur économique. Par exemple, dans le cadre du CASDAR VIE2A⁽¹⁾, un établissement a mobilisé les apprenants autour d'un plan innovant de production de plaquettes et de copeaux en litière. Cette approche est une opportunité pour

Encadré 4.2. (suite)

combiner des attentes autour de la valorisation des produits issus de l'arbre et de la gestion des haies, et pour conduire les apprenants à porter un regard sur la contribution de ces éléments aux fonctions écologiques potentielles du paysage;

– d'autres s'attachent à travailler la compréhension des processus écologiques à l'œuvre à partir de la haie et de l'arbre plus globalement pour guider le choix des pratiques à mettre en place. En agroforesterie, réintégrer l'arbre au sein d'autres productions est alors un choix, « une association délibérée » (Van Lerberghue, 2015). Des expérimentations ont été conduites, au lycée agricole de Lomme autour d'un verger maraîcher⁽²⁾ avec des étudiants en BTS, pour étudier l'intérêt agronomique et de production du maraîchage et des productions fruitières. Cette « coculture » engage sur le plan cognitif les apprenants qui, pour réaliser leur design de production, intègrent dans leur raisonnement le fonctionnement et le rôle de l'arbre au sein d'une parcelle, ses conditions de développement et la plus-value de la combinaison « verger et maraîchage » dans une perspective productive. Cette réflexion sur la place de l'arbre peut être remobilisée dans le cadre de la plantation d'une haie.

Réintroduire l'arbre et la haie pour soutenir des productions est une approche qui mobilise des raisonnements complexes; « penser avec » s'appuie sur des connaissances scientifiques et des approches systémiques qui ouvrent des perspectives et contribuent à (ré)inventer de nouvelles formes d'agriculture.

(1) https://bocagepaysbranche.fr/wp-content/uploads/Poster_CASDAR-TAE-VIE2A_EPLEFPA-Les-Sicaudi%C3%A8res.pdf

(2) <https://pollen.chlorofil.fr/concevoir-et-implanter-un-verger-maraicher-au-sein-du-territoire-a-lomme/>

Ces travaux montrent une richesse d'expériences utiles à capitaliser, même si les questions demeurent pour (co)concevoir des supports d'accompagnement permettant aux (futurs) agriculteurs de (re)trouver des formes de cohérence dans leurs systèmes agricoles en (ré)intégrant les haies et en adoptant des pratiques de gestion favorables à la multifonctionnalité attendue.

» Penser les organisations territoriales et systèmes sociotechniques pour développer durablement les haies

Cette section, qui se place dans une perspective française et plus largement européenne, examine deux grands types de dispositifs collectifs pour le (re)déploiement des haies dans les fermes et paysages agricoles : d'une part les organisations collectives territoriales opérant à des échelles locales à régionales, d'autre part les systèmes sociotechniques déployés à l'échelle nationale. La notion de « système sociotechnique » s'applique ici avec la définition classique d'un ensemble d'acteurs et de groupes sociaux en interaction autour de façons de produire (ici, des biens et services multiples grâce aux haies) et/ou de consommer (ici, autoconsommation et/ou vente de biomasse notamment), par exemple au travers de la conception et de la diffusion de solutions organisationnelles et technologiques, de normes et de règles (Casagrande *et al.*, 2023).

Ces deux types de dispositifs collectifs s'articulent très souvent autour de l'action publique (par exemple les réglementations et politiques incitatives touchant aux haies;

voir chapitre 5). Nous verrons tout d'abord comment le positionnement conceptuel des parties prenantes autour des haies se traduit en matière de débat politique. Nous observerons ensuite la façon dont des dispositifs collectifs ont émergé dans les années 1990-2000 à la faveur des politiques publiques impliquant les haies, et les leçons à en tirer. La troisième partie porte, quant à elle, sur le développement actuel de dispositifs collectifs autour des haies dans une diversité de régions (à tradition bocagère ou non), les caractéristiques de ces organisations multipartenaires et leurs forces et faiblesses pour le (re)déploiement des haies.

Diversité des positionnements conceptuels et débats à résonance politique autour de la haie

Au niveau européen, plusieurs projets de recherche en partenariat dans les années 2010-2020 ont porté sur les dynamiques actuelles de l'agroforesterie, ainsi que les enjeux et conditions de son (re)déploiement. L'un de ces projets en particulier, AgForward¹⁷, a soutenu au niveau politique européen le principe d'intégration des haies dans les définitions de l'agroforesterie¹⁸ (Burgess et Rosati, 2018). L'agroforesterie y est définie comme un « système de gestion durable des terres » (Mosquera-Losada *et al.*, 2018), qui combine « une composante ligneuse (arbres forestiers, arbustes, arbres fruitiers) avec une utilisation agricole du sous-étage » (Santiago-Freijanes *et al.*, 2018). Ces définitions sont en phase avec celles de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) qui mettent l'accent sur la pluralité des formes (haies, parcelles pâturées/cultivées complantées, bois pâturés...) et la multifonctionnalité de l'agroforesterie pour contribuer aux objectifs de développement durable, quand bien même la FAO fait à cet égard plutôt référence aux pays tropicaux et en voie de développement (Santiago-Freijanes *et al.*, 2018). Pour les pays européens, selon ces mêmes auteurs, tous les éléments paysagers comprenant des plantes vivaces ligneuses, dont les haies, devraient être considérés *a priori* comme relevant d'une agroforesterie dès lors qu'ils sont présents dans les terres arables et les prairies permanentes (Santiago-Freijanes *et al.*, 2018).

Cependant, il faut souligner à quel point les acceptions ont pu diverger notamment entre une vision « environnementaliste » des haies et une vision « productiviste » de l'agroforesterie, en fonction des cultures et de leur évolution, au sein des différents métiers de la recherche et du développement, ainsi que parmi les agriculteurs interrogés (Sachet, 2020; Gauthier, 2023). Ainsi, Pinton (2023) mentionne, au travers de son parcours d'analyse sur plusieurs décennies d'actions dans le bocage bourguignon, une diversité de points de vue¹⁹ qui cohabitent aujourd'hui dans les discours des différentes organisations, sans être véritablement explicités et partagés entre les parties prenantes, contribuant à ce constat des « haies qui divisent ». Enfin, Labant (2020) relève un caractère encore sectoriel de cette agroforesterie élargie aux haies, cantonnée selon lui dans le champ de l'agroenvironnement et exclue du champ économique forestier.

17. Projet « AGroFORestry that Will Advance Rural Development » (<https://www.agforward.eu/index.html>)

18. L'une des tâches du projet visait en effet à fournir des orientations sur la manière dont les futures politiques européennes pourraient contribuer à optimiser l'apport de l'agroforesterie — intégrant les haies — au soutien du développement rural durable.

19. Parmi lesquels on peut retrouver les points de vue présentés précédemment : haies comme infrastructures agroécologiques, ou composantes d'une agroforesterie, et/ou éléments de paysage vécu.

Par ailleurs, la haie conserve un statut à part dans les politiques agricoles mais aussi dans les politiques de l'aménagement des territoires basées sur l'arbre. Toubanc et Luginbühl (2007) voient cette place de l'arbre comme emblématique de l'évolution des pensées autour du paysage et de la nature, inspiratrices de politiques publiques : « Dans le débat autour de l'évolution du paysage et en particulier du bocage, partisans et adversaires du maintien ou de la reconstitution du bocage utilisent leurs propres expressions qui renvoient à une conception du paysage, de l'agriculture ou même du monde ». Aujourd'hui, la conceptualisation des haies et leur statut restent largement multiples. Cela s'exprime par des ambiguïtés sur le plan juridique (voir chapitre 5) lorsque la haie est considérée soit en marge, soit intégrée aux systèmes agricoles. Par exemple, des ambiguïtés sont pointées dans la désignation des haies par les politiques publiques au travers de la numérisation qui en est faite (Magnin, 2023). Cette numérisation ne peut en effet être déparée d'une forme de subjectivité (par exemple concernant la qualification en haie ou en alignement d'arbres) qui, au final, facilite dans certains cas un contournement de la réglementation (Magnin, 2023).

En résumé, l'examen des positionnements conceptuels autour des haies montre l'importance de débats qui ne sont pas seulement sémantiques et/ou scientifiques mais ont aussi une dimension politique, au sens large. Les haies sont à la fois représentatives des problématiques de transitions agroécologiques et spécifiques, par leur statut de marges, d'interfaces et d'objets d'appartenance multiple (fermes, paysages, territoires).

L'émergence de dispositifs collectifs avec la mise en place de politiques publiques impliquant les haies

Les politiques nationales à l'œuvre ne permettent pas toujours aux agriculteurs de définir des stratégies à long terme basées sur des objectifs environnementaux et de durabilité, qui soient clairement définis et partagés, comme l'évoque une étude portant sur l'évaluation de politiques agroenvironnementales impliquant les haies dans le parc naturel régional (PNR) des Marais du Cotentin et du Bessin en Normandie. Cette étude souligne également une inadéquation entre les missions et les moyens des organisations de gouvernance qui interviennent pour soutenir de tels objectifs (Thenail *et al.*, 2009). Deux « générations » de politiques publiques agroenvironnementales sont identifiées. Pour la première génération, rassemblant l'opération groupée d'aménagement foncier (Ogaf) et les opérations locales agroenvironnementales (Olae), dans les années 1990, le PNR assure un accompagnement des agriculteurs et la continuité des programmes les concernant ; il différencie son action en fonction d'un zonage inscrit dans sa convention, dans la durée. En revanche, pour la seconde génération (à partir des années 2000), les contrats doivent être accessibles à tous les agriculteurs. Les procédures de mise en œuvre ne permettent pas toujours des continuités entre programmes pour les contractants ; ces contrats ne s'inscrivent plus dans le projet de territoire différencié dans la charte du PNR. Dans ce cadre, les contractualisations de mesures agroenvironnementales portant sur la gestion des haies ne permettent pas de contrecarrer l'arrachage de haies, voire l'accompagnent dans des exploitations et îlots de parcelles en cours d'intensification (Thenail *et al.*, 2009).

On retrouve le manque de coordination, de concertation et d'effectivité en matière de projet d'aménagement de paysage dans le cas de mise en œuvre de politiques publiques de plantation de haies en Bretagne (Le Du-Blayot *et al.*, 2007). Un passage

progressif d'objectifs purement quantitatifs en linéaires de haies plantées, à des objectifs plus qualitatifs, avec une liste d'enjeux à partir de 1998 (par exemple sur la lutte contre l'érosion et le vent, l'intérêt faunistique et floristique ou encore l'intégration de constructions dans le paysage) est observé dans les documents de mise en œuvre. Cependant, la déclinaison en objectifs opérationnels n'est pas explicite : les dossiers de plantation ne permettent pas de connaître les objectifs associés au choix de combinaisons d'espèces, ni les modes d'entretien prévus pour les gérer sur le long terme (Le Du-Blayot *et al.*, 2007). À cet égard, en Grande-Bretagne, certains estiment que les programmes agroenvironnementaux incluant la gestion de haies n'ont pas eu les effets escomptés du fait d'une mise en œuvre fragmentaire sur la base de contrats individuels d'exploitation (Emery et Franks, 2012; McKenzie *et al.*, 2013).

Des études longitudinales ont permis de révéler que les participants aux programmes agroenvironnementaux présentaient des profils variés au cours du temps et avaient des raisons différentes de se maintenir dans ces programmes ou de les quitter. Ainsi, en Grande-Bretagne, les systèmes agricoles extensifs (bovins et ovins) ont davantage participé aux programmes que les systèmes agricoles intensifs (lait et/ou cultures annuelles), mais la suppression des quotas laitiers a entraîné une baisse de la participation des exploitations laitières (Cullen *et al.*, 2021). En Italie, les facteurs qui augmentent la probabilité pour des agriculteurs de rester dans les programmes sont, entre autres, un meilleur ciblage des politiques publiques (Defrancesco *et al.*, 2018).

Dans son étude pionnière au Danemark, Busck (2003) analyse la plantation de haies en tant que système social en portant une attention particulière aux interactions entre agriculteurs et autres acteurs. L'organisation collective articule, en lien avec les services de l'État, 1) un réseau national qui assure la responsabilité de la mise en œuvre du programme de plantation, gère les subventions et définit des compositions de haies normalisées, 2) des groupes régionaux qui organisent les cycles de plantation, et 3) des associations de plantation composées d'agriculteurs qui choisissent de planter des haies la même année dans une zone locale déterminée. L'étude montre que la pratique locale de plantation est influencée par le contexte local et par le réseau national, et que l'organisation très sectorielle des acteurs affecte la durabilité des plantations. Car même si la plantation est organisée, l'emplacement des haies n'est pas coordonné au niveau local (par exemple par des collectivités territoriales) et ne fait l'objet d'aucune concertation en matière de projet d'aménagement du paysage. Par ailleurs la division du travail entre niveau national, régional et local, ainsi que la composition normalisée des haies laissent au final peu de marge de manœuvre aux agriculteurs. Enfin, la structuration forte de l'organisation au niveau national et régional, avec une professionnalisation des missions et l'installation de routines, conduit à une satisfaction des acteurs concernés à ces niveaux supérieurs et à une reproduction du « système sociotechnique²⁰ » mis en place, limitant ainsi les possibilités de débats et d'améliorations concertées avec les agriculteurs et acteurs au niveau local.

Dans le même esprit, Darrot et Toussaint (2023) montrent l'émergence d'un important réseau d'acteurs dans le cadre de deux programmes de développement rural réussis, Breizh Bocage 1, 2007-2014 et Breizh Bocage 2, 2015-2020, visant la reconstitution d'un maillage dense de haies, en Bretagne. Ces acteurs interviennent, à différentes échelles, lors de la plantation, pour l'entretien et la valorisation économique des haies.

20. L'expression « système sociotechnique » est mise entre guillemets car non utilisée par l'auteur de l'étude.

Mais la situation est paradoxale : la composante « verticale » de ce « système socio-technique » émergeant (c'est-à-dire les différents niveaux d'organisation administratifs, politiques, financiers, du national au régional) organise l'accompagnement normatif et partiel d'agriculteurs se trouvant pourtant dans des situations très diverses, tandis que la composante « horizontale » territoriale se développe et se diversifie (par exemple au travers de différentes associations, d'entreprises de travaux d'entretien des haies, de chaufferies au niveau local à régional), mais sans être pleinement reconnue dans son existence et sa nécessité par la « composante verticale ». D'où, malgré ces possibles interlocuteurs, le sentiment de solitude parfois ressenti et exprimé par les agriculteurs désireux de reconsidérer leur stratégie (Darrot et Toussaint, 2023).

En résumé, un point marquant est l'émergence, à la faveur des politiques publiques autour de la haie dans les années 1990-2000, 1) de formes d'organisations collectives territoriales visant à mobiliser les politiques publiques au service de projets de développement durable agricole et paysager, ancrés localement, 2) de formes de systèmes sociotechniques construits au niveau national ou régional pour décliner sur le plan local des stratégies portées par les politiques publiques de démultiplication de modèles techniques de plantation et de gestion des haies. Les freins, voire les verrous mentionnés, viennent des difficultés à articuler politiques publiques, systèmes socio-techniques « verticaux » et organisations territoriales « horizontales » en intégrant pleinement les agriculteurs.

Organisations collectives territoriales et systèmes sociotechniques dédiés aux haies aujourd'hui

Les principales formes d'organisation qui ont émergé à la faveur de la mise en place de politiques publiques paysagères et agroenvironnementales sont les organisations collectives territoriales et les systèmes sociotechniques (voir la section précédente). Nous examinons ici le développement effectif et potentiel de ces deux types d'organisation pour soutenir la (ré)intégration des haies dans les systèmes agricoles et territoires/paysages. Cette section aborde tout d'abord le foisonnement des organisations collectives territoriales multi-partenariales, puis le principal système sociotechnique national pour le (re)déploiement des haies, à travers la mission de Réseau Haies, et enfin deux expériences de scénarisation participative de ce que devraient/pourraient être des systèmes sociotechniques permettant un (re)déploiement durable des haies.

Un foisonnement d'organisations collectives territoriales

Un processus de désectorisation de l'agriculture est à l'œuvre, aux échelles locales entre autres, dans le cadre d'enjeux agroenvironnementaux impliquant les haies, depuis des décennies : il se caractérise par la diversification des formes de coopération entre les agriculteurs et les autres acteurs des territoires, notamment les organisations non gouvernementales (ONG) et les institutions locales (Thareau *et al.*, 2023). Les expériences présentées ci-après concernent des régions « historiquement bocagères » ou non.

Ce constat a été fait dans l'Yonne et dans la Nièvre, où un foisonnement d'acteurs (comme le Centre permanent d'initiatives pour l'environnement — CPIE —, des associations, des collectivités territoriales, le Centre régional de la propriété forestière — CRPF) et d'outils d'action collective agissant sur le territoire en faveur des haies

est observé (Pinton, 2023). Ce foisonnement est lié à l'engouement croissant pour les haies comme « commun qu'il s'agit de préserver, voire de restaurer face à des enjeux plus globaux », mais aussi à l'influence de l'administration de l'environnement qui « a besoin d'un secteur associatif puissant et représentatif afin d'asseoir et de concrétiser ses projets ». Cependant, la position souvent engagée des associations et les différentes conceptions de la nature portées par les groupes sociaux concernés font l'objet de rapports de force asymétriques concernant l'écologisation des pratiques et le rôle de l'action publique (Pinton, 2023).

À cet égard, le groupement d'intérêt écologique et économique (GIEE) est identifié comme un dispositif politique permettant le développement effectif d'expériences en agroécologie et dans le cas présent concernant les haies, en partant des agriculteurs et de leurs systèmes (Lamine et Barbier, 2018; Guéhenneuc, 2019; Sachet, 2020; Gauthier, 2023). L'expérience du GIEE Terres et Bocages en Bretagne (voir chapitre 3) illustre les apports de ce type d'organisation collective.

Au-delà de l'accompagnement technique dans la plantation de haies, les agriculteurs et animateurs-techniciens de l'association Terres et Bocages ont repéré divers freins dans leurs initiatives de redéveloppement d'une agroforesterie bocagère au niveau de territoires²¹ :

- des difficultés pour trouver les ressources, soutiens, et modes d'organisation collective adéquats aux échelles des territoires locaux ; dans cette optique, l'association veille à intégrer également les citoyens et collectivités territoriales ;
- des politiques publiques encore trop sectorielles et rigides, avec des modèles techniques de conception et de gestion des haies prenant insuffisamment en compte les expériences menées par les agriculteurs ;
- des difficultés liées aux politiques de gestion du foncier, dont les haies font partie, foncier relevant de multiples propriétaires, soumis à des transactions fréquentes (d'autant plus que le nombre d'exploitations diminue) et parfois onéreuses.

Le dispositif GIEE est plébiscité en tant que dispositif politique permettant de s'appuyer sur le terrain (autrement dit sur des expériences individuelles concrètes et des systèmes agricoles éprouvés) pour intégrer les citoyens et collectivités territoriales dans le développement des initiatives de plantation de haies. Cependant, les moyens de pérennisation des expériences (et de démultiplication compte tenu des demandes) restent en question.

Des retours d'expériences dans d'autres régions en France que « l'Ouest bocager » illustrent ces problématiques concernant les organisations collectives territoriales œuvrant aux transitions agroécologiques avec des haies. Un premier exemple est celui d'une association en Loir-et-Cher, initialement dédiée à l'éducation à l'environnement et à la préservation du patrimoine végétal (Drelon, 2023). Devant le manque de connaissances relatives à la plantation et à la gestion des haies champêtres, cette association a développé trois volets d'action : conseils techniques et ingénierie, soutien à la plantation (et suivi/accompagnement les premières années de la haie) et recherche de financement. Les atouts de l'association sont de construire des méthodes d'accompagnement qui soient au plus proche du terrain, des savoirs locaux, en associant étroitement les agriculteurs aux prises de décision pour qu'ils accèdent à la plus grande

21. Retours issus d'un atelier animé par C. Thenail, V. Viaud et A. Langlais.

autonomie possible en matière de gestion (avec une attention à la charge de travail), également en mobilisant la société civile afin de la sensibiliser (actions pédagogiques et de « réactivation des savoirs »). Les principales difficultés rencontrées portent sur la pérennisation du modèle économique de gestion des haies (débouchés difficilement quantifiables à long terme, complexité et incertitudes sur les montages financiers...) et sur les capacités et modalités de démultiplication du dispositif compte tenu des demandes croissantes d'accompagnement.

En Champagne (région historiquement d'*openfield*), des difficultés sont rapportées concernant les capacités d'organisations collectives à articuler les actions sur les haies auprès des agriculteurs dans une double logique de structuration des continuités écologiques fonctionnelles dans le paysage et de transformation des systèmes de production agricole (Guilman et Dugua, 2023). Ces difficultés sont liées aux missions encore sectorielles des différentes organisations en lien avec les politiques publiques également sectorielles qu'elles mobilisent (par exemple pour l'aide à la plantation), ainsi qu'au manque de ressources humaines et financières. Des efforts restent à faire, tant pour développer des principes d'approches intégrées des haies dans chaque organisation collective que pour faciliter les coopérations entre organisations (par exemple entre associations de plantation et Civam) (Guilman et Dugua, 2023).

Les façons d'envisager les rapports entre agriculture et haies (plus largement entre agriculture et nature) peuvent également contribuer aux difficultés d'actions collectives en faveur des haies à l'échelle des territoires locaux. C'est ce qu'a mis en évidence une récente étude en sud Lorraine (Jondreville et Barataud, 2023), dont l'objectif était de développer une « méthode de coconception de territoires réhabilitant l'arbre champêtre en créant les conditions d'un dialogue entre différents acteurs concernés des territoires » avec des acteurs variés (agriculteurs, secteur associatif, coopérative/entreprise, administratif, etc.). Les résultats montrent à quel point les messages sur les fonctions des haies se sont répandus, y compris en région d'*openfield* comme la Lorraine, mais aussi à quel point les antagonismes se cristallisent entre discours environnementalistes et discours productivistes, et entre plaidoyers sur la disponibilité des ressources en bois de chauffage des haies ou des forêts. Il en ressort que les « bosquets et lisières restent encore très largement des impensés » dans la façon d'envisager l'aménagement du territoire et que la mise en réseau et la coordination des acteurs demeurent largement à organiser.

En résumé, le foisonnement des organisations collectives territoriales autour des haies évoqué ci-dessus peut s'expliquer par les différentes façons d'envisager les rapports entre agriculture et haies (plus largement entre agriculture et nature) et l'accompagnement des agriculteurs, mais toujours avec le principe d'être « au plus proche du terrain ». Les difficultés rencontrées par ces organisations collectives territoriales sont :

- des approches encore trop sectorielles en lien avec les politiques publiques qui le sont également ;
- des difficultés de pérennisation des modèles économiques et de capacité à démultiplier des dispositifs face à la demande ;
- des difficultés pour dépasser, au niveau des territoires, les antagonismes entre discours environnementalistes et productivistes, et assurer ainsi une cohérence dans les projets agricoles et d'aménagement paysager.

L'exemple du principal système sociotechnique développé à l'échelle nationale visant le (re)déploiement des haies

Le principal système sociotechnique national en France pour le (re)déploiement des haies s'est construit et développé sous l'impulsion et la coordination de l'association Afac-Agroforesteries.

Le foisonnement d'associations locales dans la « mouvance environnementaliste autour de l'arbre champêtre et de la préservation du bocage » dans les années 1980-1990 a eu comme corollaire leur dissémination, voire leur relatif isolement affectant leur efficacité, ce qui a progressivement conduit les acteurs à se fédérer en une association « structurant leurs intérêts nationalement », nommée d'abord « Arbres et Haies champêtres » (AFAHC) en 2007, puis « Afac — Agroforesteries » en 2013. Cette association œuvre à « mieux inclure le concept d'agroforesterie intraparcellaire qui devenait incontournable, tout en le liant aux haies et aux bocages » (Sachet, 2020). Dans son rapport d'activité de 2024, l'association affirme son rôle politique : « [l'objet de l'association] est de promouvoir, d'accompagner et de mettre en œuvre des politiques globales de développement de l'arbre et la haie ». En 2025, l'association devient officiellement « Réseau Haies France », soulignant ainsi le recentrage de sa mission sur la haie parmi les multiples formes d'arbres champêtres.

Le développement de filières « bois de haies » avec la certification de pratiques durables, par exemple avec le plan de gestion durable des haies (PGDH) et le Label Haie, constitue la clé de voûte du système sociotechnique développé par l'Afac-Agroforesteries, car « la meilleure protection du bocage passe certainement par la valeur économique qui pourra lui être (re)donnée » (Moret *et al.*, 2019) et la « collectivité n'achète plus seulement le bois en tant que matière, mais rémunère les acteurs de la filière pour l'excellence environnementale apportée » (Berhault, 2023).

Concernant le PGDH, Emeriau *et al.* (2023) estiment que « les savoir-faire dont chaque paysan était doté se sont étiolés » et que c'est désormais au conseiller en agroforesterie d'assurer l'accompagnement technique de l'agriculteur au moyen d'outils dédiés. Le conseiller en agroforesterie représente ainsi une figure centrale, y compris dans la réflexion en ingénierie pédagogique pour l'enseignement technique agricole dans le cadre de partenariat avec l'Afac-Agroforesteries (Peltier et Gaborieau, 2023). Le métier spécifique de « technicien bocage » ou de « conseiller technique agroforesteries » fait l'objet de formations dispensées en interne à l'Afac-Agroforesteries, avec un principe de validation par les pairs qui doit permettre l'émulation (Vantorhoudt et Hewison, 2023).

Le continuum entre plantation, gestion et valorisation économique de la haie est souvent rappelé : il « est en effet indispensable que la haie plantée dans une parcelle agricole soit bien appropriée par l'agriculteur et fasse partie intégrante de la ferme et des ateliers économiques de celle-ci, avec une valorisation envisagée » (Berhault, 2023). Les différentes phases du PGDH (cartographie, travail de terrain pour l'évaluation et la planification, restitution) aboutissent en particulier à trois synthèses : 1) État des lieux (typologie des haies, dégradations, essences, note pour la biodiversité...), 2) Programme de travaux (classé selon 3 niveaux : urgent, moyennement urgent et peu urgent), 3) Potentiel de valorisation des haies (bois énergie et bois d'œuvre) (Emeriau *et al.*, 2023).

Vantorhoudt et Hewison (2023) précisent l'organisation multi-échelle de l'Afac-Agroforesteries avec l'exemple de l'AFAHC-Occitanie. Celle-ci «est représentée au sein du conseil d'administration et participe aux commissions et groupes de travail statutaires et techniques. Elle contribue à la création de connaissances à partir du terrain et aux réflexions quant à l'articulation des politiques régionales et nationales». Ainsi, le réseau national incite à la création de nouvelles structures régionales (en Pays de la Loire en 2020, dans les Hauts-de-France en 2021...) «afin d'articuler les politiques nationales et régionales et déployer les grands projets structurants portés par l'Afac-Agroforesteries». Les auteurs nomment ici «opérateurs départementaux» les différentes structures spécialistes de la haie en région; les partenaires sont par exemple le Conseil régional, la Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (Draaf), la Fédération régionale des chasseurs, ou encore les conservatoires botaniques. Le rôle de coordinateur régional est de simplifier la gestion des projets pour les opérateurs et pour les partenaires financiers. L'AFAHC-Occitanie est sollicitée pour participer à la création de politiques publiques ou d'outils régionaux d'aménagements, ce qui atteste, selon les auteurs, de la reconnaissance et la crédibilité de l'association en région (Vantorhoudt et Hewison, 2023). Un cadre type du PGDH a été fixé au niveau national; les indicateurs de qualité des haies ont été construits avec différents partenaires du développement et de la recherche, et «une concertation nationale auprès des opérateurs techniques de la haie [a été menée], visant à définir les principes de gestion nécessaires au respect de la notion de durabilité» (Emeriau *et al.*, 2023). Aujourd'hui, l'outil PGDH «s'inscrit dans des démarches de reconnaissance officielle de la gestion des haies telles que la certification Label Haie ou le Label Bas Carbone» (Emeriau *et al.*, 2023). Pointereau (2019, 2021) porte l'argument que le label est un «outil organisant la convergence entre plusieurs sources de revenus redonnant une valeur économique et une valeur écologique de la haie», dès lors qu'il pourra être mobilisé comme garantie de fourniture de services à partir des haies, pour enclencher par exemple des paiements pour services environnementaux. L'Afac-Agroforesteries est également présente dans des instances de valorisation de l'activité agricole, en l'occurrence le concours général agricole des pratiques agro-écologiques, plus spécifiquement agroforestières, au travers du panel d'experts pour la construction de la grille de notation nationale de la parcelle/haie candidate (Picot et Maurincomme, 2023).

En résumé, ce qui fait la force du système sociotechnique autour du Réseau Haies est son degré de structuration interne (gouvernance, conseillers en agroforesterie), son degré d'intégration en matière d'organisations collectives mobilisées et d'échelles d'action (du local au national), et la diversité d'outils et d'actions (indicateurs, outils de planification et de gestion des haies, structuration de filières amont/aval...) permettant un engagement fort dans l'action publique et une efficacité dans le (re)déploiement des haies. Les principes portés par le Réseau Haies empruntent à la fois 1) au point de vue de la haie comme composante agroforestière, la dimension de technique de production valorisable économiquement, 2) au point de vue de la haie comme infrastructure agroécologique, la dimension d'évaluation de la qualité écologique et environnementale de la haie, 3) au point de vue de la haie comme élément de paysage vécu, la dimension de caractérisation des haies selon un référentiel typologique national intégrant des spécificités culturelles régionales (voir chapitre 1). Cependant, cette conception de la haie définit un cadre normatif qui peut interroger

sur son intégration possible dans le fonctionnement de l'exploitation agricole (voir chapitre 3) et sur la place pouvant être donnée aux capacités des agriculteurs à innover pour des systèmes agroforestiers multifonctionnels dans leurs situations. Intégrer ces capacités d'innovation et d'adaptation apparaît essentiel pour favoriser l'adoption des haies et la durabilité des modèles techniques proposés.

L'intérêt de scénarisations participatives pour (re)penser et faire évoluer les systèmes sociotechniques

La question de savoir comment les agriculteurs interagissent, individuellement et en groupes, et avec d'autres types de parties prenantes dans le cadre de dispositifs d'appui aux changements est au centre d'une étude française portant sur la mise en place des schémas de TVB incluant la plantation et la conservation des haies (Thareau *et al.*, 2016). Appuyant leur étude de cas (en Pays de la Loire) sur une grille de lecture des différentes formes de transitions, définies comme des changements d'un régime socio-technique à un autre, les auteurs montrent que les acteurs locaux interrogés envisagent trois voies de transition sociotechnique :

- la première est celle de la conception de réseaux axée sur les connaissances écologiques, qui favorise les formes minoritaires d'agriculture (innovation de niche). Les acteurs développant ce point de vue (principalement des employés et des responsables d'organisations de protection de la nature) voient dans la modification du cadre législatif représenté par la TVB une fenêtre d'opportunité pour qu'un réseau composé d'agriculteurs alternatifs, d'organisations militantes et de groupes de consommateurs, développe une innovation de niche qui arrive à maturité et pourrait se substituer au régime agricole dominant (Thareau *et al.*, 2016);

- la seconde voie est celle de la protection du fonctionnement actuel du système sociotechnique dominant, car c'est lui qui a produit les réseaux de haies et leur biodiversité, et parce que sa « non-efficience » actuelle vis-à-vis de la biodiversité est due aux difficultés rencontrées dans le métier d'agriculteur (crise économique, incertitudes politiques...). Ce deuxième point de vue est surtout celui de représentants élus ou de chefs de projets des organisations professionnelles agricoles chargées de représenter les intérêts des agriculteurs (syndicats d'agriculteurs, services de vulgarisation). Ces acteurs revendiquent le droit de transformer leur régime sociotechnique de l'intérieur, avec des innovations progressives pouvant être entreprises par la majorité des agriculteurs actuels (Thareau *et al.*, 2016);

- la troisième voie mobilise à la fois l'innovation agroécologique et la reconfiguration du régime sociotechnique afin de mieux intégrer la biodiversité. Ce point de vue est commun aux conseillers et techniciens des organisations de développement rural et agricole, qui envisagent de jouer un rôle de coordination dans la sphère agricole, basé sur des connaissances techniques. Ces acteurs insistent sur la sensibilisation, l'expérimentation, la production de références et la formation pour convaincre les agriculteurs du bien-fondé de l'agroécologie; l'important est que les agriculteurs s'engagent dans des démarches agroécologiques et innovantes. Ce point de vue correspond à une voie de reconfiguration du régime sociotechnique. Il correspond également à la diversité des systèmes agricoles, celle-ci constituant une ressource qui permet aux parties prenantes de choisir parmi un répertoire d'innovations pouvant être intégrées dans le régime sociotechnique et qui feront alors l'objet d'ajustements à la fois technologiques et sociologiques (Thareau *et al.*, 2016).

Un aspect important des réflexions sur les transitions agroécologiques intégrant les haies, sous l'angle des systèmes sociotechniques, est d'examiner la façon dont les entreprises privées peuvent être impliquées à de multiples échelles.

Dans le cadre d'une étude de cas explorant le potentiel de mise en place d'un marché local et volontaire du carbone lié aux haies dans l'ouest de la France, Thareau *et al.* (2023) soulignent que peu de dispositifs rassemblent les agriculteurs, les entreprises hors secteur agricole, et les autorités locales; faire exister ces marchés du carbone suppose alors de nouvelles formes d'intermédiation. À partir d'enquêtes auprès des parties prenantes potentielles d'un tel système (ici des agriculteurs, des entreprises et des autorités locales ayant exprimé leur intérêt), les auteurs identifient quatre catégories de préférences socio-économiques pour ces potentiels marchés de carbone en lien avec les haies :

- un système de développement local, avec un marché volontaire impliquant fortement une organisation locale en tant qu'acteur central de sa gouvernance;
- des contrats de gré à gré entre les entreprises et les agriculteurs dans un système simple et peu coûteux, où la contractualisation, sans certification ni appui technique, serait quasi directe entre entreprises et agriculteurs, avec un intermédiaire privé;
- un schéma national où l'État constitue l'intermédiaire, assurant notamment la fiabilité et la crédibilité du stockage de carbone en lien avec les haies par la certification et le contrôle technique;
- un approvisionnement local tracé dans le marché international du carbone. Dans cette formule, les entreprises et les agriculteurs s'appuient sur les ressources et collectifs locaux et cherchent à agir pour le bénéfice local/régional; cependant il est envisagé que le contrôle et la certification se fassent au niveau national ou international, avec un prix indexé sur les prix internationaux (Thareau *et al.*, 2023).

En résumé, des démarches de scénarisation participative de systèmes sociotechniques intégrant les haies montrent que les choix de structure et de fonctionnement de ces systèmes peuvent être très différents selon les types d'acteurs, ce qui mérite en effet d'être discuté dans toutes ses implications.

► Conclusion

Ce chapitre révèle une diversité de positionnements des chercheurs, conseillers, formateurs, acteurs des territoires, politiques et filières autour de la haie et du rôle des agriculteurs vis-à-vis des haies. Ces positionnements – considérant principalement les haies comme des «composantes d'une agroforesterie», «éléments de paysage vécu» ou «infrastructures agroécologiques» – influencent la façon dont sont envisagés les facteurs d'incitation des agriculteurs et les organisations collectives propices au (re)développement des haies à différentes échelles. Globalement les différents points de vue font l'objet de débats et sont diversement diffusés (par le biais de programmes de plantation, de dispositifs de conseil, ou encore la constitution de filières...) auprès des agriculteurs qui sont alors amenés (et peinent parfois) à y (re)trouver une cohérence. L'ensemble de ces études et témoignages montrent la richesse des expériences et nous permettent d'en tirer plusieurs leçons.

La première est que 1) l'efficacité technique et l'adaptabilité de modèles techniques de haies proposés, 2) les facteurs socio-économiques et les ressources foncières, et 3) les motivations personnelles, en lien avec les profils individuels et socioprofessionnels,

sont des facteurs clés pour le (re)développement des haies et de leurs fonctions dans les exploitations. La seconde est que l'enjeu consiste à prendre en compte « à égalité » ces différents facteurs incitatifs dans l'accompagnement des agriculteurs, dans une vision d'ensemble de leurs systèmes (effets d'interactions, besoins de compromis...) dès lors que l'on vise le développement de leurs capacités à assurer une multifonctionnalité technique, économique, sociale, culturelle, écosystémique des haies, dans la durée.

Par ailleurs, de nombreuses organisations collectives territoriales se sont développées selon le principe d'être « au plus proche du terrain » pour encourager les agriculteurs dans le (re)développement des haies, souvent en relation avec une grande diversité d'acteurs des territoires. Comme pour d'autres enjeux agroécologiques, on retrouve dans les expériences de ces organisations collectives des problématiques qui relèvent de la diversité des intérêts et des points de vue des acteurs des territoires, des dépendances (financières, décisionnelles) à d'autres niveaux d'organisations socio-économiques (régionales, nationales) pour redévelopper les haies et des moyens pour démultiplier et rendre les initiatives durables.

C'est tout particulièrement cet enjeu de (re)déploiement des haies qui a suscité l'émergence de systèmes sociotechniques dédiés, au niveau national, comme en témoignent les expériences danoise et française. Les points communs entre ces expériences relèvent des moyens construits pour assurer l'efficacité et la robustesse des systèmes sociotechniques : 1) le degré d'intégration verticale (du national au local, impliquant l'action publique et le développement de filières de services) et horizontale (mobilisation d'organisations territoriales), avec comme figures centrales les conseillers et leurs performances, 2) un point de vue composite sur la haie (accent mis sur certaines fonctions) et un engagement normatif (concernant par exemple les typologies et les modèles techniques de haies). Un point d'attention est d'éviter que cette configuration ne freine des formes de développements alternatifs intéressants fondés sur des expérimentations et pratiques innovantes au sein de réseaux d'agriculteurs et autres acteurs locaux. Comme initié dans quelques expériences, l'enjeu est alors d'identifier, avec l'ensemble des acteurs concernés, les conditions et modalités de conception et d'évolution des systèmes sociotechniques permettant de (re)déployer les haies en soutenant les capacités d'innovation des agriculteurs et acteurs locaux pour la diversification, l'adaptation et la gestion au long cours de leurs systèmes agroforestiers avec haies.

► Références bibliographiques choisies

- Alavoine-Mornas F., Girard S., 2017. Pratiques et attitudes des agriculteurs face à la trame verte : une approche socio-agronomique. *Journal of Rural Studies*, 56, 30-38.
- Berhault V., 2023. La gestion durable, clé de voûte pour maximiser les services rendus par les haies. *POUR*, 247(3), 191-198.
- Busck A.G., 2003. Hedgerow planting analysed as a social system – interaction between farmers and other actors in Denmark. *Journal of Environmental Management*, 68, 161-171.
- Darrot C., Toussaint M., 2023. De l'implication des agriculteurs et de la puissance publique pour replanter le bocage breton : trois paradoxes et ce qu'on en apprend. *POUR*, 157-167.
- Devay, H., 2022. Co-conception d'un projet agroforestier sur un territoire d'exploitation en agriculture biologique à INRAE ASTER. Mémoire de Licence professionnelle, université d'Avignon, MFR de Haut Vaucluse, INRAE, 71 p.
- Drelon S., 2023. Programme d'aide à la plantation de haies champêtres de l'association La Maison botanique. *POUR*, 247, 219-227.

- Emeriau S., Ziberlin O., Moret C., 2023. Le plan de gestion durable des haies. Un cadre type national unique, un outil commun et une formation associée qui reconnaît la compétence des opérateurs. *POUR*, 247, 199-210.
- Émile J.C., Barre P., Delagarde R., Niderkorn V., Novak S., 2017. Les arbres, une ressource fourragère au pâturage pour des bovins laitiers ? *Fourrages*, 230, 155-160.
- Guéhenneuc T., 2019. Réintégrer le bocage dans les systèmes d'exploitation : l'expérience du collectif agricole Terres et Bocages. *Sciences Eaux et Territoires*, 30, 92-93.
- Guilman E., Dugua B., 2023. Mutations du paysage agraire et enjeux autour de la mise en œuvre d'une trame fonctionnelle de haies en Champagne crayeuse. *POUR*, 247, 143-155.
- Hirou P., Pinton F., Preux T., Peltier C., Gaborieau I., 2023. Du désamour au désir, les haies reviennent de loin. *POUR*, 247, 45-50.
- Hoang Fagerström M.H., van Noordwijk M., Phien T., Vinh N.C., 2001. Innovations within upland rice-based systems in northern Vietnam with *Tephrosia candida* as fallow species, hedgerow, or mulch: Net returns and farmers' response. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 86, 23-37.
- Jacquot A.L., Gérard M., Duval J., Hostiou N., 2020. Quels effets sur le travail des éleveurs bovins laitiers de l'adoption de pratiques agroécologiques dans l'Ouest de la France ? 25^e Rencontres Recherches Ruminants, p. 565-569.
- Jondreville C., Barataud F., 2023. De la haie à l'arbre champêtre : réhabiliter l'arbre en milieu rural agricole. *POUR*, 247, 169-179.
- Kristensen L.S., Thenail C., Kristensen S.P., 2004. Landscape changes in agrarian landscapes in the 1990s: the interaction between farmers and the farmed landscape. A case study from Jutland, Denmark. *Journal of Environmental Management*, 71, 231-244.
- López-Felices B., Aznar-Sánchez J.A., Velasco-Muñoz J.F., Mesa-Vázquez E., 2022. Installation of hedgerows around greenhouses to encourage biological pest control: Farmers' perspectives from Southeast Spain. *Journal of Environmental Management*, 323, 116210.
- Mooney S., Carter A., Hynds P., Macken-Walsh Á., Henchion M. *et al.*, 2024. On-farm pro-environmental diversification: A qualitative analysis of narrative interviews with Western-European farmers. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 48, 93-123.
- Pattanayak S.K., Mercer D.E., Sills E., Yang J.C., 2003. Taking stock of agroforestry adoption studies. *Agroforestry Systems*, 57, 137-150.
- Petit S., Vandenbroucke P., 2017. La haie coupe, l'eau relie. Les continuités écologiques requalifiées par les agriculteurs. *Développement durable et territoires*, 8(1).
- Pinton F., 2023. « Ces haies qui divisent » : une approche par le(s) territoire(s). *POUR*, 247, 119-141.
- Raymond C.M., Bieling C., Fagerholm N., Martin-Lopez B., Plieninger T., 2016. The farmer as a landscape steward: Comparing local understandings of landscape stewardship, landscape values, and land management actions. *Ambio*, 45, 173-184.
- Sachet S., 2020. L'arbre en agriculture, trajectoire d'un problème socio-écologique et reconfigurations des interdépendances au nom de l'agroécologie. Thèse, université de Bordeaux.
- Simon S., Lesueur-Jannoyer M., Plénet D., Lauri P., Le Bellec F., 2017. Methodology to design agroecological orchards: Learnings from on-station and on-farm experiences. *European Journal of Agronomy*, 82, 320-330.
- Stobbelaar D.J., Groot J.C.J., Bishop C., Hall J., Pretty J., 2009. Internalization of agri-environmental policies and the role of institutions. *Journal of Environmental Management*, 90, 175-184.
- Thareau B., Couvreur S., Manoli C., Pithon J., Pain G., Di Bianco S., 2016. Competing socio-technical transition pathways towards implementation of conservation policy aimed at enhancing hedgerow and grassland networks. IFSA congress 2016 – Social and technological transformation of farming systems: Diverging and converging pathways, Newport, UK, p. 750-761.
- Thareau B., Seyni N., Coisnon T., Dupraz P., 2023. Designing carbon markets connecting farmers and companies: stakeholders claiming territorial-based devices to promote synergies between diverse environmental challenges. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 104, 167-191.

- Thenail C., Dupraz P., Pech M., Turpin N., Ducos G. *et al.*, 2009. How do farms economic and technical dynamics contribute to landscape patterns? *In : Multifunctional Rural Land Management: Economics and Policies* (Brouwer F., van der Heide M., eds), Wageningen, Earthscan, p. 235-253.
- Toussaint M., Darrot C., 2021. Enquête sociologique auprès des agriculteurs planteurs de bocage. Rapports d'évaluation du programme Breizh Bocage, Institut Agro Rennes-Angers, Rennes, 148 p.
- Vantorhoudt A., Hewison N., 2023. Agir en faveur des haies en Occitanie : une structuration régionale. *POUR*, 247, 181-189.
- Wiersum K.F., 1994. Farmer adoption of contour hedgerow intercropping, a case-study from East Indonesia. *Agroforestry Systems*, 27, 163-182.



Chapitre 5

La haie à la rencontre du droit

Alexandra Langlais, Florent Romagoux, Marius Combe, Léa Lemoine

Les haies sont encore très peu considérées dans le milieu académique politique et surtout juridique. Les manuels de droit de l'environnement, comme la doctrine (terme utilisé pour désigner les travaux réalisés par des juristes, dans lesquels une réflexion est menée sur un texte juridique, une jurisprudence, une institution...), ne traitent pas ou très peu de cet objet. La démonstration scientifique des multiples apports des haies (voir partie 1) a été entendue récemment par les politiques publiques. Il n'en demeure pas moins que, bien que prises en compte dans les outils juridiques, les haies sont longtemps restées dans l'ombre d'autres mesures de protection. Leur sortie progressive de l'anonymat jusqu'à l'existence, en France, d'une récente définition juridique, résulte sans nul doute de la démonstration scientifique de leurs bienfaits, mais correspond aussi à une volonté affichée de rendre plus lisible le cadre juridique très complexe qui leur est applicable. Dans un premier temps, une analyse de cette récente mise en visibilité à la fois politique et juridique des haies sera réalisée et dans un second temps, l'accent portera sur les défis juridiques à relever en matière de protection et de gestion pour pleinement incarner la multifonctionnalité des haies.

► Les haies : nouvel objet des politiques publiques et nouvel objet juridique ?

Les haies bénéficient d'un intérêt grandissant jusqu'à l'obtention aujourd'hui d'un statut juridique propre. S'agit-il pour autant d'une véritable consécration juridique ? Par ailleurs, depuis un certain temps déjà, bien que souvent non visées expressément, les haies font l'objet de considérations juridiques complexes pouvant être justifiées.

Une complexité du droit susceptible d'être expliquée ?

La complexité juridique, soit la difficulté à lire le droit applicable aux haies, peut s'expliquer pour au moins deux raisons. La première se trouve dans le fait que les haies ne sont pas toujours identifiables car elles font partie d'un ensemble plus large. La deuxième raison est liée à la superposition de dispositifs juridiques résultant de la prise en compte progressive des différents bénéfices attribuables aux haies.

Un manque de visibilité des haies incluses dans des dispositifs juridiques englobants

Les différents enjeux applicables aux haies, qu'il s'agisse de leur suppression ou de leur protection, ont longtemps été englobés dans des concepts ou dispositifs juridiques qui traitent tacitement ou implicitement des haies. Cette « invisibilité » juridique a aussi pour preuve le peu de références consacrées aux haies par la doctrine juridique²², en dépit des concepts ou termes en droit les intégrant *in fine*.

C'est tout d'abord le cas du terme de « remembrement », qui a conduit à la disparition massive des haies. Porté par une volonté de lutter contre le morcellement jugé excessif des terres agricoles en vue de restructurer le foncier et d'augmenter la rentabilité des exploitations agricoles, le remembrement a largement impacté les haies (voir chapitre 3). Représentations physiques des délimitations des propriétés agricoles, les haies ont été détruites pour cette même raison. Ce n'est qu'ultérieurement, au moment de la reconnaissance des effets écologiques néfastes associés à leur disparition, qu'un nouvel intérêt, environnemental cette fois-ci, leur a été attribué et a fait évoluer les remembrements vers des aménagements fonciers agricoles, forestiers et environnementaux (Afafe). Ces Afafe prévus par l'article L. 123-1 du Code rural ont « principalement pour but, par la constitution d'exploitations rurales d'un seul tenant ou à grandes parcelles bien groupées, d'améliorer l'exploitation agricole des biens qui y sont soumis. Il doit également avoir pour objet l'aménagement rural du périmètre dans lequel il est mis en œuvre et peut permettre, dans ce périmètre, une utilisation des parcelles à vocation naturelle, agricole ou forestière en vue de la préservation de l'environnement ».

Tout comme pour la suppression des haies, leur protection est également intégrée dans des concepts plus larges. En effet, elles sont considérées dans les concepts de trames vertes et bleues (TVB), d'infrastructures agroécologiques (IAE) (Langlais, 2020a) ou encore de particularités topographiques, autant de désignations qui peuvent renvoyer à la haie sans la mentionner expressément. Car l'intérêt environnemental porté à la haie lui ouvre de nouvelles perspectives de protection juridique. La haie n'est certes pas nécessairement visée isolément mais se caractérise comme une composante d'un ensemble paysager et bénéficie d'une protection à ce titre. La Convention du Conseil de l'Europe sur le paysage du 20 octobre 2020²³ ne fait pas mention des haies dans sa définition du paysage, défini comme une « partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations » (art. 1a). Toutefois, la définition des actions pour la protection et la gestion des paysages et des éléments qui le composent ne laissent aucun doute quant à la prise en compte des haies.

22. Aucune référence aux haies dans les principaux manuels de droit de l'environnement. Seul l'ouvrage de Prieur *et al.* (2023) aborde la question.

23. Les parties contractantes s'engagent à protéger, gérer ou aménager leurs paysages par un ensemble de mesures (<https://www.coe.int/fr/web/landscape/text-of-the-european-landscape-convention>). La France, avec la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, s'était d'ores et déjà engagée en ce sens en approfondissant la protection des paysages, notamment *via* des objectifs de qualité paysagère (art. L. 333-1-II Code de l'environnement). D'autres législations françaises avaient préalablement considéré le paysage, par exemple la loi du 8 janvier 1993 sur la protection et la mise en valeur des paysages, JORF n° 7 du 9 janvier 1993.

En effet, la protection des paysages « comprend les actions de conservation et de maintien des aspects significatifs ou caractéristiques d'un paysage, justifiés par sa valeur patrimoniale émanant de sa configuration et/ou de l'intervention humaine » (art. 1d). Quant à la gestion des paysages, elle « comprend les actions visant, dans une perspective de développement durable, à entretenir le paysage afin de guider et d'harmoniser les transformations induites par les évolutions sociales, économiques et environnementales » (art. 1e).

Cette caractéristique selon laquelle la haie est une composante d'un ensemble paysager est aussi perceptible dans les législations relatives à la préservation de la biodiversité. En particulier, la directive n° 42/43/CEE Habitats du 21 mai 1992²⁴ souligne dans son article 3-3 que « là où ils l'estiment nécessaire, les États membres s'efforcent d'améliorer la cohérence écologique de Natura 2000 par le maintien et, le cas échéant, le développement des éléments du paysage, mentionnés à l'article 10, qui revêtent une importance majeure pour la faune et la flore sauvages ». Les haies n'y sont pas mentionnées en tant que telles mais le format requis de cette liste non exhaustive d'éléments du paysage visés laisse, là encore, peu de doute : « Ces éléments sont ceux qui, de par leur structure linéaire et continue (tels que les rivières avec leurs berges ou les systèmes traditionnels de délimitation des champs) ou leur rôle de relais (tels que les étangs ou les petits bois), sont essentiels à la migration, à la distribution géographique et à l'échange génétique d'espèces sauvages » (art. 10).

Dans la même veine, la TVB « ayant pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques » est définie à l'article L. 371-1 du Code de l'environnement. De la même manière que la directive Habitats, elle n'utilise pas du vocable « haies » pour définir la trame verte qui comprend des espaces protégés et « les corridors écologiques constitués des espaces naturels ou semi-naturels ainsi que des formations végétales linéaires ou ponctuelles, permettant de relier les espaces mentionnés au 1° » (art. L. 371-1-II-2 du Code de l'environnement).

C'est également en tant que « particularités topographiques » que les haies ont été saisies par le droit. Elles sont considérées, sous ce vocable, au titre des règlements européens encadrant la Politique agricole commune (PAC) aux côtés d'autres particularités topographiques comme les mares. Cette prise en compte date de la précédente PAC de 2014-2020²⁵. Plus précisément, la préservation des particularités topographiques est présentée comme un prérequis pour bénéficier des aides de la PAC dans la mesure où elles sont inscrites au titre de la conditionnalité des aides de la PAC. La conditionnalité de ces aides comprend des exigences réglementaires en matière de gestion (ERMG) ainsi que des bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE). En effet, selon l'article 12-1 du règlement européen du 2 décembre 2021 relatif

24. Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels et de la faune et de la flore sauvages, JO n° L 206 du 22.7.1992.

25. Voir Règl. (UE) n° 1305/2013 du Parlement européen et du Conseil du 17 décembre 2013 relatif au soutien au développement rural par le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader) et qui abroge le règlement (CE) n° 1698/2005 du Conseil, JOUE n° L 347 du 20 décembre 2013. Voir aussi Règl. (UE) n° 1307/2013 du Parlement européen et du Conseil du 17 décembre 2013 établissant les règles relatives aux paiements directs en faveur des agriculteurs au titre des régimes de soutien relevant de la Politique agricole commune et abrogeant le règlement (CE) n° 637/2008 du Conseil et le règlement (CE) n° 73/2009 du Conseil, JOUE n° L 347 du 20 décembre 2013.

à l'établissement des plans stratégiques par les États membres²⁶, ceux-ci «incluent dans leurs plans stratégiques relevant de la PAC un système de conditionnalité, en vertu duquel les agriculteurs et les autres bénéficiaires recevant des paiements directs au titre du chapitre II ou les paiements annuels prévus aux articles 70, 71 et 72 sont passibles d'une sanction administrative s'ils ne satisfont pas aux exigences réglementaires en matière de gestion prévues par le droit de l'Union ni aux normes relatives aux BCAA établies dans les plans stratégiques relevant de la PAC [...]».

Ces deux pans de la conditionnalité n'ont pas le même impact dans la mesure où l'un est rattaché à des exigences européennes légales (ERMG) et l'autre à des pratiques que l'agriculteur doit respecter sur les surfaces, les animaux et les éléments dont il a le contrôle (BCAE). C'est au titre de cette seconde composante de la conditionnalité que les haies sont qualifiées de «particularités topographiques». Cette prise en compte explicite au sein des BCAA n'exclut toutefois pas une absence de considération pour les haies dans le volet ERMG, qui comprend des dispositions environnementales essentielles²⁷. Selon l'article 13-1 du règlement européen du 2 décembre 2021 établissant des règles relatives à l'aide aux plans stratégiques devant être élaborés par les États membres dans le cadre de la PAC²⁸, intitulé «Obligations des États membres relatives aux bonnes conditions agricoles et environnementales», «les États membres veillent à ce que toutes les surfaces agricoles, y compris les terres qui ne sont plus exploitées à des fins de production, soient maintenues dans de bonnes conditions agricoles et environnementales. Les États membres fixent, au niveau national ou régional, des normes minimales à appliquer par les agriculteurs et les autres bénéficiaires pour chaque norme relative aux BCAA figurant à l'annexe III conformément au principal objectif de ces normes visé dans ladite annexe. Lorsqu'ils fixent leurs normes, les États membres tiennent compte, le cas échéant, des caractéristiques spécifiques des surfaces concernées, y compris des conditions pédologiques et climatiques, des modes d'exploitation existants, des pratiques agricoles, de la taille et de la structure des exploitations agricoles, de l'utilisation des terres et des spécificités des régions ultrapériphériques». Au sein de l'annexe III relative aux règles relatives à la conditionnalité conformément à l'article 12, figure la BCAA 8 dédiée à la biodiversité et plus spécifiquement aux paysages. Cette dernière comprend plusieurs dispositions telles que : une part minimale de la surface agricole consacrée à des zones ou à des éléments

26. Règl. (UE) 2021/2115 du Parlement européen et du Conseil du 2 décembre 2021 établissant des règles relatives à l'aide aux plans stratégiques devant être élaborés par les États membres dans le cadre de la Politique agricole commune (plans stratégiques relevant de la PAC) et financés par le Fonds européen agricole de garantie (Feaga) et par le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader), et abrogeant le règlement (UE) n° 1305/2013 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (UE) n° 1307/2013 du Parlement européen et du Conseil, JOUE n° L du 6 décembre 2021.

27. Au titre des ERMG comprenant notamment le respect des dispositions juridiques environnementales essentielles, les haies bénéficient d'une protection indirecte au titre de la directive Oiseaux ou de la directive Habitats dans la mesure où elles ne peuvent être détruites, soit lorsqu'elles participent à la conservation d'espèces ou d'habitats.

28. Règl. (UE) 2021/2115 du Parlement européen et du Conseil du 2 décembre 2021 établissant des règles relatives à l'aide aux plans stratégiques devant être élaborés par les États membres dans le cadre de la Politique agricole commune (plans stratégiques relevant de la PAC) et financés par le Fonds européen agricole de garantie (FEAGA) et par le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER), et abrogeant le règlement (UE) n° 1305/2013 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (UE) n° 1307/2013 du Parlement européen et du Conseil, JOUE n° L du 6 décembre 2021.

non productifs; le maintien des particularités topographiques; l'interdiction de tailler les haies et les arbres durant la période de nidification et de reproduction des oiseaux; à titre facultatif, des mesures destinées à éviter les espèces végétales envahissantes.

Ces BCAA comportent donc des particularités nationales et il appartient aux États membres de tenir compte d'un certain nombre de caractéristiques spécifiques (encadré 5.1). Cette notion de particularités topographiques côtoie également celle d'IAE, terminologie pouvant aussi désigner les haies. Selon l'article D. 341-6-2 du Code rural et de la pêche maritime, en application de l'article 70 du règlement (UE) 2021/2115 du Parlement européen et du Conseil du 2 décembre 2021, soit le règlement PAC consacré aux plans nationaux stratégiques, différentes aides et mesures sont mises en place. Parmi celles-ci figure la « mesure agroenvironnementale et climatique pour l'entretien durable des IAE ». L'article D. 341-6-3 du même code prévoit également que les surfaces éligibles aux mesures agroenvironnementales et climatiques prévues à cette section sont notamment « les IAE déclarées en surfaces non agricoles ». En application du droit de l'Union européenne, deux terminologies différentes s'appliquant aux haies sont donc utilisées pour déterminer les conditions d'octroi des aides de la PAC.

Encadré 5.1. Article. D. 614-52 du Code rural

Alexandra Langlais

La définition des particularités topographiques est déterminée par un arrêté du ministre chargé de l'agriculture selon l'article D-614-52-I du Code rural. En sus de cette liste, le même article précise que cet arrêté fixe leurs caractéristiques mais aussi, le cas échéant, « les conditions dans lesquelles leur maintien est assuré en cas de déplacement, de destruction ou de remplacement ».

Ledit arrêté est celui du 14 mars 2023 relatif aux règles de BCAA (JORF n° 0067 du 19 mars 2023⁽¹⁾). Les particularités topographiques prévues à l'article 5.I-1 (article modifié par l'arrêté du 3 décembre 2024) sont les suivantes :

- « les mares d'une surface strictement inférieure ou égale à 50 ares;
- les bosquets d'une surface strictement inférieure ou égale à 50 ares;
- les haies d'une largeur inférieure ou égale à 10 mètres. Cette largeur s'apprécie sur la totalité de la haie, qu'elle soit mitoyenne ou non.

Une haie est une unité linéaire de végétation ligneuse, d'une largeur inférieure ou égale à 20 mètres, implantée à plat, sur talus ou sur creux, avec :

- une présence d'arbustes et, le cas échéant, une présence d'arbres et/ou d'autres ligneux (ronces, genêts, ajoncs...);
- ou une présence d'arbres et d'autres ligneux (ronces, genêts, ajoncs...).

Un bosquet est un élément non linéaire d'arbres ou d'arbustes dont les couronnes se chevauchent pour former un couvert de superficie de 50 ares au plus.

Une mare est étendue d'eau dont la surface est inférieure ou égale à 50 ares. Les réservoirs artificialisés par une matière plastique ou du béton ne sont pas des mares. »

Ce même article prévoit également les modalités de destruction, de déplacement et de remplacement des haies et les interdictions de couper les haies et les arbres pendant la saison de nidification.

(1) <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/jo/2023/03/19/0067>

Ce conditionnement des aides de la PAC concernant les haies renvoie à un plafond minimal d'exigences à respecter pour l'ensemble des États membres au titre notamment de la protection de l'environnement. Cependant, comme l'a rappelé le rapport du CGAAER (Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux) de 2023 (de Menthère *et al.*, 2023), l'annonce de ce dispositif a eu un effet délétère pour le maintien des haies dans le paysage agricole puisque « de nombreux exploitants agricoles auraient supprimé des haies avant ou au cours de l'année 2015, de crainte de les voir sanctuarisées ». La BCAE relative au maintien des particularités topographiques, désormais BCAE 8, a été maintenue à l'issue de la réforme de la PAC de 2023. Sur fond de crise agricole, la conditionnalité des aides à l'égard des haies a toutefois évolué. En effet, dans le cadre du réexamen récent de la PAC²⁹ en réponse à la colère du monde agricole au cours de l'hiver 2024, réexamen régulièrement dénoncé car se traduisant par la baisse des ambitions environnementales (Mestre, 2024; Langlais, 2025), les haies ont fait l'objet d'une nouvelle visibilité. L'obligation contenue dans la BCAE 8 de consacrer une part minimale des terres arables à des zones non productives a été supprimée au profit d'une logique nouvelle, celle du choix désormais offert aux agriculteurs de planter des haies, ou des arbres, ou encore certaines cultures dérobées ou fixatrices d'azote et de bénéficier du programme de l'écorégime, c'est-à-dire de bénéficier d'aides à cet effet. Concernant l'écorégime, il est important de rappeler que trois voies d'accès à cette aide sont envisageables : la voie des pratiques, la voie de la certification ou la voie des éléments favorables à la diversité (figure 5.1).

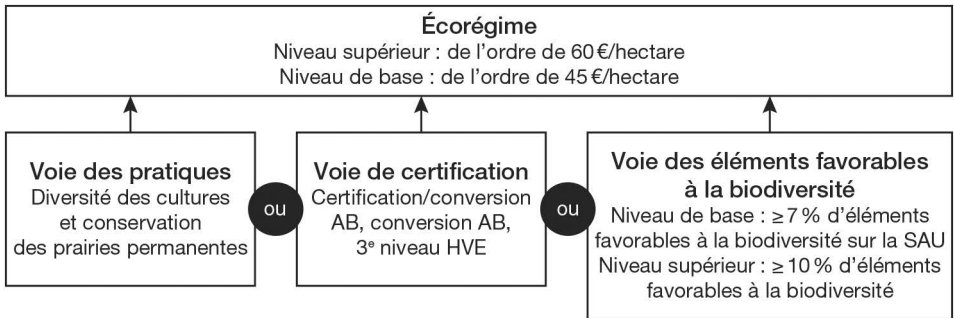


Figure 5.1. Schéma des trois voies d'accès à l'écorégime. D'après le ministère de l'Agriculture (2026).

AB : agriculture biologique; HVE : haute valeur environnementale; SAU : surface agricole utile.

Cette troisième voie a été précisée dans un document du ministère de l'Agriculture, une annexe 6 consacrée à l'écorégime ainsi qu'à ses modalités de mise en œuvre³⁰, selon laquelle « tout exploitant disposant d'au moins 7 % d'IAE ou de terres en jachères sur sa surface agricole utile (SAU) accède au niveau de base de l'écorégime. Le niveau supérieur est acquis à tout exploitant disposant d'au moins 10 % d'IAE ou de terres en jachères sur sa surface agricole utile ».

29. Règl. (UE) 2024/1468 du PE et du Conseil du 14 mai 2024 modifiant les règlements (UE) 2021/2115 et (UE) 2021/2116 en ce qui concerne les normes relatives aux bonnes conditions agricoles et environnementales, les programmes pour le climat, l'environnement et le bien-être animal, la modification des plans stratégiques relevant de la PAC, le réexamen des plans stratégiques relevant de la PAC et les exemptions des contrôles et des sanctions, JOUE L, 2024/1468, 24.05.2024.

30. <https://agriculture.gouv.fr/les-paiements-directs-decouples>, consulté le 12 septembre 2025.

L'exemple suivant est mentionné : « Un agriculteur présente 125 mètres linéaires (ml) de haies et 1,5 ha de jachères sur 25 ha de SAU. Il demande à bénéficier de l'écorégime par la voie des éléments favorables à la biodiversité. 125 ml de haies équivalent à 2500 m² d'IAE (0,25 ha d'IAE). L'exploitant détient donc l'équivalent de 1,75 ha d'éléments favorables à la biodiversité sur sa SAU, soit 7 %. Il respecte les exigences du niveau de base de l'écorégime et bénéficiera du paiement correspondant ».

En complément, il existe le « bonus haie ». Le montant de cette prime s'élève à 20 € par hectare de SAU. Pour être éligible à ce bonus, il convient de satisfaire à trois conditions :

- être bénéficiaire de l'écorégime par la voie des pratiques ou de la certification environnementale ;
- justifier d'au moins 6 % de haies sur sa SAU, dont 6 % sur les terres arables de l'exploitation lorsque cela est applicable. Par exemple, pour une SAU de 100 ha, il faut posséder au minimum 3 km de haie (soit en moyenne 30 mètres de haie par hectare) ;
- être engagé dans un programme de gestion durable de la haie certifié.

Ce bonus n'est toutefois pas cumulable avec la mesure agroenvironnementale et climatique (MAEC) Biodiversité – Entretien durable d'IAE ligneux.

À côté de ce dispositif, le maintien des éléments topographiques est toutefois toujours exigé au titre de la BCAE 8. En effet, selon l'article D. 615-50-1 du Code rural, « les agriculteurs qui demandent les aides soumises aux règles de conditionnalité prévues par la Politique agricole commune maintiennent les particularités topographiques des surfaces agricoles de leur exploitation qui sont à leur disposition ». En ce sens, l'article 5-1-2-a de l'arrêté modifié susmentionné du 14 mars 2023 relatif aux règles de bonnes conditions agricoles et environnementales précise toutes les formes de dérogation à l'interdiction de destruction des haies existantes :

« On entend par destruction de la haie sa suppression définitive. La destruction de la haie n'est autorisée que dans les cas suivants :

- création d'un nouveau chemin d'accès rendu nécessaire pour l'accès et l'exploitation de la parcelle, dans la limite de 10 mètres de large ;
- création ou agrandissement d'un bâtiment d'exploitation justifié par un permis de construire ;
- gestion sanitaire de la haie décidée par le préfet au titre des dispositions visées au livre II du Code rural et de la pêche maritime ;
- défense de la forêt contre les incendies décidée par le préfet au titre des dispositions visées au titre III du code forestier ;
- réhabilitation d'un fossé dans un objectif de rétablissement d'une circulation hydraulique ;
- travaux déclarés d'utilité publique ;
- opération d'aménagement foncier avec consultation du public, en lien avec des travaux déclarés d'utilité publique. Cette opération doit faire l'objet d'un conseil environnemental de la part des organismes visés à l'annexe X.

Dans chacun de ces cas de destruction, l'agriculteur doit, au préalable, déclarer à la direction départementale chargée de l'agriculture dans laquelle se situe le siège de l'exploitation la destruction de la haie et joindre les pièces justifiant la destruction. »

Enfin, c'est également sous le terme de particularités topographiques, et donc d'une certaine manière, cachées dans un ensemble, que les haies sont considérées par le

règlement européen sur la restauration de la nature du 24 juin 2024³¹, qui a pour ambition de restaurer 20 % des terres et mers de l'Union européenne d'ici 2030. Concernant la restauration des écosystèmes agricoles, il est en particulier prévu que « les États membres mettent en place des mesures visant à obtenir une tendance à la hausse, au niveau national, d'au moins deux des trois indicateurs suivants pour les écosystèmes agricoles [...] :

- indice des papillons de prairies ;
- stock de carbone organique dans les sols minéraux des terres cultivées ;
- part des terres agricoles présentant des particularités topographiques à haute diversité » (art. 11-2 du règlement).

Concernant ce dernier indicateur, l'annexe IV du même règlement mentionne les haies dans les particularités topographiques à haute diversité. Cette annexe précise également que « pour remplir leur rôle, les particularités topographiques doivent être soumises le moins possible à des perturbations externes négatives de manière à offrir des habitats sûrs à différents taxons et doivent ainsi satisfaire aux conditions suivantes :

- elles ne peuvent pas être utilisées à des fins de production agricole (y compris pour le pâturage ou la production fourragère), à moins que cette utilisation soit nécessaire à la préservation de la biodiversité ;
- elles ne doivent pas recevoir de traitement à base d'engrais ou de pesticides, à l'exception d'un traitement à bas niveau d'intrants avec du fumier solide. »

Il y est également précisé que : « Les terres en jachère, y compris temporairement, peuvent être considérées comme des particularités topographiques à haute diversité si elles satisfont aux critères énoncés au deuxième alinéa, points a) et b). Les arbres productifs faisant partie des systèmes agroforestiers durables ou les arbres de vergers anciens étendus situés dans des prairies permanentes et les éléments productifs des haies peuvent également être considérés comme des particularités topographiques à haute diversité s'ils satisfont au critère énoncé au deuxième alinéa, point b), et si les récoltes n'ont lieu qu'à des moments où elles ne risquent pas de compromettre des niveaux élevés de biodiversité. »

Enfin, l'annexe VI relative à la liste d'exemples de mesures de restauration visés à l'article 14 § 16 du même règlement désigne comme éligible le fait d'« introduire des particularités topographiques à haute diversité sur les terres arables et les prairies exploitées de manière intensive, telles que des bandes tampons, des bordures de champs à fleurs indigènes, des haies vives, des arbres, des petites forêts, des murs en terrasses, des mares, des corridors d'habitats continus et discontinus, etc. ».

En application de ce règlement européen, il appartient à chaque État membre d'élaborer un plan national de restauration de la nature d'ici septembre 2026.

Les haies sont également abritées sous un autre terme, celui d'IAE. Dans le cadre du bail rural à clause environnementale, une clause prévoit en effet le maintien d'un taux minimal d'IAE et la nature de celles-ci. En vertu de l'article R-411-9-11-2 du Code rural, il est spécifié que « pour l'application du précédent alinéa, sont notamment considérés comme infrastructures écologiques les haies, bosquets, arbres isolés ou alignés, jachères, bordures de champs, fossés, murets, banquettes, mares, vergers de haute tige ».

31. Règl. (UE) 2024/1991 du Parlement européen et du Conseil du 24 juin 2024 relatif à la restauration de la nature et modifiant le règlement (UE) 2022/869, JOUE n° L 2024/1991, du 29 juillet 2024.

L'énumération de ces différentes terminologies et concepts fait apparaître que les haies ne sont pas ignorées mais qu'elles appartiennent à des dispositifs plus englobants. N'étant pas immédiatement visibles, et ne correspondant pas à une entité juridique autonome, elles ne bénéficient pas d'une protection et d'une gestion qui leur soient propres. Elles peuvent néanmoins bénéficier d'une protection par ricochet lorsqu'elles font partie d'un site lui-même protégé. Elles peuvent par exemple bénéficier des mesures protégeant les réserves naturelles classées qui sont « des parties du territoire terrestre ou maritime d'une ou de plusieurs communes [qui] peuvent être classées en réserve naturelle lorsque la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et, en général, du milieu naturel présente une importance particulière ou qu'il convient de les soustraire à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader » (art. L. 332-1-I du Code de l'environnement). C'est aussi le cas des espaces naturels sensibles où le département est compétent pour « élaborer et mettre en œuvre une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles, boisés ou non, destinée à préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et des champs naturels d'expansion des crues et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels selon les principes posés à l'article L. 101-2 » (art. L. 113-8 du Code de l'urbanisme).

Incluses dans un dispositif juridique qui les dépasse ou bénéficiaires d'une protection par ricochet d'espaces impliquant des restrictions d'usage, les haies n'apparaissent pas visibles d'emblée, ce qui rend complexe la lisibilité du droit applicable à leur rencontre. Ce niveau de complexité se renforce lorsqu'il s'ajoute à un éparpillement des sources juridiques susceptibles de concerner les haies. Il s'explique par la reconnaissance progressive des différents bénéfices attribués aux haies générant de nouveaux besoins de droit.

Une superposition des cadres juridiques en réponse aux différentes finalités des haies

Les dispositions applicables à la haie relèvent du Code civil, du Code de l'urbanisme, du Code de l'environnement, du Code rural, etc. Cette diversité de sources juridiques explique le cadre disparate et éclaté du droit applicable aux haies et accentue l'impression de complexité légitimement ressentie à son égard.

Elle s'explique en réalité largement par la reconnaissance des différents bénéfices accordés aux haies au fil du temps. C'est l'une des caractéristiques du droit : celle de répondre à un objectif précis, qui, en l'espèce, est de préserver un intérêt reconnu de la haie. Il peut s'agir de celui visant la séparation de propriété et qui permet de clarifier les droits et obligations des propriétaires concernés. Ou de préserver la biodiversité et par là même la fonction d'habitat des haies. Loin que l'un chasse l'autre, ces différents intérêts reconnus se superposent pour couvrir le spectre de toutes les fonctions de la haie. Toutefois, cette approche en silos, y compris du droit de l'environnement, est régulièrement critiquée pour le risque d'incohérence qu'elle peut faire courir à ce qui doit être protégé (Van Asselt, 2011).

Le Code civil

Les haies étant à l'origine essentiellement considérées comme des éléments physiques de délimitation des parcelles agricoles (voir chapitre 3), leur encadrement juridique

a principalement été envisagé sous cet aspect, pour régler les relations de voisinage. Tout propriétaire de haies est soumis ici à un certain nombre de droits et d'obligations.

Les haies destinées à séparer des propriétés, y compris agricoles, dites « haies de clôture » (Parc naturel régional du Perche, 2013), doivent respecter des règles de plantation et d'entretien à proximité du « fonds » voisin³², notamment des règles de distances (art. L. 671 et 672 du Code civil) et d'entretien destinées à préserver le bon usage de la parcelle voisine. D'autres règles visent les haies situées le long de voies ouvertes à la circulation, pour lesquelles des questions de sécurité priment (Parc naturel régional du Perche, 2013).

Le propriétaire peut voir sa responsabilité engagée en cas de non-respect de ces règles et, à l'inverse, il peut bénéficier d'une réparation en cas de dommages causés à sa haie. Au début du xx^e siècle, le nombre conséquent de haies (Morin et Omnès, 2022)³³ s'explique par la petite taille des parcelles agricoles, mais la mécanisation agricole, le besoin d'augmenter la taille des parcelles et les remembrements successifs ont entraîné la disparition de plus de 800 000 km de haies (voir chapitre 3). Quoique drastique, cette réduction ne fait toutefois pas disparaître le besoin initial de droit à leur égard : celui de l'encadrement des limites de propriété.

Le Code de l'urbanisme

Le droit de l'urbanisme s'est également emparé de la question des haies. Considéré comme le « droit commun de l'aménagement physique de l'espace » (Jacquot *et al.*, 2025), il a offert une place aux haies dans l'occupation de l'espace et ce, notamment, à travers une procédure de classement. Selon son article L. 113-1, en effet, « les plans locaux d'urbanisme peuvent classer comme espaces boisés, les bois, forêts, parcs à conserver, à protéger ou à créer, qu'ils relèvent ou non du régime forestier, enclos ou non, attenants ou non à des habitations. Ce classement peut s'appliquer également à des arbres isolés, des haies ou réseaux de haies ou des plantations d'alignements ». « Le classement interdit tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements » (art. L. 113-2 du Code de l'urbanisme). Il offre une protection juridique très forte. D'autres procédures sont aussi prévues par le Code de l'urbanisme pour identifier ou localiser un ou plusieurs éléments présentant un intérêt patrimonial, paysager ou écologique et définir, si nécessaire, les prescriptions de nature à assurer leur protection (art. L. 111-22 du Code de l'urbanisme). Ceci est notamment vrai pour la préservation, le maintien ou la remise en état des continuités écologiques ou TVB (art. L. 151-23 du Code de l'urbanisme).

Le Code rural

Le droit rural joue également un rôle majeur dans l'aménagement de l'espace agricole. En particulier, l'article L. 126-3 prévoit que « le préfet peut prononcer la protection de boisements linéaires, haies et plantations d'alignement, existants ou à créer [...] ». Ces boisements, haies et plantations sont identifiés par un plan et un descriptif de leur situation dans les parcelles cadastrales. Leur destruction est soumise à l'autorisation préalable du préfet, donnée après avis de la commission départementale

32. Terme juridique pour désigner la propriété immobilière jouxtant une autre propriété.

33. Un linéaire pouvant atteindre 2 millions de kilomètres a pu être estimé sur le territoire national (Morin et Omnès, 2022).

d'aménagement foncier s'il s'agit d'éléments identifiés en application du 6° de l'article L. 123-8 du présent code». Dans la mesure où le Code rural vise également à organiser les relations entre un propriétaire et un exploitant agricole, le sort réservé aux haies est l'une des questions traitées dans le cadre du bail rural. Les travaux d'arrachage des haies requièrent à ce titre l'accord du propriétaire en vertu de l'article L. 411-28 (sur ce point, voir plus en détail ci-après).

Le Code de l'environnement

Le droit de l'environnement s'investit également en faveur de la protection des haies. Elles peuvent bénéficier d'une protection par ricochet, comme nous l'avons mentionné précédemment, lorsqu'elles se trouvent sur un territoire faisant lui-même l'objet d'une protection particulière. La protection de ces espaces (réserves naturelles, sites classés, sites Natura 2000, etc.) est parfois assortie d'un respect d'obligations à l'égard des haies. Par ailleurs, éléments fixes du paysage, les haies sont reconnues comme étant des lieux d'habitats favorisant la nidification, la reproduction et l'alimentation. Ce rôle a notamment été souligné pour la tourterelle des bois (Morin, 2022). À ce titre, les dispositions juridiques nationales résultent largement de transpositions de directives européennes. La directive n° 92/43/CEE Habitats du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvage³⁴, dans son article 12, interdit la perturbation intentionnelle des espèces animales protégées – notamment durant les périodes de reproduction, dépendance, hibernation ou migration – et la détérioration des sites de reproduction ou des aires d'habitats. La directive Oiseaux n° 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages³⁵, dans son article 5, mentionne l'interdiction de détruire ou d'endommager les nids et les œufs et de perturber intentionnellement les oiseaux pendant la période de reproduction ou de dépendance³⁶.

La haie n'est protégée que si elle est qualifiée juridiquement d'habitat³⁷ d'espèces protégées, cette fonction d'habitat devant être effective. Cependant, il ne s'agit pas d'une

34. JOUE L 206 du 22 juillet 1992.

35. JOUE L 20 du 26 janvier 2010.

36. Transposition des dispositions européennes dans le droit national *via* l'article L. 411-1-I du Code de l'environnement selon lequel «Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits :
– la destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;
– la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;
– la destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces ;
– la destruction, l'altération ou la dégradation des sites d'intérêt géologique, notamment les cavités souterraines naturelles ou artificielles, ainsi que le prélèvement, la destruction ou la dégradation de fossiles, minéraux et concrétions présents sur ces sites ;
– la pose de poteaux téléphoniques et de poteaux de filets paravalanches et anti-éboulements creux et non bouchés.»

37. Le rapport CGAAER de 2023 (p. 22) indique «que la présence d'un nid doit avoir été préalablement notifiée à l'agriculteur par une autorité administrative (signalement ou arrêtés préfectoraux)» (de Menthère *et al.*, 2023).

protection absolue dans la mesure où une dérogation à l'interdiction de porter atteinte aux espèces protégées et à leurs habitats est prévue (art. L. 411-2 du Code de l'environnement³⁸). La destruction d'une haie identifiée comme habitat d'espèces protégées doit faire l'objet d'une autorisation environnementale préalable. Le demandeur devra également respecter la séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC)³⁹ qui vise à « prévenir⁴⁰ » les impacts environnementaux d'un projet.

D'un point de vue environnemental, cette fonction d'habitat n'est qu'une partie des bénéfices écologiques qui peuvent être attribués aux haies. En d'autres termes, leur reconnaissance comme habitat d'une ou plusieurs espèces protégées ne signifie pas qu'elles soient reconnues comme un écosystème à part entière, dont la fonction d'habitat ne serait qu'une fonction parmi d'autres. Une évolution est perceptible au nom de la transition agroécologique et se traduit par la récente définition juridique de la haie (voir ci-après).

L'éparpillement de ces différentes dispositions juridiques applicables à un objet non clairement délimité renforce cette impression de cadre juridique complexe. En réponse, la tentation est forte d'offrir plus de clarté juridique à l'aide d'une définition juridique propre aux haies. Cette consécration juridique est-elle pour autant une réponse adaptée ?

Quel apport d'une définition juridique des haies ?

Sans nul doute, accorder une définition juridique aux haies leur donne une plus grande visibilité et permet une reconnaissance officielle de leur intérêt. Leur récente consécration juridique par la loi d'orientation agricole du 24 mars 2025⁴¹ en est la preuve. Pour autant, avant même son existence, certains auteurs s'étaient d'ores et déjà penchés sur son bien-fondé, la qualifiant de « vraie fausse bonne idée » (Beuneiche et Landelle, 2022) et nous invitant également à nous interroger sur son apport.

Une définition juridique récente

Une définition, *a fortiori* juridique, a pour objet de préciser de quoi nous parlons et de fixer les limites de notre objet d'étude⁴². En effet, jusqu'à présent, l'enjeu juridique a largement moins porté sur la caractérisation de ce qu'est une haie que sur sa vocation

38. L'article L. 411-2 4° prévoit néanmoins parmi les conditions que « la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle ».

39. En effet, tout projet, plan ou programme soumis à une ou plusieurs procédures relevant du Code de l'environnement (évaluation environnementale, « loi sur l'eau », ICPE, dérogations espèces protégées, etc.) doit respecter la séquence ERC, selon la hiérarchie suivante : celle de l'évitement en priorité, celle de la réduction et seulement en dernier lieu celle de la compensation pour les effets résiduels.

40. Si la compensation intervient *a posteriori*, c'est-à-dire pour compenser les effets notables qui n'ont pu être évités ni suffisamment réduits, elle est inscrite dans le principe de prévention.

41. Loi n 2025-268 du 24 mars 2025 d'orientation pour la souveraineté alimentaire et le renouvellement des générations en agriculture, JORF n°0072 du 25 mars 2025.

42. Le terme « définition » provient du latin « *definitio* », soit l'action de délimiter. Comme l'a souligné le récent rapport du CGAAER de 2023 (p. 9), la définition de la haie varie selon le regard scientifique qui lui est porté : « La définition de l'écologue, du géographe ou de l'agronome est généralement plus complexe, incluant des paramètres sur la physionomie, la composition interne, la gestion ou le contexte paysager » (de Menthère *et al.*, 2023).

initiale — celle de constituer des limites séparatives de fonds — puis sur ses différentes vocations qui ont été saisies, par le droit de l'environnement, de l'urbanisme, etc. (voir section « Une superposition des cadres juridiques, réponses aux différentes finalités des haies » du présent chapitre). Mentionnées dans le chapitre du Code rural dédié à l'aménagement foncier rural, les haies, au même titre que les boisements et plantations, sont identifiées « par un plan et un descriptif de leur situation dans les parcelles cadastrales » (art. L-126-3). Il ne s'agit pas d'une définition mais d'une identification laissant une importante marge d'interprétation. À l'opposé, le fait de définir ce que sont les haies permet de leur accorder une identité propre, distincte de l'ensemble dans lequel elles sont généralement intégrées. Cela leur confère une reconnaissance certaine quant à l'intérêt de les prendre en considération en tant que telles.

Plus encore, dans la mesure où une définition juridique prévaut sur toute autre définition et est généralement assortie d'un ensemble de règles s'imposant à tous, elle apporte une sécurité juridique évidente aux acteurs en présence. C'est l'option prise par la loi française (n° 2025-268) d'orientation pour la souveraineté alimentaire et le renouvellement des générations en agriculture, du 24 mars 2025⁴³, laquelle constitue également une réponse à la récente crise agricole. Cette loi a modifié le Code rural et de la pêche maritime pour y ajouter un article L1.A selon lequel « la protection, la valorisation et le développement de l'agriculture et de la pêche sont d'intérêt général majeur en tant qu'ils garantissent la souveraineté alimentaire de la Nation. Ils constituent un intérêt fondamental de la Nation en tant qu'éléments essentiels de son potentiel économique ». Elle ajoute également que parmi les priorités de la politique en faveur de la souveraineté alimentaire figure celui « de reconnaître et de mieux valoriser les externalités positives de l'agriculture, notamment en matière de services environnementaux et d'aménagement du territoire ». Dans ce cadre, la loi offre une place particulière aux haies, en leur accordant tout d'abord une définition. Selon l'article L. 412-21 du Code de l'environnement, « I.- Sauf disposition spéciale, une haie est une unité linéaire de végétation, autre que des cultures, d'une largeur maximale de vingt mètres et qui comprend au moins deux éléments parmi les trois suivants : 1° Des arbustes ; 2° Des arbres ; 3° D'autres ligneux. Sont régies par la présente section les haies, à l'exclusion des allées d'arbres et des alignements d'arbres au sens de l'article L. 350-3, qu'ils bordent ou non des voies ouvertes ou non à la circulation publique, et à l'exclusion des haies implantées en bordure de bâtiments ou sur une place, qui constituent l'enceinte d'un jardin ou d'un parc attenant à une habitation ou qui se situent à l'intérieur de cette enceinte ».

Cette définition est particulière à plus d'un titre puisqu'elle se veut généraliste dans la mesure où c'est seulement s'il y a des dispositions particulières qu'elle sera susceptible d'être entendue différemment. De plus, en définissant une catégorie de haies, celles en milieu agricole, par la voie législative, elle offre une force juridique dès lors que cette définition relève d'une loi et non d'un arrêté par exemple, plus bas dans la hiérarchie des normes juridiques. Par ailleurs, la loi étant par définition générale, elle offre cette même généralité à la définition de la haie. En d'autres termes, il ne s'agit pas d'une définition réservée à un cadre spécifique. C'est principalement de ce point de vue qu'elle diffère de la définition retenue dans le cadre de la PAC sans toutefois que les deux définitions ne se confondent (encadré 5.1). L'autre particularité

43. JORF n°0072 du 25 mars 2025.

de cette définition est la reconnaissance de la multifonctionnalité des haies. En effet, le point II de l'article L. 412-21 du Code de l'environnement précise que «la valeur des haies est reconnue pour les services écosystémiques qu'elles rendent. Les interventions sur les haies visent un objectif de gestion durable définie comme permettant le maintien de leur multifonctionnalité agronomique, écologique et paysagère dans l'espace et dans le temps». Ce même article indique que «les haies peuvent faire l'objet de travaux d'entretien usuels tenant compte de leur caractère dynamique dans le temps et dans l'espace et permettant la valorisation économique de leurs produits, notamment la biomasse». Plus encore, aux côtés de cette définition et de la reconnaissance de la valeur multifonctionnelle des haies, existe également un ensemble de règles juridiques (article L. 412-22 et s. du Code de l'environnement) destinées à les préserver. Par exemple, tout projet de destruction d'une haie (selon la définition retenue) devra être soumis à une déclaration unique préalable. L'efficacité de ce régime de simplification sur la préservation des haies devra néanmoins être testée. Parmi les autres dispositions prévues figure celle indiquant que «toute destruction de haies est subordonnée à des mesures de compensation par replantation d'un linéaire au moins égal à celui détruit». Il est également prévu des périodes d'interdiction de travaux sur les haies «en tenant compte des périodes sensibles pour les espèces à enjeux locaux au regard des périodes de nidification ainsi que des spécificités et des conditions climatiques et pédologiques du département». Pour tenir compte des particularités locales, il est également prévu «une liste des pratiques locales usuelles présumées répondre, de manière constante sur le territoire du département, à la notion de travaux d'entretien usuels de la haie» (Grimonprez, 2025).

Sans s'y confondre, cette définition française offre néanmoins une cohérence avec la PAC, y compris dans sa version simplifiée. En effet, la mise à l'honneur de la haie en milieu agricole est particulièrement visible dans la PAC réformée et a été renforcée au profit des agriculteurs dans la récente simplification de la PAC, en réponse à la crise agricole. Dans le cadre du premier pilier de la PAC, la problématique des haies n'est plus cantonnée à la conditionnalité des aides, les haies étant éligibles aux écorégimes (article 10-e règlement n° 2021/2115). Comme évoqué précédemment (voir section «Un manque de visibilité des haies incluses dans des dispositifs juridiques englobants»), l'écorégime prévu dans le premier pilier de la PAC prend la forme d'un paiement direct aux exploitants agricoles actifs qui s'engagent à mettre en place des pratiques agronomiques favorables au climat et à l'environnement. Lors du récent réexamen de la PAC, des modifications ont porté sur la BCAA 8. Désormais, les agriculteurs disposent du choix de planter des haies, ou des arbres, ou encore certaines cultures dérobées ou fixatrices d'azote, et de bénéficier du programme de l'écorégime, donc de bénéficier d'aide à cet effet.

Cette définition française de la haie rime également avec un besoin de simplification : une déclaration unique pour tout projet de destruction de haies est désormais requise. Par ailleurs, un effort d'uniformisation du régime applicable attaché à la définition proposée est réalisé. La matérialisation de cette déclaration unique s'effectue à travers un guichet unique de la haie intitulé «le point d'accès unique à la réglementation et aux démarches administratives sur les haies». Le site dédié⁴⁴ s'est appuyé sur deux départements pilotes, l'Aisne et le Calvados avant de couvrir l'ensemble du territoire.

44. <https://haie.beta.gouv.fr/>

Il se présente comme « le portail de l'administration qui simplifie pour tous les usagers l'information réglementaire encadrant les travaux sur haies et permet le dépôt unique des demandes d'autorisation ». Concrètement, il est possible de simuler un projet en répondant à un certain nombre de questions sur le type de végétation concerné (haies ou alignements d'arbre, bosquets ou autres), la nature des travaux envisagés (destruction, entretien, autre⁴⁵). Ce simulateur a pour ambition de permettre « de connaître instantanément les autorisations à obtenir de l'administration, les procédures et les délais ». Il est également précisé que ce simulateur est anonyme et ne requiert pas la création d'un compte.

Concernant l'effort d'uniformisation du régime applicable, relatif à la définition juridique des haies, l'actualité juridique est en pleine effervescence depuis la loi d'orientation pour la souveraineté alimentaire du 24 mars 2025. Deux textes s'inscrivant dans le cadre de ce dispositif sont actuellement à l'état de projet. Il s'agit en premier lieu du projet de décret d'application fixant les règles et procédures applicables à la destruction de haies⁴⁶. L'ambition de ce texte est de simplifier les procédures administratives de destruction des haies tout en rappelant l'objectif d'atteindre un gain net de 50 000 km de haies d'ici à 2030, fixé dans le Pacte en faveur de la haie présenté par le Gouvernement en septembre 2023. En particulier, l'enjeu de ce texte est « de simplifier et unifier les procédures administratives applicables aux projets de destruction de haies, en créant une déclaration unique préalable (ou, le cas échéant, une autorisation unique), avec une compensation systématique et au moins équivalente » selon les propos tenus par le ministère de la Transition écologique⁴⁷. Toutefois ce texte a fait l'objet d'un avis défavorable du Conseil national de la protection de la nature (CNPN) le 19 novembre 2025⁴⁸ et a été très critiqué du fait qu'il faciliterait finalement la destruction des haies. Le point de discordance porte sur une corrélation divergente entre complexité de la législation applicable aux haies et accélération des destructions de haies. Plus spécifiquement, le CNPN fait part de sa crainte d'« une aggravation des destructions alors que le but du Pacte Haie initié en 2023 visait à en inverser la tendance, mais aussi [d']une atteinte au statut des espèces protégées dont la simplification est présentée comme “l'élément central du dispositif”, et oriente trop fortement le demandeur vers une compensation directe au lieu de dissuader la destruction de haies ». Dans le projet de décret, il est mentionné que « d'après les retours du terrain, la complexité de ces règles est ainsi doublement contre-productive : non seulement les propriétaires et gestionnaires de haies ignorent partiellement les règles en vigueur, mais le sentiment d'insécurité juridique contribue fortement au désintérêt envers les haies ».

Le second texte de cette actualité juridique est un projet d'arrêté ministériel établissant une typologie des haies. Y sont distingués trois types de formations : les haies buissonnantes basses, les haies arbustives et les haies arborées, catégories complétées par la mention « ripisylve » pour les haies implantées en bordure d'un milieu en eau

45. Les deux premières rubriques sont assorties d'une description de l'action envisagée et d'une liste des essences et de leur capacité à recéper.

46. https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/tecl2521973d_projet_de_cret_haies.pdf

47. <https://www.actu-environnement.com/ae/news/haies-destruction-procedure-projet-decret-consultation-loi-orientation-agricole-47151.php4>

48. https://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/tecl2521973d_avis_cn timer_decret-haies_du_19_11_2025.pdf

permanente. L'établissement de cette typologie des haies a pour fondement l'article L. 412-27 du Code de l'environnement, selon lequel « dans chaque département, en s'appuyant sur les données publiques disponibles, en particulier celles de l'Observatoire de la haie, et après consultation des organisations représentatives agricoles et des associations représentatives d'élus locaux, ainsi que des représentants des gestionnaires d'infrastructures de réseaux et d'une association de protection de l'environnement, l'autorité administrative compétente prend un arrêté qui établit pour le département :

- une période d'interdiction de travaux sur les haies, en tenant compte des périodes sensibles pour les espèces à enjeux locaux au regard des périodes de nidification, ainsi que des spécificités et des conditions climatiques et pédologiques du département ;
- un coefficient de compensation en cas de destruction de haie, en application du 2° de l'article L. 412-26. Ce coefficient tient compte, notamment, de la densité de haie dans le département, de la dynamique historique de destruction ou de progression du linéaire de haie et de la valeur écologique des haies détruites en fonction d'une typologie de haies définie par arrêté des ministres chargés de l'Environnement et de l'Agriculture ;
- une liste des pratiques locales usuelles présumées répondre, de manière constante sur le territoire du département, à la notion de travaux d'entretien usuels de la haie ».

Enfin, et ce, avant-même la publication des textes réglementaires d'application précités, lesquels ont fait l'objet de nombreuses critiques lors de la consultation publique, les ministres de la Transition écologique et de l'Agriculture ont adressé, le 24 mars 2026, une instruction⁴⁹ aux préfets de régions pour mettre en œuvre la réforme. Cette instruction invite les préfets à désigner « sans délai » le service coordonnateur en charge de ce guichet unique. Ce même texte demande aux préfets de remplir les exigences du projet d'arrêté, soit de fixer par arrêté, les coefficients de compensation en cas de destruction des haies, de lister les pratiques locales usuelles d'entretien des haies qui ne sont pas assimilables à des actes de destruction, et de mettre à disposition du public une cartographie des protections réglementaires applicables à la haie ou encore de fixer des périodes d'interdiction de travaux sur les haies.

Bien que les projets de textes d'application associés à cette définition fassent l'objet de débats, ils portent sur le régime applicable et non sur la définition elle-même.

Une définition juridique des haies : une « vraie fausse bonne idée » ?

Alors que certains soutiennent qu'une définition juridique faciliterait la protection des haies, d'autres affirment que ce cadre juridique ne pourrait être qu'« une solution faussement miraculeuse à leur disparition, qui “n'est bien souvent pas due à des destructions intentionnelles” » (Beuneiche et Landelle, 2022). L'intentionnalité ou non de la destruction n'est toutefois pas précisée par les auteurs. Est-ce à dire que la destruction des haies tient notamment à leur disparition naturelle ? Parmi les critiques opposées par ces auteurs figure, en premier lieu, le fait que « la définition d'un élément naturel nous confrontera à son étroitesse, voire à son intempérance normative ». Pour preuves, les auteurs citent les discussions définitionnelles portant sur les zones humides comme sur les cours d'eau. Néanmoins, ce « risque » existe indépendamment de l'existence ou non d'une définition légale, puisque le juge, en cas de conflit, peut

49. <https://www.actu-environnement.com/ae/reglementation/instruction-du-24-03-2026-tecl2607497j-39141.php>

être amené à définir ce qu'il entend par « haie ». Autrement dit, l'absence de définition légale des haies n'exclut pas un besoin de définition de celles-ci dès lors qu'elles sont au cœur d'un conflit ou qu'elles constituent un élément de sa résolution. Au gré des jurisprudences, les contours d'une telle définition seraient aussi susceptibles de varier.

S'agissant des critiques relatives à l'existence d'une possible étroitesse de la définition juridique des haies, c'est tout l'enjeu d'une définition en droit. Celle-ci doit allier des traits communs solides pour apporter une certaine homogénéité et suffisamment de flou pour lui permettre d'être appliquée à une kyrielle de situations différentes, le tout en vue d'apporter des solutions juridiques. Il convient également de préciser qu'une absence de définition n'est pas non plus synonyme de désintérêt juridique, ainsi qu'on peut l'observer pour la forêt ou le boisement qui ne disposent pas de définition juridique (Bosse-Platière et Grimonprez, 2024). Derrière ces possibles errements définitionnels, les auteurs craignent plus encore les risques liés à l'uniformisation née d'une définition juridique. Ils soulignent que des outils existent pour protéger les haies, qui renvoient à des régimes juridiques ayant pour origine « des considérations particulières, dont la réduction ou l'uniformisation engendrerait un appauvrissement, voire des effets collatéraux ». Pour renforcer leur approche, ces mêmes auteurs ajoutent qu'il est révélateur « lorsque l'on s'intéresse au droit des haies, [que] leur maintien et leur valorisation s'inscrivent dans le cadre de servitudes d'utilité publique, voire de "traditions" ou encore de particularités locales » (Beuneiche et Landelle, 2022). Ces auteurs craignent donc qu'une définition juridique des haies soit antinomique de l'héritage et de l'ancrage local qui leur sont attachés. À la lecture de la définition juridique de la haie prévue à l'article L. 412-21 du Code de l'environnement, il ressort nettement qu'il n'y a pas de volonté de gommer toutes ses particularités. C'est même tout le contraire. Une dérogation à la description générale de la haie est prévue et alors indiquée par la mention « sauf disposition spéciale ». Plus encore, la définition se préoccupe des particularités locales en envisageant « une liste des pratiques locales usuelles présumées répondre, de manière constante sur le territoire du département, à la notion de travaux d'entretien usuels de la haie ». L'adaptation locale s'appuie toutefois sur une certaine standardisation des pratiques locales existantes, comme l'indique l'usage des mentions « usuelles » et « constantes » pour qualifier les pratiques locales visées. Reste à savoir si les conditions de cet équilibre entre uniformisation et prise en compte des particularités locales s'avèrent *in fine* pertinentes.

En tout état de cause, mettre la focale sur les haies à l'aide d'une définition juridique elle-même assortie d'un ensemble de dispositions juridiques a le mérite d'accorder une attention propre à cet élément du paysage. Cette définition coïncide avec la reconnaissance de plus en plus affirmée de l'intérêt potentiel des haies dans la lutte contre le changement climatique, contre l'érosion des sols, pour la préservation de la biodiversité, etc. (voir chapitre 2). S'il faut être conscient qu'une définition juridique ne peut à elle seule résoudre les atteintes portées aux haies, le champ couvert par cette définition interpelle quant à la capacité du droit à considérer pleinement leur multifonctionnalité. La reconnaissance de cette multifonctionnalité dans la définition juridique n'est, certes, qu'une étape, et il convient également de considérer la mise en œuvre de cette reconnaissance que ce soit à travers la plantation, la protection ou la gestion des haies.

► Les défis posés par la mise en œuvre de la multifonctionnalité des haies

Les défis juridiques à relever pour assurer la mise en œuvre de la multifonctionnalité des haies sont réels. Il s'agit, en premier lieu, d'expliquer les obstacles rencontrés pour créer un cadre juridique accueillant la multifonctionnalité des haies. En second lieu, de mettre en exergue les dynamiques juridiques nécessaires pour la plantation, la protection et la gestion des haies répondant au mieux à cette nouvelle exigence de multifonctionnalité.

Les obstacles rencontrés

La reconnaissance juridique de la multifonctionnalité des haies est une chose, sa mise en œuvre en est une autre. Ceci s'explique par le nécessaire passage des connaissances scientifiques dans la sphère juridique, et est également lié à une construction juridique qui s'est structurée par fonction ou service écosystémique pour répondre à des changements globaux, tout particulièrement la lutte contre le changement climatique et la lutte contre l'érosion de la biodiversité. L'angle multifonctionnel n'a, en revanche, peu ou pas été envisagé.

La nécessaire prise en compte des connaissances scientifiques dans la sphère juridique

Selon le récent rapport du CGAAER (de Menthère *et al.*, 2023), les premières recherches ayant contribué à reconnaître l'intérêt de la haie dans toutes ses dimensions remonteraient aux années 1960. Plus récemment, la période 2000-2020⁵⁰ marque une recrudescence d'articles scientifiques qui démontrent la multiplicité des fonctions, services et disservices rendus par les haies.

Toutefois, l'une des conclusions de ce même rapport est qu'«en dépit des connaissances acquises sur les services rendus par les haies, les pratiques agricoles n'ont pas été modifiées massivement, comme en témoigne l'érosion continue des linéaires de haies». Ce constat rappelle que les données scientifiques obtenues ne franchissent pas toutes, immédiatement, la barrière des connaissances saisies par le droit, soit des connaissances contribuant à prescrire, interdire ou autoriser des comportements spécifiques.

Le droit doit systématiquement mettre en balance les exigences de son propre système et son adaptation à des données ou à des connaissances externes, susceptibles de provenir des sciences naturelles, mais aussi des sciences économiques et sociales. Cette mise en balance s'explique par la spécificité du droit à qualifier les éléments caractéristiques qui permettent d'aboutir à une solution juridique impliquant une prescription. En d'autres termes, l'articulation entre l'état des connaissances scientifiques et le droit n'est pas évidente au sens où chaque système a sa propre logique. Le droit évolue avec une certaine autonomie en ne considérant pas les connaissances scientifiques nouvelles de façon immédiate ou dans leur intégralité dans la mesure où toutes les connaissances scientifiques produites n'intégreront pas le droit. Cela ne signifie pas qu'il s'en désintéresse. En effet, l'état des connaissances scientifiques à un moment donné constitue

50. Pour la période 2000-2020, le rapport relève que «la France se place au 5^e rang mondial quant au nombre d'articles parus sur l'agroforesterie (415 sur 5 653) (de Menthère *et al.*, 2023).

un véritable repère pour déterminer la nature et la temporalité de l'intervention juridique. Ce temps peut être long. Dans le même temps, la logique sur laquelle repose notre système décisionnel exige d'accroître l'état des connaissances scientifiques disponibles. L'objectif est d'enrichir la base de connaissances sur laquelle fonder et légitimer la décision afin de réduire le champ de l'incertitude scientifique et légitimer plus encore l'intervention juridique. Là encore, le temps d'élaboration de nouvelles connaissances scientifiques conjugué à celui de l'intégration des connaissances scientifiques dans le système juridique peut s'avérer trop long.

Les critiques mettant en cause cette capacité du droit à intégrer rapidement ces connaissances scientifiques pourraient justifier un engouement pour la gestion adaptative dans le domaine environnemental (Gunderson, 2000), qui faciliterait l'accès aux connaissances scientifiques et leur prise en compte dans la décision. En effet, la logique de la gestion adaptative implique notamment de remplacer la séquence classique « décrire, comprendre, agir » par une approche interactive selon laquelle la description, la compréhension et l'action se développent et s'alimentent mutuellement de manière simultanée (Blandin, 2009). En l'espèce, la gestion des haies pourrait bénéficier d'une traduction plus immédiate des travaux scientifiques par la mise en place de pratiques testées, mais demeurant flexibles.

Dans cette logique, les auteurs du rapport CGAAER (de Menthère *et al.*, 2023) misent sur « l'adaptation des résultats (de recherche) aux pratiques de terrain, à la construction et à la diffusion de références plus localisées ». En sus de cette intégration complexe, parfois longue ou partielle des connaissances scientifiques produites, il ressort que le droit n'est pas non plus nécessairement équipé pour encadrer la multifonctionnalité attendue des haies.

Un cadre juridique peu adapté

Pour porter cette attente scientifique, mais également juridique, à propos de la multifonctionnalité des haies telle que mentionnée dans l'article L. 126-3 du Code rural⁵¹, le cadre juridique existant n'apparaît pas pleinement adapté. Le terme de « multifonctionnalité » n'est pas étranger au vocabulaire juridique et politique mais des confusions peuvent apparaître dès lors qu'il ne renvoie pas exactement à ce qui est entendu concernant les haies (voir chapitre 2). La multifonctionnalité agricole (Doussan, 2008) est généralement associée à l'Agenda 2000 (Communication de la Commission européenne, 1997), destiné à diffuser dans la sphère politique, à l'échelle européenne, la notion d'agriculture durable et donc la conciliation entre les dimensions sociales, économiques et environnementales (Doussan, 2008). Cette approche de la multifonctionnalité, aujourd'hui remplacée par celle de la multi-performance, est liée à l'activité agricole et non à la multifonctionnalité de la haie abordée ici. En l'espèce, il s'agit bien de considérer les différentes fonctions d'un écosystème, celui de la haie, et son aptitude à rendre de multiples services. Depuis plusieurs années, le droit s'est également emparé de cette nouvelle approche. Cependant, les nombreuses confusions faites

51. Pour rappel, la loi du 24 mars 2025 d'orientation pour la souveraineté alimentaire et le renouvellement des générations en agriculture, à l'origine de la définition juridique des haies citée plus haut, précise que « la valeur des haies est reconnue pour les services écosystémiques qu'elles rendent. Les interventions sur les haies visent un objectif de gestion durable définie comme permettant le maintien de leur multifonctionnalité agronomique, écologique et paysagère dans l'espace et dans le temps ».

entre services écosystémiques et fonctions, de même que les interrogations persistantes sur la plus-value réelle de l'intégration juridique de ces notions, ont pour effets de nombreuses hésitations juridiques (Doussan, 2009 ; Hervé-Fournereau et Langlais, 2013 ; Langlais, 2020b).

Le droit est également marqué par une fragmentation des différents droits applicables et des distinctions au sein d'un même droit, comme le droit de l'environnement qui distingue notamment le droit de la biodiversité et celui du changement climatique. Cette approche en silos est une vraie difficulté pour appréhender la multifonctionnalité des haies dans son ensemble.

Pour contourner cette difficulté, on peut avancer que la haie est une infrastructure verte ou une solution fondée sur la nature permettant de répondre aux changements globaux, que ce soit la lutte contre le changement climatique, l'effondrement de la biodiversité, l'érosion des sols, etc. Cette qualification des haies répond à un besoin de croiser davantage deux branches du droit de l'environnement pour favoriser leur synergie (Langlais et Lemoine, 2024), notamment au regard de l'urgence écologique (Hervé-Fournereau et Langlais, 2022). Les solutions fondées sur la nature, portées par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), apparaissent comme l'expression ou du moins l'une des expressions de cette vision intégrée des enjeux environnementaux, dont ceux liés à la biodiversité et au changement climatique. Elles sont définies comme « des actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer les écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les enjeux de société de manière efficace et adaptative tout en assurant le bien-être humain et des avantages pour la biodiversité »⁵². Quant aux infrastructures vertes (*green infrastructures*), elles sont définies comme « un réseau constitué de zones naturelles et semi-naturelles et d'autres éléments environnementaux faisant l'objet d'une planification stratégique, réseau conçu et géré aux fins de la production d'une large gamme de services écosystémiques » (Communication de la Commission européenne au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au comité de région, 2013). À propos des infrastructures vertes, cette Commission souligne qu'il s'agit d'« un outil qui a fait ses preuves et qui permet de générer des avantages écologiques, économiques et sociaux grâce à des solutions naturelles ». De même, elle précise que les infrastructures vertes permettent également « de ne pas dépendre d'une infrastructure dont la construction est coûteuse alors que, souvent, la nature peut offrir des solutions moins onéreuses et plus durables ».

Cependant, l'engouement pour ces notions, qui répondent à des critères communs de flexibilité, de coûts avantageux, d'implantation territoriale stratégique pour offrir le maximum de services écosystémiques escomptés dans une logique de multifonctionnalité, contraste avec la place qui leur est actuellement accordée dans le paysage juridique.

Si les solutions fondées sur la nature ont le pouvoir de décroïsonner une approche en silos et de permettre de considérer pleinement la multifonctionnalité des haies, force est de constater la difficulté du droit à appréhender simultanément ces approches,

52. UICN, 2016. Motion 77 : Définition des Solutions fondées sur la Nature. Plus précisément, c'est lors du Congrès mondial de la nature de l'UICN, qui s'est tenu en 2016 à Hawaï, que cette motion définissant les solutions fondées sur la nature a été prise.

de façon intégrée. En effet, sous la qualification de particularité topographique, la haie est identifiée comme participant à la lutte contre l'érosion de la biodiversité. En tant qu'élément constitué d'arbres, la haie est identifiée comme participant également à la lutte contre le changement climatique en séquestrant du carbone. Pour autant, plus qu'à l'arbre, c'est à la forêt que la législation afférente, ici en matière de lutte contre le changement climatique, s'adresse en priorité. Les haies et bocages en sont donc largement exclus.

Bien que ne bénéficiant pas d'un cadre juridique, l'agroforesterie participe à la fois à cette reconnaissance pour les haies et les bocages et à cette approche intégrée recherchée des solutions fondées sur la nature (voir chapitre 4). Elle est définie comme l'association « sur une même parcelle, des arbres (sous toutes leurs formes : haies, alignements, bosquets, etc.) à une culture agricole et/ou de l'élevage. De la ferme au bassin-versant, du champ ouvert (« *ager* ») à la forêt domestique ou au bois pâturé, une bonne intégration des arbres et des haies en agriculture permet à la fois d'augmenter la production, de diversifier les revenus et les services écologiques et d'assurer la préservation et le renouvellement des ressources naturelles : l'eau, les sols et leur fertilité, la biodiversité⁵³... ». Cette définition renvoie à une définition large qui embrasse la diversité des formes d'agroforesterie. C'est ce choix qui a été expressément fait par le plan de développement de l'agroforesterie de 2015 : « La définition large, utilisée dans ce plan de développement, correspond ainsi à celle mise en avant par le centre mondial pour l'agroforesterie : l'agroforesterie est un système dynamique de gestion des ressources naturelles reposant sur des fondements écologiques qui intègrent des arbres dans les exploitations agricoles et le paysage rural, et permet ainsi de diversifier et de maintenir la production afin d'améliorer les conditions sociales, économiques et environnementales de l'ensemble des utilisateurs de la terre⁵⁴. »

Le fait de placer l'arbre au cœur des systèmes de production reçoit un écho politique de plus en plus marqué. Le terme d'« agroforesterie » figure dans la PAC réformée. En particulier, le considérant 26 du règlement européen 2021/2115 du 2 décembre 2021 relatif au cadre des plans stratégiques de la PAC⁵⁵ l'identifie parmi « les pratiques agricoles durables spécifiques » à promouvoir, incluant « l'agriculture biologique, la lutte intégrée contre les organismes nuisibles, l'agroécologie, l'agroforesterie ou l'agriculture de précision ». Ces pratiques sont éligibles notamment aux écorégimes, soit aux programmes volontaires pour le climat, l'environnement et le bien-être animal, que les États membres doivent établir en prévoyant une aide au revenu en faveur des programmes volontaires. Pour ces programmes, il est précisément attendu que les États membres établissent une liste des pratiques agricoles bénéfiques pour le climat, l'environnement, le bien-être animal et la lutte contre la résistance aux antimicrobiens (art. 31 du même règlement européen⁵⁶).

53. <https://www.agroforesterie.fr/agroforesterie-definition/>

54. https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/151215-ae-agroforesterie-v2_plan.pdf

55. Règ. (UE) 2021/2115 du Parlement européen du 2 décembre 2021 établissant des règles régissant l'aide aux plans stratégiques devant être établis par les États membres dans le cadre de la Politique agricole commune (plans stratégiques relevant de la PAC) et financés par le Fonds européen agricole de garantie (Feaga) et par le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader), et abrogeant les règlements (UE) no 1305/2013 et (UE) no 1307/2013, JOUE n° L 435 du 6. déc. 2021.

56. Pour une présentation en détail, voir le dossier « Les ligneux agricoles et la PAC »,

<https://www.agroforesterie.fr/wp-content/uploads/2025/02/les-ligneux-agricoles-et-la-pac-2023-2027-.pdf>.

Sans que le terme d'agroforesterie y apparaisse clairement, les indices d'un intérêt grandissant pour l'arbre dans la production agricole émaillaient déjà les précédentes politiques agricoles communes. Par exemple, en 2006, il est à noter la reconnaissance du statut agricole pour les parcelles agroforestières et l'admissibilité aux aides du premier et second pilier, dans la limite de 50 arbres à l'hectare. Cependant, ce chiffrage ne s'applique pas aux haies⁵⁷. Cette évolution est également perceptible dans la politique française, comme en témoigne cette frise pour illustrer la place de l'agroforesterie dans les politiques de l'État⁵⁸ (figure 5.2).

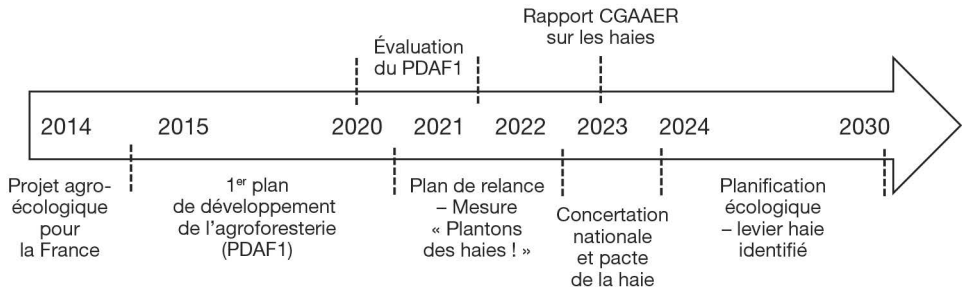


Figure 5.2. Évolution de la place de l'agroforesterie dans les politiques françaises. D'après <https://agriculture.gouv.fr/lagroforesterie-en-france>.

Il reste néanmoins de nombreux efforts à réaliser pour créer un cadre juridique favorable à la mise en œuvre de pratiques adaptées à la multifonctionnalité des haies, en s'appuyant sur différentes dynamiques juridiques indispensables à la plantation, la protection et la gestion des haies

Les dynamiques propices à la mise en place d'un cadre juridique adapté

Dans un article dédié aux bonnes pratiques de plantation et de gestion des haies (Chatelon, 2022), il est rappelé que « si les haies sont aujourd'hui très largement reconnues pour leurs nombreux bénéfices écosystémiques [...], il faut garder à l'esprit que ces bénéfices et la pérennité des haies sont liés à la mise en œuvre de bonnes pratiques tant au moment de leur plantation que pour leur gestion ». L'auteur poursuit en indiquant qu'au moment de la plantation de la haie, « la réflexion doit prendre en compte son environnement, afin de l'implanter en connexion avec les autres haies, espaces boisés et réseaux hydrographiques du territoire, pour optimiser les fonctionnalités de trame verte et bleue au niveau du paysage ». Il précise que « le choix des essences doit être diversifié et privilégier celles qui sont locales » et ajoute qu'« au-delà des pratiques de plantation, c'est la gestion de la haie dans le temps qui va lui permettre de remplir toutes ses fonctionnalités écosystémiques, agronomiques et sociales ». Plus encore, cela implique que « les coupes et tailles seront faites en dehors de périodes de nidification [...], de même que [seront] pris en compte la technique de coupe pour favoriser la cicatrisation ainsi qu'un prélèvement de bois adapté de manière à ne pas porter atteinte à leur pérennité ».

57. Pour une présentation des différents marqueurs de cette évolution dans les modifications successives de la PAC, <https://www.agroforesterie.fr/lagroforesterie-dans-la-pac/>.

58. Pour plus de détail, consulter <https://agriculture.gouv.fr/lagroforesterie-en-france>.

Ces propos mettent l'accent sur la nécessité d'un changement dans les pratiques jusqu'à réalisées ou au mieux d'un ajustement de ces dernières afin de prendre pleinement en compte la multifonctionnalité des haies. Plus concrètement, l'accompagnement juridique requis implique de favoriser d'autres dynamiques spatiales et temporelles, mais également plus de liberté que celle actuellement existante. En d'autres termes, il s'agit en premier lieu d'offrir un cadre juridique permettant de renforcer une conciliation des impératifs environnementaux à des besoins sociaux, née des difficultés d'appréhension de la législation environnementale applicable et des difficultés corrélées à l'appliquer. En retour, des réponses ont été apportées à travers l'expérimentation et la concertation dans le cadre du Pacte en faveur de la haie. Bien que parfois source de conflits, le contrôle peut aussi favoriser la conciliation en engageant les intéressés à se mettre en conformité avec la réglementation, avant le prononcé d'une sanction par les autorités administratives ou judiciaires. Souvent à l'interface de ces différentes formes de conciliation (qu'elle soit impérative ou incitative) aux côtés d'autres, parmi lesquels figurent principalement les services centraux ou territoriaux de l'État (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement — Dreal — et Direction départementale des territoires et de la mer — DDT(M)), les chambres d'agriculture et les associations, le point de vue de l'Office français de la biodiversité (OFB) est particulièrement enrichissant. Il s'agit, en second lieu, de préserver les haies et de promouvoir leur développement à court et long termes. À cet effet, les incitations financières ont un rôle certain à jouer pour orienter les acteurs vers la promotion de nouvelles pratiques et assurer leur pérennité. Enfin, parce que les enjeux de « bonne fonctionnalité » des haies dépassent l'échelle parcellaire agricole, voire l'échelle agricole elle-même, il importe également de dépasser une approche individuelle de préservation et de promotion des haies pour intégrer une dynamique collective.

La recherche d'une conciliation accrue des impératifs environnementaux et sociaux : le rôle de l'OFB

La nécessaire prise en compte des impératifs environnementaux liés à la haie relève dans un premier temps, et principalement, de l'application de la législation relative à la protection des habitats d'espèces protégées, dont le respect peut faire l'objet de contrôles. Plus largement, les difficultés d'appréhension des législations environnementales applicables aux haies, et des enjeux en matière de biodiversité, ont été un révélateur de tensions locales des territoires ruraux. L'OFB, dans l'exercice de ses différentes activités, notamment celles de police, a donc joué un rôle important dans la mise en lumière des impératifs environnementaux. Par la suite, c'est l'affirmation récente d'une nouvelle politique publique en faveur de la haie, portée par l'État, qui a organisé cette conciliation.

Historique et structuration de l'action de l'OFB en faveur des haies

L'implication de l'OFB dans la protection des haies s'inscrit dans une dynamique initiée bien avant sa création en 2020, héritée des missions de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) et de l'Agence française pour la biodiversité (AFB)⁵⁹. Dès 2010, certains services départementaux de l'ONCFS, notamment dans l'Aisne et

59. L'AFB, créée en 2016, regroupait l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, l'Établissement public des parcs nationaux, l'Agence des aires marines protégées et l'Atelier technique des espaces naturels.

en Haute-Saône, engageaient des procédures pénales sur des cas de destruction de haies considérées comme de la destruction d'habitats d'espèces protégées.

À ce jour, la protection des espèces et de leurs habitats demeure le principal fondement juridique de protection des haies. Néanmoins, la réponse pénale ne constitue pas l'unique modalité d'action offerte aux agents de l'OFB, dès lors que, dans l'exercice de leurs missions de police, les inspecteurs de l'environnement ne se limitent pas à la seule mise en œuvre de mesures répressives. Leur rôle se décline en trois missions indépendantes, lesquelles constituent un « continuum police » : l'appui technique, la police administrative et la police judiciaire.

En amont, l'appui technique de l'OFB est apporté auprès des services déconcentrés de l'État, et à leur demande, au cours de l'instruction des dossiers de dérogation espèces protégées. L'OFB émet alors un avis technique que les services de l'État sont libres de suivre ou non. Au regard du dossier de demande de destruction de haies qui lui est soumis, son expertise pourra se concentrer sur la caractérisation des impacts du projet sur les espèces et leurs habitats, ainsi que sur la pertinence des mesures proposées selon la séquence ERC et leur efficacité. L'OFB peut également suggérer des recommandations de gestion adaptées aux spécificités locales. À ce titre et pour améliorer l'efficacité et l'harmonisation de ses interventions sur les haies, l'OFB développe actuellement un référentiel technique interne, fruit d'un travail collaboratif entre experts scientifiques, inspecteurs de l'environnement et référents techniques régionaux. Cette expertise interne sert également d'appui aux services centraux de l'État dans l'élaboration et la mise en œuvre de leurs politiques publiques en matière de biodiversité⁶⁰.

La police administrative est la suite directe de l'appui technique : sous l'autorité du représentant de l'État dans le département et en lien avec ses services, l'OFB contrôle le respect des prescriptions réglementaires et vérifie la bonne exécution des mesures ERC imposées par la dérogation espèces protégées. En cas de manquement, ce contrôle permet à l'autorité administrative de prendre des mesures administratives (mise en demeure, amende, suspension d'activité, etc.).

Enfin, en cas de constatation d'infraction d'atteinte à une espèce protégée ou à son habitat, l'exercice des missions de police judiciaire, au cours desquelles les inspecteurs de l'environnement vont mener des enquêtes et réaliser des actes de procédure pénale, est effectué sous la direction du procureur de la République, qui décide des suites pénales (classement sans suite, peine d'amende, peine d'emprisonnement, etc.).

Parallèlement à ces activités de police, l'OFB exerce d'autres missions essentielles à la protection des habitats d'espèces protégées : la connaissance scientifique et technique, la communication et la sensibilisation, ainsi que la mobilisation des acteurs locaux. Les collectivités territoriales, les fédérations de chasseurs, les chambres d'agriculture, les associations de promotion de l'agropastoralisme ou de l'agroforesterie et les associations de protection de l'environnement sont autant de relais et de partenaires locaux de l'OFB. L'implication des propriétaires et des agriculteurs est également un facteur indispensable à la prise de conscience et à la mise en place d'une politique publique de préservation et de protection des haies, notamment grâce à des programmes de replantation financés par l'État.

60. Article L. 131-9 du Code de l'environnement.

La désignation de l'année 2021 comme « Année de la haie » par l'OFB a marqué un tournant : elle a permis de structurer une stratégie interne transversale de protection des haies, portée par les Directions de la police et du permis de chasser, de la recherche, de l'appui scientifique, de la mobilisation de la société et de la communication. L'ensemble des échelons territoriaux a été mobilisé, des unités locales aux directions régionales, pour assurer une cohérence d'action sur tout le territoire national, surtout là où les enjeux relatifs aux haies étaient les plus importants (Bretagne, Normandie, Hauts-de-France, Bourgogne-Franche-Comté, Pays de la Loire). Cette stratégie a permis d'homogénéiser les procédures pénales en lien avec les parquets, d'établir des guides de gestion et de plantation, et de communiquer sur le rôle des haies et leurs fonctions. L'ensemble des informations essentielles consacrées aux enjeux sur les haies est aujourd'hui regroupé sur une page du site internet de l'OFB accessible au grand public⁶¹.

Cette stratégie interne a ainsi remis en lumière la nécessaire protection des haies en corrélation avec des politiques publiques en faveur des haies et de soutien à la replantation. Elle a également mis en lumière une complexité juridique importante, qui justifiait, *in fine*, de créer un nouveau régime juridique spécifique dédié aux haies, tout en les définissant (voir la loi d'orientation agricole⁶² du 24 mars 2025).

Les actions de l'OFB dans un cadre réglementaire complexe

Jusqu'à la loi agricole de 2025, les haies ne bénéficiaient ni d'une définition ni d'un régime juridique unique, induisant, peut-être, une incertitude quant à l'efficacité des moyens de protection qui leur étaient applicables (Beuneiche et Landelle, 2022). C'est surtout l'application de la réglementation sur les espèces et habitats protégés qui a cristallisé les crispations sur le terrain, répandant le sentiment que plus rien ne pouvait être fait librement sur sa propriété à cause d'une hypothétique présence animale dans la haie. Sans être impossible, la caractérisation de l'infraction d'atteinte à un habitat d'espèce protégée n'est cependant pas aisée⁶³, ce qui accentue les difficultés d'appréhension de ces législations. Pour cela, un certain nombre d'éléments démonstratifs doivent être rapportés, tels que la présence de la haie et celle de l'espèce antérieurement à la destruction de ladite haie, ainsi que la caractérisation de la haie en tant qu'habitat. Les données scientifiques et naturalistes, primordiales dans cette démonstration, font parfois défaut.

Si le sentiment d'injustice ou, pour le moins, d'insécurité juridique est bien réel, les difficultés sont pourtant loin d'être insurmontables. Dans ce contexte, plusieurs expérimentations menées en partenariat avec les Dreal, les DDT(M), l'OFB, les conseils scientifiques régionaux du patrimoine naturel, les chambres d'agriculture et les associations de protection de l'environnement, ont visé à rendre la procédure de dérogation espèces protégées et l'application de la séquence ERC plus simples, plus rapides et plus compréhensibles pour les porteurs de projets (agriculteurs et collectivités notamment). La sensibilisation, la communication, la concertation,

61. Portail technique OFB : <https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-comprendre-agir/lessentiel-haie>

62. Loi n° 2025-268 du 24 mars 2025 d'orientation pour la souveraineté alimentaire et le renouvellement des générations en agriculture.

63. Réprimé par 3 ans d'emprisonnement et de 150 000 € d'amende ; article L. 415-3 du Code de l'environnement.

l'accompagnement technique, la création de formulaires numériques ainsi qu'un portail de dépôt de dossiers en ligne sont les éléments clés de la réussite de ces expérimentations.

Ces expérimentations ont par exemple été mises en œuvre entre 2020 et 2024 dans l'Aisne, la Normandie et les Pays de la Loire. En guise de synthèse, on peut dire qu'elles reposent sur trois grands principes : 1) accompagner techniquement les demandeurs en amont pour éviter les erreurs administratives et anticiper les contraintes réglementaires, 2) centraliser les démarches *via* un guichet unique, physique ou dématérialisé, permettant de déposer une seule demande pour tout déplacement, destruction ou arrachage de haie et d'opérer une instruction coordonnée par la DDT(M) avec consultation des services compétents et réponse consolidée, et 3) standardiser les mesures compensatoires en imposant des longueurs de haies replantées calculées en fonction de différents facteurs (linéaire détruit, typologie de la haie, biodiversité, etc.) et des prescriptions techniques. En apportant son expertise et ses compétences, l'OFB a œuvré à l'élaboration et au bon fonctionnement de ces dispositifs expérimentaux.

Sur la base du succès rencontré dans ces simplifications, au service des utilisateurs⁶⁴, le Gouvernement a présenté le Pacte en faveur de la haie en septembre 2023, complété d'un plan d'actions identifiant 25 mesures qui vont de la connaissance à la gouvernance en passant par la simplification normative et la gestion des haies.

Ce Pacte vise à créer un cadre national clair et à accélérer la protection et la restauration des haies en France. Toutefois, si l'objectif recherché reste évidemment la préservation, la protection et la restauration des linéaires de haies, il reconnaît le caractère dynamique de leur gestion (souplesse, adaptabilité et territorialisation) acceptant ainsi la nécessité de, parfois, supprimer ou déplacer des haies. La connaissance, le recueil de données scientifiques et la diffusion de l'information sont aussi au cœur de cette nouvelle politique de protection des haies.

Dans ce cadre, les ministères en charge de l'Environnement et de l'Agriculture ont mis en place des groupes de travail opérationnels réunissant des services centraux, des services déconcentrés et des établissements publics au nombre desquels figure l'OFB, aux côtés de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) et de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) par exemple. Dès lors, l'OFB reste encore à ce jour particulièrement mobilisé sur la création d'un Observatoire de la haie (consacré à la collecte et l'analyse des données relatives aux haies — voir chapitre 6), sur la simplification réglementaire (pour harmoniser les régimes applicables aux haies, notamment celui des espèces protégées) et sur la création d'un guichet unique national (pour faciliter les démarches des porteurs de projets et l'application des mesures compensatoires de plantation ou replantation).

Cette réelle impulsion politique fut parachevée par une nécessaire production législative, au cours de laquelle l'OFB fut consulté. La loi d'orientation agricole de mars 2025 précitée a donc fixé les principes d'une stratégie nationale pour la gestion durable et la reconquête des haies. Les objectifs inscrits dans le Code rural et de la pêche maritime sont ambitieux : augmenter le linéaire national de haies de 50 000 km d'ici 2030,

64. Mais qui nécessitent d'importants investissements humains au départ, notamment dans les administrations. Il est encore trop tôt pour se prononcer sur un succès qui profite aux linéaires de haies. On constate toutefois dans les territoires expérimentaux un nombre important de dépôts de dossiers.

atteindre 100 000 km de haies en gestion durable à cette même date et porter ce chiffre à 500 000 km d'ici 2048⁶⁵. Toutefois, ces objectifs apparaissent extrêmement ambitieux au regard des contraintes budgétaires actuelles et des menaces de coupes opérées dans le programme de replantation⁶⁶.

En outre, cette loi entérine la création de l'Observatoire de la haie⁶⁷, définit juridiquement cette dernière, consacre le régime unique de déclaration préalable pour toute destruction, impose la replantation compensatoire et encadre les périodes d'entretien pour préserver les espèces locales.

Enfin, il est institué un système de certification des gestionnaires de haies garantissant une gestion durable, ainsi que des distributeurs de bois garantissant que le bois est issu de haies elles-mêmes certifiées⁶⁸.

À ce jour, pour être applicables, de nombreuses dispositions de la loi doivent être complétées par des dispositions réglementaires à la fois nationales et locales, respectant ainsi la volonté de territorialisation des enjeux, et fondées sur les principes de connaissance et de coconstruction. À la date d'écriture de l'ouvrage, la réglementation locale doit en effet être élaborée en fonction des données publiques disponibles (importance de la connaissance sur les haies) et dans un cadre consultatif des parties prenantes (importance d'intégrer et d'informer les organisations représentatives agricoles, les élus locaux, les gestionnaires d'infrastructures de réseaux et les associations environnementales). Cette réglementation propre à chaque département portera sur des sujets importants pour que le dispositif de préservation et de protection soit efficace. Les préfets devront fixer : 1) la période d'interdiction de travaux sur les haies⁶⁹, 2) le coefficient de compensation⁷⁰, et 3) la liste des pratiques usuelles d'entretien des haies.

Par ailleurs, le législateur a institué deux nouvelles infractions pénales en cas de non-respect du nouveau régime administratif, non codifiées sous les articles du Code de l'environnement dédiés aux sanctions (articles L. 415-3 à L. 415-8) : le fait de détruire une haie sans déclaration constitue une contravention de 2^e classe⁷¹ (150 € d'amende

65. Article L.1 du Code rural et de la pêche maritime. Un plan national d'actions pour atteindre ces objectifs et décliner cette stratégie nationale doit fixer, selon un nouvel article L.126-6 du même Code, les mesures de plantation, de reconstitution des haies, de mobilisation de matière sèche issue de haies gérées durablement, un inventaire des pratiques de gestion favorisant leur bon état écologique, la liste des financements publics et les mesures destinées à la recherche, à la formation et au soutien des acteurs publics et privés. Ces objectifs de mobilisation de la biomasse issue des haies sont également introduits dans le « schéma régional biomasse » qui vise au développement de l'énergie biomasse (*via* une modification de l'article L.222-3-1 du Code de l'environnement).

66. Voir : <https://questions.assemblee-nationale.fr/q17/17-6675QE.htm>. Voir également : <https://reseau-haies.fr/sauvons-le-pacte-haies-appel-a-cosignature-et-mobilisation/>

67. Article L. 126-6, III, nouveau du Code rural et de la pêche maritime : l'observatoire « permet de collecter des données quantitatives et qualitatives pour suivre et évaluer les politiques publiques déployées sur le territoire national et rend disponibles gratuitement, au format numérique, une agrégation et un suivi, jusqu'à l'échelle de la commune, des données de cartographie des haies et de leur implantation, du déploiement de la gestion durable des haies, au sens de l'article L.611-9, et de mobilisation de la biomasse issue de cette gestion durable ».

68. Article L. 611-9 nouveau du Code rural et de la pêche maritime

69. En tenant compte des périodes sensibles pour les espèces et des conditions climatiques et pédologiques.

70. En tenant compte de la densité de haie, de la dynamique historique de destruction ou de progression du linéaire et de la valeur écologique de la haie en fonction d'une typologie de haie.

71. Article. L. 412-22 nouveau du Code de l'environnement.

pour les personnes physiques) ; et le fait de détruire une haie sans autorisation constitue une contravention de 4^e classe⁷² (750 € d'amende pour les personnes physiques).

Ces sanctions peuvent apparaître faibles par rapport aux enjeux de protection des haies et au régime général de sanctions prévu par le Code de l'environnement, notamment dans son article L. 173-1, la réalisation de travaux sans déclaration ou autorisation étant une infraction délictuelle. Le législateur a peut-être souhaité par cela faire sien le principe de souplesse prôné par le Pacte en faveur de la haie et contrebalancer les contraintes relatives à la création d'une nouvelle procédure administrative, même si celle-ci se veut simplificatrice. Mais, *a priori* et sous réserve d'analyses juridiques plus poussées (qui s'appuieront notamment sur les futures décisions du juge judiciaire), ces infractions pénales nouvelles ne constituent pas l'unique dispositif de sanctions mobilisable en cas de destruction illicite de haie, d'autres sanctions administratives⁷³ ou judiciaires⁷⁴ pouvant trouver à s'appliquer selon les faits de l'espèce. Dans tous ces cas de figure, les inspecteurs de l'environnement de l'OFB restent compétents tant en matière de police administrative que de police judiciaire.

En complément et pour une plus grande simplicité d'exercice des missions de police judiciaire dans ce nouveau cadre législatif, ne serait-il pas souhaitable que les textes réglementaires prévoient une disposition pour insérer ces infractions dans la liste des contraventions relevant de l'amende forfaitaire au sein de l'article R.48-1 du Code de procédure pénale ? La simple constatation d'une contravention aux dispositions précitées entraîne alors l'obligation de s'acquitter d'une sanction pécuniaire forfaitaire dans un délai restreint. C'est donc une procédure plus simple, rapide à mettre en œuvre et relativement dissuasive pour les contrevenants puisque la sanction est quasiment immédiate, si minime puisse-t-elle apparaître. Tout l'enjeu réside en réalité dans le caractère dissuasif et clair de la sanction pénale, et cette question dépasse largement la problématique de la haie.

Au regard de ce quantum de peine, le levier administratif semble prendre une importance plus particulière en ce domaine. Le nouveau régime administratif, couplé à l'instauration d'un guichet unique et numérique, s'appuyant lui-même sur l'Observatoire de la haie, permettra, peut-être de manière plus efficace, un traitement des non-conformités et une régularisation de la situation, soit par la remise en état, soit par la plantation compensatoire.

Si, à l'issue de cette production normative, quelques défauts peuvent être soulevés (sous réserve d'une analyse technique plus fine et d'une confrontation empirique, car la définition juridique de la haie est peut-être en effet trop restrictive), ce nouveau dispositif harmonisé pourrait apporter des solutions intéressantes. Il faut espérer qu'il permettra, dans sa mise en pratique, d'enrayer le déclin du linéaire de haies, de protéger efficacement celles-ci des destructions inutiles ou injustifiées et de relancer les plantations, au bénéfice des haies, de la biodiversité, des paysages ruraux et des agriculteurs notamment. Tout en faisant assurer le respect des impératifs environnementaux à l'égard des haies, l'OFB, aux côtés d'autres acteurs, participe également à la simplification, à l'adaptation des règles applicables aux haies pour mieux concilier ses

72. Article L. 412-23 nouveau du Code de l'environnement.

73. Notamment prévues aux articles L. 171-7 et L. 171-8 du Code de l'environnement.

74. Notamment au titre du L. 173-3 et du L. 415-3 précité à propos des habitats d'espèces protégées.

impératifs avec les besoins sociaux du territoire. Cette dynamique permet de répondre en partie à la multifonctionnalité des haies. Elle doit toutefois être assortie d'une autre dynamique pour garantir la promotion de nouvelles pratiques en faveur des haies, ainsi que leur pérennisation.

Le potentiel des incitations financières

Afin de lancer les agriculteurs dans une dynamique nouvelle qui perdure et qui aille au-delà des obligations juridiques déjà imposées concernant les haies, les incitations financières constituent une option intéressante. Ces incitations doivent toutefois être orientées et conduire aux actions les plus pertinentes possibles. L'enjeu est qu'elles deviennent de nouvelles opportunités financières, qu'elles mènent bien à l'objectif fixé et qu'elles contribuent à un investissement pérenne en faveur des haies.

Ce volet économique peut constituer un levier important dans la mesure où le changement du modèle agricole s'est accompagné d'un désintérêt pour les arbres : « Les arbres ont souvent perdu de leur intérêt, puisque les éleveurs ont moins besoin de produire eux-mêmes leur bois de chauffe, ou de stocker l'hiver les fruits produits sur l'exploitation. Aujourd'hui, les arbres souffrent souvent d'une image désuète, tandis qu'une agriculture plus technologique se développe, là encore complexifiée par la présence d'arbres : pilotage automatique des engins agricoles, surveillance des cultures par drones et satellites, etc. » (de Menthère *et al.*, 2023).

Parmi les incitations existantes figurent en particulier les aides de la PAC et les paiements pour services environnementaux (PSE). D'autres incitations, telles que des incitations fiscales, existent, mais ne seront pas mentionnées ici.

Les aides de la PAC

Qu'il s'agisse du premier ou du second pilier, les aides de la PAC mettent de plus en plus l'accent sur les haies en tant que telles, désormais considérées au titre de l'écorégime. Ce nouveau dispositif de la PAC 2023-2027 consiste en des programmes volontaires pour le climat, l'environnement et le bien-être animal établis par les États membres et assortis d'une aide. Plus précisément, il s'agit d'un paiement découplé versé sur tous les hectares admissibles de l'exploitation, paiement que l'agriculteur est libre de choisir ou non. À l'échelle française, trois voies d'éligibilité sont prévues : voie des pratiques, voie de la certification environnementale ou voie des éléments favorables à biodiversité (dont les haies) (figure 5.1 ; de Menthère *et al.*, 2023). En outre, un « bonus haie » peut être cumulé avec les aides associées aux deux premières voies. Il faut justifier la présence d'au moins 6 % de haies sur son programme de gestion durable de haies certifié, de type Label Haie (voir chapitre 6, encadré 6.2). Le bonus de 7 €/ha, considéré comme étant peu attractif⁷⁵ a été revalorisé à 20 € pour les années 2025 et 2026. Le second pilier de la PAC comprend également des engagements agroenvironnementaux ou MAEC qui sont susceptibles d'octroyer des aides en faveur d'actions prises pour les haies. Les paiements portent exclusivement sur des engagements contractuels de 5 à 7 ans allant au-delà des exigences requises au titre de la conditionnalité des

75. Le rapport CGAAER (p. 33) met en balance le montant de ce bonus avec les autres coûts qu'une bonne gestion des haies exige : « le montant du bonus semble faible (700 €/an pour une exploitation de 100 ha qui aurait 3,5 km de haies à gérer), alors que la réalisation d'un PGDH coûte entre 1500 et 2500 € (une fois) et que le coût annuel de la labellisation est de 352 €/an » (de Menthère *et al.*, 2023).

aides et qui diffèrent de celles accordées au titre de l'écorégime. Par ailleurs, les paiements sont déterminés « sur la base des coûts supplémentaires engagés et des pertes de revenus résultant des engagements pris, en tenant compte des valeurs cibles fixées » (art. 70 du règlement européen du 2 décembre 2021 relatif à l'établissement de plans stratégiques nationaux⁷⁶). Dans le cadre de la nouvelle PAC, un effort a été fait pour rendre ces engagements plus attractifs sur des MAEC ciblant des actions en faveur des haies. En particulier, la MAEC Biodiversité – Entretien durable des infrastructures agroécologiques a été significativement revalorisée (0,80 €/ml ou 800 €/ha de haie) (de Menthière *et al.*, 2023). Cependant, ces mesures se révèlent en définitive peu attractives au regard des modalités de calcul des paiements, ou peu adaptées pour répondre aux nouvelles spécificités attendues⁷⁷.

En raison de ce manque d'attractivité financière, d'autres outils sont actuellement plébiscités et c'est tout particulièrement le cas des paiements pour services environnementaux⁷⁸.

Les paiements pour services environnementaux

Les PSE sont des instruments incitatifs qui consistent à offrir une contrepartie à la fourniture de « services environnementaux » rendus par l'homme à l'environnement. La ligne de démarcation entre ces derniers et les MAEC n'est pas toujours claire dans la mesure où celles-ci sont parfois classées parmi les PSE (Langlais, 2019; Combe, 2020). Néanmoins, les PSE ne se limitent pas à des incitations financières d'origine publique. De ce fait, ils présentent l'intérêt d'être potentiellement détachés des contraintes des aides publiques. En d'autres termes, si les MAEC sont une contrepartie financière d'efforts environnementaux fournis, elles restent bloquées dans une logique de compensation financière et non de rémunération.

La valorisation de ces services fait l'objet d'un intérêt croissant de la part des pouvoirs publics, mais également d'entreprises ou de citoyens, désireux d'inciter à la préservation de la biodiversité et des services rendus par les écosystèmes (ou services écosystémiques, voir chapitre 2) sur une base volontaire. Bien que les services environnementaux puissent être fournis par une grande diversité d'acteurs, les exploitants agricoles restent les bénéficiaires principaux — voire exclusifs — des initiatives déployées à l'échelle nationale. Devant le succès de l'expérimentation menée par les agences de l'eau, nombre d'entre eux souhaitent désormais s'engager dans le dispositif. En fonction de leur profil, certains y voient une opportunité de compléter les revenus qu'ils tirent de leur activité agricole ou les aides de la PAC, d'autres en attendent la reconnaissance et la valorisation des actions réalisées et/ou un soutien dans la mise en place de pratiques plus favorables à l'environnement. Cet engouement se confronte toutefois à une double réalité, à la fois économique et juridique : qui assurera le financement, et à quelles conditions ? Comment encadrer juridiquement le portage et la rémunération d'un PSE ?

76. Régl. précité.

77. Le rapport CGAAER (p. 37) souligne par exemple que « la MAEC Biodiversité – Entretien durable des infrastructures agroécologiques n'est pas le bon levier pour encourager les agriculteurs à entretenir, à grande échelle, leurs haies ».

78. La mesure « Plantons des haies » du Plan de relance a répondu à ce critère de l'attractivité financière mais pas celui de sa pérennité. Pour plus de détail, voir rapport CGAAER, p. 25.

La diversification des modalités de financement des PSE

En complément des PSE « publics », autrement dit financés exclusivement par des fonds publics, les collectivités s'interrogent sur les opportunités et conditions requises pour mettre en place des PSE « publics-privés » (ou « hybrides »). Les besoins potentiels des nouveaux financeurs privés ne sont pas souvent pris en compte au moment de la conception du projet de territoire, ou le sont insuffisamment. Or, la mobilisation et la pérennisation de financements privés nécessitent d'aligner les intérêts des financeurs avec les objectifs environnementaux du PSE. Le récent rapport du Gouvernement au Parlement sur la mise en œuvre des PSE forestiers souligne en ce sens que « la demande [des entreprises] est de pouvoir contribuer à des projets plus qualitatifs, de proximité (visibles, contributifs au développement territorial) et avec une plus grande composante biodiversité⁷⁹. »

La réussite de ces dispositifs hybrides exige :

- de construire, le plus en amont possible, une offre de services environnementaux attractive et en adéquation avec les besoins de potentiels financeurs privés (sociétés, associations, particuliers, etc.) ;
- de proposer un cadre fiscal incitatif ;
- de disposer d'un montage permettant d'assurer le portage technique du PSE, d'offrir aux financeurs des garanties en matière de participation, de transparence et de suivi de l'efficacité du dispositif, dans le respect du droit des aides d'État et du droit de la commande publique.

Les enjeux juridiques de la mise en œuvre des PSE

Quelle que soit leur forme, les PSE ont tous en commun de nécessiter :

- des objectifs environnementaux clairement définis et territorialisés (en matière d'enjeux de territoire, de périmètre, d'indicateurs, de temporalité, etc.) ;
- une gouvernance qui assure le montage et/ou la mise en œuvre du PSE en associant différents acteurs (collectivités publiques, associations ou fondations, sociétés privées, propriétaires fonciers, agriculteurs, etc.) ;
- un financement et/ou une contrepartie, pouvant être d'origine multiple ou unique (bénéficiaires directs du service environnemental, personnes publiques, sociétés, particuliers, etc.), tantôt en argent (fixe ou variable), en nature ou d'ordre fiscal.

Selon les arbitrages retenus et les caractéristiques propres à chaque PSE qui vont en découler, celui-ci va relever d'un ou plusieurs régimes juridiques (droit des aides d'État, droit de la commande publique, droit des associations, droit fiscal, obligation réelle environnementale, droit commun des contrats, etc.).

En principe, un PSE rémunéré par le biais d'une subvention directe octroyée par un État, ou indirectement par des organismes liés à l'État, ou encore par les collectivités territoriales, au profit d'une entreprise (par exemple une exploitation agricole ou un exploitant) remplit les critères de l'aide d'État et doit donc faire l'objet d'une notification préalable à la Commission européenne sur le fondement de l'article 108 §3 du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE) afin que cette dernière évalue la compatibilité de ce régime d'aide avec le droit européen. Sur ce fondement, un régime d'aide d'État intitulé « Valorisation des services environnementaux et incita-

79. Les PSE forestiers, Rapport du Gouvernement au Parlement, mars 2025, p. 44.

tion à la performance environnementale des exploitations » a été notifié par la France à la Commission européenne.

Devant le succès de la première phase d'expérimentation des PSE menés par les agences de l'eau, une seconde version du dispositif a fait l'objet d'un régime cadre exempté de notification à l'initiative du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, qui est applicable depuis le 1^{er} janvier 2025 et jusqu'au 31 décembre 2027 (SA.115044⁸⁰).

Dès lors que l'on cherche à s'affranchir d'une logique exclusivement fondée sur les subventions publiques et/ou à diversifier les sources de financement, le recours à une association ou une fondation apparaît comme une solution pertinente pour porter tout ou partie d'un PSE, notamment en raison de :

- la souplesse de leurs modalités de création et de fonctionnement ;
- leur capacité à collecter aussi bien des fonds publics que des fonds privés avec, pour ces derniers, des perspectives de défiscalisation ;
- la possibilité de regrouper, en qualité de membre, une diversité de personnes physiques et morales (de droit public comme de droit privé), qu'il s'agisse de financeurs, de partenaires institutionnels ou bien encore de fournisseurs de services environnementaux ;
- une plus grande facilité à se soustraire aux contraintes du droit des aides d'État et du droit de la commande publique.

Le montage retenu devra cependant être sécurisé au cas par cas, de manière à garantir sa conformité au droit national et européen. Une attention particulière devra ainsi être accordée, entre autres, à la rédaction des statuts, à l'obtention éventuelle d'un rescrit fiscal en matière de mécénat pour permettre la délivrance de reçus fiscaux aux donateurs, aux modalités de collecte et de gestion des fonds, à l'identification et à la rédaction des pièces contractuelles (contrats PSE, obligations réelles environnementales, fiducie, etc.), à la mise en œuvre le cas échéant d'une procédure de mise en concurrence, ou encore à l'analyse de l'assujettissement à la TVA ou à d'autres obligations fiscales.

La haie comme vecteur d'une approche multifonctionnelle des PSE

La haie est une IAE fortement représentée dans les PSE mis en œuvre par les agences de l'eau, du fait que son rôle dépasse largement une simple fonction paysagère ou de cloisonnement parcellaire. Intégrée dans une logique de restauration du maillage bocager, elle permet de répondre simultanément à plusieurs objectifs d'intérêt général, comme l'amélioration de la qualité de l'eau, la régulation du cycle de l'eau, la préservation de la biodiversité ou encore la séquestration du carbone. L'essor des PSE et la diversification des financements impliquent de concilier de multiples ambitions — au regard notamment du changement climatique et de l'érosion de la biodiversité, considérés conjointement ou non — de manière à répondre à la demande croissante des entreprises de s'engager volontairement dans la transition écologique et/ou de satisfaire leurs obligations en matière de compensation, de *reporting* extra-financier ou de devoir de vigilance. Dans cette perspective, la haie apparaît comme un levier d'action particulièrement pertinent. Toutefois, cette ambition soulève des enjeux juridiques spécifiques dès lors que les fournisseurs de services environnementaux

80. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/SA.115044%20-%20Régime%20exempté%20PSE_2024.pdf

sont directement rémunérés au moyen de fonds publics et/ou de dons bénéficiant du régime du mécénat, en particulier s'il s'agit d'exploitants agricoles.

Par principe, les articles 200 et 238 bis du Code général des impôts (CGI), ainsi que la doctrine fiscale, exigent que les dons perçus dans le cadre du mécénat soient affectés à une activité d'intérêt général au sens fiscal. Or, les soutiens financiers à des opérateurs économiques peuvent être de nature à remettre en cause les critères relatifs à la gestion désintéressée de l'organisme bénéficiaire du don et à l'absence de fonctionnement au profit d'un cercle restreint de personnes.

En l'absence de doctrine fiscale et de littérature explicites sur ce point, l'exemple de l'association Carabes & Canopée⁸¹ montre que le critère de la gestion désintéressée peut être rempli par une association dont l'objet est de financer sur son territoire des actions de gestion des haies bocagères.

Plus encore, la pérennité de ces dispositifs ou de leurs effets, comme leur efficacité, nécessitent qu'ils soient pensés à l'aide d'outils complémentaires pour orchestrer les actions en faveur des haies et maintenir ces actions dans le temps afin de ne pas réduire à néant les premiers efforts fournis.

Outil destiné à accompagner les agriculteurs soucieux de leurs haies, le Plan de gestion durable des haies (PGDH) (voir chapitres 4 et 6) est un cadre particulièrement intéressant⁸². Plus précisément, il est défini comme « un outil pratique de gestion des haies destiné à l'agriculteur. Il lui apporte un état des lieux et de connaissance, de planification des travaux d'entretien et de valorisation des haies à l'échelle de son exploitation. Il propose des travaux de gestion et potentiellement d'amélioration des haies existantes garantissant la pérennité des éléments, voire le développement de ceux-ci. Ce diagnostic initial aide donc l'exploitant à mettre en place une planification de la gestion durable des haies de son exploitation⁸³ ». Au-delà de l'intérêt strict pour cet outil, il est important de préciser qu'une inscription dans un plan de gestion durable permet de prétendre à des certifications et des labels. Par exemple, cela ouvre des opportunités de valorisation à terme du bois dans des chaufferies (reconnaissance de la valeur de ce bois géré durablement et certifié). Le PGDH s'inscrirait dès lors comme un référentiel de bonne gestion ainsi qu'une garantie de pérennité de celle-ci en favorisant plus largement la valorisation économique de la filière. Ceci est toutefois conditionné par un suivi de la bonne mise en œuvre de ce plan. En ce sens, des outils de labellisation ont vu le jour, tel que Label Haie. Cette démarche de labellisation peut également constituer une composante destinée à renforcer plus largement cette intégration des haies dans une logique filière et pérenniser les actions en faveur de la haie.

81. L'association Carabes & Canopée « a pour but de contribuer à la préservation du vivant, en misant sur la préservation de ce couteau suisse environnemental qu'est la haie. Agriculteurs, associations (environnement, filière bois), collectivités, fédérations de chasseurs, propriétaires fonciers, citoyens : nous nous sommes rassemblés dans cette association pour mettre nos expertises en commun. C'est un gage de notre crédibilité : nous agissons main dans la main pour l'environnement. Notre dynamique collective s'est lancée dans la Vallée de la Seiche, pour s'étendre demain à l'ensemble du territoire ». Son territoire est celui de l'Ille-et-Vilaine, <https://carabes-canopee.fr/carabes-et-canopee/>.

82. Sur les détails de ce plan de gestion, voir le rapport CGAAER (de Menthieri *et al.*, 2023). En particulier, l'un des avantages annoncés de ce plan est qu'il permet de « faire connaître à l'agriculteur le potentiel de valorisation de sa haie, s'assurer de sa bonne gestion et d'apporter la garantie de sa bonne gestion » (p. 25).

83. <https://reseauhaies.fr/plan-de-gestion-durable-des-haies-pgdh/>

Indépendamment de la prise en compte du temps, à considérer pour assurer la promotion et la pérennité des pratiques en faveur des haies, il est nécessaire de ne pas s'attarder sur la relation entre l'agriculteur et sa parcelle (centrée sur le bail rural) et d'adopter une perspective plus large, à l'échelle du réseau de haies, laquelle requiert une dynamique territoriale collective.

« La bonne fonctionnalité » des haies pensée au-delà de la relation entre l'agriculteur et sa parcelle

La reconnaissance affirmée du rôle de la haie dans l'espace agricole implique en réalité de s'intéresser à l'individu, l'agriculteur, confronté à ce « besoin » de haies. Le bail rural y joue un rôle essentiel. Toutefois, l'agriculteur ne peut rester isolé dans son action à l'égard des haies, laquelle devra nécessairement être intégrée à une démarche collective.

Le bail rural et l'intégration de la haie dans le système d'exploitation agricole

Le bail rural joue un rôle important dans la prise en considération des haies compte tenu du nombre de terres agricoles louées et plus encore parce qu'il est désormais reconnu qu'« une bonne gestion des arbres et des haies doit être pensée à l'échelle du système d'exploitation, au même titre que toute autre production » (Chauvin, 2022). Si le bois-énergie en est une illustration, qualifié de « source de diversification économique » (Chauvin, 2022), d'autres bénéfices pour la production agricole sont également à mentionner (ombre pour les animaux, présence d'auxiliaires de culture...), qui justifient que l'on considère les haies comme parties intégrantes de la production agricole, et non comme de simples linéaires plantés au sein des parcelles. C'est ce qui ressort notamment du témoignage d'Antoine Pasquier, éleveur bovin du Bocage bressuirais (Deux-Sèvres). Il indique quels sont les avantages à la plantation de haies au sein de son exploitation agricole : « la lutte contre l'érosion, l'amélioration du microclimat intraparcellaire, l'optimisation de la mécanisation des sols, la facilitation du mouvement et de la contention des bovins au pâturage, un meilleur bien-être du troupeau et de l'éleveur, la lutte biologique » (Chauvin, 2022).

Le bail rural doit non pas être un frein à cette dynamique mais plutôt constituer un levier. En effet, la conception du bail rural et de l'amélioration du fonds était initialement teintée d'une approche productiviste qui a aujourd'hui évolué. En particulier, une ouverture écologique a soufflé sur le bail à l'issue de la loi d'orientation agricole du 9 juillet 1999⁸⁴ en modifiant en particulier les motifs de résiliation du contrat. Il a ainsi été considéré que « le fait que le preneur applique sur les terres prises à bail des pratiques ayant pour objet la préservation de la ressource en eau, de la biodiversité, des paysages, de la qualité des produits, des sols et de l'air, la prévention des risques naturels et la lutte contre l'érosion ne peut être invoqué à l'appui d'une demande de résiliation formée par le bailleur » (art. L. 411-27 du Code rural). Dès lors, « la plantation massive de haies sur l'exploitation (qui fait souvent partie du dispositif de reconversion à l'agriculture biologique par exemple) n'est pas de nature à motiver le prononcé d'une résiliation du bail, même si elle diminue la production, en tonnage, de cultures céréalières sur l'exploitation ».

84. Loi n° 99-574 du 9 juillet 1999 d'orientation agricole, JORF n° 0158 du 10 juillet 1999.

Une autre étape a été franchie avec l'introduction des clauses environnementales dans le statut du fermage par la loi d'orientation agricole du 5 janvier 2006⁸⁵ (Bodiguel, 2011). Selon l'article L. 411-27 du Code rural et de la pêche maritime, ce nouveau régime des baux environnementaux consiste, pour le bailleur et le preneur, à accepter d'un commun accord, dans le contrat de bail, des clauses visant au respect par le preneur de pratiques culturelles ayant notamment pour objet la préservation de la biodiversité, des paysages et des sols, ainsi que la lutte contre l'érosion. Trois conditions alternatives sont toutefois requises pour prétendre à un bail rural à clauses environnementales. Selon l'article L. 411-27 du Code rural, « des clauses visant au respect par le preneur de pratiques ayant pour objet la préservation de la ressource en eau, de la biodiversité, des paysages, de la qualité des produits, des sols et de l'air, la prévention des risques naturels et la lutte contre l'érosion, y compris des obligations de maintien d'un taux minimal d'IAE, peuvent être incluses dans les baux dans les cas suivants :

- pour garantir, sur la ou les parcelles mises à bail, le maintien de ces pratiques ou infrastructures ;
- lorsque le bailleur est une personne morale de droit public, une association agréée de protection de l'environnement, une personne morale agréée "entreprise solidaire", une fondation reconnue d'utilité publique ou un fonds de dotation ;
- pour les parcelles situées dans les espaces mentionnés aux articles L. 211-3, L. 211-12, L. 322-1, L. 331-1, L. 331-2, L. 332-1, L. 332-16, L. 333-1, L. 341-4 à L. 341-6, L. 371-1 à L. 371-3, L. 411-2, L. 414-1 et L. 562-1 du Code de l'environnement, à l'article L. 1321-2 du code de la santé publique et à l'article L. 114-1 du présent code à condition que ces espaces aient fait l'objet d'un document de gestion officiel et en conformité avec ce document ».

Pour ces dernières, il s'agit, par exemple, des parcs nationaux ou parcs naturels régionaux, des sites Natura 2000, des terrains du Conservatoire du littoral, des réserves naturelles, des arrêtés de protection de biotope, des sites classés au titre des paysages, des zones d'érosion délimitées par le préfet, des périmètres de protection de la ressource en eau, etc.

Le décret d'application du 8 mars 2007⁸⁶ est venu préciser la liste des clauses environnementales pouvant être incluses dans les baux ruraux. Parmi les quinze pratiques culturelles désignées par ce décret figure celle relative à la création, au maintien et aux modalités d'entretien des haies, des talus et des arbres isolés.

Toutefois, si le contrat de bail permet d'envisager une obligation de plantation d'un arbre ou d'une haie, d'en interdire l'arrachage ou d'imposer des modalités particulières d'entretien pour en assurer la conservation, le champ d'action reste géographiquement limité à la parcelle concernée. Or, pour que la haie puisse remplir pleinement ses multiples fonctions, elle doit être pensée comme un réseau. Ceci dépasse donc l'accompagnement juridique de l'essor et du maintien des haies à l'échelle de la stricte parcelle agricole ou de chaque exploitation agricole.

85. JORF n° 5 du 6 janvier 2006.

86. Décret n° 2007-326 du 8 mars 2007 relatif aux clauses visant au respect de pratiques culturelles pouvant être incluses dans les baux ruraux, JORF n° 59 du 10 mars 2007.

Penser la haie en un réseau, associé à une dynamique territoriale collective

Pour reprendre les propos de Véronique Chauvin de la Chambre d'agriculture des Pays de la Loire (Chauvin, 2022), « les agroforesteries prennent plusieurs formes et s'associent pour intégrer les paysages agricoles et rendre des services importants à l'ensemble de la société. Ces aménités sont larges et bénéfiques pour tous les acteurs du territoire ». Si ces propos visent à justifier l'ouverture de compensations financières en l'espèce, ils impliquent également que la protection et la gestion des haies dans l'espace agricole sont l'affaire de tous, ou tout du moins l'affaire d'acteurs autres que les agriculteurs.

Cette remarque va en effet de pair avec l'évolution de l'intérêt porté aux haies. En tant que délimitation de propriétés agricoles, les haies restaient l'affaire des agriculteurs et plus encore des agriculteurs de très forte proximité. Mais dès lors que l'on reconnaît leur utilité à rendre des services tels que la lutte contre le changement climatique, l'érosion de la biodiversité ou l'érosion des sols, la question dépasse la stricte sphère agricole. Cette transformation de l'intérêt accordé aux haies amène trois réflexions principales sur l'approche collectivité et multi-acteurs qui en découle.

En premier lieu, l'inscription de la haie dans une dimension territoriale justifie plus encore le développement de collectifs d'agriculteurs soucieux de les maintenir et de déterminer collectivement leur emplacement. Il est possible d'envisager les paiements pour services environnementaux comme leviers supplémentaires. En ce sens, des actions collectives pourraient bénéficier d'un bonus financier en considération d'un résultat souhaité à l'échelle d'un territoire donné et ce, en plus d'actions individuelles.

En second lieu, cela justifie pleinement le rôle d'acteurs extérieurs au monde agricole. Les collectivités locales ont été des relais importants pour apporter une vision plus territoriale et collective des enjeux associés aux haies (de Menthère *et al.*, 2023). Le rôle des régions se manifeste à travers les aides à la plantation, les activités d'animation et d'information au public ou encore l'inscription des haies dans les documents de stratégie ou de planification relevant de leurs compétences (stratégie régionale pour la biodiversité dans le cadre du Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires — SRADDET). L'intégration des haies dans les plans locaux d'urbanisme en vue de préserver les continuités écologiques participe également à offrir une approche territorialisée moins centrée sur la seule parcelle de l'agriculteur. Une disparité territoriale née d'une divergence d'actions entre les collectivités est toutefois dénoncée (de Menthère *et al.*, 2023).

En troisième lieu, cette dimension collective peut également s'exprimer à travers la notion de communs ou de communs agricoles, du fait du rôle dévolu aux haies dans la lutte contre les changements globaux. Les critères de ces communs sont une ressource en accès partagé, des règles d'usage, une gouvernance en commun (Drouot et Zabalza, 2024; Millard et Bosse-Platière, 2020) et pour les biens communs agricoles, le fait de nourrir tout en préservant les composantes environnementales (Millard et Bosse-Platière, 2020).

► Conclusion

Si le droit agit comme une puissante force pour impulser de nouveaux comportements ou de nouvelles actions en la matière, il peine encore à dépasser une approche en silos permettant de répondre pleinement aux enjeux auxquels les haies sont aujourd'hui

appelées à répondre. Les concepts qui émergent et qui renvoient à cette exigence de multifonctionnalité, tels que les solutions fondées sur la nature ou les IAE, trouvent un écho certain dans le cadre politique et institutionnel, mais renvoient à une image juridique encore floue. Ceci étant, cette ambition de multifonctionnalité répond également à une ambition de longue date du droit de l'environnement, celle de l'approche intégrée ou celle de l'approche systémique. En tout état de cause, les haies et ce qu'elles portent permettent au droit de travailler son imaginaire en combinant des outils, des acteurs... pour y répondre.

► Références bibliographiques choisies

- Beuneiche L., Landelle P., 2022. Florilège normatif autour de la protection des haies : l'opulence rime-t-elle vraiment avec efficacité ? *Biodiversité, des clés pour agir*, OFB, 1, 18-39.
- Blandin P., 2009. *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*. Versailles, éditions Quæ, 128 p.
- Bodiguel L., 2011. Les clauses environnementales dans le statut du fermage. Environnement et développement durable. *Revue de droit rural*, 13-19.
- Bosse-Platière H., Grimonprez B., 2024. *Agriculture et Forêt*, AgriDroit, 2036 p.
- Chatelon P., 2022. Les bonnes pratiques de plantation et de gestion des haies. *Biodiversité, des clés pour agir*, OFB, 1, 32-35.
- Chauvin V., 2022. Valoriser ses haies, un équilibre pour bien les entretenir. *Biodiversité, des clés pour agir*, OFB, 1, 36-39.
- Combe M., 2020. Instruments économiques et protection de la biodiversité : analyse juridique des mécanismes de compensation écologique et de paiements pour services environnementaux. Thèse en droit, université Jean-Moulin, Lyon.
- Communication de la Commission européenne, 1997. Agenda 2000 : pour une Union plus forte et plus large. COM (97) 2000 du 16 juillet 1997.
- Communication de la Commission européenne au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au comité de région, 2013. Infrastructure verte – Renforcer le capital naturel de l'Europe. COM (2013) 249 final du 6 mai 2013.
- De Menthère C., Piveteau V., Falcone P., Ory X., 2023. La haie, levier de la planification écologique. Rapport du CGAAER n° 22114, ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, 116 p.
- Doussan I., 2008. La multifonctionnalité agricole : lieu de conflits entre le droit de l'environnement et le droit de la concurrence. In : *La multifonctionnalité de l'agriculture. Une dialectique entre marché et identité* (Groupe Polanyi, éd.), Versailles, éditions Quæ, p. 45-68.
- Doussan I., 2009. Les services écologiques : un nouveau concept pour le droit de l'environnement ? In : *La responsabilité environnementale, prévention, imputation, réparation* (Cans C., éd.), Paris, Dalloz, p. 125-141.
- Drouot G., Zabalza A., 2024. *Quel(s) statut(s) pour les biens communs ?* Paris, Lefebvre Dalloz, coll. Thèmes et Commentaires, 159 p.
- Gunderson L.H., 2000. Ecological resilience—in theory and application. *Annual review of ecology and systematics*, 31(1), 425-439.
- Hervé-Fournereau N., Langlais A., 2013. Ecosystem services: promoting new energies between European strategies on climate and biodiversity? In: *Biodiversity and Climate Change: Linkages at International, National and Local Levels* (Maes F, Cliquet A, Plessis WD, McLeod-Kilmurray H, eds), Cheltenham, Edward Elgar, p. 65-93.
- Hervé-Fournereau N., Langlais A., 2022. Urgence(s) écologique(s) : quelle(s) urgences du droit ? *Revue juridique de l'environnement*, 21, 292 p.
- Jacquot H., Soazic M., Priet F., 2025. *Droit de l'urbanisme*, Précis Dalloz, 10^e éd., 1 552 p.

- Langlais A., 2019. *L'agriculture et les paiements pour services environnementaux : quels questionnements juridiques ?* Éditions PUR, 447 p.
- Langlais A., 2020a. La biodiversité dans la PAC à travers le prisme des infrastructures agroécologiques. In : *L'agriculture durable – Environnement, nutrition et santé* (Demeester M.-L., Mercier V., eds), Aix-Marseille, PUAM, p. 97-112.
- Langlais A., 2020b. Framing ecosystem services for sustainability? In: *Sustainability and Law: General and Specific Aspects* (Mauerhofer V., Rupo D., Tarquinio L., eds), Springer, p. 609-629.
- Langlais A., Lemoine-Schonne M., 2024. *Construire le droit des ingénieries climatiques – Pour une approche croisée des enjeux climatiques et écosystémiques*, Grenoble, UGA Éditions, 414 p.
- Langlais A., 2025. La PAC, une réponse encore pertinente pour répondre aux changements globaux? Approche juridique. *Revue de l'Union européenne*, 687, 237-246.
- Mestre C., 2024. La révision de la PAC : un renoncement à la hâte aux ambitions environnementales? *Revue de droit rural*, 8-9, 31-34.
- Millard J.B, Bosse-Platière H., 2020. *Les biens communs en agriculture, tragédie ou apologie ?* LexisNexis, AgriIDées, 137 p.
- Morin S., 2022. Le dispositif national de suivi des bocages : une approche multi-échelle pour évaluer, comprendre et agir. *Biodiversité, des clés pour agir*, OFB, 1, 22-26.
- Morin S., Omnès F., 2022. Les haies, alliées indispensables de la transition agroécologique. *Biodiversité, des clés pour agir*, OFB, 1, 20-21.
- Parc naturel régional du Perche, 2013. *Guide juridique des haies du Perche*, 202 p.
- Prieur M., Bétaille J., Camproux Duffrene M.-P., Delzangles H., Jaworski V. *et al.*, 2023. *Droit de l'environnement*, 9^e édition, Paris, Précis Dalloz, 1 893 p.
- Van Asselt H., 2011. Managing the fragmentation of international environmental law: Forests at the intersection of the climate and biodiversity regimes. *New York University Journal of International Law and Politics*, 44, 1205-1278.



Partie 3

Caractériser les haies et leur multifonctionnalité à différentes échelles

Chapitre 6

Le suivi quantitatif et qualitatif des haies et des réseaux de haies

*Sarah Bunel, Alexis Pernet, Loïc Commagnac, Catherine Moret,
David Rolland, Sophie Morin*

La multifonctionnalité des haies et des réseaux de haies est liée à la fois aux pratiques de gestion locales et à l'aménagement du territoire. Les paysages avec haies présentent généralement une importante hétérogénéité — tant dans la forme des haies que dans celle du parcellaire et dans l'occupation du sol — mais tous n'offrent pas les mêmes capacités d'accueil pour la biodiversité, ni les mêmes fonctionnalités.

Le suivi régulier de différentes catégories d'indicateurs, à l'échelle de l'écosystème ou du territoire, pourrait contribuer à une gestion adaptative des haies et des réseaux de haies, en réponse aux enjeux alimentaires, énergétiques et environnementaux contemporains, dans un contexte de crise de la biodiversité (sixième extinction de masse) et de dérèglements climatiques marqués par des événements extrêmes de plus en plus fréquents (inondations, sécheresses, canicules).

En France, une pluralité de paramètres est utilisée pour évaluer et suivre les haies à différentes échelles (de la haie au paysage), tant quantitativement que qualitativement. Ces paramètres peuvent varier en fonction du contexte et des objectifs dans lesquels ils sont recueillis, et de l'échelle de collecte de la donnée.

Dans les faits, certains paramètres des haies et des réseaux de haies sont parfois corrélés, ne profitent qu'à une fonction ou ne sont valables que dans une région ou un contexte donné. Dans une perspective de suivi à large échelle, il est alors intéressant de rechercher, parmi ces paramètres, ceux qui sont simples à comprendre (diagnostics partagés), relativement faciles à acquérir/mesurer, calculables régulièrement, dans un cadre technique et financier réaliste, et reconnus scientifiquement afin de les utiliser en tant qu'indicateurs sur les territoires.

Ce chapitre aborde la caractérisation des haies et des paysages associés en s'inspirant du cadre conceptuel « pressions-état-réponses » (*Driving forces, Pressures, States, Impacts, Responses* ou DPSIR en anglais) mis au point par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Selon ce cadre, il existe différents indicateurs :

- les indicateurs de pressions décrivent les pressions sur l'environnement exercées par les activités humaines qui modifient les ressources naturelles ;

- les indicateurs d'état décrivent la qualité de l'objet considéré, sous l'angle tant quantitatif que qualitatif;
- enfin, les indicateurs de réponses décrivent les réponses de la société aux changements induits par les activités humaines, et qui se traduisent par l'adoption de mesures de protection, de restauration, etc.

La première section présente des indicateurs d'état, c'est-à-dire les paramètres et outils existants permettant de qualifier l'état des haies, et plus largement des paysages avec haies; la seconde introduit les indicateurs de pression, en proposant une évaluation des différentes catégories de pressions s'exerçant sur ces milieux; enfin, la troisième section fait l'inventaire d'un large panel de mesures pouvant concourir au maintien ou à la restauration des haies et des réseaux de haies (indicateurs de réponses). La quatrième et dernière section vient enrichir ce cadre en proposant un regard complémentaire, basé sur la notion de paysage sensible.

► Les indicateurs de l'état écologique des haies en relation avec leurs fonctionnalités potentielles

Indicateurs basés sur la physionomie, la composition et la gestion des haies

Les haies sont des éléments semi-naturels dont l'état écologique influence la capacité à assurer les fonctions qui leur sont attribuées (voir chapitres 1 et 2).

Cet état écologique dépend de la structure des haies, mais aussi de leur composition. C'est la raison pour laquelle les indicateurs de l'état écologique des haies se basent sur la physionomie des haies, en lien avec la physiologie des végétaux qui la composent, ou encore sur la présence d'éléments (microhabitats, lianes, diversité d'espèces...) ou d'espèces indicatrices qui la composent (encadré 6.1).

Encadré 6.1. Écobordure : un indicateur de l'état écologique des bordures de champs

Axelle Marchant

Les bordures de champs sont les interfaces entre une culture et tout autre milieu (chemin, route, bois, clôture...). Les haies situées en bord de parcelles font partie des bordures de champs. Ces espaces, pérennes au sol, jouent un rôle essentiel en tant qu'habitats, refuges, ressources alimentaires et corridors écologiques pour de nombreuses espèces (voir chapitre 1). La richesse floristique des bordures de champs dépend fortement de leur gestion (broyage, fauche, pâturage...) et des pratiques agricoles appliquées sur la parcelle adjacente (usage de fertilisants et/ou de pesticides avec éventuels débords, par exemple). Cependant, les intérêts écologiques et écosystémiques des bordures de champs sont rarement pris en compte dans la gestion de ces espaces.

Écobordure est un indicateur de l'état agroécologique des bordures de champs. À partir d'observations botaniques simplifiées, il permet de tisser les liens entre pratiques de gestion et biodiversité des bords de champs, facilitant ainsi l'accompagnement à la transition agroécologique (Alignier *et al.*, 2023). Cet indicateur a été développé par l'unité de recherche BAGAP d'INRAE pour le Massif armoricain et

a été adapté pour la Beauce/Bassin parisien Sud par l'association Hommes et Territoires. L'adaptation de l'outil à d'autres zones biogéographiques est en cours dans le cadre du projet CASDAR (Compte d'affectation spéciale développement agricole et rural) DEBORA (2025-2028) : « Développer des démarches de transitions à partir d'un diagnostic agroécologique de bordures de champs et la mise en réseau d'acteurs ».

Le diagnostic Écobordure s'appuie sur l'observation de la présence d'une trentaine d'espèces herbacées choisies pour leurs traits fonctionnels et leurs exigences écologiques contrastés, qui reflètent aussi bien les conditions de gestion que les contextes paysagers dans lesquels elles se développent. L'état de la bordure de champs est défini à partir du poids relatif de chacune de ces espèces réparties en trois groupes fonctionnels :

- les bordures de type lisières forestières sont riches en espèces pérennes tolérant l'ombre et ne subsistant que dans des zones peu exposées aux pressions agricoles ;
- les bordures de type prairiales, dominées par des espèces pérennes de pleine lumière, supportent des perturbations modérées comme la fauche ou le pâturage léger ;
- les bordures de type adventices sont composées d'espèces capables de coloniser rapidement des sols mis à nu par des pratiques agricoles intensives (broyage au sol, herbicides, piétinement par le bétail).

Le diagnostic Écobordure peut être utilisé à trois échelles :

- à l'échelle de la bordure, cet outil permet de faire le lien entre les espèces indicatrices observées et les pratiques de gestion mises en place sur la bordure de champs. Il s'agira alors d'échanger avec l'agriculteur pour comprendre, à partir de l'état observé, ce qui relève des pratiques passées et actuelles, ou du paysage. Des recommandations de gestion ciblées peuvent être élaborées afin d'orienter les pratiques vers une meilleure conciliation entre biodiversité et production agricole ;
- à l'échelle d'une exploitation, l'état agroécologique global des bordures de champs reflète l'influence du contexte pédoclimatique et du paysage (relief, type de sol, ombre créée par des éléments arborés, axes de passages...), du contexte d'héritage de l'exploitation (gestion passée), mais aussi les stratégies de production et de durabilité de l'exploitation (impliquant le choix des pratiques de gestion actuelles). Il s'agira alors d'échanger avec l'agriculteur pour interroger et, le cas échéant, faire évoluer le regard qu'il porte sur ses stratégies et ses pratiques, de façon à lui permettre d'imaginer les trajectoires agroécologiques qu'il pourrait entreprendre ;
- à l'échelle d'un territoire, Écobordure permet de sensibiliser un groupe d'agriculteurs au rôle écologique des bordures de champs et à l'impact de leurs pratiques de gestion sur ces espaces. En s'appuyant sur le diagnostic Écobordure, il s'agira d'animer un échange collectif afin d'établir un plan de gestion commun permettant aux bordures de champs de jouer le rôle de corridors écologiques sur le territoire.

Les indicateurs basés sur la physionomie s'appuient sur une description de la haie en trois dimensions (hauteur, longueur, largeur). La haie est découpée en quatre étages de végétation avec des métriques associées. On préfère ici le terme « étage » à celui de « strate », ce dernier étant souvent associé à la forme des ligneux, alors que la composition de chaque étage est parfois complexe et diversifiée (Soltner, 2019 ; figure 6.1).

- L'étage 1 se compose d'herbacées annuelles et vivaces et ne dépasse pas 0,3 m de hauteur en période hivernale. Ses espèces végétales peuvent toutefois ponctuellement dépasser cette hauteur en période de végétation (berce commune, avoine à chapelets, ronce, etc.).

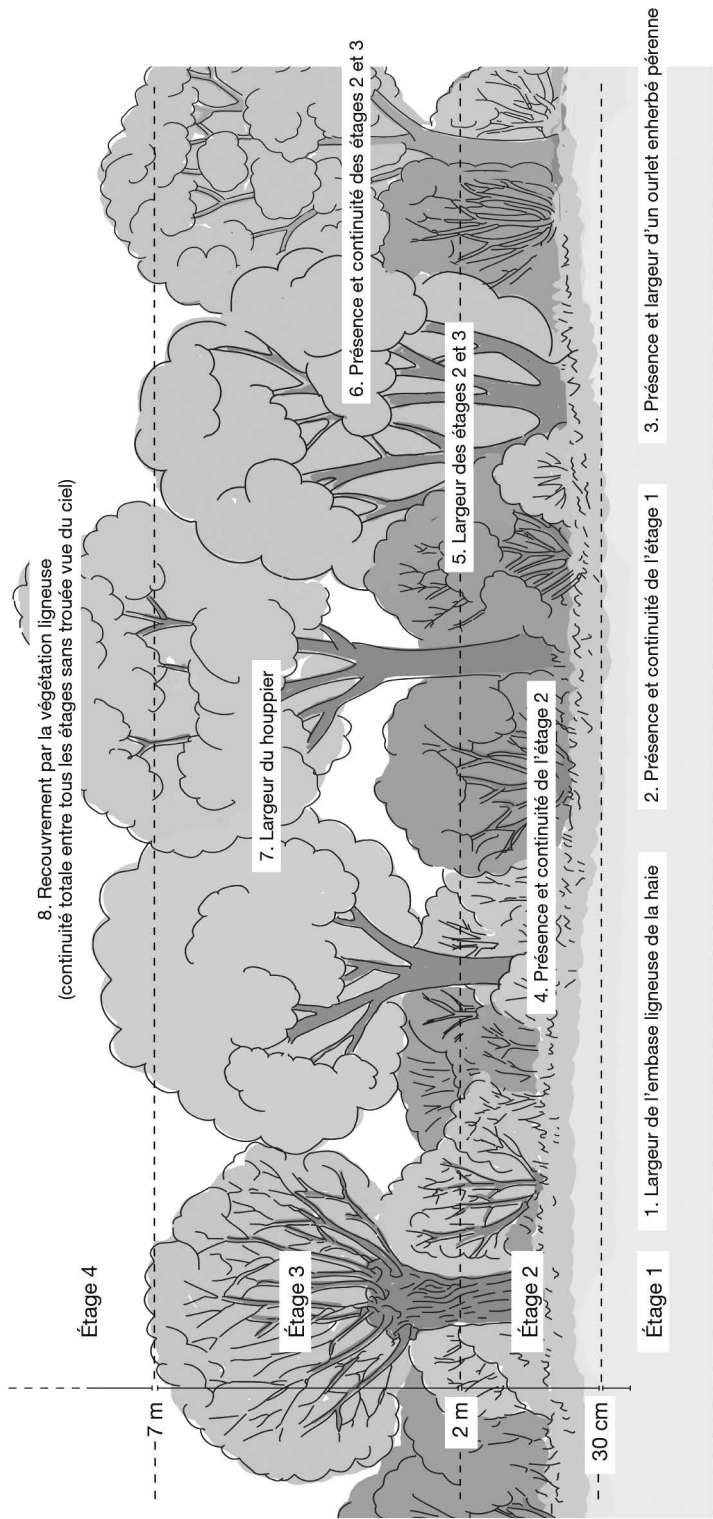


Figure 6.1. Figuration des différents étages des haies et indicateurs de leur état écologique.

- L'étage 2 est constitué des branches basses ou tombantes des arbres, arbustes et arbrisseaux, et des troncs multiples et indépendants issus d'une multiplication végétative (appelés « colonies ») inférieurs à 2 m (Drénou, 2016; Dumé *et al.*, 2018). Les chaméphytes et microphanérophytes frutescents sont également représentatifs de cet étage. Essentiellement constitué d'espèces ligneuses accompagnées de végétaux herbacés et lianescents, il présente souvent une formation plus ou moins dense, difficile à pénétrer (Jauzein et Nawrot, 2011).
- L'étage 3 se compose des végétaux dont la taille est comprise entre 2 et 7 m. Il est constitué d'arbustes et d'arbrisseaux (< 7 m, à tronc unique ou aux tiges multiples dès la base; mésophanérophytes frutescents), voire d'arbres dominés et de jeunes arbres.
- L'étage 4 est constitué par tous les végétaux dépassant une hauteur de 7 m; il correspond à l'espace occupé par les houppiers (couronnes) des arbres dominants, codominants et dominés (macrophanérophytes frutescents) (Raunkiaer, 1934).

Au niveau de l'étage 1, plusieurs critères sont à observer. L'embase d'une haie correspond à la topographie du lieu de son implantation sur le sol. Le support peut être absent (haie à plat) ou constitué d'une surélévation linéaire du sol (haie sur talus). Celui-ci n'a pas la même valeur écologique selon ses dimensions, hauteur et largeur. La largeur d'une haie au niveau de l'embase doit prendre en compte l'ensemble de l'implantation ligneuse. Elle doit, non pas se limiter à un alignement de troncs, mais inclure les jeunes pousses qui assureront son renouvellement, ainsi que les lianes, comme les ronces. Elle est conditionnée par la largeur que le gestionnaire veut donner à la haie (Staley *et al.*, 2020).

L'ourlet enherbé pérenne s'entend comme étant l'espace peuplé essentiellement de plantes herbacées existant entre le pied de la haie et la parcelle agricole cultivée, pâturée ou fauchée (Fichefet *et al.*, 2011; Rolland, 2020). Celui-ci n'a pas la même valeur écologique selon ses dimensions (hauteur et largeur), qui dépendent de la fréquence et du mode d'entretien (broyage, fauche, pâturage, écobuage...; encadré 6.1).

Au niveau intermédiaire, la largeur de l'étage 2 augmente progressivement du fait du déploiement et de la croissance des brins des éléments ligneux. La largeur des étages 3 et 4 est nettement plus importante du fait de la pousse des branches; elle peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

Il ne faut donc pas considérer *la* largeur d'une haie, mais bien *les* largeurs, afin de respecter la physionomie des arbres donnant aux haies une forme de trapèze avec une largeur plus évasée en hauteur. Les largeurs peuvent être mesurées au niveau de l'embase, à 2 m (entre l'étage 2 et 3) et au niveau des houppiers.

L'observation de la hauteur, des largeurs et de la longueur d'une haie permet d'estimer le recouvrement de la végétation ligneuse. Il correspond à la continuité horizontale et explique l'absence de trouée vue du ciel. Une trouée correspond à l'absence de végétation ligneuse ou semi-ligneuse dans l'ensemble des étages. Le taux de continuité horizontale de chaque étage doit également être observé, ainsi que la connectivité verticale entre les étages. Les effets écophysologiques d'une haie seront modifiés si de nombreuses trouées sont observées entre les étages et dans sa longueur. La continuité horizontale est appréciée selon la proportion occupée par l'étage correspondant le long du tronçon de haie examiné (Garratt *et al.*, 2017; Graham *et al.*, 2018; Staley *et al.*, 2020). Une haie en bon état écologique présente donc une variété d'étages, garnis et connectés entre eux, avec le moins de trouées possible.

Au-delà de la physionomie des haies, des indicateurs de gestion, inscrits dans une certification (Label Haie), ont été développés afin de certifier des pratiques permettant de rétablir leur « bon état écologique » tel que défini par l'article 38 de la loi n° 2025-268 du 24 mars 2025 d'orientation pour la souveraineté alimentaire et le renouvellement des générations en agriculture (encadré 6.2). En effet, les actions de gestion influencent directement le développement des haies, leur physionomie, leur composition et donc leur état écologique (Baudry *et al.*, 2000; Staley *et al.*, 2012). Ces actions sont réalisées au-delà de l'implantation ou de la destruction d'une haie et doivent être considérées à l'échelle de plusieurs décennies. Elles influencent le maintien ou non des fonctions écosystémiques (Montgomery *et al.*, 2020). L'entretien des haies « au gabarit », afin qu'elles prennent le moins de place possible sur la parcelle, entraîne le plus souvent une dégradation de la végétation qui les constitue, en contraignant cette végétation à un espace excessivement restreint, qui menace le renouvellement de la haie. À l'inverse, la gestion durable d'une haie mature s'intègre dans un cycle de développement des végétaux qui tend vers l'optimum entre chaque période de valorisation (pour les haies en gestion sylvicole) et respecte la physiologie des ligneux. La périodicité de ces cycles de développement est variable (entre 10 et 50 ans selon les secteurs biogéographiques), le plus souvent 15-20 ans dans les secteurs où la pousse des arbres est importante. Le renouvellement de la haie est majoritairement associé à la capacité végétative qui permet aux ligneux de produire de nouveaux brins. La coupe stimule les bourgeons dormants qui assurent la repousse du végétal. La régénération d'une haie peut également se faire à travers la libre évolution, basée sur les semis spontanés de graines et la pousse de nouveaux plants (régénération naturelle), notamment lors d'éclaircies qui permettent une mise en lumière; le renouvellement est alors plus long (Staley *et al.*, 2012). La prise en compte de la durée d'implantation, mais également de l'âge d'une haie ou des brins qui la composent est donc nécessaire avant d'envisager une quelconque gestion.

Encadré 6.2. Le Label Haie

Sarah Bunel, Catherine Moret, David Rolland

Le bon état écologique des haies est garanti par une gestion durable permettant leur renouvellement et une inscription dans des filières amont et aval de qualité. Définissant avec précision les principes de gestion durable des haies par un cahier des charges⁽¹⁾, le Label Haie accompagne l'apprentissage des bons gestes techniques et de pratiques respectueuses de la préservation des haies. Il répond au double objectif de faire évoluer les modes de gestion pour assurer le renouvellement des haies et de développer une économie autour des haies pour que les agriculteurs y retrouvent un intérêt économique et sociétal. Il est aujourd'hui inscrit dans des dispositifs nationaux comme le « bonus haie » de la Politique agricole commune (20 euros/ha/an), les paiements pour services environnementaux (voir chapitre 5), ou encore dans le Label Bas Carbone ou les aides du Fonds Chaleur de l'Agence de la transition écologique (Ademe) pour l'approvisionnement des chaudières. Fin 2025, le Label Haie comptait 18 organisations collectives de gestionnaires (OCG) et 1 000 agriculteurs certifiés gérant durablement plus de 14 000 km de haies.

(1) <https://labelhaie.fr/cahier-des-charges-gestion-durable-haies-2/>

Indicateur du potentiel d'accueil de la biodiversité d'une haie

La combinaison de plusieurs paramètres, que ce soit à l'échelle de la haie ou plus largement à l'échelle du réseau de haies, et la continuité de certains de ces paramètres dans le temps sont nécessaires à prendre en compte pour estimer la capacité de chaque haie à fournir un ou plusieurs services (Dainese *et al.*, 2017). Ainsi, et à titre d'exemple, une haie large avec une continuité de ses étages arbustifs et arborés sera plus à même d'exercer une fonction de brise-vent qu'une haie présentant un grand nombre de trouées. De la même façon, une haie riche en essences ou encore en microhabitats sera plus à même de contribuer à la préservation de la biodiversité (tableau 6.1). Dans le cadre du Plan de gestion durable des haies (PGDH), qui est un outil de planification des travaux à réaliser sur les haies (gestion, restauration, implantation), un « indice biodiversité » a été développé. Il aide à évaluer le potentiel d'accueil des espèces dans les haies d'une exploitation agricole et, plus particulièrement, les espèces qui sont liées aux arbres ou à affinité forestière. L'objectif est de permettre aux gestionnaires de mieux connaître et de gérer durablement leurs haies.

Il est illusoire d'espérer recenser la biodiversité de manière exhaustive. Inspiré de l'indice de biodiversité potentielle (IBP) (Emberger *et al.*, 2017; Gonin *et al.*, 2015), l'indice biodiversité des haies utilise neuf indicateurs s'appuyant sur les paramètres physiologiques de la haie (voir section précédente et ci-après). Chaque critère est subdivisé en 3 à 5 modalités et correspond à un nombre de points défini sur la base de la bibliographie et validé à partir d'observations biologiques. L'état de chacun de ces critères est dépendant des pratiques du gestionnaire. Au total, une note globale sur 100 points permet d'apprécier la capacité d'accueil de biodiversité de la haie (tableau 6.2).

L'implantation de la haie est observée à travers l'embase, l'ourlet enherbé et la présence de lianes, dont les ronces. L'état de ces différents éléments, notamment leur largeur, impacte fortement la richesse spécifique de la flore et la capacité des espèces à constituer des sources de nourriture, des refuges ou des habitats particuliers, ainsi que leur fonction potentielle de corridor pour la faune (Dover, 2019; Lecq, 2013; Sauvion *et al.*, 2013; Tourneur et Marchandeu, 1996). La stratification à travers les étages et leur connectivité, ainsi que la largeur du houppier, définissent la structure de la haie. Ces indicateurs témoignent de la quantité et de la qualité des abris constitués par la haie et des conditions microclimatiques favorables à l'apparition d'habitats possédant des conditions proches de la forêt ou des lisières. Ils permettent d'évaluer à la fois l'abondance des espèces et leur diversité (Bastien et Gauberville, 2011; Baudry *et al.*, 2022; Chevallier et Dhuiège, 2013; Hinsley et Bellamy, 2000; Rolland, 2020). Une forte diversité végétale prédispose à une forte diversité animale, comportant de nombreuses espèces spécialistes, c'est-à-dire inféodées à une seule espèce-genre-famille végétale pour assurer leurs besoins écologiques (Sauvion *et al.*, 2013). La présence et la variété des habitats spécifiques sont également décrites au niveau de l'embase (fossé, pierriers) ou de dendromicrohabitats qui soutiennent une diversité d'espèces dont certaines sont d'une grande valeur patrimoniale (voir chapitre 1; Chambrod et Chabrol, 2015; Chevallier et Dhuiège, 2013; Emberger *et al.*, 2012; Mansion, 2015; Vallauri *et al.*, 2006).

Tableau 6.1. Relations entre les indicateurs de l'état écologique d'une haie et ses fonctionnalités.

	Caractéristiques de la haie				
	Absence de brèche en point bas dans l'étage 1	Largeur de l'embase ligneuse dans l'étage 1	Présence et largeur de l'ourlet de l'étage 1	Présence de lianes	
Protection des sols et de la ressource en eau					
Barrière/Peigne	●	●	●		
Noyau sec					
Allongement du chemin de l'eau		●			
Filtre/Épuration de l'eau	●				
Évapotranspiration					
Régulation microclimatique					
Brise-vent					
Climatiseur					
Rayonnement					
Ombrage					
Préservation de la biodiversité					
Implantation de la haie		●	●	●	
Structure verticale et horizontale					
Microhabitat					
Préservation de biomasse de bois					
Production de biomasse aérienne		●			
Stockage de carbone					
Stockage aérien et stockage aérien de substitution		●			
Stockage racinaire		●	●		
Stockage dans le sol à proximité de la haie					

L'ensemble de ces indicateurs a été défini de sorte qu'ils soient aisément mesurables (sans outil particulier) et appréhendables par des opérateurs non spécialistes. Une pondération est attribuée à chacun pour donner une note finale à la haie (tableau 6.2). Des travaux de validation sur 113 haies bretonnes ont montré une forte corrélation positive entre

Caractéristiques de la haie							Caractéristiques du paysage	
Nombre de microhabitats	Diversité des essences	Présence et continuité de l'étage 1	Présence et continuité de l'étage 2	Présence et continuité des étages 3 et 4	Largeur des étages 2 et 3	Largeur du houppier	Densité du réseau de haies	Connectivité des haies
		●		●		●		
		●		●		●		
		●		●		●	●	●
				●		●	●	
			●	●	●	●		
				●	●	●		
			●	●	●	●		
	●		●	●		●		
				●	●	●		
				●	●	●		
				●				
						●		
				●		●		

les notes de l'indice biodiversité du PGDH et la présence réelle d'espèces forestières de coléoptères carabiques ou de flore. Des études complémentaires ont permis d'observer une corrélation similaire des notes de l'indice biodiversité du PGDH avec la présence de passereaux dans 150 haies du département du Gers (Baudry *et al.*, 2022 ; Rolland, 2020).

Tableau 6.2. Critères et modalités de l'indice biodiversité du PGDH permettant d'évaluer la capacité d'accueil de la biodiversité.

Critères	Modalités	Pondération sur 100 points
Embase	Haie à plat (avec largeur emprise); billon; talus bas; talus haut; talus marche...	15 points
Présence et largeur de l'ourlet enherbé	Absent; inférieur à 50 cm; entre 50 cm et 1 m; supérieur à 1 m	15 points
Lianes présentes dans les étages 1 et 2	Absentes; inférieures à 25 %; entre 25 et 50 %; supérieures à 50 %	15 points
Continuité de l'étage 2	Inférieure à 25 %; entre 25 et 50 %; entre 50 et 75 %; supérieure à 75 %	10 points
Continuité des étages 3 et 4	Inférieure à 25 %; entre 25 et 50 %; entre 50 et 75 %; supérieure à 75 %	16 points
Largeur de la haie	Inférieure à 4 m; entre 4 et 10 m; supérieure à 10 m	9 points
Richesse en espèces végétales	De 0 à 4 espèces; de 5 à 9 espèces; supérieure à 9 espèces	5 points
Richesse en espèces d'intérêt territorial	Absence; 1 espèce; 2 espèces; supérieure à 2 espèces	5 points
Habitats spécifiques	Absence; 1 habitat; 2 habitats; supérieur à 2 habitats	10 points

La possibilité d'inférer d'autres fonctions que la capacité d'accueil de la biodiversité à partir des caractéristiques physionomiques de la haie est sans doute possible. En effet, nous avons vu précédemment (voir chapitre 2) que certaines caractéristiques des haies (continuité des différents étages de végétation, largeur des houppiers, présence d'un talus...) jouaient un rôle déterminant pour de nombreux services, tels que la protection de la ressource en eau, la protection des cultures (effet brise-vent), la production de bois ou encore l'atténuation des effets du changement climatique (tableau 6.1). Des études doivent néanmoins être réalisées pour définir les modalités de ces indicateurs et vérifier leur applicabilité sur les différents territoires.

Évaluer et suivre l'état des haies à large échelle

Les haies, selon qu'elles se situent au cœur d'un paysage de grandes cultures (*open-field*) ou d'un paysage de polyculture-élevage, ne rendront pas les mêmes services et ne présenteront pas le même intérêt écologique. Par ailleurs, il ressort de la bibliographie que les fonctions agroécologiques des haies sont généralement renforcées quand elles sont très présentes dans le paysage (Dainese *et al.*, 2017). Des études ont établi un lien entre la densité de haies et la biodiversité (voir chapitres 1 et 2). La densité de haies est un indicateur d'état souvent utilisé à large échelle car il est simple à comprendre et mobilisable pour la planification écologique (objectifs de linéaires à conserver en « bon » état écologique, à restaurer ou à planter, et prévision des moyens associés). La densité de haies à l'échelle d'un paysage se calcule de façon simple en divisant le linéaire de haies par la surface étudiée. Il offre une vision de la connectivité potentielle des haies entre elles et peut être mis en lien avec la proximité d'autres éléments forestiers (Litza et Diekmann, 2020).

Suivi de la densité de haies à différentes échelles

À l'échelle de l'exploitation

Observer le linéaire de haies à l'échelle d'une exploitation répond à deux objectifs : 1) déterminer la densité du linéaire des haies pour l'agriculteur et 2) évaluer la densité du linéaire des haies en interaction avec le parcellaire.

Par rapport à ces deux objectifs, une haie n'aura pas la même importance si elle se trouve sur un parcellaire groupé ou dispersé. Une haie intraparcellaire (comprise entre deux parcelles appartenant à un même agriculteur) interagit avec chacune des parcelles de l'exploitation qui la jouxtent, tandis qu'une haie interparcellaire (comprise entre deux parcelles gérées par des agriculteurs différents, ou située en bordure d'exploitation) n'interagit qu'avec une seule parcelle de l'exploitation étudiée (l'autre parcelle ne lui appartenant pas). À cette échelle, la densité de haies ne peut donc plus être calculée par une division simple du linéaire de haies par la surface de l'exploitation.

Cela se traduit en termes mathématiques, pour calculer la densité de haies, par une pondération différente des linéaires de haies selon leur position sur le parcellaire. Une pondération plus forte sera donnée aux haies intraparcellaires. Une haie intraparcellaire sera pondérée par un coefficient de 1 tandis qu'une haie interparcellaire ou en bord de parcelle devra être pondérée par un coefficient de 0,5. Cette différence de pondération permet de rendre le calcul de la densité de haies homogène, que le parcellaire soit groupé ou dispersé (figure 6.2). Cette différence de pondération a également une importance essentielle dans le cadre de la construction d'un plan de gestion des haies, car c'est sur cette donnée, et donc sur l'identification

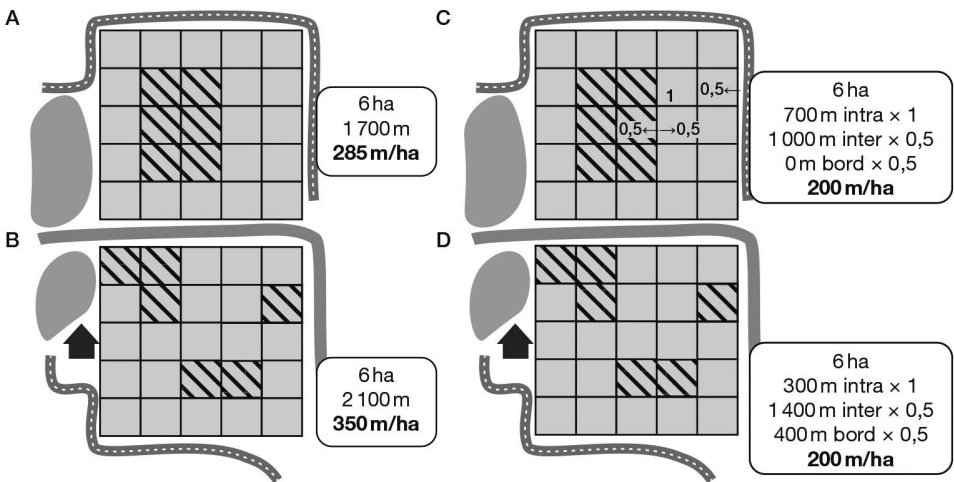


Figure 6.2. Schéma du calcul de la densité de haies (en mètres de linéaire de haie par hectare, m/ha), pondérée ou non, pour des parcellaires agricoles groupés ou dispersés.

- A. Calcul pour 6 parcelles groupées de 1 ha, soit 1 700 m non pondérés et 285 m/ha.
 B. Calcul pour 6 parcelles dispersées de 1 ha, soit 2 100 m non pondérés et 350 m/ha.
 C. Calcul pour 6 parcelles groupées de 1 ha, soit 700 m intraparcellaires pondérés à 1 et 1 000 m interparcellaires pondérés à 0,5, soit 200 m/ha.
 D. Calcul pour 6 parcelles dispersées de 1 ha, soit 300 m intraparcellaires pondérés à 1, 1 400 m interparcellaires pondérés à 0,5 et 400 m de bord pondérés à 0,5, soit à 200 m/ha.

de l'agriculteur gérant une haie, que sont établies les aides conditionnées versées aux agriculteurs, notamment le « bonus haie », dans le cadre de la Politique agricole commune (PAC).

La densité de haies à l'échelle de l'exploitation offre une première approche du maillage de haies, reconnu comme indispensable au maintien d'un territoire fonctionnel d'un point de vue écologique. Elle n'intègre pas la capacité potentielle de chaque haie à remplir ses fonctionnalités, ni le fait que les paysages évoluent au cours du temps. À cette fin, d'autres outils sont en cours de développement, tel que le Dispositif national de suivi des bocages (DSB) (voir section suivante).

À l'échelle nationale

Lancé en 2017, le DSB, assuré par l'Office français pour la biodiversité (OFB), l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) et les ministères en charge de la Transition écologique et de l'Agriculture, a pour objectifs de synthétiser une information géographique complète à partir des réseaux de haies de la France hexagonale, de cartographier et de caractériser ces réseaux en lien avec l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) et le Centre national de recherche scientifique (CNRS), et de suivre l'évolution quantitative et qualitative des haies *in situ* (Morin *et al.*, 2019; Morin, 2022). Pour le DSB, le choix a été fait de procéder à l'identification des territoires bocagers d'abord à partir des données cartographiques disponibles sur les haies à l'échelle nationale. Les données existantes les plus pertinentes, identifiées au départ du projet, ont été le thème « végétation » de la base de données (BD) TOPO® et les surfaces non agricoles recensées par le registre parcellaire graphique (RPG) de la PAC. Ces deux bases de données étaient hétérogènes en matière de millésimes départementaux, mais toutes deux disponibles à l'échelle de la France métropolitaine. Elles ont alors été fusionnées et linéarisées de façon à constituer une première base de données couvrant une décennie, la BD Haie, produite en 2020, dans l'objectif d'établir une première cartographie (version 1) permettant de localiser les paysages de bocage de l'Hexagone de manière plus précise que ce qui était jusqu'alors disponible (Brunet et Berque, 1992). Un focus sur les départements bocagers riches en haies basses a permis de constater que les données sources utilisées présentaient un biais, à l'origine du déficit observé en matière de haies buissonnantes.

Une mise à jour de cette base de données a été effectuée en 2024 à partir des données les plus récentes disponibles à l'échelle nationale, issues des surfaces non agricoles du RPG et des modèles numériques de hauteur (MNH) disponibles à l'IGN (voir chapitre 8). La BD Haie version 2 présente aujourd'hui une cohérence de millésime par département, les surfaces non agricoles du RPG et les MNH utilisés ayant été produits à partir des mêmes photographies aériennes. Pour actualiser la BD Haie, il a fallu, pour chaque haie présente dans la version 1, identifier les parties de linéaires encore existantes à l'aide des données récentes. Cela a permis de classer les linéaires de la BD Haie version 1 en linéaires « confirmés » ou « non confirmés ». Les linéaires non confirmés sont absents des données récentes du RPG et du modèle numérique de hauteur le plus récent. Ils sont qualifiés de linéaires « enlevés » de la base de données et correspondent à des haies non visibles sur la prise de vue aérienne de référence de la BD Haie version 2. Les haies ajoutées à la BD Haie version 2 proviennent des données du RPG récentes et correspondent à des haies manquantes dans la BD Haie version 1 (haies parfois

présentes sur le terrain mais absentes des données utilisées pour la construction de la BD Haie version 1, compte tenu de la méthode utilisée). La figure 6.3 permet de localiser les zones bocagères (teintes bleutées) qui correspondent aux mailles (carrées) de 1 km² présentant les plus fortes classes de densités de haies.

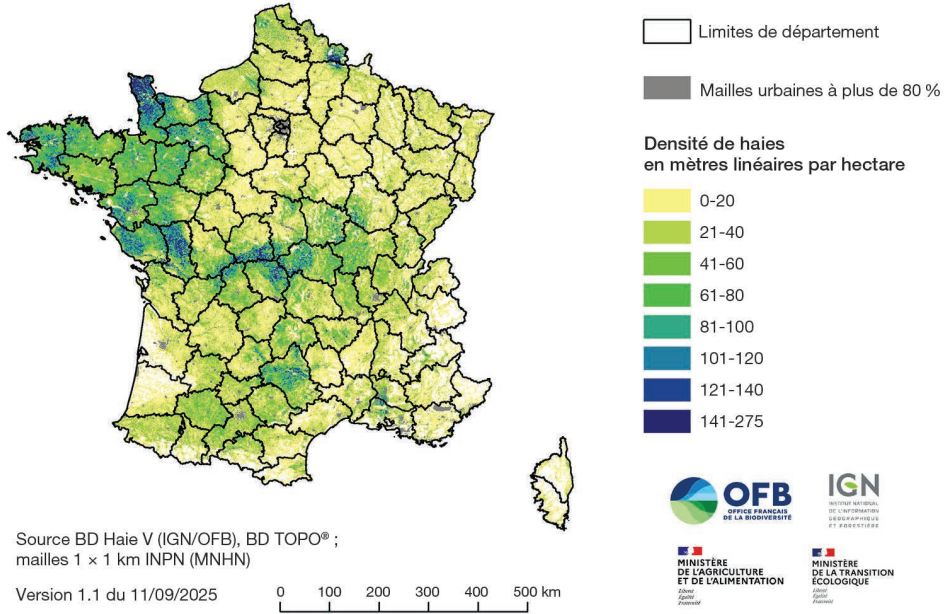


Figure 6.3. Carte de la densité des haies à l'échelle de la France hexagonale selon le référentiel de l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN).

Très prochainement, un nouveau référentiel de haies linéaires verra le jour dans le cadre de l'Observatoire de la haie associant les ministères en charge de l'Écologie, de l'Agriculture, l'IGN, INRAE et l'OFB. Créé dans le cadre du Pacte en faveur de la haie, porté par l'État, il fera appel à l'intelligence artificielle (IA) et à d'autres méthodes innovantes qui permettront de continuer à actualiser et à enrichir les données géographiques vers une meilleure détection des haies localement, et cela pour l'ensemble du territoire national.

Des métriques paysagères pour caractériser l'état des paysages bocagers

Le projet de DSB a permis de synthétiser par mailles de 1 km² (référentiel de l'Inventaire national du patrimoine naturel, INPN) une grande diversité de métriques paysagères disponibles et d'intérêt afin de contribuer à développer une connaissance harmonisée du territoire qui puisse être mise à disposition de tous pour des usages sur des thématiques variées. La maille de 1 km², infra-communale, est relativement fine et peut permettre d'appréhender les nuances paysagères au sein d'une même commune. Ce type de référentiel présente l'intérêt d'être stable car indépendant des limites communales qui sont quant à elles évolutives, au gré des fusions et scissions entre communes. La mise à jour de ces données permet d'entrevoir la possibilité, à terme, de réaliser un suivi

de l'évolution des haies sur un pas de temps régulier et relativement court à l'échelle nationale. Par exemple, les données d'occupation du sol agricole issues du RPG sont disponibles annuellement, tandis que celles obtenues d'après les prises de vues aériennes de l'IGN sur un département sont actuellement réévaluées tous les trois ans.

Parmi les métriques qu'il serait intéressant de suivre dans le temps, on peut citer : la densité de haies (Cornulier *et al.*, 2011 ; Boissinot *et al.*, 2019 ; Sauser *et al.*, 2022), le nombre de points de connexion entre les haies et leur degré de complexité (Notteghem, 1987), la surface moyenne des parcelles (Clough *et al.*, 2020), la nature de l'occupation du sol (Merckx *et al.*, 2012 ; Staley *et al.*, 2013) à travers par exemple la diversité des cultures et la surface en prairies permanentes (Dokhelar *et al.*, 2024), les surfaces en bosquets et en forêts (Lenoir *et al.*, 2021) et le nombre de mares (Gauffre *et al.*, 2022).

Parallèlement, et sur la base des données produites, des travaux ont été conduits avec le CNRS et INRAE pour caractériser la structure des paysages bocagers à l'échelle nationale et tester l'extension géographique d'une nouvelle métrique, le grain bocager, qui modélise la fermeture du paysage par la trame arborée au sens large (voir chapitre 8).

Les métriques créées par photo-interprétation, télédétection ou IA, sont une représentation de la réalité de l'état des haies et des réseaux de haies sur le terrain et ne sont pas toujours réactualisées sur un pas de temps court. C'est pourquoi il est important de disposer en parallèle, à l'échelle nationale, d'un dispositif de veille pérenne, permettant de relever *in situ* des données dites de « vérité terrain » afin de caractériser et de suivre l'état écologique des haies et des paysages bocagers très finement. Cela consiste à collecter des données actuellement inaccessibles aux nouvelles technologies de manière industrielle. Ainsi, dans le cadre du DSB, un plan d'échantillonnage statistique à deux degrés (mailles et sous-mailles) a été défini, ciblant les paysages bocagers dans leur ensemble, qui permet d'appréhender leurs évolutions qualitatives en France et de constituer des jeux de données de référence.

» Diagnostiquer les pressions humaines et leurs impacts sur les haies

Les pressions d'origine anthropique s'exerçant sur les haies sont d'ordre à la fois quantitatif et qualitatif. Les dégradations subies par les haies, suite à des entretiens excessifs ou inadaptés, peuvent conduire à leur mortalité et à leur disparition progressive. Les pertes qualitatives et quantitatives sont en grande partie liées. On estime que 25 % des haies disparaissent suite à des arrachages et 75 % suite à des dégradations successives (voir rapport du CGAAER, de Menthère *et al.*, 2023). Les pressions d'origine anthropique trouvent parfois leur origine dans le développement d'activités économiques, par exemple dans les domaines de l'énergie ou du transport. Du point de vue quantitatif, la disparition des haies des paysages s'opère de manière directe (arrachage) ou indirecte (entretien inadapté, problèmes sanitaires).

Parmi les destructions directes, les arrachages de haies anciennes à l'aide de machines sont la manifestation la plus visible des pressions d'origine anthropique exercées sur celles-ci. Découle de ces arrachages la disparition d'habitats pour les espèces végétales et animales, dont certaines sont protégées (Dokhelar *et al.*, 2024). Les arrachages peuvent être issus d'un changement d'usage des sols lié au déclin

de l'élevage (conversion des prairies en cultures et agrandissement des parcelles), à l'agrandissement des exploitations agricoles tandis que le nombre d'agriculteurs ne cesse de diminuer (voir chapitre 3), à l'artificialisation des sols et à l'urbanisation, à la construction d'infrastructures de transport, ou encore aux travaux connexes à l'installation d'infrastructures énergétiques de tous ordres. En ville, les haies disparaissent également dans les lotissements pour être remplacées par des murs en béton ou autres clôtures nécessitant peu d'entretien.

Il est fréquent que la qualité des haies se détériore du fait de pratiques de gestion inadéquates ou excessives, cette détérioration pouvant aller jusqu'à entraîner leur complète disparition. Les arbres sont parfois blessés par l'utilisation d'un matériel inadapté. Les haies peuvent être altérées par l'emploi répété d'herbicides ou de débroussaillants chimiques, de tailles excessives et trop fréquentes, ou de labours trop proches de leur pied. L'absence de clôtures permettant de les protéger du pâturage et du piétinement des animaux d'élevage peut conduire à la disparition de leurs strates buissonnantes et arbustives et les transformer en alignements d'arbres. Il en est de même lorsque l'épareuse ou le gyrobroyeur sont utilisés au ras du sol, entre les arbres, où se fait la régénération naturelle de la haie (jeunes plants issus de semis, drageons). La dégradation de l'état des haies anciennes et leur disparition peuvent être également en rapport avec un désintérêt pour la haie, une perte de savoir-faire, voire une impossibilité matérielle en matière de gestion et d'entretien.

Le changement climatique est un facteur supplémentaire impactant les éléments arborés des paysages, avec des épisodes de sécheresse extrême prolongés, rendant vulnérables des espèces comme le chêne pédonculé, qui a besoin d'un minimum d'humidité. Enfin des maladies telles que la chalarose du frêne ou la graphiose de l'orme viennent toucher les arbres des haies, risquant d'occasionner la disparition de la strate arborée. De plus, il faut noter que ces différents facteurs interagissent entre eux. Par exemple, les facteurs de stress naturels, comme la sécheresse ou les maladies, affectent plus fortement les haies qui sont régulièrement soumises à des tailles répétées et dégradantes (blessures, réduction de surface foliaire...), qui les affaiblissent.

Un indicateur quantitatif de disparition des haies

Le linéaire de haies disparues est un indicateur significatif de l'ampleur de la disparition des haies sur les territoires.

Le DSB permet une première approche empirique de l'évolution spatio-temporelle des linéaires de haies (voir section « À l'échelle nationale » du présent chapitre).

Nous illustrons ci-dessous l'estimation du linéaire de haies disparues à l'échelle du département de la Manche. Les données mobilisées sont la BD Haie version 1 produite à partir des données du thème végétation de la BD TOPO® de 2010, de celles des surfaces non agricoles du RPG de 2013, et de la BD Haie version 2 millésime 2022. Le département de la Manche comprend peu de haies basses permettant une comparaison entre ces deux versions de la BD Haie. Par cette comparaison des deux bases de données mettant en évidence spécifiquement les haies disparues (voir section « À l'échelle nationale » du présent chapitre) par maille de 1 km², il est possible de montrer comment des secteurs davantage sous pression à l'échelle d'une décennie pourraient être identifiés (encadré 6.3), pour aider à mieux cibler des politiques de soutien et des actions de restauration.

Encadré 6.3. Évolution spatio-temporelle des linéaires de haies à l'échelle du département de la Manche

Sophie Morin, Loïc Commagnac

À l'échelle du département de la Manche a pu être calculée une densité en haies à partir de la BD Haie version 1 et de la BD Haie version 2, par mailles kilométriques de la grille de l'INPN (figure 6.4). La longueur de haies «enlevées» (disparues) entre la BD Haie version 1 et la BD Haie version 2 est divisée par la longueur de haies de la BD Haie version 1 afin d'obtenir un pourcentage de haies enlevées sur la maille. Ce pourcentage ne permettant pas une représentation cartographique la plus pertinente par maille (s'il y avait une seule haie dans la maille et qu'elle ait été enlevée, cela représenterait une suppression de 100% des haies sur la maille), il a donc fallu exprimer ce pourcentage relativement à la densité de haies sur la maille. Pour cela, le pourcentage de haies enlevées sur la maille est multiplié par une valeur indiquant la densité relative de haies sur la maille. Cette densité relative est calculée en divisant la longueur de haies sur la maille selon la BD Haie version 1 par la longueur maximum de haies par maille sur le territoire hexagonal. Cette valeur varie entre 0 (absence de haies sur la maille) et 1 (pour la maille avec la longueur de haies la plus élevée en France hexagonale, selon la BD Haie version 1). Le pourcentage de haies enlevées est ensuite normalisé par cette valeur. À titre illustratif, un focus est réalisé sur deux zones présentant des dynamiques différentes : une zone où les linéaires ont été conservés entre les deux bases de données (B1 et B2) et une zone où les linéaires de haies ont été enlevés entre les deux bases de données (C1 et C2). L'échelle est la même pour toutes les vignettes.



Figure 6.4. Illustration de l'évolution de la densité de haies par maille INPN de 1 km² à partir de prises de vues aériennes (A) par comparaison de la BD Haie version 1 (produite en 2020, données sources de 2011 et 2013) et de la BD Haie version 2 (produite en 2024, données sources de 2022), pour le département de la Manche (B et C).

La démarche présentée ici est uniquement applicable à une échelle départementale car les écarts temporels entre la BD Haie version 1 et la BD Haie version 2 sont différents pour chaque département de France hexagonale.

Des indicateurs des pressions exercées sur les haies

Pour suivre et quantifier l'évolution des pressions exercées sur les haies, il est possible d'utiliser des indicateurs des différents domaines de pressions (climatiques, liés aux activités agricoles, au développement des énergies ou infrastructures de transports, à l'urbanisation ou à des modes de gestion), qui peuvent agir concomitamment. Des exemples d'indicateurs sont présentés dans le tableau 6.3.

Tableau 6.3. Critères d'appréciation des pressions s'exerçant sur les haies et les paysages bocagers.

Domaine de pression	Indicateurs potentiels de pression
Climat	– Évolution des conditions atmosphériques.
Agriculture	– Nombre d'exploitations agricoles. – Taille des exploitations. – Taille des parcelles agricoles. – Orientation technico-économique des exploitations (Otex). – Proportion de l'élevage, dont élevage herbager.
Énergie	– Nombre et taille des infrastructures énergétiques (énergies renouvelables), dont nombre de filières bois-énergie et volume produit.
Transport	– Densité d'infrastructures routières, ferroviaires.
Artificialisation	– Surfaces totales artificialisées. – Emprise cumulée des projets d'infrastructures de tous ordres.
Entretien et/ou gestion des haies inadéquats	– Linéaires de haies disparues. – Proportion de haies hautes dans le paysage. – Nombre de destructions de haies réalisées en dehors des réglementations en cours. – Quantification de pratiques et/ou de matériel dégradant les haies. – Observations de haies déchiquetées. – Utilisation de désherbants sur les haies. – Quantification des coupes à blanc. – Taille de haie à la fois en sommet et en façades.

Par exemple, le risque de surexploitation des linéaires de haies pourrait être mesuré en suivant l'évolution de la proportion entre les haies hautes et les haies basses dans un paysage. On peut penser qu'un réseau de haies surexploité verra sa proportion de haies hautes diminuer. La figure 6.5 compare les taux de haies hautes entre deux bocages gérés différemment, et le contraste est important. Mobiliser ce type d'approche pourrait aider à observer l'impact du développement des filières bois-énergie issues du bocage sur les territoires.

» Des indicateurs de réponse de la société pour des paysages résilients

Pour tenter d'enrayer l'érosion quantitative et qualitative des haies en France, divers leviers sont actionnables, tant à l'échelle locale que nationale. Si l'intervention la plus connue du public est la plantation de haies (sur le plan quantitatif), celle-ci doit être intégrée au sein d'une approche systémique pour de meilleures garanties d'efficacité et de pérennité. Ainsi, la mise en œuvre d'actions de conservation ou de restauration des

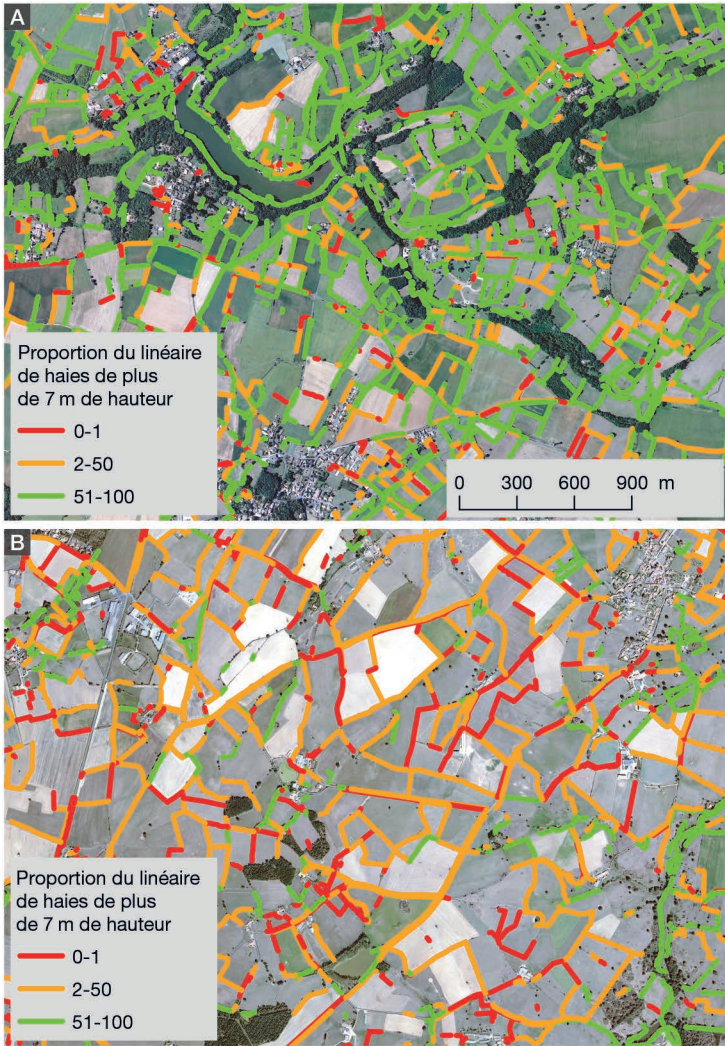


Figure 6.5. Mise en évidence de la proportion de haies hautes (> 7 m) au sein de deux paysages des Deux-Sèvres présentant un maillage de haies plus (A) ou moins (B) dense.

haies suppose de bien connaître les enjeux en présence et de proposer une vision qui les intègre sur le long terme au sein des territoires, en communiquant sur les atouts des haies multifonctionnelles. Les solutions fondées sur la nature sont une voie à encourager pour aider l'agriculture et l'homme à s'adapter et tenter de rendre les agro-écosystèmes plus résilients face aux canicules, sécheresses, ravageurs et inondations.

L'évaluation de la réponse de la société face aux pressions qui s'exercent sur les haies et les bocages demande d'examiner conjointement l'évolution des politiques publiques, de la réglementation, des pratiques individuelles et collectives, ainsi que l'apparition de mesures incitatives ou d'initiatives locales en matière de connaissance, de sensibilisation, de formation. Le tableau 6.4 vient illustrer ce que pourraient être des exemples de réponses à quantifier.

Tableau 6.4. Indicateurs de réponses de la société mobilisables pour la restauration des haies et des bocages.

Thème	Indicateurs potentiels
Connaissance des haies et des paysages bocagers.	– Nombre de projets de recherche et de publications sur les haies et les paysages bocagers. – Quantité de données produites et mutualisées, notamment en matière de suivi quantitatif et qualitatif des réseaux de haies. – Budgets dédiés.
Politiques publiques : – soutien à l'élevage ; – restauration de la nature <i>via</i> la plantation, la régénération naturelle et la gestion durable des haies bocagères ; – développement de labels intégrant des mesures de gestion écologique des haies ; – lutte contre l'artificialisation des sols.	– Nombre d'éleveurs, nombre d'élevages herbagers. – Nombre de programmes de plantation. – Linéaires de haies plantées avec succès. – Linéaires de haies plantées avec la marque Végétal local. – Linéaires d'emprises dédiées à la régénération naturelle de haies. – Nombre de PGDH contractualisés, surfaces et linéaires de haies concernés. – Nombre d'exploitants sous Label Haie, surfaces et linéaires de haies concernés. – Nombre de labels, appellation d'origine protégée (AOP) ou appellation d'origine contrôlée (AOC), garants du maintien des haies et des bocages en bonnes conditions écologiques. – Nombre d'initiatives de valorisation des arbres têtards. – Nombre de mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC) ou de paiements pour services environnementaux (PSE) territorialisés contractualisés portant sur la bonne gestion des haies. – Nombre d'aménagements fonciers. – Budgets dédiés à la haie au travers des politiques agricoles, biodiversité, changement climatique, eau, carbone. – Part des subventions conditionnées à des pratiques de gestion durable et de restauration écologique des haies.
Conservation des haies et des paysages bocagers.	– Nombre de réglementations favorables au maintien des haies et à leur multifonctionnalité. – Nombre de protections de haies emblématiques anciennes. – Linéaires de haies protégés (plan local d'urbanisme ou PLU, espaces boisés classés ou EBC...). – Nombre de créations de zonages, d'espaces sous statut de reconnaissance ou de protection plus ou moins stricte ciblant des bocages remarquables (parcs naturels régionaux ou PNR, réserves naturelles, Natura 2000, Arrêté préfectoral de protection de biotope...).
Animation territoriale.	– Nombre de démarches d'animation territorialisées engagées.
Sensibilisation à la multifonctionnalité des haies et des bocages, et formation à la gestion durable des haies.	– Nombre de formations dédiées, à destination de prescripteurs, d'apprenants en établissement agricole, d'opérateurs des collectivités. – Nombre d'interventions auprès de publics du domaine agricole, ou en charge de la gestion d'infrastructures de transport.
Événementiel.	– Nombre d'événements autour de la thématique aux échelles nationale et locale (exemple de la « <i>national hedgerow week</i> » au Royaume-Uni).

Les exemples d'initiatives listées dans le tableau 6.4 sont complémentaires. Celles ayant trait à la connaissance peuvent venir alimenter les autres pour les rendre plus efficientes. La reconnaissance de l'importance des haies aujourd'hui a permis de voir émerger de nombreuses initiatives qu'il conviendrait de cartographier sur les territoires.

En conclusion, la littérature relativement abondante permet à l'heure actuelle d'identifier des paramètres mesurables à l'échelle de la haie pour apprécier son état écologique et sa capacité à assurer différentes fonctions utiles à la société, à l'agriculture ou aux autres activités économiques. De même, un certain nombre de facteurs peuvent traduire une pression plus ou moins accrue des activités humaines sur des linéaires de haies parfois anciens, alors que de nombreuses initiatives de tous ordres voient le jour pour restaurer les haies ou pour freiner les arrachages.

S'il s'agit d'abord de documenter des évolutions sur la base d'indicateurs pour orienter l'action, on constate aujourd'hui, dans le cadre de la mise en œuvre des politiques publiques sur les territoires, que des références locales manquent encore lorsqu'il s'agit de caractériser et d'observer la multifonctionnalité de la haie dans son contexte. Des diagnostics comme ceux créés dans le cadre des PGDH, du DSB ou dans d'autres contextes, pourront permettre l'apport de données visant à identifier puis à suivre des indicateurs intégrés portant sur les haies et leurs paysages, en complément de ceux traduisant telle ou telle fonction, en réponse à des enjeux précis (exigences écologiques d'une espèce animale en déclin, érosion éolienne...). Le futur Observatoire de la haie (en cours d'élaboration) peut s'appuyer aujourd'hui sur ces travaux.

► Aborder la dimension sensible des haies dans le projet de paysage

Si les haies sont des composantes physiques et biologiques des paysages, elles constituent autant de formes qui sont perçues par l'œil humain dans le cadre d'expériences quotidiennes ou d'usages récréatifs de l'espace. Le terme de « bouchure », employé dans le Massif central, évoque bien l'opacité d'un paysage maillé de haies denses. L'écrivain Julien Gracq n'hésite pas à signaler le plaisir qu'il trouve à voir surgir des formes plus « vigoureuses » dans le relief des Mauges et du Val de Loire à mesure que les haies disparaissent (Gracq, 1995). À l'inverse, on pourrait évoquer bien des attraits de formes tortueuses de trognes, ou bien les effets de surprise, de fenêtres ou de dévoilement progressif que proposent les paysages de haies. De fait, ils ont acquis des significations variées au fil du temps, des régions et des groupes sociaux. Cette diversité de significations, d'appréciations ou de représentations est bien entendu relative à la diversité des conditions qui ont favorisé l'apparition de ces paysages ou qui les ont reconfigurés, parfois au prix de très violents bouleversements. Cette section propose une vision complémentaire des paysages de haies, de leur état et de leur évolution, sous le prisme de la dimension sensible.

Il semble difficile de dresser un tableau d'ensemble de cette part sensible de la haie. Certains repères historiques peuvent nous aider à comprendre que les regards sont aussi pluriels que les formes données aux haies. Dans l'ouest de la France, la constitution de paysages bocagers résulte d'un processus d'enclosure qui, associé au régime de la métairie, fut responsable de l'émergence d'un véritable prolétariat rural (Merle, 1958) (voir chapitre 3). Le regard protecteur que nous avons aujourd'hui sur ces modèles bocagers occulte bien souvent cette dimension historique. Dans un autre sens, la spécialisation de territoires entiers dans une économie d'élevage et l'apparition de races associées à des savoir-faire et des terroirs spécifiques ont pu créer autour de la haie des motifs de fierté et de respect – tandis que les formes paysannes de plessage ou d'émonde entraînent peu à peu dans une logique de patrimonialisation.

Des effets de contraste entre des pays ouverts et des pays bocagers peuvent jouer, comme l'évoquaient les sociologues ayant entrepris d'explorer cette dimension des représentations sociales du paysage (Luginbühl, 1989), en amenant des individus à se réfugier dans des archétypes bocagers idéalisés qui n'auraient comme autre fonction que de conjurer le vide associé aux paysages de grands champs voisins. Plus largement, les idéaux ou les modèles paysagers issus des élites — bourgeoises, urbaines — ont façonné des manières de se délecter des paysages qui ne se sont jamais accordées directement au point de vue de leurs producteurs et gestionnaires directs. Ces derniers, pour autant, seraient-ils complètement dépourvus de tout sens esthétique, empêchant la mise à distance que pourrait signifier cette transposition de la nature ou de l'apparence des territoires ? Il apparaît donc nécessaire d'apprendre à situer chaque acteur, chaque discours, dans son propre horizon de significations, de valeurs — une sphère que les sciences humaines désignent désormais fréquemment comme celle des « attachements » (Stépanoff, 2024). Le paysage est en ce sens une notion disputée, toujours à considérer à partir d'une pluralité de regards et de relations. L'entrée paysagère s'est progressivement affirmée comme une voie possible pour établir un plan de dialogue entre des catégories d'acteurs qui ne raisonnent pas à partir des mêmes présupposés et des mêmes impératifs. Cette dimension de « médiation » par le paysage a pris un net essor depuis la décennie 2000, à la faveur de la signature de la Convention européenne du paysage, de la structuration d'une recherche par le paysage ayant favorisé l'apparition de nouvelles méthodes, et de dispositifs d'action nationaux ou locaux ayant engendré des démarches appliquées de long terme.

Les haies, en tant que structures paysagères, sont donc tombées sous l'œil des professionnels de la conception d'espaces, à toutes échelles, qu'il s'agisse de paysagistes, d'urbanistes, d'architectes, tout autant que les écologues qui les accompagnent désormais dans les démarches de planification. Le « projet de paysage », comme l'énoncent les structures d'enseignement du paysage en France, constitue une boîte à outils qui s'est considérablement enrichie au fil des dernières décennies. La pratique des paysagistes est historiquement rattachée à l'échelle des jardins, puis à une forme d'urbanisme axée sur la production de structures végétales, d'espaces publics accompagnant l'extension ou le renouvellement des villes. Les territoires ruraux et les enjeux agricoles se sont peu à peu installés dans leurs préoccupations, depuis les premières études de « grands paysages » au cours des années 1960, et plus récemment par les démarches d'atlas et de plans de paysage (Pernet, 2014). S'ils ont observé les formes des paysages vernaculaires, c'est aussi pour s'inspirer de pratiques, de motifs ou de techniques qui ont pu être réinterprétées dans de multiples cadres opérationnels. Attentifs aux « vides », ils ont par exemple alerté sur les phénomènes de fermeture des vallées de montagne, ou sur la nécessité de maintenir de vastes coupures d'urbanisation propices à une diversité d'usages, en anticipation de transformations à venir. Les haies sont présentes dans la production de grands parcs, comme au milieu des années 1980 avec la création, de toutes pièces, du bocage du parc du Sausset (Villepinte). Des linéaires hérités ou recréés s'immiscent dans nombre de projets urbains ou périurbains. Au moment même où les paysages ruraux français entrent dans une phase de standardisation ou de spécialisation, les premiers Atlas de paysages cherchent à décrire, révéler et cartographier la diversité des situations micro-régionales. Cette attention renouvelée aux « paysages du quotidien » a été à l'origine de la démarche de plan de paysage, impulsée au cours des années 1990, puis relancée en même temps qu'était élaborée la Loi pour

la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, adoptée en 2016. À ce jour, 180 territoires ont été lauréats des appels à projet pilotés par le ministère de la Transition écologique depuis cette phase de relance, s'ajoutant à plus d'une centaine de démarches initiées dans la période précédente (Bodet, 2024). De multiples territoires bocagers ont emprunté cette voie de la planification paysagère, comme le Grand Site du Marais poitevin confronté à la chalarose du frêne (Pernet, 2018), ou la Communauté d'agglomération du Bocage bressuirais, cherchant à appuyer son Schéma de cohérence territoriale sur une lecture plus fine de ses structures paysagères (encadré 6.4).

Les outils permettant l'émergence de ces formes de projet sont multiples. Les Atlas de paysage ont fondé une pratique de cartographie qui restitue à la représentation bidimensionnelle les qualités sensibles qui s'attachent à tel ou tel paysage. Ces cartographies se sont révélées précieuses pour permettre de nommer des unités de paysage et objectiver leurs caractéristiques. Elles sont souvent complétées de figures tridimensionnelles qui renforcent l'appropriation de cette lecture analytique. Le bloc-diagramme (figure 6.6) est ainsi considéré comme un outil incontournable en ce qu'il restitue de la profondeur, de l'épaisseur et de la hauteur aux objets du paysage, tout en révélant la part invisible du socle (un sol, un relief, des strates géologiques ou des singularités hydrogéologiques). Mais la coupe et/ou la constitution de typologies de formes paysagères constituent également des moyens graphiques simples pour rendre visible la diversité, l'adaptation, les variations fines des motifs paysagers. Dans les paysages avec haies, cette forme de représentation permet d'embrasser les profils de talus, de clôtures, les strates végétales, les formes de conduite des arbres : évoquer par la sensibilité du trait des particularismes locaux sort l'objet haie d'une logique strictement fonctionnelle et technique.

Encadré 6.4. L'accompagnement des évolutions paysagères en Bocage bressuirais

Étienne Berger

Bocage Pays Branché est une association qui œuvre à la valorisation du paysage de bocage et de toutes les composantes de ce paysage, y compris les savoirs et les savoir-faire, sur une partie du nord et du centre du département des Deux-Sèvres. Ce territoire bocager patrimonial est vivant et fragile. Géologiquement déterminé comme le sud du Massif armoricain, il est aussi identifié comme une partie du Bas-Poitou, ce qui met en exergue une connexion paysagère et culturelle avec le nord de la Vendée. Ce contexte abiotique et son histoire sociétale et agricole forment un parcours identitaire qui a fait émerger un paysage de bocage, dense et diversifié. Nous pouvons aisément comparer la trajectoire de ce territoire avec d'autres entités paysagères de bocage, particulièrement dans l'ouest de la France métropolitaine, mais il n'en demeure pas moins singulier et riche de son propre patrimoine matériel, immatériel et vivant.

Les évolutions de ce paysage sont bien sûr complexes. Elles imbriquent des paramètres multiples et des acteurs nombreux. Elles vont néanmoins à l'encontre d'un paysage de bocage diversifié et résilient capable de répondre aux enjeux de durabilité. Ce paysage de bocage et sa part de nature diminuent, s'uniformisent et se désagrègent au profit d'un paysage de grande culture peu approprié au relief et au sol, et bouleversant, plus ou moins consciemment, l'identité et la relation des

habitants avec leur paysage. Malheureusement l'habitation fonctionne et le foisonnement du bocage d'antan devient souvenir, puis disparaît. Pourtant, la nécessité de produire une alimentation humaine de qualité, d'y adjoindre la protection des écosystèmes, des sols et de la biodiversité, le maintien de zones humides et d'eaux brutes de qualité, le nécessaire développement d'énergies renouvelables et peut-être et surtout le besoin d'un cadre social et environnemental apaisé sont, entre autres, des enjeux impérieux.

Bocage Pays Branché émane de ces bouleversements et défend, non pas une identité ancestrale pour un paysage de bocage fantasmé et immuable, mais bien l'idée d'un paysage vivant et au service du vivant, dynamique et qui intègre les domaines complexes de l'écologie et de l'agriculture durable en étroite articulation. L'association identifie clairement l'arbre sous toutes ses formes comme la solution indispensable à la mise en place de ces paysages résilients. Il est évident que les actions de l'association ont évolué avec l'histoire politique des territoires, les avancées scientifiques en écologie, les évolutions sociales et technologiques, mais loin de diminuer l'intérêt des arbres, elles mettent en avant ceux-ci comme une évidente solution à beaucoup de nos problématiques.

Pourtant le bocage reste très fragile, menacé même par une logique productiviste qui n'autorise pas la part de nature d'un paysage agricole. Également, à l'heure où la science alerte sur les effets dévastateurs du changement climatique et sur la disparition des espèces, la déconnexion des sociétés avec cette part de nature entraîne paradoxalement des conflits d'usages et des difficultés à mettre en place des actions vertueuses pour le maintien de ces paysages arborés.

Le rôle de sensibilisation du paysage sensoriel et du paysage plus profond immatériel et vivant est donc plus que jamais un impératif. Avec d'autres partenaires, l'association contribue à toucher, convaincre, former, sensibiliser le public agricole, les apprenants et les citoyens à la nécessité d'avoir un paysage plus que jamais multiple, vivant et où la part consacrée aux arbres demeure essentielle.

Si les démarches paysagères s'appuient sur la production de supports visuels originaux, fabriqués avec un soin d'autant plus grand qu'ils sont contextuels, ces derniers demeurent des outils ou des éléments qui s'inscrivent dans un cadre de projet plus large, un processus voulu et animé par une maîtrise d'ouvrage, dans une optique partenariale. On peut alors définir la notion de « médiation paysagère » comme l'ensemble des temps d'interaction, de transmission et de coélaboration concourant au déploiement du projet de paysage dans l'espace et le temps. Les outils graphiques évoqués plus haut trouvent leur pertinence à l'intérieur de dispositifs favorisant la confrontation de points de vue, la transmission de savoirs, l'acculturation entre des catégories d'acteurs aux raisonnements différents. L'action — comme la mise au point d'objectifs de replantation ou de gestion de haies — constitue le point de visée de ces démarches, sans quoi elles relèvent plutôt de l'animation locale et de la sensibilisation. Cette différence se lit dans la mise en forme de ce processus : les acteurs sont invités en raison de leur appartenance institutionnelle, on attend d'eux un positionnement, un engagement de long terme dans des démarches opérationnelles. Dans les Plans de paysage, la rédaction de fiches-action découlant des « objectifs de qualité paysagère » constitue l'aboutissement de la démarche encadrée par le ministère de la Transition écologique. Au-delà de ce point, les agents des collectivités prennent le relais des paysagistes pour pérenniser ces

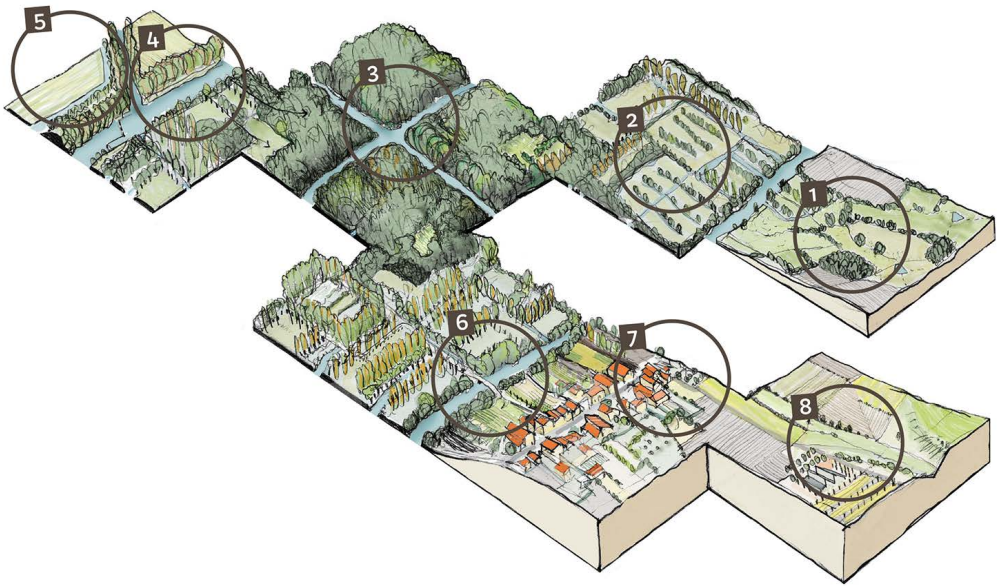


Figure 6.6. Extrait du Plan de paysage du site classé du Marais mouillé, parc naturel régional du Marais poitevin (Grand Site de France). © Alexis Pernet, 1 Pas de côté, PNR Marais poitevin, 2016.

Le bloc-diagramme est ici mobilisé pour proposer une typologie des situations paysagères dans lesquelles propriétaires et gestionnaires sont appelés à intervenir pour renforcer ou diversifier les maillages arborés, face à la charlarose du frêne : 1) les prés hauts mouillants et bocages, 2) les prairies du marais mouillé, 3) les marais mouillés boisés, 4) les secteurs fluviaux, canaux et rigoles, 5) les marais desséchés et les levées, 6) au contact des espaces habités, 7) les paysages des coteaux, 8) les paysages des plaines. Dix ans plus tard, le programme de plantation découlant du plan de paysage a conduit à la replantation de 127 km de haies, mobilisant plus de 200 propriétaires.

actions, mobiliser des moyens financiers, en s'appuyant sur leurs compétences (urbanisme, habitat, continuités écologiques, gestion de l'eau...), en associant des partenaires privés ou associatifs. Avant de renforcer les maillages de haies, la démarche paysagère est souvent maillage de compétences, tressage de regards et de savoirs.

► Conclusion

Ce chapitre aide à comprendre dans quels cadres des critères de caractérisation des haies et des réseaux de haies ont été créés et peuvent être mobilisés. Présentant des pistes de nouveaux critères et indicateurs, classés selon une approche allant du diagnostic à la planification, il nous permet également d'entrevoir une évolution des outils et dispositifs actuels de suivi et d'identifier des besoins de recherche scientifique, pour tendre vers le partage d'indicateurs robustes et mobilisables à différentes échelles.

En suivant dans le temps une diversité d'indicateurs, il sera possible d'évaluer, puis d'ajuster les leviers d'action pour favoriser les synergies tout en rationalisant les moyens, en faveur de la restauration agroécologique, du local au national.

Véritables écosystèmes et éléments majeurs des paysages, les haies peuvent être considérées tantôt comme un réel atelier de production, tantôt comme une simple clôture,

tantôt comme un élément paysager ayant des implications aussi sensibles que matérielles. Pour les administrations ou les gestionnaires, une approche globale et intégrée peut constituer une aide au pilotage des politiques publiques et à la définition d'actions de restauration écologique et paysagère ciblées.

► Références bibliographiques choisies

- Alignier A., Thenail C., Lainé-Penel A., Swiderski C., Terrier-Gesbert M., 2023. Écobordure : du diagnostic de l'état agroécologique des bordures des champs à l'accompagnement de la transition agroécologique. *Sciences Eaux et Territoires*, 40, 6-10.
- Baudry J., Rolland D., Biet M., Bonneville R., Boussard H. *et al.*, 2022. Les infrastructures bocagères pour la biodiversité. *Sciences Eaux et Territoires*, 40, 75-80.
- Bodet P-L., 2024. Les plans de paysage en France : d'une démarche paysagère expérimentale au projet de territoire. *Projets de paysage*, 31.
- Boissinot A., Besnard A., Lourdaï O., 2019. Amphibian diversity in farmlands: Combined influences of breeding-site and landscape attributes in western France. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 269, 51-61.
- Brunet P., Berque A., 1992. *Atlas des paysages ruraux de France*, Paris, J.-P. de Monza, vol. 1.
- Clough Y., Kirchweger S., Kantelhardt J., 2020. Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conservation Letters*, 13(6), e12752.
- Cornulier T., Robinson R.A., Elston D., Lambin X., Sutherland W.J., Benton T.G., 2011. Bayesian reconstitution of environmental change from disparate historical records: hedgerow loss and farmland bird declines. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(1), 86-94.
- Dainese M., Montecchiari S., Sitzia T., Sigura M., Marini L., 2017. High cover of hedgerows in the landscape supports multiple ecosystem services in Mediterranean cereal fields. *Journal of Applied Ecology*, 54(2), 380-388.
- Dokhelar T., Keller A., Matutini F., Morin S., Didier S., Besnard A., 2024. *Étude des peuplements avifaunistiques d'espèces protégées des haies de la région Grand Est*. <https://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.32251.53285>
- Dover J.W., 2019. *The Ecology of Hedgerows and Field Margins*, Abingdon, Routledge, 306 p.
- Garratt M.P.D., Senapathi D., Coston D.J., Mortimer S.R., Potts S.G., 2017. The benefits of hedgerows for pollinators and natural enemies depends on hedge quality and landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 247, 363-370.
- Gauffre B., Boissinot A., Quiquempois V., Leblois R., Grillet P. *et al.*, 2022. Agricultural intensification alters marbled newt genetic diversity and gene flow through density and dispersal reduction. *Molecular Ecology*, 31(1), 119-133.
- Gracq J., 1995. Entretien avec Jean-Louis Tissier. In : *Œuvres complètes*, vol. 2, Paris, Gallimard, Bibliothèque de la Pléiade.
- Hinsley S.A., Bellamy P.E., 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review, *Journal of Environmental Management*, 60, 33-49.
- Lenoir J., Decocq G., Spicher F., Gallet-Moron E., Buridant J., Closset-Kopp D., 2021. Historical continuity and spatial connectivity ensure hedgerows are effective corridors for forest plants: Evidence from the species–time–area relationship. *Journal of Vegetation Science*, 32(1), e12845.
- Luginbühl Y., 1989. Au-delà des clichés... La photographie du paysage au service de l'analyse. *Strates*, 4, 1.
- Merckx T., Marini L., Feber R.E., Macdonald D.W., 2012. Hedgerow trees and extended-width field margins enhance macro-moth diversity: Implications for management. *Journal of Applied Ecology*, 49(6), 1396-1404.
- Merle L., 1958. *La métairie et l'évolution agraire de la Gâtine poitevine de la fin du Moyen Âge à la Révolution*, Paris, SEVPEN, 252 p.
- Montgomery I., Caruso T., Reid N., 2020. Hedgerows as ecosystems: Service delivery, management, and restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 81-102.

- Morin S., Commagnac L., Benest F., 2019. Caractériser et suivre qualitativement et quantitativement les haies et le bocage en France. *Sciences Eaux et Territoires*, 30, 16-21.
- Morin S., 2022. Le dispositif national de suivi des bocages : une approche multi-échelle pour évaluer, comprendre et agir. *Biodiversité, des clés pour agir*, OFB, 1, 22- 26.
- Notteghem P., 1987. Incidences de la structure d'un bocage sur l'avifaune au cours d'un cycle annuel (Autunois/Charolais). *Revue d'écologie*, 97-105.
- Pernet A., 2014. *Le grand paysage en projet : histoire, critique et expérience*, Genève, MétisPresses, 712 p.
- Pernet A., 2018. Le paysage comme communauté de communs. Face à la chalarose du frêne, les ateliers Grand Site Marais mouillé. *Les Carnets du paysage*, 33.
- Rolland D., 2020. Évaluation de la biodiversité des paysages bocagers et validation d'outils de diagnostic. Mémoire de fin d'études, École pratique des hautes études, 148 p.
- Sauser C., Commagnac L., Eraud C., Guillemain M., Morin S. *et al.*, 2022. Habitats, agricultural practices, and population dynamics of a threatened species: The European turtle dove in France. *Biological Conservation*, 274, 109730.
- Sauvion N., Calatayud P.-A., Thiéry D., Marion-Poll F., 2013. *Interactions insectes-plantes*, Versailles, Éditions Quæ, 749 p.
- Staley J.T., Sparks T.H., Croxton P.J., Baldock K.C.R., Heard M.S. *et al.*, 2012. Long-term effects of hedgerow management policies on resource provision for wildlife. *Biological Conservation*, 145, 24-29.
- Staley J.T., Bullock J.M., Baldock K.C.R., Redhead J.W., Hooftman D.A.P. *et al.*, 2013. Changes in hedgerow floral diversity over 70 years in an English rural landscape, and the impacts of management. *Biological Conservation*, 167, 97-105.
- Staley J.T., Wolton R., Norton L.R., 2020. *Definition of Favourable Conservation Status for Hedgerows*, Worcester, Natural England, 70 p.
- Stépanoff C., 2024. *Attachements : enquête sur nos liens au-delà de l'humain*, Paris, La Découverte, vol. 1.



Chapitre 7

Évaluer les propriétés des haies par l'analyse d'images et l'analyse spatiale

*David Sheeren, Daniel Delahaye, Mathilde Guillemois, Gabriel Marquès,
Sophie Morin, Romain Reulier*

Une haie peut être décrite de multiples façons, à partir d'un grand nombre de caractéristiques. Ce chapitre introduit tout d'abord les différentes représentations spatiales des haies, qui varient selon leur définition, avant de mettre en lumière l'apport de la télédétection et des nouveaux capteurs pour renseigner leurs caractéristiques structurelles et fonctionnelles. Ces caractéristiques sont dépendantes du contexte spatial dans lequel elles s'insèrent : particularités topographiques, usage des parcelles environnantes, relief, etc. sont autant de paramètres dont il faut tenir compte. Enfin, il s'agit de repositionner la haie et les paysages de haies dans leur trajectoire historique afin de comprendre, voire de simuler leur évolution.

► Les haies et leurs représentations spatiales

Pour produire une représentation cartographique des haies, il est nécessaire de s'appuyer sur une définition, même si celle-ci ne fait pas consensus. Des critères géométriques de sélection et de modélisation spatiale des objets doivent être précisés pour fixer le contenu et permettre le tracé selon un certain degré de généralisation cartographique (autrement dit un niveau d'abstraction et de simplification), outre le caractère longiligne des haies et leur composition.

Les règles de sélection déterminent par exemple la longueur et la hauteur minimales, la largeur maximale ou le degré d'allongement à respecter pour que les haies soient représentées sur la carte ou intégrées dans une base de données spatiales. Elles dictent le contenu (le *quoi*).

Les règles de modélisation définissent quant à elles la manière de représenter les objets dès lors que ceux-ci respectent les critères de sélection (le *comment*). Elles portent sur le mode d'implantation géométrique : la haie peut être modélisée par son axe (géométrie linéaire), mais aussi par son contour (géométrie polygonale). Elles décrivent par ailleurs la manière de schématiser la géométrie des objets à travers la simplification des formes et la réduction du niveau de détail. La densité de points autorisée pour représenter le contour sera par exemple quantifiée, de même que la simplification attendue du tracé de l'axe médian pour gommer des détails peu significatifs.

Ces règles de modélisation fixent enfin les critères de découpage ou de continuité des objets, comme la longueur d'une trouée au-delà de laquelle il est nécessaire de scinder la haie en deux objets distincts, ou encore le changement d'orientation permis entre les tronçons composant la haie (par exemple, si le changement d'orientation entre deux tronçons jointifs dépasse 35°, les deux tronçons seront considérés comme deux haies différentes).

Le choix de ces règles dépend des besoins applicatifs et des échelles d'utilisation de la carte. Il est aussi contraint par les sources de données utilisées pour produire les représentations spatiales (relevés de terrain, orthophotographie, imagerie satellitaire, données LiDAR ou *Light Detection And Ranging*) et par les moyens de production retenus (digitalisation manuelle, automatisation), ceux-ci devant être en mesure de respecter les spécifications attendues du produit cartographique. Ainsi, si les haies sont cartographiées au moyen d'orthophotographies, le respect du critère de largeur maximale ne pourra être évalué qu'en tenant compte de la largeur des houppiers des arbres, vus du dessus, et non au pied de la haie.

À première vue, ces choix de modélisation peuvent paraître anodins. En réalité, ils impactent fortement le nombre et la longueur des objets (figure 7.1) et donc, les capacités de protection et de suivi des évolutions des haies dans le cadre des réglementations en vigueur (Politique agricole commune, Code de l'environnement, Code rural, Code du patrimoine et Code de l'urbanisme; voir chapitre 5). Par exemple, si le rattachement à un gestionnaire est pris en compte dans les règles de découpage géométrique, une haie d'un seul tenant sur le terrain sera fragmentée en deux objets cartographiques s'ils sont situés le long de deux parcelles agricoles appartenant à des exploitations différentes (figure 7.1A). Dans ce cas, l'un des deux tronçons pourrait ne pas respecter le critère de longueur minimale fixé dans la définition de la haie, ce qui conduirait à ne pas le représenter sur la carte. De même, une opération de restauration sur le terrain par comblement d'une trouée (plantation ou régénération naturelle) pourrait n'avoir aucun impact sur la représentation cartographique (et donc sur le calcul, depuis la base de données, du nombre de kilomètres de haies plantées) si la haie représentée intègre déjà cette trouée dans le linéaire initial au regard de sa longueur. La définition adoptée a ainsi des conséquences sur le suivi dans le temps car des plantations ou repousses spontanées comblant des vides peuvent s'interpréter différemment en matière de nombre d'objets (augmentation, diminution ou stabilité) et de longueur (figure 7.1B). L'intégration de trouées dans la définition de la haie peut faire sens pour la gestion et la conservation car, bien souvent, ces trouées faisaient partie de la haie initiale et sont apparues par dépérissement progressif de la végétation. Mais cela reste un choix de représentation qui dépend de l'objectif d'utilisation de la carte.

En pratique, une fois la définition de la haie adoptée et les choix de représentation spatiale fixés conformément à celle-ci, le calcul et la représentation de certaines caractéristiques imposent des redécoupages multiples de la haie qui sont autant de points de vue sur l'objet (figure 7.1C). Ces redécoupages peuvent permettre de tenir compte d'une caractéristique interne (par exemple la segmentation de la haie en tronçons de hauteur ou de biomasse homogènes, ou selon la strate de végétation dominante). Ils peuvent aussi s'imposer pour modéliser plus finement les rôles fonctionnels de la haie (par exemple une segmentation selon des changements d'orientation du linéaire et

selon la direction des vents dominants sur la zone d'intérêt, pour spatialiser l'effet brise-vent ; voir chapitre 8). Enfin, ces redécoupages peuvent permettre de tenir compte d'un changement de gestionnaire, comme déjà évoqué (avec par exemple une segmentation tenant compte des limites du parcellaire agricole d'un côté et de l'autre de la haie).

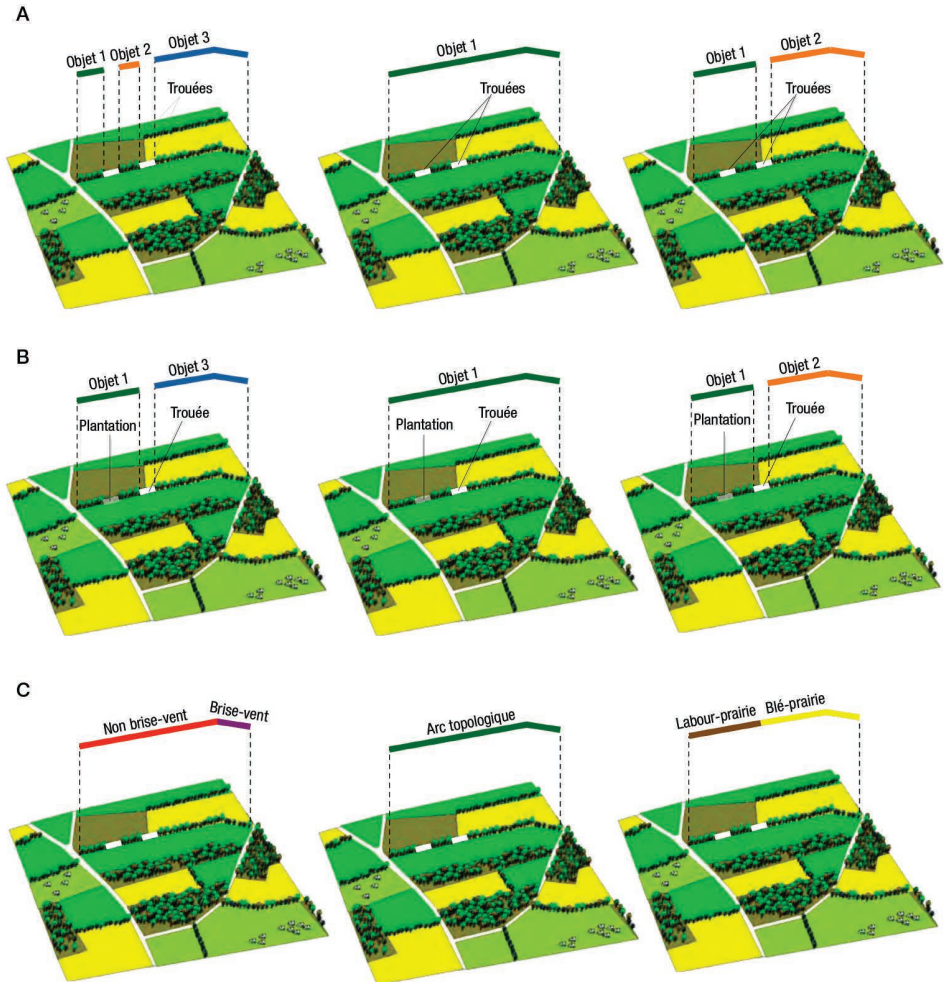


Figure 7.1. Des représentations géométriques différentes selon la définition choisie de la haie.

A. Trois définitions possibles de la haie conduisant à trois découpages géométriques différents : à gauche, l'objet haie est un alignement continu, sans trouée, conduisant à trois objets différents ; au centre, l'objet haie est un alignement acceptant des discontinuités (inférieures au seuil de longueur) conduisant à un seul objet avec une surestimation de la longueur ; à droite, l'objet haie est un alignement acceptant des discontinuités et rattaché à un exploitant, conduisant à deux objets différents avec une surestimation de la longueur. B. Mise à jour des représentations à la suite d'une plantation selon les trois définitions : à gauche, la plantation provoque une diminution du nombre d'objets, mais une augmentation de longueur avec la conservation d'un identifiant initial ; au centre, la plantation n'a pas d'impact sur la géométrie de l'objet existant, ni sur sa longueur (le changement passe inaperçu) ; à droite, la plantation est également transparente pour le référentiel cartographique, même si la surestimation de longueur par rapport à la réalité est réduite. C. Trois découpages supplémentaires différents obtenus en adoptant la seconde définition de la haie : à gauche, un point de vue fonctionnel (brise-vent) ; au centre, un point de vue topologique ; à droite, un point de vue relatif au voisinage.

Ainsi, après avoir arrêté une définition susceptible de produire une représentation cartographique des haies, il est nécessaire de générer des géométries et des points de vue multiples (s'appuyant sur des critères multiples de sélection et de modélisation) permettant d'évaluer et spatialiser leurs caractéristiques structurelles et fonctionnelles.

► L'apport de l'imagerie spatiale pour décrire les caractéristiques structurelles et fonctionnelles des haies

L'opérationnalité des fonctions assurées par les haies (rôle de protection contre l'érosion ou le vent, de production, de régulation, etc.) dépend beaucoup de leurs caractéristiques morphologiques et physiologiques, influencées par les pratiques de gestion et la composition en espèces (Staley *et al.*, 2012; Graham *et al.*, 2018) (voir chapitres 2 et 6). Renseigner ces caractéristiques est donc nécessaire. Pour cela, les relevés de terrain sont incontournables. Toutefois, les avancées récentes en télédétection permettent aujourd'hui de produire automatiquement un certain nombre de descripteurs qui renseignent sur les caractéristiques structurelles et fonctionnelles de la végétation, ainsi que, dans une moindre mesure, sur leur composition. Ces avancées sont liées au développement de capteurs toujours plus performants, que l'on peut installer sur des vecteurs couvrant un continuum d'échelles (en matière d'étendue géographique et de niveau de détail), du drone au satellite. Elles sont aussi renforcées par des moyens d'analyse qui s'améliorent continuellement, notamment grâce aux dernières techniques d'intelligence artificielle.

Décrire la structure des haies

Pour décrire la structure, la technologie LiDAR, qui permet de scanner des objets à l'aide d'un laser terrestre ou aéroporté et de créer des représentations tridimensionnelles à partir du nuage de points enregistré, marque une vraie rupture, même si les données Radar ont offert aussi certaines avancées (Betbeder *et al.*, 2014). Le LiDAR permet d'obtenir des informations avec un niveau de précision particulièrement élevé, qu'il peut être difficile d'atteindre par les moyens traditionnels d'observation sur le terrain ou à partir d'orthophotographies classiques. Cette technologie n'est pas entièrement nouvelle. Le LiDAR est déjà largement utilisé en foresterie pour décrire la structure des peuplements et calculer des variables dendrométriques (hauteur moyenne, surface terrière, densité de tiges, diamètre des arbres dominants...) (Næsset, 2004). Son usage reste néanmoins confidentiel sur les haies alors que les perspectives opérationnelles sont nombreuses, que ce soit pour cartographier automatiquement les objets (Lucas *et al.*, 2019; Bolyn *et al.*, 2019; Broughton *et al.*, 2025) ou pour évaluer certaines propriétés, incluant la porosité (Nowak *et al.*, 2022; Sheeren *et al.*, 2024).

Les données LiDAR correspondent par défaut à un nuage de points en 3D (3 dimensions) définis par des coordonnées (x, y, z) à partir duquel il est possible de calculer des statistiques à l'échelle d'objets d'intérêt (la haie par exemple) ou à l'échelle d'unités spatiales arbitraires (par exemple des mailles de 1 m²). Le nuage de points est ainsi découpé horizontalement pour calculer ces statistiques sur une portion d'espace définie, mais il peut aussi être découpé verticalement, par tranche de hauteur. Après calcul, les statistiques sont rattachées aux objets, sous la forme de nouveaux attributs. Elles peuvent aussi être spatialisées au sein de pixels (à partir des mailles), par la création de rasters et la génération d'autant d'images qu'il y a de statistiques d'intérêt. Dans ce cas, une description de la structure intra-haie est matérialisée, à l'échelle du pixel (figure 7.2).

Les produits rasters les plus classiques issus des données LiDAR sont les modèles numériques de surface (MNS) dans lesquels chaque pixel reçoit une valeur d'altitude, en tenant compte des éléments du sursol. Il est possible d'en dériver les modèles numériques de terrain (MNT) dans lesquels l'altitude pour chaque pixel est cette fois définie au niveau du sol, après retrait des éléments du sursol (bâtiment, végétation, etc.). Par soustraction des deux (MNS et MNT), on peut produire un troisième raster correspondant au modèle numérique de hauteur (MNH). Cette fois, chaque pixel est défini par une valeur de hauteur à partir de la surface topographique et non plus par une valeur d'altitude. Le MNH (ou MNHC, modèle numérique de hauteur de canopée si on se limite à la végétation) est un produit utile pour caractériser les haies car il permet de rendre compte des variations de hauteur de canopée au sein des haies (Broughton *et al.*, 2025). Il peut aussi servir comme donnée d'entrée pour modéliser le stock de bois et en dériver les équivalents en biomasse et en carbone (voir chapitre 8 ; Black *et al.*, 2023).

Mais la richesse des données LiDAR ne se limite pas à ces produits qui peuvent d'ailleurs être obtenus par photogrammétrie (technique de mesure reposant sur plusieurs images stéréoscopiques permettant la vision en 3D). Elle tient au fait que le nuage de points ne se limite pas au sommet de la canopée et renferme aussi des informations sur la structure verticale des objets. Le signal laser peut pénétrer partiellement la canopée (selon la densité du couvert), interagir avec les branches et les feuilles, avant d'atteindre le sol. Pour une seule impulsion laser, et selon les caractéristiques de l'instrument, de multiples échos (signaux retours) peuvent être enregistrés. Dès lors, c'est la structure interne des objets qui peut être représentée (Moudrý *et al.*, 2023). En pratique, la représentation tridimensionnelle interne est parfois assez dégradée (en particulier avec un capteur aéroporté) car une végétation dense atténue fortement le signal, par absorption ou diffusion multiple, ce qui réduit l'énergie rétrodiffusée et empêche le retour du signal à la source. Dans ce cas, les strates inférieures de végétation sous canopée peuvent être sous-estimées, par occlusion des parties hautes.

Malgré ces limites, un grand nombre de descripteurs peuvent être extraits du nuage de points 3D, permettant de rendre compte de différentes caractéristiques structurelles difficilement accessibles sans données LiDAR (Moudrý *et al.*, 2023 ; Kissling et Shi, 2023). Par exemple, et sans être exhaustif :

- hauteur de canopée (figure 7.2) : valeur moyenne, médiane, maximale, minimale, valeur au i^e percentile (hp_{10} , hp_{95} ...), statistiques calculées sur des distributions de hauteurs dans un voisinage local (moments L1, L2...), hauteur moyenne des points de la couronne $> hp_{90}$ ou hp_{95} (*mean outer canopy height*) ;
- densité de végétation (figure 7.2) : proportion de retours des signaux laser envoyés (premiers échos ou échos multiples) par tranche de hauteur ou au-dessus d'un seuil de hauteur, densité relative de surface de plante au sein d'un volume de hauteur fixée (soit le PAD, *plant area density* estimé en m^2/m^3), proportion de végétation au-dessus d'un seuil moyen de hauteur (*canopy relief ratio*) ;
- couverture (ouverture) de canopée : proportion de retours des signaux laser envoyés au-dessus d'un seuil de hauteur (2 m, par exemple) par rapport au nombre total de retours (*canopy cover*, CC), proportion de trouées (*gap fraction* ou *openness* = $1-CC$), proportion de retours des signaux laser provenant du sol par rapport au nombre total de retours (*ground return ratio*, GRR) ;

- hétérogénéité horizontale : variabilité ou coefficient de variation de la hauteur des premiers retours, indice de rugosité de la canopée, coefficients d'asymétrie (*skewness*) et d'aplatissement (*kurtosis*) de la distribution des valeurs de hauteur ;
- hétérogénéité verticale (figure 7.2) : indice de complexité verticale (*vertical complexity index*, VCI) correspondant à la dispersion des valeurs de hauteur de tous les retours LiDAR, indice d'hétérogénéité verticale (*foliage height diversity*, FHD) traduisant la diversité verticale des hauteurs à partir de l'entropie de Shannon, écart interquartile de la hauteur, proportion de trouées par tranche de hauteur (*vertical gap fraction*), indice de surface des plantes (PAI, *plant area index* estimé en m^2/m^2).

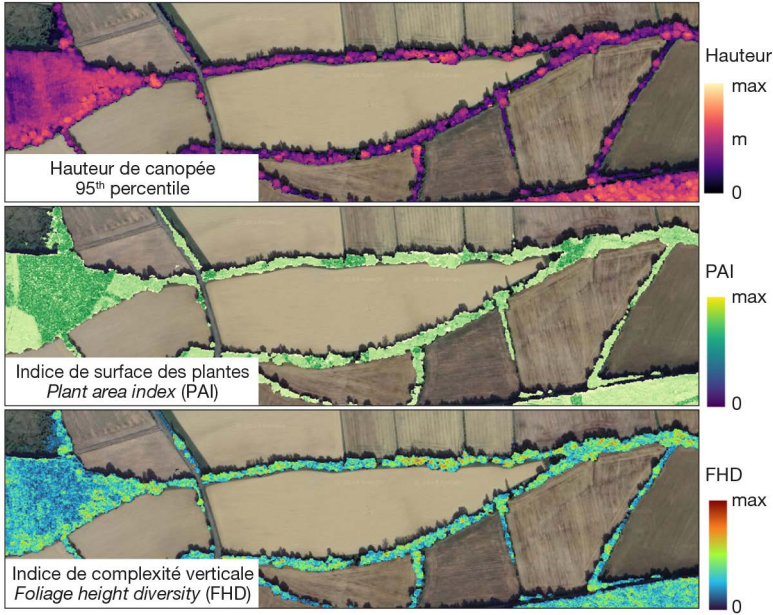


Figure 7.2. Illustrations de métriques LiDAR spatialisées pour la couverture arborée, au sein de pixels de 1 m^2 : hauteur de canopée, indice de surface des plantes (*plant area index*, PAI) et indice de complexité verticale (*foliage height diversity*, FHD).

En plus de ces descripteurs qui analysent l'organisation spatiale du nuage de points 3D, à chaque point est associé l'intensité du signal retour (énergie rétrodiffusée) dont la valeur dépend de la nature de l'objet et des caractéristiques de la surface. Cette information est également utile pour décrire les objets, même si elle reste encore peu exploitée aujourd'hui car elle varie selon les paramètres optiques du laser (puissance, angle d'ouverture, angle d'incidence) et selon la transmittance atmosphérique et la sensibilité des détecteurs, ce qui implique de normaliser les valeurs (Kashani *et al.*, 2015). Elle pourrait à terme apporter une aide à la discrimination des objets au sein des haies (nature de la végétation, présence de bois mort) (Korpela *et al.*, 2010 ; Wing *et al.*, 2015).

Ces descripteurs de structure offrent aussi la perspective de différencier les types de haies selon les strates de végétation (haie buissonnante, arbustive, haie multistrates) ou leur conduite (taillis, futaie, cépée...) (Broughton *et al.*, 2021). Ils peuvent par ailleurs servir à prédire des indicateurs de richesse ou de diversité végétale et animale, à l'image

de ce qui est fait en forêt (Bergen *et al.*, 2009; Toivonen *et al.*, 2023). Par exemple, la simple prise en compte de la hauteur des haies ou plus généralement des habitats a déjà montré sa pertinence dans des modèles oiseaux-habitats (Sheeren *et al.*, 2014; Broughton *et al.*, 2021). Les métriques décrivant la continuité des haies, leur couverture de canopée et leur hauteur, ainsi que leur complexité structurale ont également été évaluées pour élaborer des modèles expliquant l'abondance de mammifères au sein de haies dans des paysages agricoles du Québec (Pelletier-Guittier *et al.*, 2020).

Décrire la composition en essences des haies

L'évaluation de la composition des haies à partir d'images a été très peu étudiée jusqu'ici et reste assez incertaine. Beaucoup de travaux ont été menés pour évaluer la composition des peuplements forestiers et certaines approches pourraient être transposées aux haies (Fassnacht *et al.*, 2016). Toutefois, certaines haies font apparaître une grande diversité d'essences, avec un mélange d'éléments arbustifs buissonnants et arborés, ce qui rend la tâche d'identification automatique particulièrement difficile. Des résultats assez récents ont été obtenus sur les ripisylves en s'appuyant principalement sur des descripteurs de structure issus de deux relevés LiDAR, l'un en été et l'autre en hiver (Ba *et al.*, 2020). La différenciation des essences de chêne, hêtre, frêne, peuplier, saule, aulne et noisetier au niveau du genre a pu être atteinte avec un niveau de précision variant entre 68 % et 83 % (selon l'algorithme de classification utilisé), mettant en évidence le rôle de la géométrie interne pour discriminer ces essences. Le LiDAR est rarement utilisé seul pour cette tâche de classification. Les données LiDAR sont souvent combinées à de l'imagerie optique passive (multispectrale, hyperspectrale). Néanmoins, les performances de classification entre ces capteurs restent très comparables (Fassnacht *et al.*, 2016), même s'il est fréquent que la qualité statistique reportée dans ces études soit surestimée par rapport à la qualité réelle de la carte produite, en l'absence de prise en compte de l'autocorrélation spatiale (Karasiak *et al.*, 2022).

La détection des espèces de plantes peut aussi servir à évaluer la ressource florale offerte par les haies. Dans cette optique, Barnsley *et al.* (2022) se sont attachés à différencier trois espèces de plantes ligneuses riches en nectar : l'aubépine, le prunellier et la ronce. La détection a été réalisée sur des haies champêtres localisées au Royaume-Uni à partir d'images aériennes multispectrales à très haute résolution spatiale (3 cm et 7 cm), en comparant trois dates d'acquisition différentes (mars, mai et juillet). Les résultats obtenus sont très performants avec un indicateur de qualité par classe (F-score) variant entre 64 % et 93 % selon l'espèce et la date. Dans une autre étude, c'est directement l'abondance en ressources florales qui a été estimée (Smigaj *et al.*, 2021). Cette abondance a été évaluée à partir d'images acquises en vraies (bandes spectrales dans le rouge, vert, bleu) et fausses couleurs (bandes spectrales dans le Red Edge et le proche infrarouge) au moyen d'un drone. Là aussi, les performances obtenues sont relativement élevées (R^2 variant de 0,68 à 0,75). Ces résultats restent toutefois à généraliser car ils portent sur des haies composées majoritairement de prunellier et d'aubépine. De manière générale, l'usage du drone pour suivre la ressource florale dans l'espace et le temps est en plein développement actuellement, sur différents habitats, et s'appuie sur le niveau de détail spatial très élevé des images (Gonzales *et al.*, 2022). Il laisse entrevoir de nouvelles

perspectives pour mieux évaluer et spatialiser le rôle fonctionnel des haies pour les pollinisateurs et mieux calibrer les modèles mécanistes de prédiction d'abondance des pollinisateurs (Gardner *et al.*, 2020; voir chapitre 8).

► Caractériser le contexte des haies avec l'analyse spatiale

L'efficacité des rôles fonctionnels des haies dépend de leurs caractéristiques internes, mais aussi de leur contexte et leur disposition au sein du paysage. Par exemple, l'efficacité de protection d'une haie contre l'érosion dépend notamment de son orientation par rapport à la pente dominante (perpendiculaire, parallèle ou oblique), de sa position sur le versant, de l'importance de la pente du versant, et des spécificités des parcelles en amont (terre arable, prairie...) (Viel, 2012). Elle dépendra aussi de l'assise de la haie (à plat, sur talus, sur muret), de la présence éventuelle d'un fossé et de sa connexion à d'autres haies. De même, pour qualifier une haie en ripisylve, il convient d'analyser son voisinage en tenant compte de la présence d'un cours d'eau sur sa longueur. Si on s'intéresse aux facteurs déterminant la présence et l'abondance d'espèces végétales et animales au sein d'une haie, l'usage des parcelles voisines est également une information à intégrer, tout comme le degré de connectivité de la haie par rapport à son réseau, ou son isolement au sein du paysage. Ainsi, selon les besoins applicatifs, la description des caractéristiques intrinsèques de la haie ne suffit pas. Elle doit s'accompagner d'une description de son contexte topographique, paysager, bocager ou de ses interfaces.

Les systèmes d'information géographique (SIG) offrent aujourd'hui une palette d'outils d'analyse spatiale assez riche pour faciliter le calcul automatique des caractéristiques contextuelles des haies. Certes, ces outils n'ont pas été conçus spécifiquement pour les haies, mais il est possible d'élaborer des chaînes de traitement dédiées en assemblant plusieurs fonctions génériques avec un paramétrage adapté et en limitant les développements algorithmiques.

À titre d'exemple, la position topographique d'une haie peut être approchée à partir d'une analyse préalable des formes du relief, représenté par un MNT, en s'appuyant sur le calcul des « géomorphons » disponibles sous le logiciel GRASS/QGIS. Les géomorphons correspondent à des motifs caractéristiques du relief tels que les lignes de crête, les sommets, les vallées, les ruptures de pente, les cuvettes, etc. Ces motifs sont obtenus sur la base d'un MNT à la suite d'une analyse de voisinage adaptatif pour chaque pixel de l'image, en comparant l'altitude relative des pixels voisins avec le pixel central considéré (Jasiewicz et Stepinski, 2013). Il ne s'agit pas nécessairement des premiers voisins. La distance de voisinage s'adapte au terrain et tient compte des voisins visibles les plus lointains, dans la limite d'une distance maximale de recherche. En fonction de la composition du motif obtenu qui inclut 8 valeurs à 3 modalités possibles (« + » si l'altitude du pixel voisin est plus élevée, « - » dans le cas contraire, et « 0 » pour une altitude équivalente), l'algorithme produit un MNT classé décrivant les formes du relief (c'est-à-dire localisant les géomorphons). Il est alors possible d'associer à chacune des haies, en fonction de sa localisation, le géomorphon majoritaire correspondant.

Pour évaluer la position de la haie par rapport au sens de la pente dominante, une autre analyse de voisinage local sur le MNT peut être opérée. Après calcul de la pente moyenne du terrain, de son exposition et de l'orientation principale de la haie, il est

possible de déterminer si la haie est perpendiculaire à la pente, ce qui contribue à maintenir le sol agricole en amont de la haie, tout en freinant le ruissellement de surface. Une position oblique aura un effet plus limité mais favorisera de manière indirecte l'infiltration et le dépôt de sédiments en allongeant le chemin d'écoulement de l'eau.

Sans relevés de terrain, la détection des fossés, talus ou murets au pied de la haie ou à proximité immédiate est plus difficile. Ces infrastructures agroécologiques sont généralement absentes des bases de données nationales cartographiques. Néanmoins, des progrès importants dans leur détection automatique ont été accomplis grâce aux données LiDAR. Les méthodes pour les détecter s'appuient directement sur le nuage de points (Bailly *et al.*, 2008; Broersen *et al.*, 2017; Roelens *et al.*, 2018) ou les MNT raster dérivés (Rapinel *et al.*, 2015; Ørka *et al.*, 2022). Les différentes approches ont été définies dans un contexte de recherche scientifique. Elles ne sont pas encore disponibles en contexte opérationnel mais certaines pourraient être intégrées à court terme dans *HedgeTools*, un outil dédié à la caractérisation des haies (Sheeren *et al.*, 2023; encadré 7.1). Pour l'échelle paysagère, d'autres outils ont été développés (voir chapitre 8).

Encadré 7.1. *HedgeTools*, une boîte à outils pour caractériser automatiquement les propriétés et fonctionnalités des haies

David Sheeren

HedgeTools est une boîte à outils développée sous la forme d'une extension QGIS spécifiquement dédiée à l'extraction et la caractérisation des haies (Sheeren *et al.*, 2023). Disponible actuellement en version expérimentale, son enrichissement est envisagé grâce à l'intégration progressive des dernières avancées de la recherche, dans le but de les rendre accessibles aux utilisateurs de manière opérationnelle, avec un maintien sur le long terme. *HedgeTools* a été conçue au moyen d'une structure de données générique permettant la création de différentes représentations des haies pour tenir compte de multiples géométries (polygone, axe médian, nœud du réseau) et de différents points de vue sur les haies (redécoupage selon différents critères). À l'origine, elle était strictement dédiée à la caractérisation des haies mais un module permettant l'extraction des haies à partir d'images a été intégré. Au-delà de ce module d'extraction, une première catégorie d'outils est dédiée à la préparation des données. Il s'agit de transformer une couche de haies existantes selon la structure de données de *HedgeTools*. Cette opération permet de dériver l'axe médian des haies à partir d'une couche de haies surfaciques et de créer un graphe planaire, correspondant à un premier point de vue, le point de vue topologique. Les concepteurs de l'outil, Sheeren *et al.* (2023) expliquent que « la seconde catégorie d'outils permet de générer d'autres points de vue qui se limitent à trois actuellement : 1) selon une distance fixe définie par l'utilisateur, 2) selon les délimitations des objets adjacents à la haie, et 3) selon l'orientation des tronçons de haies. Pour chaque point de vue, l'ensemble des géométries est mis à jour en redéfinissant les identifiants des objets, tout en conservant la relation avec le point de vue topologique de plus haut niveau (agrégat). Le type de nœud est également évalué (O pour une impasse, L, T ou X pour des relations avec les arcs en 2 à 4-connexité, et M si le degré de connexité dépasse 4). Les autres catégories d'outils disponibles dans la version actuelle permettent de calculer un ensemble d'indicateurs morphologiques à l'échelle de l'objet (longueur, orientation, indices de forme et d'élongation, largeur)

Encadré 7.1. (suite)

et/ou de préciser la physionomie de chaque haie en s'appuyant sur un modèle numérique de hauteur. Ces variables sont ajoutées, après calcul, à la table attributaire de la couche de haies utilisée en entrée, correspondant à un point de vue choisi (topologique ou autre). Il est ainsi possible de calculer un même lot de variables pour différents points de vue, en choisissant à chaque fois une couche d'entrée correspondante. Des outils supplémentaires permettent de caractériser le contexte de l'objet (position topographique, orientation par rapport à la pente dominante, distance à la forêt la plus proche). Des indices de connectivité dans le graphe sont également implémentés». Un nouveau module est en cours d'intégration pour permettre de caractériser la structure des haies à partir d'un nuage de points LiDAR.

Lien vers le plug-in QGIS : https://plugins.qgis.org/plugins/hedge_tools/

Lien vers la documentation : <https://hedgetools-oop-0770ee.pages-forge.inrae.fr/fr/>

► Les haies dans leur trajectoire historique

Les approches géo-historiques de reconstruction des paysages visent à comprendre les dynamiques paysagères passées, à analyser leurs états actuels et à simuler leurs évolutions futures (Franchomme, 2008; Germaine, 2009; Franck-Néel, *et al.*, 2015; Baud et Reynard, 2015; Tortora *et al.*, 2015; Paysant, *et al.*, 2019). Les premières études portant sur l'évolution des linéaires de haies en paysages de bocage ne débutent véritablement qu'à partir des années 1950, avec la mise à disposition des premières photographies aériennes exhaustives et exploitables produites par l'Institut géographique national (IGN) (Thenail, 2002; Bocher *et al.*, 2005; Houet et Gaucherel, 2007; Lotfi *et al.*, 2010; Vannier, 2011; Van Apeldoorn *et al.*, 2013; Staley *et al.*, 2013; Preux *et al.*, 2015). Ces travaux mettent en évidence la dégradation continue des structures bocagères, causée par la transformation foncière des exploitations agricoles, la rationalisation des parcellaires et l'arasement fréquent des haies. En revanche, les dynamiques paysagères du XIX^e siècle sont moins étudiées, notamment parce que les sources nécessaires à leur analyse ne sont accessibles qu'à travers un travail d'archives. Pourtant, cette période est intéressante puisqu'elle marque l'apogée du bocage avec plus de deux millions de kilomètres de haies recensés en France (Pointereau, 2006). Ce siècle constitue donc une période de référence pour travailler à la reconstruction des dynamiques d'évolution des bocages.

En croisant l'utilisation de documents issus d'archives et des images aériennes, il est possible de reconstruire des « instants paysagers » depuis les années 1830 jusqu'à nos jours. Chacune de ces reconstructions vise à montrer le paysage à un instant T de son histoire et permet de se saisir de l'évolution des structures paysagères dans le temps, notamment des linéaires de haies. Évidemment la résolution temporelle de l'analyse dépend de la présence et de la qualité des documents d'archives. De manière assez générale, l'utilisation des cadastres napoléoniens, des états de section, des matrices cadastrales et des délibérations communales sont des sources fiables pour reconstruire les paysages du XIX^e siècle (Franchomme, 2008; Van Apeldoorn *et al.*, 2013; Guillemois *et al.*, 2023). À cela s'ajoutent l'utilisation des premières images aériennes produites à partir d'août 1944, ou de 1945 en fonction des territoires, ainsi que l'ensemble des images aériennes produites par les services de l'IGN des années 1950 à nos jours.

Un exemple de trajectoire bocagère : le bassin-versant du Tortillon de 1830 à nos jours

Le bassin-versant du Tortillon (10 km²), situé dans le sud du Calvados sur la commune de Valdallière, constitue un site d'étude intéressant puisque son linéaire de haies a été fortement altéré au cours du xx^e siècle. Il est à ce titre assez représentatif des dynamiques qu'ont connues les régions de l'ouest de la France. Les reconstitutions des trajectoires paysagères s'étendent de 1830 à 2020 et s'appuient sur l'utilisation des plans cadastraux et de leurs états de sections associés, ainsi que des images aériennes (militaires américaines et britanniques de 1944, et modernes françaises de 1950 à 2020). Le choix de bornage des reconstitutions est de ce fait entièrement dépendant de la réalité archivistique et de l'accessibilité à ces données. Le corpus de documents est géoréférencé et numérisé manuellement dans un système d'information géographique (SIG).

Pour permettre une analyse cohérente à travers les époques, une légende commune des classes d'occupation du sol est construite (Van Eetvelde et Antrop, 2009 ; Claeys *et al.*, 2019). La première reconstruction de 1830 est réalisée à partir du cadastre napoléonien, l'exploitation des états de sections renseigne sur l'occupation du sol de chacune des parcelles cadastrales. Dans leur étude du bassin-versant du Tortillon, Guillemois *et al.* (2023) précisent que « les éléments linéaires, tels que les haies, ne sont cependant pas figurés sur la majorité des cadastres réalisés en 1830 (Glomot, 2011). Ces entités n'étant pas assujetties à l'impôt, elles ne sont à cette époque qu'un "point de détail" du paysage et représentent dès lors un inconvénient pour la représentation cartographique (Jouanne, 1933) ». Elles peuvent néanmoins être reconstituées à l'aide d'autres plans anciens qui les représentent, ou du moins, attestent de leur présence (plans routiers, délibérations communales, etc.).

Guillemois *et al.* (2023) précisent également, sur ce territoire, que « le premier plan correspond à un plan itinéraire "Tracé de Vassy à Vire"⁸⁷ daté de la fin du xviii^e siècle (entre 1780 et 1790) et couvrant 60 % du bassin-versant. Il représente un parcellaire où, autour des parcelles, les haies sont figurées. Le second document utilisé correspond aux écrits des délibérations communales entre 1824 et 1829, qui classent les chemins utiles aux habitants de la commune à la suite d'un arrêté préfectoral de 1824. Lors de la reconnaissance de ces chemins, les haies et les fossés bordants sont mentionnés ». Les linéaires identifiés par le plan itinéraire ainsi que par les délibérations communales peuvent être localisés à l'aide du cadastre, vectorisés puis intégrés à la reconstruction. Ces linéaires sont ensuite comparés à ceux acquis dans la reconstruction postérieure de 1944, date à laquelle les images aériennes donnent pour la première fois une vue des haies dans la zone d'étude. La superposition des deux permet d'identifier les haies ayant conservé leur emplacement entre le xviii^e siècle et le milieu du xx^e siècle. Ainsi, une partie du linéaire de haies peut être reconstituée pour 1830 et donne une représentation de ce que pouvait être le bocage au milieu du xix^e siècle. Ce linéaire peut être considéré comme pérenne ; bien évidemment les haies ont été modifiées entre ces deux périodes (coupe, abattage, plantation, régénération naturelle), mais leur emplacement est resté le même. Pour les images aériennes, la reconnaissance des différentes occupations du sol et des linéaires de haies se fait par photo-interprétation (Marie, 2009 ; Herrault, 2015 ; Paysant *et al.*, 2019).

87. Archives départementales du Calvados (C/3541, plan manuscrit couleur, 334 × 51 cm).

Ainsi, la trajectoire paysagère du bassin-versant du Tortillon a pu être reconstituée de 1830 à 2020 (figure 7.3). En 1830, l'occupation du sol est dominée par des petites parcelles (inférieures à 0,5 ha) sur lesquelles on cultive de l'orge, du froment et du seigle. Les prairies sont exclusivement situées en fond de vallée et offrent foin ou pâturage pour le bétail. La majorité des parcelles sont encloses : 225 km de haies ont ainsi pu être reconstituées, ce qui coïncide avec les chiffres donnés par les statistiques agricoles de 1814 où, dans ce territoire, « la proportion des terres encloses est des cinq sixièmes » (Ministère de l'Instruction publique, 1914). L'implantation des haies répond alors au besoin d'organiser la coexistence de l'élevage et des cultures. Elles structurent l'espace rural et servent principalement à protéger les parcelles de céréales et à contenir le bétail dans les pâtures (Bazin et Schmutz, 1994; Antoine, 2002; Baudry et Jouin, 2003; Sachet, 2023). Au début du xx^e siècle, la spécialisation des régions de l'ouest de la France dans l'élevage provoque la conversion de la majorité des cultures en prairies et illustre l'avènement de la vague herbagère. Les prairies occupent alors 60 % de la surface agricole utile (SAU) du bassin. Quelques agrandissements de parcelles ont contribué à diminuer le nombre de haies, qui reste très dense avec un linéaire de 187 km. À partir des années 1970, la modernisation agricole marque un point de rupture. La transformation foncière des exploitations conduit à une rationalisation des parcelles agricoles accompagnée d'un arasement fréquent des linéaires de haies. Perçues comme un obstacle au progrès, les haies s'effacent peu à peu des champs et diminuent de 42 % dans le bassin-versant entre 1944 et 1984. Guillemois *et al.* (2023) soulignent que « depuis les années 2000, les haies sont éparées et fragmentées autour de grands îlots de cultures et de prairies. Face à ce recul, des politiques de replantation de haies interviennent depuis le début des années 1990, pour aider les agriculteurs à reconstituer des haies bocagères par le biais de subventions. Malgré ces aides, les linéaires de haies continuent de diminuer. La haie continue de pâtir d'une image négative véhiculée par les politiques de remembrement et les discours associés (perte de temps, demandeuse d'entretien, vestige des pratiques anciennes...) (Javelle, 2006) ». Il en résulte en 2020 un paysage qui est le produit de ces deux siècles de transformations. Les cultures occupent désormais 60 % de la SAU du bassin et se regroupent sous forme d'îlots de production. Les prairies se concentrent au niveau des fonds de vallée, un emplacement similaire à celui observé en 1830. Le linéaire de haies s'est réduit de 61 % entre 1944 et 2020 et est évalué en 2020 à 73 km, soit une densité bocagère de 65 ml/ha.

Encore aujourd'hui, le paysage du Tortillon évolue très localement et les cultures continuent de s'étendre aux dépens des prairies. Ces constats similaires à l'échelle régionale interrogent sur le devenir des paysages bocagers. Vont-ils poursuivre leur trajectoire de régression ?

Pourtant, les haies jouent un rôle essentiel dans la régulation des écoulements de surface et leur disparition tend à accroître les enjeux environnementaux sur l'ensemble des services écosystémiques : biodiversité, stockage du carbone, régulation climatique des parcelles, régulation hydrologique, aménités paysagères, biomasse, bien-être animal, qualité du sol (voir chapitre 2). Reconstituer les paysages bocagers et analyser l'évolution des linéaires de haies est donc indispensable pour comprendre les logiques de transformation des paysages, évaluer leur état actuel et envisager leur gestion future et durable.

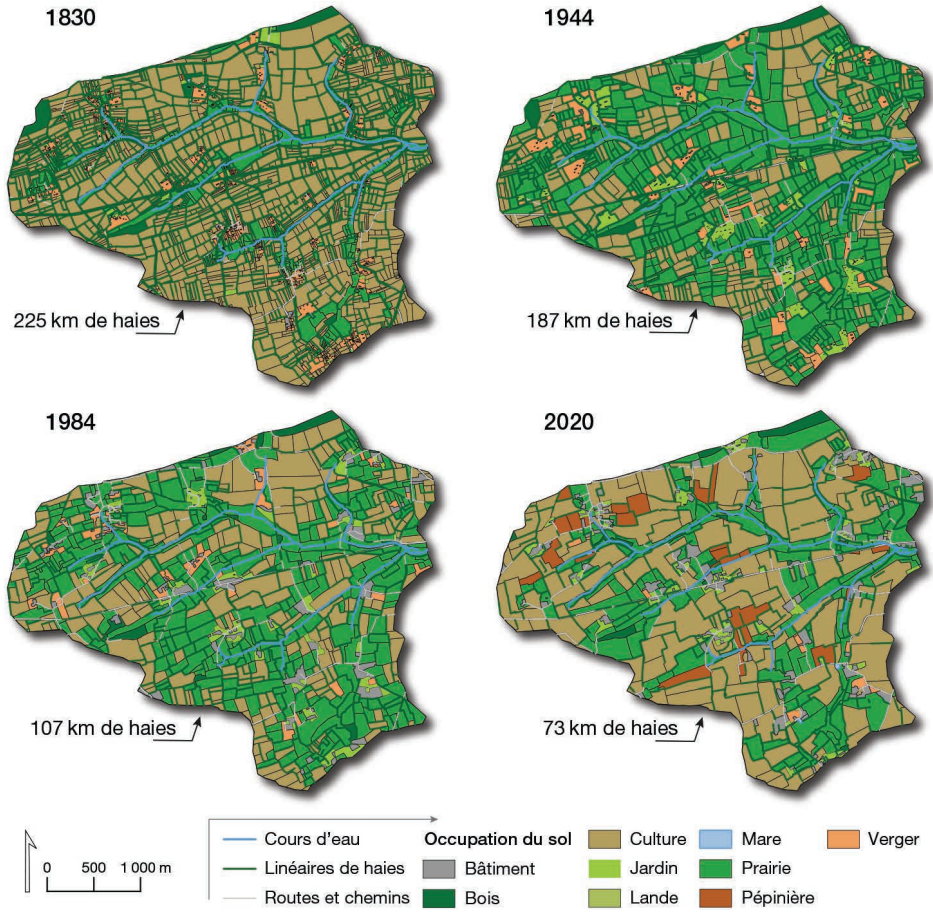


Figure 7.3. Trajectoire paysagère du bassin-versant du Tortillon de 1830 à 2020. D'après Guillemois *et al.* (2023).

Perspectives

La reconstruction des instants paysagers antérieurs au xx^e siècle dépend de l'existence et du bon état des documents d'archives. Une des limites à mentionner est l'écart temporel que l'on peut avoir entre deux dates de reconstructions historiques du fait de l'inexistence de documents. De plus, certaines entités paysagères, comme les fossés et parfois même certaines routes, sont parfois difficilement identifiables sur les images aériennes anciennes. Pour surmonter cette difficulté, il est préférable de s'appuyer sur des données plus récentes pour les cartographier, tout en les ajustant lorsque cela est possible avec les sources historiques.

Le déploiement national des données LiDAR se révèle être un outil efficace pour pallier les lacunes des documents anciens. Ces techniques sont déjà utilisées dans l'étude des structures agraires et permettent de révéler les anciennes limites de parcelles et les réseaux de talus et de fossés sous couvert forestier (Costa *et al.*, 2020; Georges-Leroy, 2020; Berthe, 2024). D'autres méthodes, comme l'*OSL-Profiling and Dating* (technique de luminescence optiquement stimulée et datation), permettent de dater

précisément l'âge d'édification des clôtures grâce aux sédiments prélevés dans les talus (Vervust *et al.*, 2020a; Vervust *et al.*, 2020b). Ces approches ouvrent des perspectives intéressantes pour affiner la datation de la mise en place des haies, ainsi que pour l'identification des autres entités des territoires comme les anciens chemins et fossés, afin d'enrichir la compréhension des dynamiques paysagères.

► Conclusion

L'ouverture et la mise à disposition d'archives anciennes, mais aussi de nouvelles données telles que les MNS photogrammétriques ou les données LiDAR haute définition, ont favorisé de réelles avancées dans le développement de méthodes de caractérisation des haies, de leur contexte et des paysages de haies. La structure 3D des haies était peu documentée jusqu'ici mais les données spatiales sont maintenant disponibles pour permettre une caractérisation à large échelle, avec une qualité variable selon la source d'origine (LiDAR aéroporté, terrestre, drone). La diversité structurale de la végétation est un indicateur clé, qui pourrait aider à mieux évaluer les fonctions écologiques des haies, avec un niveau de performance potentiellement supérieur aux mesures de biodiversité classiques (comme la richesse en espèces) qui ne sont pas toujours de bons proxys pour évaluer les niches écologiques occupées dans un écosystème (LaRue *et al.*, 2019).

La composition des haies est plus difficile à atteindre, même si des résultats encourageants ont été évoqués. Une alternative à tester pourrait être d'étudier la relation entre l'hétérogénéité spectrale (et structurale) des haies et la diversité en espèces végétales, plutôt que de chercher à distinguer chacune des espèces. Cette approche est déjà mobilisée en forêt tempérée (Lang *et al.*, 2023). Elle pourrait s'appliquer aux haies, en s'appuyant sur des outils comme « *biodivMapR* » (Féret et de Boissieu, 2020). Certains indicateurs décrivant le contexte des haies (nature du parcellaire adjacent, orientation par rapport à la pente...) sont atteignables au moyen d'outils d'analyse spatiale génériques que l'on trouve déjà sous SIG. Il est nécessaire toutefois de bien les relier et de les paramétrer de façon à les déployer spécifiquement sur les haies. Aujourd'hui, ce sont surtout les pratiques de gestion qui constituent le principal angle mort dans les méthodes de caractérisation. Très peu de travaux ont été menés pour tenter de les inférer à partir d'images. Leur mise en évidence (comme la taille de formation, l'élagage) constitue un réel défi.

Concernant le suivi dans le temps, de fortes attentes existent pour reconstituer le réseau de haies depuis les premières images aériennes historiques noir et blanc ou à partir de documents plus anciens. Les sources historiques sont riches et rendent possible la cartographie des trajectoires paysagères, comme présentée dans ce chapitre pour le bassin-versant du Tortillon. Néanmoins, la reconstruction de ces instants paysagers, qui pourrait aussi permettre d'approcher l'ancienneté des haies, reste encore peu automatisée aujourd'hui. Cela rend difficile la représentation des évolutions sur de larges territoires. La complexité de la tâche d'automatisation est importante car les données historiques sont très hétérogènes et fortement bruitées. Des travaux de recherche sont en cours (Ferreira *et al.*, 2024) et des avancées potentiellement significatives devraient voir le jour à court terme, grâce notamment aux nouvelles techniques d'intelligence artificielle générative (Gaubert *et al.*, 2025).

► Références bibliographiques choisies

- Antoine A., 2002. Chapitre 2. L'historien et le paysage. In : *Le paysage de l'historien : Archéologie des bocages de l'Ouest de la France à l'époque moderne*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 340 p.
- Ba A., Laslier M., Dufour S., Hubert-Moy L., 2020. Riparian trees genera identification based on leaf-on/leaf-off airborne laser scanner data and machine learning classifiers in northern France. *International Journal of Remote Sensing*, 41, 1645-1667.
- Barnsley S.L., Lovett A.A., Dicks L.V., 2022. Mapping nectar-rich pollinator floral resources using airborne multispectral imagery. *Journal of Environmental Management*, 313, 114942.
- Broughton R.K., Burkmar R.J., McCracken M.E., Mitschunas N., Norton L.R. *et al.*, 2025. A lidar based national model of hedgerows and other woody linear features in rural England. *Journal of Environmental Management*, 392, 126705.
- Broughton R.K., Chetcuti J., Burgess M.D., Gerard F.F., Pywell R.F., 2021. A regional-scale study of associations between farmland birds and linear woody networks of hedgerows and trees. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 310, 107300.
- Costa L., Laüt L., Petit C., 2020. Archéologie, forêt et Lidar : une recherche qui a du relief! Conclusion. *Archéologies numériques*, 4(1), 1-7.
- Fassnacht F., Latifi H., Stereńczak K., Modzelewska A., Lefsky M. *et al.*, 2016. Review of studies on tree species classification from remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 186, 64-87.
- Féret J.-B., de Boissieu F., 2020. biodivMapR: An R package for α - and β -diversity mapping using remotely-sensed images. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(1), 64-70.
- Ferreira V., Sheeren D., Lefèvre S., Lang S., 2024. More labels or better labels? A semantic segmentation study case using historical aerial images for tree delineation. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'2024), Athens, Greece, 7-12 juillet 2024.
- Gaubert T., Bellet V., Hamrouni Y., Feuillet T., Birre D., Sheeren D. 2025. Apprentissage par transfert entre images aériennes actuelles et historiques par un modèle génératif adapté à la segmentation sémantique du couvert arboré. XXX^e Colloque francophone de traitement du signal et des images (GRETSI'2025), Strasbourg, 25-29 août 2025.
- Germaine M.-A., 2009. De la caractérisation à la gestion des paysages ordinaires des vallées du nord-ouest de la France. Représentations, enjeux d'environnement et politiques publiques en Basse-Normandie. Thèse de doctorat de géographie, université de Caen.
- Gonzales D., Hempel de Ibarra N., Anderson K., 2022. Remote sensing of floral resources for pollinators – New horizons from satellites to drones. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 869751.
- Guillemois M., Delahaye D., Reulier R., 2023. La trajectoire paysagère d'un bassin-versant bocager normand depuis deux siècles : enjeux méthodologiques pour une étude géohistorique. *Cybergeog: European Journal of Geography*.
- Houet T., Gaucherel C., 2007. Simulation dynamique et spatialement explicite d'un paysage agricole bocager : validation sur un petit bassin-versant breton sur la période 1981-1998. *Revue internationale de géomatique*, 17(3-4), 491.
- Kashani A.G., Olsen M.J., Parrish C.E., Wilson N., 2015. A review of LiDAR radiometric processing: From *ad hoc* intensity correction to rigorous radiometric calibration. *Sensors*, 15, 28099-28128.
- Jasiewicz J., Stepinski T.J., 2013. Geomorphons – a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology*, 182, 147-156.
- Lang M., Ferriere M., de Boissieu F., Briottet X., Fabre S. *et al.*, 2023. Cartographie de la diversité spécifique forestière des milieux tempérés à partir d'imagerie hyperspectrale. In : Conférence SAGEO'2023, Université Laval (Québec), Canada, p. 107-121.
- LaRue E.A., Hardiman B.S., Elliott J.M., Fei S., 2019. Structural diversity as a predictor of ecosystem function. *Environmental Research Letters*, 14(11), 114011.
- Moudrý V., Cord A.F., Gábor L., Laurin G.V., Barták V. *et al.*, 2023. Vegetation structure derived from airborne laser scanning to assess species distribution and habitat suitability: The way forward. *Diversity and Distributions*, 29, 39-50.

- Nowak M., Pędziwiatr K., Bogawski P., 2022. Hidden gaps under the canopy: LiDAR-based detection and quantification of porosity in tree belts. *Ecological Indicators*, 142, 109243.
- Ørka H.O., Jutras-Perreault M.-C., Candelas-Bielza J., Gobakken T., 2022. Delineation of geomorphological woodland key habitats using airborne laser scanning. *Remote Sensing*, 14, 1184.
- Pelletier-Guittier C., Théau J., Dupras J., 2020. Use of hedgerows by mammals in an intensive agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 302, 107079.
- Pointereau P., 2006. La haie en France et en Europe : évolution ou régression, au travers des politiques agricoles. Premières Rencontres nationales sur la haie champêtre, Auch.
- Roelens J., Höfle B., Dondeyne S., Van Orshoven J., Diels J., 2018. Drainage ditch extraction from airborne LiDAR point clouds. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 146, 409-420.
- Sachet S., 2023. Des origines à la désuétude du bocage : sociohistoire de la séparation progressive entre sylviculture et agriculture. *POUR*, 247(3), 71-83.
- Sheeren D., Marquès G., Villerme L., Boissonnat J.B., Guébin G. *et al.*, 2023. HedgeTools : une boîte à outils pour extraire et caractériser automatiquement les haies en milieu agricole. In : International Conference on Spatial Analysis and GEomatics (SAGEO' 23), Québec, Canada, juin 2023.
- Smigaj M., Gaulton R., 2021. Capturing hedgerow structure and flowering abundance with UAV remote sensing. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 7, 521-533.
- Toivonen J., Kangas A., Maltamo M., Kukkonen M., Packalen P., 2023. Assessing biodiversity using forest structure indicators based on airborne laser scanning data. *Forest Ecology and Management*, 546, 121376.
- Tortora A., Statuto D., Picuno P., 2015. Rural landscape planning through spatial modelling and image processing of historical maps. *Land Use Policy*, 42, 71-82.
- Vervust S., Kinnaird T., Herring P., Turner S., 2020a. Optically stimulated luminescence profiling and dating of earthworks: the creation and development of prehistoric field boundaries at Bosigran, Cornwall. *Antiquity*, 94, 1-17.
- Wing B.M., Ritchie M.W., Boston K., Cohen W.B., Olsen M.J., 2015. Individual snag detection using neighborhood attribute filtered airborne lidar data. *Remote Sensing of Environment*, 163, 165-179.



Chapitre 8

Spatialiser les fonctions écologiques soutenues par les haies

*Émilie Andrieu, Jacques Baudry, Hugues Boussard, Antoine Colin,
Loïc Commagnac, Mathieu Dassot, Daniel Delahaye, Jean-Christophe Foltête,
Anouk Glad, Mathilde Guillemois, Marc Lang, Frédéric Letouzé,
Romain Reulier, Yohan Sahraoui, David Sheeren*

Qualifier les fonctions écologiques soutenues par les haies à des échelles spatiales larges représente un enjeu double : il s'agit, d'une part, de mieux comprendre comment la qualité, la structuration et la dynamique des paysages peuvent contribuer à expliquer l'expression dans l'espace et le temps de multiples fonctions écologiques ; d'autre part, de pouvoir développer des outils de caractérisation spatiale de ces fonctions dans une démarche de diagnostic en appui aux acteurs des territoires. Cependant, devant la complexité des systèmes et processus écologiques considérés, le développement de recherches ou d'outils à de telles échelles nécessite d'opérer des simplifications. Le recours à la modélisation est une voie privilégiée pour y parvenir. Les modèles sont ainsi utiles pour formaliser les connaissances sur le fonctionnement d'un système et comprendre quelles sont les variables qui le font fonctionner. Ils servent ainsi à prévoir, ou prédire, le comportement d'un système que l'on connaît mal en s'appuyant sur leur capacité exploratoire. Ils sont par ailleurs des outils efficaces en matière d'aide à l'aménagement des territoires.

Actuellement, la modélisation des fonctions écologiques assurées par les haies reste un front de recherche en soi. L'évaluation des propriétés des haies à l'échelle de l'objet, en tenant compte de leur contexte, ou de leur localisation dans le paysage, est souvent un préalable à la modélisation de leurs fonctionnalités. Les outils développés à ce jour sont donc à des stades d'avancée très variables selon les fonctions modélisées et les échelles considérées. Dans ce chapitre, différents outils existant à l'état de prototypes, de modèles de recherche ou de logiciels opérationnels sont présentés. Ils offrent la possibilité de simuler et de spatialiser certaines fonctions écologiques des haies comme leur effet brise-vent, leur rôle hydrologique ou leur rôle pour le maintien des espèces et des fonctions qu'elles remplissent.

► Modéliser l'effet brise-vent des haies

Effet brise-vent aux alentours de la haie

La haie remplit différentes fonctions (voir chapitres 1 et 2), parmi lesquelles celle de brise-vent, en modifiant les écoulements de l'air à son voisinage. De manière générale, le profil de la vitesse du vent aux alentours des haies se caractérise par une courbe en cloche (Cleugh, 1998) qui permet d'observer une diminution progressive à l'approche de la haie (figure 8.1, zone A) jusqu'à une zone de protection maximale (zones B et D, sur la même figure) et où la vitesse peut être réduite jusqu'à dix fois sa valeur initiale. La vitesse du vent remonte ensuite progressivement jusqu'à retrouver sa valeur d'origine (zone C).

La zone de protection maximale (zone D), la valeur maximale de la réduction du vent (zone E) ainsi que la longueur totale de la zone d'abri (zone B) peuvent varier en fonction des paramètres géométriques de la haie, comme sa hauteur, sa largeur, sa longueur, sa porosité⁸⁸ ou encore de l'angle d'incidence avec la direction du vent. Elles peuvent également varier en fonction de paramètres indépendants de la haie comme la rugosité des surfaces⁸⁹ aux alentours de la haie, de la stabilité atmosphérique⁹⁰ ou la turbulence du vent⁹¹ (Guyot, 1977; Heisler et Dewalle, 1988). Parmi ces paramètres, ce sont la hauteur et la porosité (Guyot, 1977) qui vont avoir le plus d'impact sur l'effet brise-vent. La zone de protection maximale et la longueur totale de la zone d'abri sont en effet directement proportionnelles à la hauteur de la haie (la distance à la haie de l'axe des abscisses de la figure 8.1 est d'ailleurs normalisée par la hauteur). L'influence de la porosité est quant à elle illustrée sur la figure 8.1 : plus une haie est poreuse, plus la réduction de la vitesse sera faible.

L'angle d'incidence entre la direction du vent et celle de la haie module aussi son effet brise-vent. Celui-ci est maximal lorsque le vent souffle perpendiculairement à la haie et il diminue lorsque l'angle d'incidence s'éloigne de la perpendiculaire à la haie : la réduction maximale de la vitesse diminue, la zone de protection maximale se rapproche de la haie et la distance maximale de protection diminue également.

Modélisation de l'effet brise-vent

Réduction de la vitesse du vent

L'effet brise-vent est étudié depuis très longtemps à l'aide des mesures de vent sur le terrain (par exemple Nageli, 1953), en conditions expérimentales en soufflerie (par exemple Judd *et al.*, 1996), ou encore plus récemment par simulation numérique (modèle CFD, *Computational Fluid Dynamic*, par exemple Wang *et al.*, 2023). À partir de ces données, de nombreuses études ont proposé des modèles empiriques

88. Ratio entre les trouées et la surface totale de la haie. Cette porosité est très souvent approximée par la porosité optique qui est la proportion de trouées visibles en deux dimensions (selon la hauteur et la largeur).

89. Effet d'une surface sur le flux d'air : plus une surface est rugueuse, plus elle ralentit le vent près du sol.

90. En journée, le rayonnement solaire est absorbé par la surface du sol et chauffe l'air à son voisinage. Ainsi, l'air chaud et léger au voisinage du sol est instable et peut modifier l'écoulement de l'air au niveau de l'effet brise-vent (réduction plus importante de la vitesse du vent sur une plus courte distance). L'effet inverse est généralement observé la nuit (Guyot, 1977).

91. Lié à la présence d'obstacles à une échelle paysagère : variation topographique, présence d'autres haies, etc.

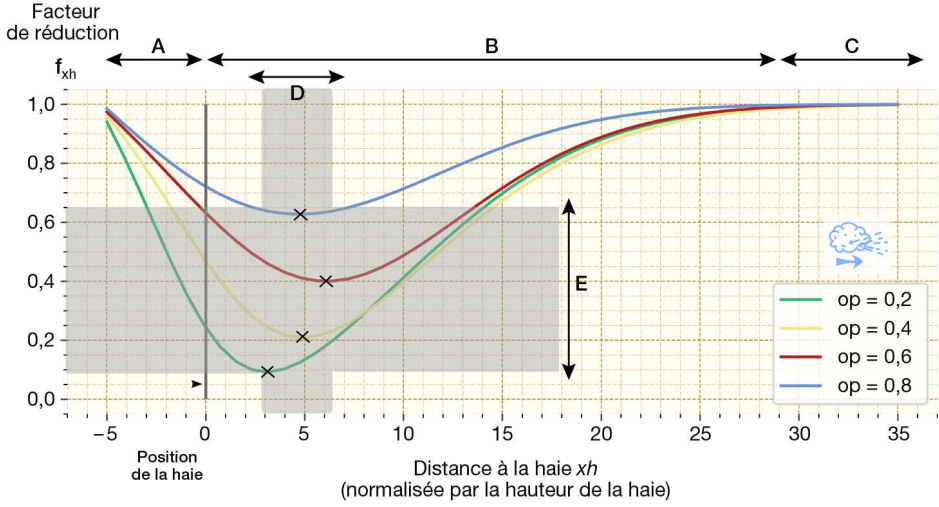


Figure 8.1. Profil de la réduction de la vitesse du vent (f_{xh}) en fonction de la distance (xh) à la haie pour différentes valeurs de porosité optique (op), d'après le modèle WEPS (équation 1).

La distance à la haie est normalisée par rapport à la hauteur de la haie. Les maximums de réduction de la vitesse du vent sont indiqués par des croix. Les variations des valeurs xh et de la distance du maximum de protection sont respectivement mises en évidence par les zones grises E et D. La zone A représente la zone de diminution de la vitesse du vent avant d'atteindre la haie. La zone B représente la zone de protection du vent. La zone C représente le retour de la vitesse du vent à sa valeur d'origine.

pour prédire la réduction de la vitesse du vent en fonction de la distance à la haie (une revue de cinq modèles est notamment proposée par Lyu *et al.*, 2020). Tous les modèles ne prennent pas en compte les mêmes paramètres (certains, par exemple, font des hypothèses simplificatrices où la stabilité de l'atmosphère n'est pas prise en compte). Si certaines études récentes (comme Yuan *et al.*, 2020) arrivent à prendre en compte tous les paramètres structuraux et environnementaux de la haie, les modèles qu'elles proposent nécessitent d'être calibrés avec de nombreuses données météo, ce qui explique qu'ils ne soient pas opérationnels immédiatement.

Le modèle présenté dans cette section, à titre d'exemple, est celui du modèle d'érosion éolienne WEPS (Hagen et Fox, 2020). Il est relativement simple et ne nécessite pas de calibration avec des mesures de terrain. Les profils de vents montrés en figure 8.1 sont issus de ce modèle. Dans celui-ci, le facteur de réduction de la vitesse du vent f_{xh} s'exprime comme suit :

$$f_{xh} = 1 - \exp(-axh^2) + b \exp(-0,003(xh + c)^d) \quad (\text{équation 1})$$

avec :

$$a = 0,008 - 0,17\theta + 0,17\theta^{1,05}$$

$$b = 1,35 \exp(-0,5\theta^{0,2})$$

$$c = 10(1 - 0,5\theta)$$

$$d = 3 - \theta$$

$$\theta\alpha = op + 0,02 w/h \quad (\text{équation 2})$$

où xh exprime la distance à la haie normalisée par la hauteur, op la porosité optique, w la largeur de la haie et h sa hauteur.

Le modèle n'a donc besoin que de trois paramètres structuraux pour chaque haie. Le facteur de réduction est compris entre 0 et 1, 0 indiquant une réduction totale de la vitesse du vent et 1 une absence de réduction. L'influence de l'angle d'incidence α entre la direction du vent et celle de la haie peut être prise en compte dans un second temps avec l'équation proposée par Wilson (2004).

$$f_{xh}(\alpha) = 1 - (1 - f_{xh}(\alpha = 90)) \times \cos(90 - \alpha)^{xh/4}, \alpha \leq 90 \quad (\text{équation 3})$$

Effet brise-vent effectif

Le facteur de réduction de la vitesse du vent xh ne représente pas un effet brise-vent effectif en ce sens qu'une haie qui permettrait une réduction de la vitesse du vent importante n'aurait aucun effet sur les cultures environnantes si elle se trouve dans une région sans vent. Il faut donc prendre aussi en compte les données de vent réelles pour attribuer un effet brise-vent effectif à une haie. À ce titre, Vigiak *et al.* (2003) proposent de pondérer le facteur de réduction de la vitesse du vent par un vecteur de vent r_j qui tient compte de la vitesse moyenne horaire du vent $\bar{\mu}$ et du ratio du nombre d'heures de vent d_j tel que $r_j = \bar{\mu}_j \times d_j$ pour une direction de vent donnée j .

Le vecteur de vent r_j est ensuite normalisé en w_j de telle sorte que $w_j = \frac{r_j}{\sum_j r_j}$.

Ainsi la somme des vecteurs de vent dans toutes les directions j est égale à 1. Enfin, Vigiak *et al.* (2003) proposent un indice de protection effectif, le *Shelter Index* (*SI*) qui tient compte de toutes les directions :

$$SI = \sum_j w_j (1 - f_{xhj}) \quad (\text{équation 4})$$

SI est compris entre 0 et 1, 0 indiquant une absence de protection (aucune réduction de vent effective) et 1 une protection complète (réduction effective totale du vent, dans toutes les directions). Le *SI* peut se calculer à l'échelle d'un pixel (si on spatialise l'effet au sein d'une image), comme dans l'équation 2 ou à une échelle plus large (une parcelle ou une exploitation agricole). Dans ce cas, il suffira de moyenner les valeurs de f_{xhj} de la surface considérée. *SI* peut ainsi permettre d'évaluer l'efficacité de la protection contre le vent à différentes échelles spatiales.

Obtention des paramètres d'entrée

La hauteur et la largeur des haies peuvent s'obtenir facilement à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) (par exemple à partir du plugin *HedgeTools* et des données de la base de données BD Ortho IRC de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) ainsi que d'un modèle numérique de hauteur ; voir chapitre 7), tandis que la porosité optique doit nécessairement être mesurée sur le terrain. Elle peut être obtenue en prenant une photo d'une haie puis en calculant le ratio entre le nombre de pixels de l'arrière-plan et le nombre total de pixels (Kenney *et al.*, 1987). Pour éviter des collectes terrain systématiques, il est possible d'extrapoler des mesures réalisées sur un échantillon représentatif. Cette extrapolation peut être effectuée à partir de données de télédétection (Yang *et al.*, 2017) ou plus simplement en moyennant les mesures de porosité pour différents types de haies au choix (par exemple « haies larges de feuillus », « haies fines de feuillus », « haies de conifères », etc.) et en associant ensuite cette valeur à toutes les haies

du type correspondant (Vigiak *et al.*, 2003). Les données de vent sont quant à elles disponibles sur le site des organismes météorologiques⁹² sur une base horaire et permettent de calculer les vecteurs de vent w_j .

Spatialisation de l'effet brise-vent

L'étape suivante consiste à spatialiser l'effet brise-vent modélisé, c'est-à-dire à déterminer en tous points de l'espace, à la résolution spatiale souhaitée (représentation raster), la réduction de la vitesse du vent effective. L'essentiel de cette spatialisation consiste à déterminer pour une position donnée la haie la plus proche dans la direction opposée du vent, c'est-à-dire celle qui aura une influence sur elle. En ce sens, la spatialisation à proprement parler ne dépend pas du modèle choisi. Un exemple de démarche est présenté succinctement ci-après. L'objectif n'est pas de détailler une implémentation pas à pas d'une méthode associée à un SIG spécifique, mais plutôt de présenter les grandes étapes à suivre. Les prérequis à cette démarche sont de disposer d'un linéaire de haies où chaque tronçon contient les paramètres nécessaires à l'application du modèle choisi (par exemple la hauteur, la largeur et la porosité dans le modèle mentionné plus haut ; l'influence de ces paramètres sur la spatialisation est illustrée figure 8.2). Ces prérequis peuvent être obtenus par exemple à l'aide du plugin *HedgeTools* (voir chapitre 7, encadré 7.1).

La première étape consiste à déterminer les surfaces protégées par les haies. La localisation des aires de protection change en fonction de la direction du vent et leur surface change en fonction de la hauteur de la haie (figure 8.2 ; (3)). Cette étape revient à appliquer un buffer dans la direction du vent. Cette fonctionnalité n'existant pas dans les SIG courants (QGIS et ArcGIS notamment), il est nécessaire d'utiliser des bibliothèques de traitements vecteur en Python (PyQGIS ou GeoPandas).

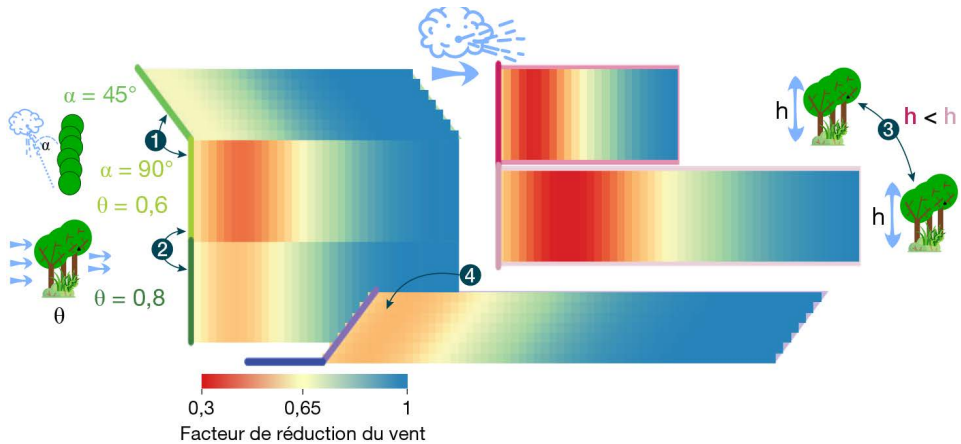


Figure 8.2. Spatialisation de l'effet brise-vent où, toutes choses égales par ailleurs, sont représentées l'influence de (1) l'angle d'incidence α entre le vent et le tronçon de haie, (2) la porosité θ de la haie, (3) la hauteur h de la haie, sur le facteur de réduction de la vitesse du vent. Seule l'influence de la haie la plus proche dans la direction opposée au vent est considérée dans cet exemple (4).

92. Par exemple <https://meteo.data.gouv.fr/datasets/donnees-climatologiques-de-base-horaires/>

La deuxième étape consiste à déterminer les points pour lesquels la réduction de la vitesse du vent doit être calculée et à obtenir pour chacun d'eux les paramètres nécessaires à l'application du modèle choisi (hauteur, largeur, porosité des haies dans notre exemple). Premièrement, des points sont créés avec un espacement régulier à l'intérieur des aires de protection précédemment définies. Plus l'espacement des points est petit, plus la résolution spatiale de la sortie sera fine, mais plus le temps de calcul sera grand. Deuxièmement, une fois les points créés, il faut pouvoir associer à chaque point la haie la plus proche dans la direction opposée à celle du vent, afin qu'à chacun de ces points puissent être associés les paramètres des haies nécessaires à l'application du modèle de réduction de la vitesse du vent (figure 8.2; (4)). Si des outils existent pour calculer la distance entre un point et des lignes, il n'existe pas dans les SIG courants d'outils permettant de le faire dans une direction spécifique. Comme pour la première étape, il est alors nécessaire d'utiliser des bibliothèques de traitements vecteur Python.

La dernière étape consiste ensuite à calculer la réduction de la vitesse du vent selon les équations du modèle retenu, à l'aide d'une calculatrice de champs ou d'une calculatrice raster (outils communs, disponible dans n'importe quel SIG). Le résultat peut être affiché sous forme de raster (figure 8.2).

Conclusion

De nombreux modèles de réduction de la vitesse du vent existent dans la littérature scientifique. Certains, complexes et précis, prennent en compte de multiples paramètres mais nécessitent une calibration tandis que d'autres, plus simples, font des hypothèses simplificatrices mais ne nécessitent pas de calibration. Leur utilisation était jusqu'à présent limitée par la collecte des caractéristiques des haies sur le terrain, mais la physionomie des haies peut maintenant être caractérisée à large échelle grâce à la disponibilité croissante de données de télédétection. Certains paramètres, comme la hauteur et la largeur, sont déjà facilement calculables tandis que l'essor des données LiDAR (*Light Detection And Ranging*) permettra prochainement la caractérisation fine de la structure en trois dimensions (3D) des haies et, *a fortiori*, de leur porosité (voir chapitre 7). Il est donc aujourd'hui envisageable de caractériser l'effet brise-vent des haies à large échelle et d'étudier son impact sur les cultures en croisant les simulations des modèles avec des données de rendement. De premières études en ce sens ont déjà eu lieu en Chine sur les cultures de maïs (par exemple Zheng *et al.*, 2016; Liu *et al.*, 2022). Des connaissances plus étayées sur l'effet brise-vent des haies contribueraient ainsi à rationaliser la localisation de l'implantation de nouvelles haies et viendraient en appui aux politiques publiques comme le récent Pacte en faveur de la haie.

►► Modéliser le rôle des haies dans les transferts hydro-sédimentaires

Les haies jouent un rôle important pour freiner l'érosion des sols, du fait qu'elles constituent des barrières au transfert de particules érodées, transportées par des flux d'eaux de ruissellement (voir chapitre 2). Pour cette raison, représenter et évaluer leur effet sur ces transferts à des échelles spatiales larges est un enjeu important en matière d'aménagement. Cependant, appréhender l'impact d'une haie sur le parcours des écoulements hydro-sédimentaires est une chimère, sauf si on se trouve à proximité du réseau linéaire au moment même où le processus est en cours. En mesurant les débits

entrants et sortants, l'observateur pourrait avoir une idée bien précise du fonctionnement hydrologique de ce linéaire (Ouvry *et al.*, 2012). Cependant, cette connaissance, aussi fine soit-elle, est coûteuse en moyens humains et matériels et ne peut pas être dupliquée simultanément sur toutes les entités paysagères du bassin-versant étudié. D'autant que, en fonction de leur orientation, de leur place dans le versant, de leur organisation spatiale et de leur connectivité, chacune des entités du paysage a un rôle hydrologique propre. Le parcours des écoulements de surface (depuis leur genèse jusqu'au cours d'eau) est, par conséquent, difficile à appréhender, particulièrement en contexte bocager où la structure paysagère contraint fortement les processus (Mérot *et al.*, 1998 ; Gascuel-Odoux *et al.*, 2009 ; Viel *et al.*, 2014).

Pour pallier ces limites, le recours à la modélisation est une voie privilégiée, de nombreux modèles ayant été développés autour des problématiques d'érosion des sols, du ruissellement érosif et des processus hydrologiques en général. Pour Ambroise (1999), « il y a presque autant de modèles que d'hydrologues ». Il ne faut pas s'en étonner car tous ont été développés selon un point de vue et un ou des objectifs particuliers ; il n'existe donc pas, par conséquent, un « super » modèle capable de répondre à tous les objectifs de recherche. Ce foisonnement de modèles nécessite le recours à la classification qui, bien que complexe à établir, permet de distinguer les différents types de modèles. Cette classification repose le plus souvent sur la représentation des processus (modèles empiriques, conceptuels, physiques ou récurifs), du temps (continu ou événementiel) et de l'espace (parcelle, tête de bassin-versant, bassin-versant régional). Pour les gestionnaires, ces derniers doivent être soigneusement pris en compte lors de la sélection du modèle car ils constituent des éléments clés pour choisir un outil adapté à une étude spécifique. Plusieurs analyses générales et comparatives des modèles d'érosion ont été proposées (Merriat *et al.*, 2003 ; Askoy et Kavvas, 2005 ; Raza *et al.*, 2021 ; Bezak *et al.*, 2021). Nous complétons ici cette liste, sans pouvoir développer davantage, avec des modèles intégrant explicitement les entités linéaires du paysage : ANTROPOG (Carluet et De Marsilly, 2004), RIDEM (Duke *et al.*, 2003), SACADEAU (Tortrat, 2005), MHYDAS (Moussa *et al.*, 2002).

En parallèle de ces principaux modèles, d'autres techniques dérivées de l'intelligence artificielle distribuée (IAD) se sont développées : les automates cellulaires (AC) et les systèmes multi-agents (SMA), appelés aussi « modèles individus-centrés ». Les AC s'appuient sur une représentation de l'espace par un ensemble de cellules évolutives qui interagissent entre elles. Ils ont un intérêt évident pour la modélisation des systèmes dynamiques complexes. Alors que la majorité des approches spatialisées sont dans une démarche *top-down*, c'est-à-dire dans une logique de raffinement de la donnée depuis un niveau supérieur vers le local (l'espace est alors souvent implicitement pris en compte), les AC permettent une meilleure intégration des processus aux différentes échelles spatiales. Les AC et SMA sont des modèles dits « récurifs », c'est-à-dire constitués d'un ensemble d'entités et d'états régis par des règles de transition agissant sur l'état des entités du système. On passe ainsi d'un état 1 à un état 2 *via* une règle de transition. Ces modèles, très simples dans leur fonctionnement, permettent néanmoins de montrer la complexité des systèmes. Les modèles AC et les SMA apparaissent comme des « outils privilégiés » pour repérer les « mécanismes génératifs en mettant l'accent sur les processus qui engendrent la configuration ou la structure à laquelle on s'intéresse » (Banos et Sanders, 2013). Tel est le cas de l'AC RuiCells, qui modélise le rôle de la morphologie des bassins sur le comportement hydrologique de

surface (Langlois et Delahaye, 2002). En effet, les formalisations informatiques des interactions spatiales permises par les AC et SMA «sont différentes, plus souples, que dans un modèle fondé sur des équations différentielles» (Banos et Sanders, 2013) et permettent «d'intégrer les interrelations entre les variables et la dynamique induite par ces relations» (Delahaye *et al.*, 2010). Les SMA présentent quant à eux bien des avantages pour simuler les processus d'écoulements et s'avèrent être des outils tout à fait pertinents pour mettre en évidence les effets de la structure du paysage sur la dynamique globale des écoulements. Un SMA permet de décrire un système en matière d'entités, d'agents et de relations. Appliquée à l'hydrologie, la discrétisation des écoulements en agents (ou paquets d'eau) permet de prendre en compte les trajectoires et les historiques de chaque flux au sein d'un système (Servat, 2000; Reaney, 2008). Ces agents sont des entités individuelles qui se déplacent, telle «une portion d'écoulement», dans l'environnement de simulation; à la différence des gouttes de pluie, leur existence se poursuit au-delà même du contact avec le sol (Reulier, 2015). Cette caractéristique intègre explicitement les comportements individuels de chaque agent (flux) et permet d'obtenir de l'information sur l'origine des écoulements et sur leur dynamique spatiale. Les SMA considèrent l'espace de manière explicite et à un niveau de détails élevé. Ils sont à même de faire apparaître les propriétés émergentes d'un système qui apparaissent à un niveau macro sans être observables, ni prévisibles au niveau des entités qui constituent le système. Du fait de leur modularité, les SMA sont également de bons outils pour mettre en place et évaluer les conséquences de scénarios d'aménagements sur les écoulements. Une de leurs forces est aussi leur caractère distribué, donc spatialement explicite, qui permet de suivre le processus en tout point de l'espace. C'est une propriété précieuse pour faire du modèle un outil d'aménagement, voire un support de médiation entre acteurs du territoire.

LASCAR (Landscape StruCture And Runoff)

Le modèle de SMA LASCAR offre la possibilité d'appréhender le rôle des haies sur les transferts hydro-sédimentaires. Les objectifs initiaux préalables au développement du modèle LASCAR étaient d'avoir un modèle à même :

- de restituer les liens entre les zones de production sédimentaire (parcelles cultivées) et le cours d'eau;
- de mettre en évidence l'incidence des entités paysagères (dont les haies) sur les dynamiques spatiales des écoulements;
- de mesurer l'influence de leur organisation et de leur structuration dans l'espace;
- et de mettre en évidence la construction de la réponse hydrologique depuis les échelles locales (100 m²) et jusqu'à l'échelle globale (bassin-versant ou territoire modélisé), et de souligner l'émergence des processus, les effets de seuils et de connectivité.

Par ailleurs, le modèle se devait d'être simple et transposable, utilisable avec peu de données en entrée et des données facilement disponibles, à même de fournir des indices de sensibilité novateurs, pertinents et aidant à la prise de décision. Le modèle LASCAR s'appuie sur la capacité des agents à se déplacer dans un environnement avec lequel ils peuvent interagir. Pour ce faire, des agents correspondant à des «paquets d'eau» (nommés «agentgouttes») se déplacent dans un environnement de simulation composé d'agents non mobiles nommés «patches» (équivalent d'une cellule). Chaque patch (100 m²) représente une portion de territoire et est caractérisé par une altitude

et une occupation du sol (culture, herbe, eau, zone bâtie, haie, route). Le seul objectif de l'agentgoutte est de se déplacer, patch par patch, le long de la pente la plus raide. Tant qu'un agentgoutte a la possibilité de se déplacer, il le fait. Les agents n'ont aucune connaissance de l'environnement global de la simulation, mais une vision limitée aux huit patches voisins (« voisinage de Moore ») et aux agentgouttes qui peuvent s'y trouver. La présence de haies ou de fossés dans l'environnement simulé modifie le déplacement des agents. Lorsque les agentgouttes font face à un obstacle insurmontable (cuvette topographique, rôle de barrière d'une haie sur talus, etc.), ils disposent d'un volume d'eau qu'ils transportent qui peut être partiellement ou totalement utilisé en fonction de la hauteur de l'obstacle à franchir. Dès qu'un agent n'a plus d'eau, il disparaît de la modélisation. Un obstacle peut donc être franchi si la somme des volumes d'eau de tous les agentgouttes présents est supérieure au volume de la cuvette. Le volume d'eau modifie la variable « altitude » des patches concernés. La vitesse d'écoulement n'est pas prise en compte, puisque les agentgouttes se déplacent de patch en patch à chaque itération du modèle. En fin de simulation, le modèle LASCAR permet d'identifier les éléments clés de l'hydrosystème : les haies qui dévient ou arrêtent les écoulements ; les prairies capables d'infiltrer le ruissellement provenant des surfaces en amont ; les parcelles cultivées dont les eaux de ruissellement peuvent potentiellement atteindre le réseau hydrographique ; les réseaux de fossés qui contribuent à la connectivité hydrologique ; les points de passage où le ruissellement des parcelles rejoint les écoulements du réseau (Reulier *et al.*, 2017, 2019). Il est par ailleurs possible de classer les niveaux de connectivité hydrologique au sein d'un territoire, offrant ainsi une analyse plus approfondie que les cartographies réalisées sur le terrain, même lors d'épisodes de ruissellement. En effet, la connectivité des parcelles au cours d'eau est pondérée par la difficulté des agents à rejoindre effectivement le cours d'eau. Cette cartographie reflète ainsi la rugosité du territoire en montrant les difficultés d'accès des parcelles au réseau hydrographique.

Modéliser les trajectoires d'évolution des connectivités hydrologiques

Le modèle s'avère également être un excellent outil de modélisation rétrospective. L'approche diachronique couplant SIG et LASCAR permet de mettre en évidence le lien complexe entre la transformation du bocage et son impact sur les connectivités hydrologiques. En ce sens, le modèle permet de montrer efficacement que la relation entre la structure paysagère et les écoulements n'est pas linéaire dans le temps et dépend de l'organisation spatiale des entités dans le paysage au sein des bassins-versants et de leur évolution historique (Guillemois *et al.*, 2024). En effet, une augmentation des surfaces cultivées n'entraîne pas systématiquement une hausse des connectivités hydrologiques, notamment lorsque des entités déconnectantes comme les prairies et les haies, situées à proximité, permettent d'infiltrer et de réguler les écoulements. La sensibilité des bassins aux connectivités résulte ainsi principalement de changements locaux : par exemple, le retournement d'une prairie au rôle hydrologique fort peut augmenter fortement la connectivité hydrologique.

Pour contribuer à la réflexion quant à l'aménagement des territoires agricoles afin de limiter les enjeux liés aux connectivités hydrologiques, l'utilisation du modèle multi-agents LASCAR et des simulations historiques est une approche intéressante. Effectivement, les différents instants paysagers modélisés (voir chapitre 7) offrent des clés de lecture pour imaginer et modéliser des paysages avec haies plus

vertueux. En analysant les trajectoires paysagères, il est possible de retrouver à quel moment le bassin a atteint le point de bascule qui a fait accroître les connectivités et de s'appuyer sur ces configurations spatiales pour orienter l'aménagement en réimplantant d'anciens linéaires de haies, ou en transformant certaines cultures en prairies sur des secteurs clés. C'est aussi un moyen de montrer que bien souvent les bassins-versants présentent des trajectoires d'évolution similaires mais non synchrones, fruits de contextes locaux ou régionaux.

► Modéliser le rôle des haies dans la dispersion des espèces

La dispersion des espèces est un processus fondamental dans la dynamique démographique et génétique des populations. Elle peut être appréhendée de façon empirique, par l'analyse de trajectoires individuelles ou de données génétiques échantillonnées sur le terrain. Elle fait aussi l'objet de modélisation spatiale, pour la réalisation de diagnostics systématiques et l'évaluation de scénarios prospectifs dans les contextes de conservation et de planification écologique.

En écologie du paysage, la dispersion est abordée par l'analyse du rôle des structures paysagères sur le déplacement des espèces, ce qui renvoie au concept de « connectivité des habitats » (Taylor *et al.*, 2006). Comme les haies remplissent différentes fonctions selon les espèces et peuvent constituer des habitats, des barrières ou au contraire des corridors de déplacement, leur contribution à la connectivité et leur rôle sur la dispersion sont variables. Nous nous focaliserons ici sur le rôle des haies comme support de déplacement pour les espèces qui évitent les paysages ouverts, comme les espèces spécialistes du milieu forestier. Dans cette perspective, nous recenserons brièvement les principales pistes méthodologiques relevant des analyses de connectivité, avant de présenter une mise en œuvre illustrative à partir d'une modélisation de réseau d'habitats.

La carte de résistance, une base commune

Il existe de nombreuses approches méthodologiques dédiées à la modélisation de la connectivité des habitats (Calabrese et Fagan, 2004; Diniz *et al.*, 2020). La plupart d'entre elles partagent une base de départ commune sous la forme d'une carte de résistance (ou de coût). Cette carte représente la façon dont les éléments du paysage freinent plus ou moins le déplacement des individus, à la fois par la difficulté de franchissement (d'une route, par exemple), l'absence de ressource, le risque de prédation ou encore la présence de perturbations. Dans les approches les plus simples, cette carte est produite par l'attribution de valeurs de résistance à chaque catégorie d'occupation du sol. Pour des espèces qui utilisent les haies comme des corridors de déplacement, il s'agit donc de les représenter par une catégorie spécifique au sein d'une carte d'occupation du sol, pour ensuite leur attribuer une faible valeur de résistance par rapport à d'autres catégories moins favorables au déplacement.

Il existe d'autres approches plus complexes pour définir les valeurs de résistance, à partir d'un modèle de niche écologique combinant des données de présence de l'espèce et une série de variables environnementales. Dans ce cas, la carte de probabilité de présence de l'espèce produite avec ce modèle est convertie en une carte de résistance par une fonction négative (Dufлот *et al.*, 2018).

Comment modéliser la connectivité ?

À partir d'une carte de résistance, trois principales approches de modélisation de la connectivité des habitats se distinguent par leur objectif, leur niveau de complexité et leur exigence en données d'entrée.

La première approche est celle des « distances effectives » pour évaluer le coût de déplacement entre des points et cartographier le chemin (c'est-à-dire le parcours entre ces points) ou le corridor qui les relie potentiellement. Ce principe général peut reposer sur différentes métriques spatiales dont la plus utilisée est la distance de moindre coût (Adriaensen *et al.*, 2003). Cette distance est calculée sous l'hypothèse que l'individu a une connaissance exhaustive de son environnement et qu'il minimise le coût de franchissement en passant d'un point source à un point cible. Le parcours entre ces points est représenté par un chemin de moindre coût, unique. Comme les flux de dispersion résultent de déplacements exploratoires pouvant emprunter de multiples chemins, cette distance est peu adaptée mais elle reste largement utilisée car son calcul est facile à réaliser. Elle est opposée à la distance de résistance issue de la théorie des circuits (McRae, 2006), mise en œuvre dans l'application *CircuitScape* (McRae *et al.*, 2008). La distance de résistance repose sur une hypothèse de déplacements aléatoires et tient compte de la multiplicité des chemins possibles. Quelle que soit la métrique utilisée, le calcul d'une distance effective entre deux points permet de tracer un corridor, par exemple avec l'outil Linkage Mapper (McRae et Kavanagh, 2011). Ces calculs de distance et la cartographie de corridors permettent de tenir compte de l'hétérogénéité paysagère, mais se limitent à la modélisation du déplacement sans intégrer les variations de populations liées à la distribution spatiale des habitats de l'espèce.

La deuxième approche est représentée par les réseaux d'habitats, appelés aussi « graphes paysagers ». Ceux-ci offrent un cadre d'analyse plus global, car ils s'appuient sur les taches d'habitats considérées comme des proxys des populations locales, tout en intégrant les distances de moindre coût précédentes pour caractériser la dispersion potentielle entre les taches (Galpern *et al.*, 2011; Urban *et al.*, 2009). Les taches et les liens de dispersion qui les relient forment un graphe à partir duquel sont calculées des métriques de connectivité, pour caractériser les propriétés de l'ensemble du réseau d'habitats ou celles de chacun de ses éléments locaux (De La Barra *et al.*, 2022). Ce cadre offre toute une série d'analyses possibles pour faire le diagnostic d'un réseau, évaluer l'impact d'un aménagement ou aider à la localisation d'une mesure de compensation écologique (Bergès *et al.*, 2020; Foltête *et al.*, 2014).

La troisième approche consiste à modéliser la connectivité des habitats par le biais de simulations individus-centrées. Celles-ci connaissent un usage croissant, comme en témoignent plusieurs études récentes (par exemple Day *et al.*, 2025; Hofmann *et al.*, 2023; Lumia *et al.*, 2024). Ces modèles permettent de caractériser les mouvements à partir de règles comportementales stochastiques, incluant par exemple une évaluation de l'environnement jusqu'à une certaine distance de perception, ce qui leur confère une meilleure capacité à représenter les déplacements réels. Ils sont soit focalisés sur le processus de dispersion (par exemple Coulon *et al.*, 2015), soit appliqués à modéliser plus largement les dynamiques démographiques et même génétiques (par exemple plateforme *RangeShifter*; Bocedi *et al.*, 2014). Bien que ces modèles présentent de nombreux avantages par rapport aux précédents, leur

degré de réalisme est atteint au prix d'un paramétrage lourd et dépendant de chaque espèce, ce qui n'est pas toujours compatible avec des applications opérationnelles dont l'objectif est l'aide à la décision.

Chacune de ces méthodes peut être appliquée pour analyser le rôle des haies sur la dispersion potentielle. Positionnés de façon intermédiaire sur le gradient de complexité (tableau 8.1), les graphes paysagers présentent un bon compromis entre la quantité de données à fournir en entrée et le degré de réalisme obtenu, tout en offrant la possibilité de nombreuses métriques de connectivité. Nous allons donc utiliser cette méthode pour illustrer la façon dont les haies peuvent influencer sur la dispersion des espèces.

Tableau 8.1. Comparatif des méthodes de modélisation de la dispersion des espèces en fonction des éléments contribuant au réalisme.

		Méthodes de modélisation				
Éléments contribuant au réalisme		Distance de moindre coût	Distance de résistance	Graphes paysagers	Modèles individus-centrés (dispersion)	Modèles individus-centrés (dispersion, démographie, génétique)
Combinaison des taches d'habitat et des liens entre taches	Dynamique démographique et génétique					●
	Flux à partir de populations locales			●	●	●
Liens entre taches d'habitat	Chemins multiples				●	●
	Déplacements exploratoires		●		●	●
	Paysage hétérogène	●	●	●	●	●

Illustration par un réseau de taches forestières

Nous reprenons ici un extrait des données constituées dans l'étude de Sahraoui *et al.* (2017, 2021) appliquée à la modélisation des réseaux écologiques. La zone servant à cette illustration se situe au sud de Besançon, à l'interface entre la basse vallée du Doubs et les premiers plateaux du massif jurassien. Sur ce plateau karstique, les paysages sont composés de massifs forestiers et d'une matrice agricole dominée par les prairies, entrecoupées par des bosquets et des haies. Nous nous focalisons ici sur un profil d'espèce défini comme les petits mammifères tributaires de l'habitat forestier et de faible capacité de dispersion (environ 1 km en moyenne). Il s'agit par exemple du putois (*Mustela putorius*) ou de l'hermine (*Mustela erminea*). En tant que prédatrices de rongeurs, ces espèces sont importantes pour le contrôle des populations de campagnols terrestres qui envahissent régulièrement les prairies du Jura.

Pour modéliser la connectivité de notre profil d'espèce, nous disposons d'une carte d'occupation du sol simplifiée en 8 classes associées à des valeurs de résistance définies selon les connaissances sur la biologie de ces espèces (tableau 8.2).

Tableau 8.2. Catégories d'occupation du sol et valeurs de résistance associées.

Catégorie d'occupation du sol	Valeur de résistance
Forêts	1
Haies	1
Prairies et zones herbacées	10
Cultures	100
Cours et plan d'eau	1 000
Surfaces artificialisées	1 000
Bâti	10 000
Réseau routier et ferré	10 000

Les taches formées par la catégorie « Forêt » sont considérées comme les populations représentées par les nœuds du graphe, entre lesquelles sont calculés les chemins de moindre coût. L'ensemble du réseau peut être visualisé sous une forme simplifiée dite « topologique » (figure 8.3A), où chaque tache est représentée par un cercle proportionnel à sa taille (considérée comme un proxy de sa capacité démographique pour l'espèce) et chaque lien par un segment de droite. La représentation réaliste permet d'examiner les chemins de moindre coût qui forment les liens (figure 8.3B). En examinant la cartographie de ces chemins sur une sous-partie de la zone d'étude, nous pouvons constater que les haies présentes dans la trame agricole sont le support des liens entre les taches forestières, car elles contribuent à relier ces taches de façon directe ou en formant des « pas japonais ».

Pour évaluer la contribution des haies à la connectivité globale de la zone, nous avons pris comme référence la métrique dite de « connectivité équivalente » (*Equivalent Connected Area* ou ECA en anglais) (Saura *et al.*, 2011). Celle-ci est la somme des interactions potentielles entre toutes les taches, tenant compte de leur surface et des distances qui les séparent. Le résultat mesuré en km² s'interprète comme la surface d'habitat dont la fonctionnalité serait équivalente à celle du réseau d'habitats observé si on le rapportait à une tache unique ne nécessitant aucun déplacement dans la matrice paysagère. Paramétrée pour une distance moyenne correspondant à 1 km, cette métrique a d'abord été calculée à partir du graphe paysager intégrant les haies, puis dans un second temps à partir d'un graphe où les haies n'ont pas été représentées. Les valeurs résultantes de ECA sont de 6,2 km² avec les haies et 5,8 km² sans les haies, ce qui représente une contribution de 6 % à la connectivité globale. Sachant que les haies ne représentent dans la zone que 3 % des surfaces, la valeur plus élevée de cette contribution montre qu'elles remplissent un rôle clé dans les déplacements potentiels des espèces considérées dans le paysage.

Si le graphe constitué est considéré comme valide, le modèle pourrait être utilisé pour comparer différents scénarios de restauration ou d'implantation de haies, ou pour localiser des implantations optimales de haies. Cette démarche a déjà été appliquée pour chercher à déconnecter de réseaux de prairies face à des pullulations de rongeurs (Foltête *et al.*, 2016).

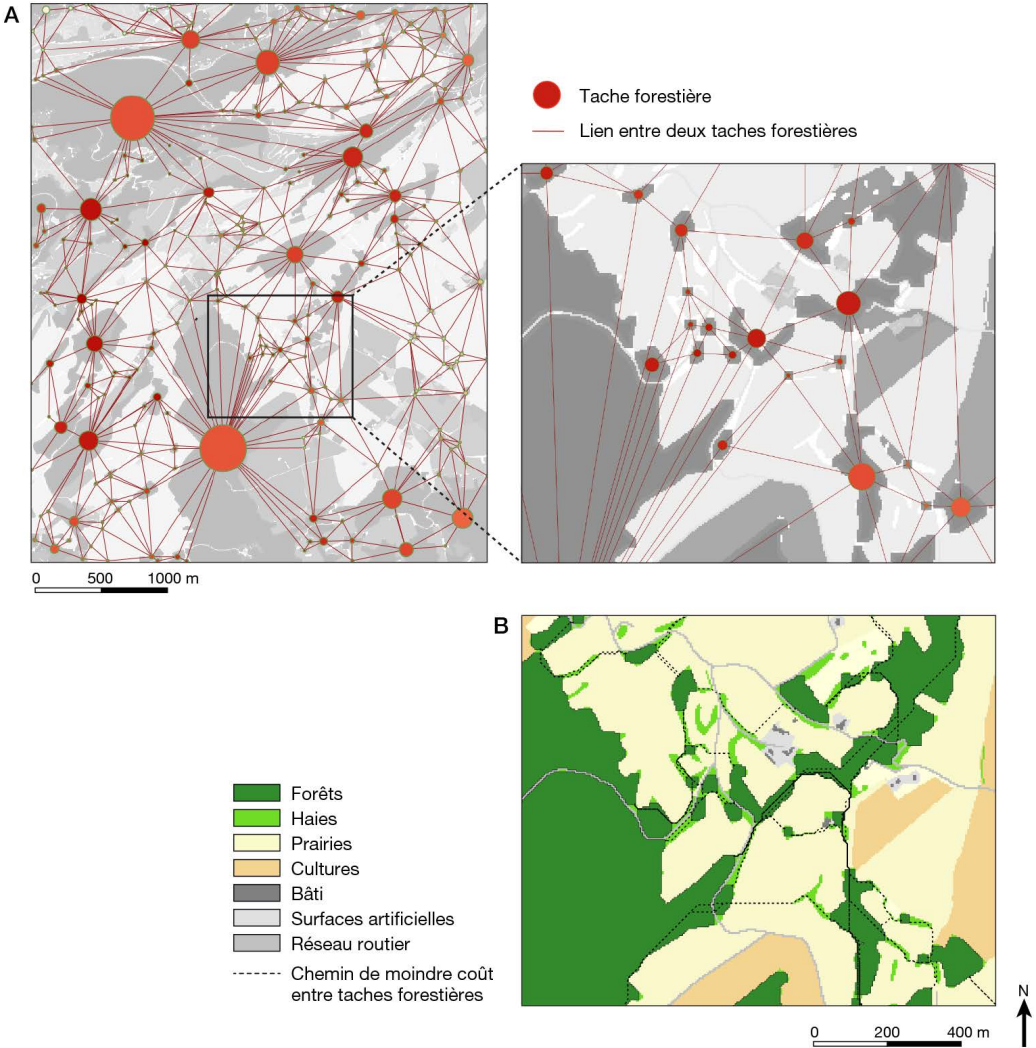


Figure 8.3. Réseau écologique du profil « Mammifère forestier de faible dispersion ».

A. Représentation topologique où l'ensemble du réseau est visualisé sous une forme simplifiée.
B. Représentation réaliste qui permet d'examiner les chemins de moindre coût qui forment les liens entre les taches d'habitats.

Conclusion

De multiples méthodes dédiées à la modélisation de la connectivité peuvent être appliquées à l'évaluation du rôle des haies pour la dispersion des espèces (voir également la section « Spatialiser les fonctions de régulation biologique soutenues par la biodiversité » du présent chapitre). À partir de la même donnée de départ sous la forme d'une carte de résistance, ces méthodes diffèrent par leur complexité et leur degré de réalisme. Dans ce contexte, les graphes paysagers se placent de façon intermédiaire, étant relativement faciles à appliquer tout en offrant d'intéressantes possibilités d'analyse pour l'aide à la décision et la planification écologique.

► Modéliser l'effet de la structure du réseau de haies sur la biodiversité forestière

L'intérêt de la qualité des haies pour la biodiversité a déjà été évoqué dans le premier chapitre de l'ouvrage. Dans cette section centrée sur la question du changement d'échelle, l'enjeu est de pouvoir appréhender l'effet de la structure du paysage et en particulier du réseau de haies sur la biodiversité. La structure d'un paysage intègre deux composantes : 1) la composition qui fait référence à la quantité d'éléments présents comme la surface de linéaires de haies, et 2) la configuration qui fait référence à la façon dont ces éléments sont agencés spatialement les uns par rapport aux autres. Or, si tous les paysages accueillent un certain nombre d'espèces animales et végétales, les paysages bocagers offrent une structure de réseau de haies assurant un microclimat favorable aux espèces inféodées aux milieux forestiers, en plus de conditions facilitant leur dispersion (Burel *et al.*, 1998 ; Baudry et Burel, 2019).

En effet, les climatologues ont montré que l'impact microclimatique des éléments boisés, celui des haies en particulier, peut être effectif jusqu'à une distance de plus de dix fois leur hauteur (Guyot et Seguin, 1978) (voir section « Modéliser l'effet brise-vent des haies » du présent chapitre). De plus, les effets brise-vent ne sont pas les mêmes en fonction du type d'élément boisé (Caborn, 1957). Sur un massif boisé, le vent circule au-dessus de la canopée et vient s'écraser au sol relativement à proximité. *A contrario*, lorsque le vent remonte au-devant d'une haie, cela crée des perturbations qui s'atténuent à une distance relativement lointaine. Enfin, les perturbations provoquées par un arbre isolé dans le vent sont uniquement locales. Une faible distance entre les haies fait que l'effet brise-vent de l'une est repris par la suivante ; l'effet brise-vent devient alors cumulatif. Les haies offrent donc des conditions microclimatiques particulières (ombrage, humidité, réduction du vent, gel...) du fait de leur présence, leur hauteur, leur type et leur agencement spatial. Les haies insérées dans un réseau dense seraient plus susceptibles d'abriter une biodiversité à affinité forestière. Mais comment caractériser spatialement ces effets microclimatiques dus aux éléments boisés ?

Pour l'aménageur qui souhaite comprendre et gérer le potentiel d'accueil de son territoire vis-à-vis de la biodiversité forestière, il est nécessaire d'avoir à disposition les moyens de mesurer et d'observer la structure des paysages qui composent ce territoire et qui comportent plus ou moins de haies. À cette condition, il pourra définir des zones à enjeux prioritaires (maintien, sensibilisation), programmer des actions (plantation, régénération naturelle, protection) et anticiper des futurs possibles (scénarisation).

L'objectif de production du grain bocager (Vannier *et al.*, 2011, projet Bocage et biodiversité, projet Dispositif de suivi des bocages — DSB) produit par l'Institut national de recherches pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) est basé sur les principes suivants :

- il est possible de définir une métrique paysagère, le grain bocager, basée sur les connaissances en climatologie et sur la prise en compte de la structure des paysages, pour rendre compte des effets microclimatiques cumulés dus aux éléments boisés ;
- le grain bocager doit être un proxy expliquant la présence et/ou l'abondance d'espèces à affinité forestière ;
- le grain bocager doit pouvoir être mobilisé par des acteurs des territoires pour gérer de manière pro-active leur paysage, par l'identification de zones à enjeux.

Principes de calcul du grain bocager

La génération d'une cartographie à l'aide de la métrique « grain bocager » sur un territoire donné est un processus en quatre étapes (figure 8.4). Chacune de ces étapes utilise l'algorithme dit de « fenêtre glissante ». La puissance de cet algorithme est de caractériser les gradients paysagers par la superposition des fenêtres d'analyse et de les exprimer à différentes échelles.

– La première étape consiste à produire le modèle numérique de hauteur de canopée (MNHC). Cette donnée est le résultat de 1) la soustraction d'un modèle numérique de surface (MNS) à un modèle numérique de terrain (MNT), puis 2) un nettoyage des données *via* la suppression des bâtiments et des cultures notamment.

Plusieurs sources peuvent être utilisées (données LiDAR haute définition, MNS photogrammétriques; MNS issus de couples stéréoscopiques d'images satellitaires, etc.). Ici, le MNHC a été produit par l'IGN dans le cadre du projet DSB. Dans ces données, chaque pixel de 5m de résolution contient explicitement la hauteur moyenne de canopée contenue dans cette portion d'espace (d'une hauteur minimum détectable de 3m).

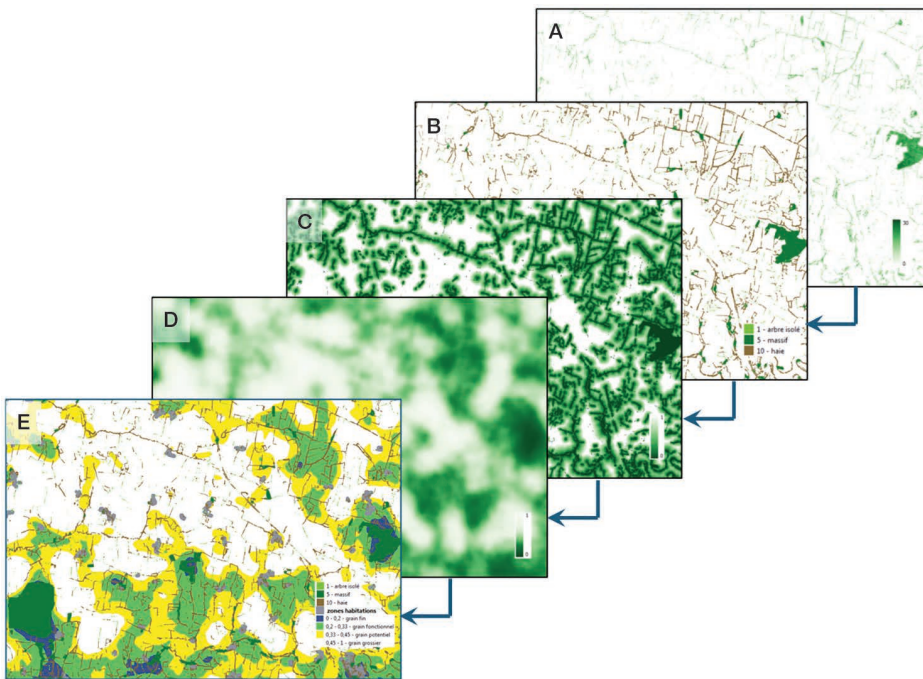


Figure 8.4. Étapes de calcul du grain bocager.

Les quatre premières cartographies (de A à D) montrent les étapes de génération du grain bocager sur un territoire d'étude, des données issues du modèle numérique de hauteur de canopée (A) à la production de valeurs continues du grain bocager (D). La cartographie (E) est une représentation du grain bocager catégorisé selon 4 classes discriminant les différentes zones à enjeux de gestion (grain fin en bleu et grain fonctionnel en vert : bocage à maintenir; grain potentiel en jaune : haies à restaurer ou replanter; grain grossier en blanc : reconnexion des haies prioritaires pour restaurer la connectivité du bocage). Les zones d'habitations (BD TOPO®, IGN) et les types de boisements ont été superposés.

- L'emprise spatiale des boisements du MNHC est considérée pour calculer la cartographie des types de boisements. Elle est définie à l'aide d'un calcul de métrique de proportion de boisement dans une fenêtre glissante de 50m de rayon. Des seuils appliqués aux valeurs de proportion permettent d'obtenir une classification des types de boisements. Les « arbres isolés » sont définis à moins de 20 % de boisement, les « massifs boisés » sont identifiés à plus de 75 % de boisement, le reste est défini comme une « haie ». Nous distinguons les effets de types de boisement en utilisant des coefficients d'influence avec la règle suivante : un « arbre isolé » a une influence de coefficient 1, une haie a une influence de coefficient 10 et un « massif boisé » a une influence de coefficient 5.
- Sur la base des hauteurs de canopée et des types de boisement, la cartographie des distances d'influence des éléments boisés est calculée. Cette cartographie est l'expression des effets brise-vent individualisés des boisements en fonction de leur type et de leur hauteur. De la sorte, un point considéré peut être proche d'un arbre isolé mais davantage influencé par une haie plus lointaine et plus haute.
- Finalement, la cartographie du grain bocager est générée de façon continue sur la base de celle des distances d'influence. Le grain bocager modélise l'effet cumulatif des distances d'influence individuelles des éléments boisés d'un paysage environnant, et s'obtient par le calcul d'une métrique de moyenne des distances d'influence dans un certain rayon (250m par défaut). Le résultat obtenu est donc une cartographie de valeurs continues allant de 0 (grain bocager très fin) à 1 (grain bocager très ouvert).

La pertinence du grain bocager pour discriminer la distribution des espèces forestières

Pour évaluer la réponse de la biodiversité forestière à la caractérisation des structures paysagères par le grain bocager, nous avons échantillonné des carabes forestiers dans 116 haies réparties dans 6 territoires bretons dans le cadre du projet « Bocage et Biodiversité ». Les coléoptères carabiques forestiers ont été choisis car ce sont des espèces à l'écologie connue. Ils présentent la particularité d'être peu mobiles et sont facilement capturables et identifiables. Ces espèces sont indicatrices de la biodiversité forestière. Ainsi, leur présence sur le territoire atteste de la présence d'un cortège d'autres espèces à affinité forestière (Makwela, 2023).

Les résultats montrent un effet de seuil avec une valeur de grain bocager à 0,33. En deçà de ce seuil, il y a trois fois plus de coléoptères carabiques forestiers qu'au-delà. Certes, de nombreuses haies situées dans un paysage avec une valeur de grain bocager en deçà de ce seuil n'abritent que peu ou pas de carabes forestiers car le grain bocager est un modèle qui caractérise avant tout un potentiel d'accueil. Des études complémentaires prenant en compte les qualités de structures internes des haies telles que définies par le Plan de gestion durable des haies (PGDH) montrent que la qualité du réseau de haies et la qualité des haies elles-mêmes sont des conditions complémentaires et nécessaires pour accueillir une biodiversité forestière (Baudry *et al.*, 2022).

Nous constatons donc une réponse significative des coléoptères carabiques forestiers à la caractérisation des structures paysagères par le grain bocager, qui a permis de définir un seuil de fonctionnalité valide pour la Bretagne. La robustesse et la validité de ce seuil sont renforcées par des études complémentaires menées dans le Gers par la Fédération départementale des chasseurs, qui a détecté une valeur de seuil de fonctionnalité autour de 0,3 pour les passereaux.

Le grain bocager comme outil d'aide à la décision

Ce seuil est très utile pour des questions d'aménagement des territoires pour la biodiversité forestière car il peut être spatialisé. Cela permet une discrimination visuelle des zones *a priori* suffisamment boisées, de celles trop ouvertes du point de vue du grain bocager. De plus, cette spatialisation correspond à une réalité de terrain : derrière la carte se trouvent des acteurs (agriculteurs, collectivités) qui peuvent ainsi lire leur territoire à travers la caractérisation de cette fonctionnalité des boisements validée pour la biodiversité forestière. Le choix a été fait de représenter le grain bocager en 4 classes à enjeux distincts auxquelles il est utile d'ajouter d'autres informations cartographiques. Ainsi, les zones d'habitations doivent être superposées car le grain bocager n'y est pas interprétable. Il peut également être utile de superposer les types de boisements définis par la méthodologie afin de comprendre pourquoi le grain bocager répond de la sorte (figure 8.4E).

La cartographie du grain bocager à 4 classes est issue d'une classification basée sur des seuils de valeurs pour les espèces forestières :

- en bleu (grain bocager de 0 à 0,2), les zones à grain fin, soit des massifs boisés, soit des réseaux de haies très serrés qu'il conviendrait de préserver de tout risque de dégradation compte tenu de leur potentiel élevé pour la conservation de la biodiversité forestière. Ces espaces remarquables doivent être gérés et valorisés pour la reconnaissance de leurs services rendus ;
- en vert (grain bocager de 0,2 à 0,33), les zones dites « fonctionnelles », où il est nécessaire d'œuvrer au bon état des haies par la gestion et de préserver le réseau de haies existant en évitant les arrachages ;
- en jaune (grain bocager de 0,33 à 0,45), les zones d'intérêt potentiel, mais trop dégradées et avec un enjeu prioritaire de conforter le réseau de haies et leur qualité *via* la gestion. C'est dans ces zones d'intérêt que les plantations de haies vont être les plus efficaces (en diminuant les valeurs de grain bocager) pour permettre de retrouver un potentiel d'accueil élevé de la biodiversité forestière ;
- en blanc (grain bocager de 0,45 à 1), les zones ouvertes, qui ne peuvent pas être habitées par des espèces forestières mais dont les haies offrent des zones refuges pour de multiples espèces, dont des carabes impliqués dans la régulation des bioagresseurs des cultures.

Conclusion

Le grain bocager est une métrique qui exprime la qualité des structures paysagères, autrement dit des réseaux de haies et autres types de boisement permettant l'accueil potentiel de la biodiversité à affinité forestière, grâce à l'intégration de principes microclimatiques dans sa caractérisation spatiale. Il ne s'agit pas d'une approche multifonctionnelle dans le sens où cette approche n'exprime qu'un seul point de vue relatif à la biodiversité forestière. Pour être multifonctionnelle, elle doit être combinée à d'autres points de vue (celui de l'érosion des sols, par exemple) pour permettre aux aménageurs et gestionnaires de concevoir de nouveaux aménagements des territoires.

Réseau Haies France a mis en avant le grain bocager comme outil de diagnostic et support d'animation territorial⁹³. Les données pour le calculer sont disponibles par

93. <https://reseauhaies.fr/biodiversite-le-grain-bocager-un-outil-pour-apprehender-la-fonctionnalite-dun-reseau-de-haie-pour-la-biodiversite/>

département pour la France entière et un outil sous forme de plugin QGIS «CHLOE Métriques paysagères» permet de scénariser des aménagements possibles⁹⁴.

Plusieurs points d'attention sont à préciser pour faire bon usage du grain bocager :

- le grain bocager peut exprimer des continuums structurels potentiels de l'environnement climatique tel que défini par l'analyse de la structure du réseau de haies environnant. Cependant il ne constitue pas une mesure de connectivité du paysage, car les continuums de conditions microclimatiques liés aux boisements peuvent se révéler entravés par divers obstacles, par exemple des cours d'eau ou des infrastructures de transport, qui vont réduire voire annihiler la perméabilité du milieu. Ceci est à prendre en compte quand on estime la connectivité du paysage, notamment pour certaines espèces marcheuses ;
- le grain bocager qualifie les structures liées au réseau de haies et autres boisements mais ne donne pas d'informations quant à la qualité des éléments boisés en lien avec la présence des différentes strates, de microhabitats, ou les pratiques agricoles (usage de pesticides ; piétinements par les animaux) ;
- le grain bocager est essentiellement validé en Bretagne pour les coléoptères carabiques (et les abeilles, Le Féon *et al.*, 2013). Le seuil reste donc à valider sur d'autres territoires et pour d'autres taxons, comme cela a été fait avec les oiseaux nicheurs dans le Gers.

► Spatialiser les fonctions de régulation biologique soutenues par la biodiversité

Réussir à modéliser spatialement les fonctions de régulation biologique soutenues par la biodiversité, qu'il s'agisse de la régulation naturelle des bioagresseurs de culture ou de la pollinisation, est un enjeu important, non seulement pour identifier les zones à fort ou faible niveau de réalisation de ces fonctions, mais aussi pour évaluer ou prédire l'effet de nouveaux aménagements paysagers sur ces fonctions. La haie étant un habitat qui fournit des ressources florales et des sites de nidification pour les pollinisateurs sauvages mais aussi pour les auxiliaires des cultures (voir chapitre 2), comparer l'effet de différentes localisations de haies, avec différentes caractéristiques, permettrait d'identifier les aménagements les plus propices ou *a contrario* les plus défavorables aux fonctions de pollinisation ou de régulation des bioagresseurs.

Cependant, la modélisation des fonctions de régulation biologique ne va pas de soi, du fait de la complexité des processus impliqués, en lien avec les interactions entre organismes (prédation ou parasitisme par exemple), les réponses aux fluctuations climatiques ou aux pratiques agricoles, ou encore les processus opérant à l'échelle des paysages. De ce fait, il n'existe pas de modèle « clé en main » actuellement (voir, à propos de la régulation naturelle des bioagresseurs de culture, la synthèse faite par Alexandridis *et al.*, 2021) : certains modèles intègrent un grand niveau de détail (et de réalisme) concernant les processus en jeu, mais ne sont pas toujours transposables à d'autres contextes que ceux dans lesquels ils ont été développés ; à l'inverse, d'autres modèles plus généralistes permettent d'intégrer divers facteurs intervenant du local au paysage mais ils peuvent manquer de réalisme dans leurs prédictions. Quelle que soit l'approche adoptée, le rôle de la haie reste peu intégré explicitement. Des modèles, non spécifiques aux haies,

94. <https://chloe.inrae.fr/>

ont toutefois été proposés ces dernières années pour rendre compte du potentiel de pollinisation ou de régulation des bioagresseurs de cultures des paysages.

Cette section illustre différentes démarches de modélisation autour de la pollinisation, visant à estimer à l'échelle paysagère le niveau potentiel de cette fonction, son hétérogénéité dans l'espace et son évolution dans le temps. Les abeilles sauvages et domestiques étant des pollinisateurs dits « centraux », qui reviennent déposer leur récolte à leur nid, les modèles sont principalement basés sur les distances que peuvent parcourir les individus entre leur nid et les ressources florales. Différents types de modèles sont utilisés, des plus simples aux plus complexes (Mailly *et al.*, 2025).

Modèles de distance décroissante

Les modèles les plus simples sont notamment représentés par les modèles de « distance décroissante » pour lesquels la fonction de pollinisation est dépendante d'une fonction décroissante partant du nid (« *kernel* »), déterminant ainsi pour chaque espèce étudiée une zone potentielle de déplacements autour de celui-ci. Ces modèles utilisent des estimations de la qualité des ressources florales et de nidification associées à chaque élément paysager qui proviennent généralement de la littérature ou d'avis d'experts. Ils estiment à partir de ces éléments un potentiel de pollinisation relatif, à de fines résolutions et sur de larges superficies, tenant en compte des éléments du paysage de faible surface mais ayant une grande importance écologique. Ainsi, le rôle des haies pour les pollinisateurs est considéré au même titre que les autres éléments du paysage abritant des ressources de nidification et florales tels que les lisières ou les bandes herbeuses (Mailly *et al.*, 2025). Parmi ces modèles, InVEST crop pollination⁹⁵ est largement utilisé pour caractériser le potentiel de pollinisation assuré par les abeilles sauvages à l'échelle paysagère (Lonsdorf *et al.*, 2009). Le comportement des abeilles est modélisé par la distance moyenne de prospection de chaque espèce étudiée, par leur abondance relative par rapport aux autres espèces et par leur période d'activité dans l'année. Les résultats obtenus sont une estimation relative entre 0 et 1 du service de pollinisation rendu par chaque espèce étudiée spatialisée par mois ainsi qu'une estimation totale (comprenant toutes les espèces) sur l'année.

Modèles mécanistes et agents

D'autres modèles plus complexes, comme les modèles mécanistes ou les modèles agents, décrivent de nombreux processus pour estimer le potentiel de pollinisation. Les modèles mécanistes simulent la dynamique de la population (nombre d'individus, survie, reproduction) associée à un comportement de déplacement pour la recherche de ressources florales. Par exemple, le modèle Poll4pop prédit spatialement des abondances relatives en simulant un *kernel* de prospection alimentaire avec une distance décroissante, ainsi que la reproduction, la dispersion et la mortalité à l'échelle populationnelle (Häussler *et al.*, 2017). Les modèles agents sont développés pour simuler le cycle de vie à l'échelle de l'individu (survie, déplacement, reproduction, interactions avec d'autres individus). Certains vont mettre l'accent sur les processus caractérisant le cycle de vie. Par exemple, le modèle BEE-STEWARD (Twiston-Davies *et al.*, 2021) simule le comportement des individus, la dynamique de la colonie et leur capacité à chercher des ressources florales

95. <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/crop-pollination>

dans un paysage en tenant compte de divers paramètres (mémoire temporelle et spatiale, communication entre individu, distance de déplacement). Ces modèles permettent d'étudier les évolutions des dynamiques des populations d'abeilles domestiques et sauvages en fonction de l'arrangement spatial des éléments paysagers, dont les haies. Ils évaluent aussi le rôle de la complémentarité temporelle apportée par les ressources florales dans le paysage, celles des haies ou des bandes fleuries (simulations des différentes saisons sur une à plusieurs années) (von Königslöw *et al.*, 2022).

D'autres modèles agents simulent avec plus de précision les capacités de déplacement des individus en intégrant une large variété de processus : par exemple le module SimOïko « Central Place Foraging » ou CPF (logiciel propriétaire SimOïko ; Glad *et al.*, 2025) utilise un simulateur stochastique de mouvements permettant d'intégrer l'attractivité des ressources, la friction physique au déplacement (certains habitats étant plus au moins facilement traversables), la mémoire immédiate, ainsi que la distance maximale de déplacement pour décrire le déplacement de prospection des abeilles sauvages. Ainsi, il permet de prendre en compte les aspects de configuration et composition du paysage qui peuvent influencer la capacité de prospection pour les ressources florales des individus. Ce type de modèle prend en compte le rôle des haies comme fournisseuses de ressources de nidification et florales, mais aussi comme corridors pouvant faciliter le déplacement dans l'espace des individus.

Enfin, certains modèles vont s'atteler à modéliser le déplacement à très fine résolution, avec un déplacement de fleur en fleur pouvant être comparé avec des données de *tracking* récoltées sur le terrain (Mailly *et al.*, 2025 ; Kortsch *et al.*, 2023 ; Everaars *et al.*, 2018). Mais l'échelle spatiale étudiée étant très fine, des éléments paysagers tels que les haies n'y sont pas nécessairement pris en compte.

Conclusion

Les modèles de « distance décroissante » sont communément utilisés pour estimer les tailles de populations d'insectes pollinisateurs et permettent de prendre en compte l'influence des éléments du paysage, dont les haies, sur de très grandes surfaces. Les modèles mécanistes et agents permettent d'estimer l'impact du paysage sur la dynamique d'une population ou d'une communauté de pollinisateurs dans l'espace et le temps mais demandent des temps et une capacité de calculs plus importants. Certains de ces modèles, mettant l'accent sur la simulation des déplacements des pollinisateurs dans le paysage, permettent de prendre en compte les éléments paysagers en tant que fournisseur de ressources, mais aussi le rôle de leur forme et agencement dans le paysage sur les déplacements des individus. Ainsi, le rôle des haies en tant que corridors peut être évalué dans l'estimation du potentiel de pollinisation.

Cependant, il reste difficile de valider ces différents modèles car les jeux de données issues du terrain ne sont pas suffisamment complets, dans l'espace et le temps. De plus, si de nombreuses études permettent d'avoir aujourd'hui de meilleures estimations des ressources florales présentes, on manque encore de certaines connaissances, en particulier sur les sites de nidification des abeilles sauvages et sur leur capacité de déplacement (orientation dans l'espace, mémoire, vision).

En perspective, l'intégration future d'outils de modélisation pourra permettre d'évaluer l'effet des scénarios de restauration agroécologique (haies, bandes enherbées) sur la fonction de pollinisation.

►► Modéliser le rôle des haies dans le stockage du carbone

Les haies bocagères françaises, une ressource en bois et en carbone encore mal connue

Au même titre que les forêts, les haies bocagères produisent du bois et piègent le carbone de l'atmosphère. Mais contrairement à la forêt, dont la ressource est évaluée en continu depuis plusieurs décennies, la contribution des haies à la production de bois et à la séquestration du carbone à l'échelle nationale reste aujourd'hui très mal connue et ne fait véritablement l'objet d'un fort intérêt de la part des pouvoirs publics que depuis quelques années.

Dans certaines régions françaises peu forestières mais riches en haies bocagères (Bretagne, Normandie, etc.) se mettent en place des initiatives territoriales visant à quantifier et à gérer durablement la ressource en bois de haie en vue d'alimenter les filières locales (par exemple pour l'approvisionnement de chaufferies biomasse collectives) ou de mener des actions liées à l'atténuation de l'effet de serre, comme le Plan climat-air-énergie territorial (PCAET). Ces initiatives locales ne permettent toutefois pas d'établir un diagnostic de la ressource en bois à large échelle spatiale, et les chantiers d'exploitation entrepris ne peuvent fournir qu'un chiffrage ponctuel sur la ressource prélevée dans les haies. Par ailleurs, de nombreux arrachages de haies se produisent en dehors de toute filière de gestion durable, avec pour conséquence la diminution continue du linéaire de haie depuis des décennies.

À la différence de la forêt, suivie chaque année par la mission de l'Inventaire forestier national (IFN) conduite par l'IGN, les haies bocagères ne disposent pas d'une enquête nationale publique et permanente capable de produire des résultats sur la ressource en bois à différentes échelles spatiales et temporelles. Cependant, la création récente d'une cartographie nationale des haies (voir chapitre 6), la disponibilité de données de télédétection sur l'ensemble du territoire métropolitain et l'existence d'un échantillon de terrain (réduit) dédié aux haies à l'IFN ont permis de franchir un cap décisif dans la quantification et la spatialisation des stocks actuels de bois et de carbone dans les haies bocagères à l'échelle nationale.

Une approche multisource pour évaluer les stocks de bois et de carbone dans les haies bocagères de France

Cette section présente la méthodologie développée par l'IGN dans le cadre d'études financées par l'Agence de la transition écologique (Ademe) (Dassot *et al.*, 2022, 2025) et ayant pour objectif l'évaluation des stocks de bois, de biomasse et de carbone dans les haies bocagères de France. Cette méthodologie repose sur l'enrichissement de la BD Haie de l'IGN (cartographie nationale des haies, représentées sous forme de linéaires géographiques) avec les dimensions de hauteur et de largeur des haies (calculées par stéréophotographie aérienne) et, grâce à un modèle statistique dédié, avec des informations de volume de bois sur pied et de carbone stocké. L'agrégation des résultats obtenus pour chaque haie a permis de quantifier et de spatialiser les stocks de bois et de carbone dans les haies bocagères sur l'ensemble du territoire français.

La BD Haie : le référentiel géographique national du linéaire de haies

La BD Haie⁹⁶ est le premier référentiel national permettant la géolocalisation des haies sous la forme d'un linéaire géographique. Elle a été produite en 2020 par l'IGN grâce à la combinaison de deux autres produits de l'institut, la BD TOPO® (description vectorielle des éléments du territoire, dont la végétation) et le Registre parcellaire graphique (RPG), qui inclut les éléments de végétation saisis par les agriculteurs dans le cadre des déclarations liées à la Politique agricole commune (PAC). Cette couche géographique, mise à jour au début de l'année 2024, a constitué le socle de référence indispensable aux calculs ayant permis l'évaluation des stocks de bois et de carbone dans les haies bocagères, ainsi que leur répartition sur le territoire français.

Calcul de la hauteur et de la largeur des haies de la BD Haie grâce à la télédétection

Chaque année, des prises de vue aériennes sont collectées par l'IGN sur environ un tiers des départements français, l'ensemble du territoire métropolitain étant ainsi couvert en trois ans. Chaque département dispose donc d'une couverture de photographies aériennes mise à jour tous les trois ans. Le recouvrement qui existe entre deux images adjacentes permet, par restitution stéréophotographique, de calculer un modèle numérique de surface (MNS) représentant l'altitude des éléments présents au-dessus du sol. En parallèle, l'IGN assure la production du RGE Alti®, un modèle numérique de terrain (MNT) qui décrit l'altitude du sol en tout point du territoire français. Le différentiel d'altitude entre le MNS et le MNT permet de calculer un modèle numérique de hauteur (MNH) qui est une représentation continue de la hauteur des éléments du territoire prenant la forme d'une matrice de pixels de résolution paramétrable (50 cm dans le cas de l'étude IGN sur la ressource bocagère).

Le MNH obtenu a été croisé avec d'autres couches géographiques pour que puissent en être exclues les zones ne correspondant pas aux haies : couverture forestière, bâti, routes, etc. Par ailleurs, la suppression des pixels possédant une valeur de hauteur inférieure à 3 m a permis d'exclure du MNH les zones potentielles de grandes cultures (maïs, par exemple) et de ne conserver que les pixels correspondant au couvert végétal des arbres de haie. Ce MNH « filtré » a alors pu être considéré comme le MNHC (modèle numérique de hauteur de canopée) associé au linéaire de la BD Haie.

Le linéaire de la BD Haie a ensuite été découpé en tronçons de 10 m de longueur. La lecture des pixels du MNHC recouvrant chaque tronçon a permis de calculer et d'attribuer à ce dernier des valeurs locales de hauteur et de largeur de haie (excepté pour les haies de moins de 3 m de hauteur, supprimées du MNHC).

Pour chaque département, cette technique a été appliquée sur les deux millésimes de MNHC les plus récents, séparés de trois ans (calculés à partir des deux dernières campagnes de photographies aériennes). Ce procédé a ainsi permis d'enrichir le linéaire de la BD Haie avec deux millésimes de métriques de hauteur et de largeur de haie séparés de trois ans par tronçons de 10 m.

96. Disponible sur cartes.gouv.fr

L'échantillon de terrain « haies » de l'IFN

De 2005 à 2022, l'IFN a inventorié plus de 400 haies par an (longueur standard décrite de 50 m) sur l'ensemble du territoire métropolitain (inventaire suspendu depuis 2023). Cet échantillon, largement insuffisant pour permettre à des procédures statistiques de calculer et de spatialiser des stocks de bois issus des haies bocagères, est principalement utilisé pour « encadrer » la définition de la forêt, autrement dit pour identifier ce qui est de la forêt et ce qui n'en est pas. Il constitue en revanche un véritable atout pour apporter une connaissance « terrain » à des haies dont les dimensions sont parallèlement évaluées par télédétection.

Les données collectées par l'IFN dans les haies sont bien moins exhaustives que celles recueillies sur les placettes forestières. Elles incluent néanmoins des mesures dendrométriques essentielles, comme la circonférence des troncs d'arbres de plus de 7,5 cm de diamètre à 1,30 m de hauteur, leur hauteur totale, leur essence et leur effectif par classe de circonférence, ainsi que le type IFN de la haie (haie d'arbres de hauts jets, de taillis, de têtards ou arbustive). À partir de ces données brutes, un tarif de cubage (équation permettant d'estimer le volume de bois sur pied à partir de mesures dendrométriques simples), spécifiquement développé lors d'une étude menée par l'IFN en Basse-Normandie (IFN, 2010), a permis de calculer le volume aérien total moyen de bois par mètre linéaire sur la haie inventoriée. Une méthode de cubage simplifiée des haies dans le cadre de relevés de terrain a aussi été développée par ailleurs pour estimer le volume sur pied avant abattage (encadré 8.1).

Encadré 8.1. Productivité des haies bocagères : une méthode de cubage simplifiée

Catherine Moret

Les données disponibles aujourd'hui sur le volume de bois produit par les haies, leur accroissement annuel et leur capacité de stockage de carbone sont faibles et ne permettent pas de réaliser des scénarios fiables pour valoriser ces services. La majorité des méthodes qui existaient jusqu'à présent pour cuber le bois des haies sont principalement des méthodes pour estimer le volume sur pied en mètres cubes de bois rond. Ces méthodes sont soit trop complexes à mettre en œuvre et/ou nécessitant déjà une certaine expérience, soit trop simplistes ou anciennes et ne permettant pas une précision suffisante. Elles s'appuient souvent sur des références forestières alors que la croissance des arbres n'est pas la même dans les haies, du fait de l'absence de concurrence sur deux côtés et des contraintes de vent qui produisent des arbres plus trapus et plus larges en développement.

Deux études complémentaires initiées dans le cadre d'un projet CASDAR et cofinancées par l'Ademe (Viaud *et al.*, 2022 ; Moret *et al.*, 2024) ont eu pour objectif d'élaborer une méthode de cubage simple des haies de taillis et têtards, afin d'estimer la masse de biomasse humide de plaquettes après le déchiquetage avec une mesure de volume sur pied des haies avant abattage.

Les modèles de cubage présentés s'appuient sur des données issues d'un protocole de mesures complètes sur le gabarit de haies sur pied et abattues, puis de biomasse broyée et pesée, réalisées sur 93 haies échantillonnées sur 126 haies mesurées ayant permis d'établir les référentiels en Normandie, Hauts-de-France et Pays de la Loire.

Les types de haies en France sont nombreux et parfois complexes dans leur composition. Pour une première approche méthodologique, le choix a été fait d'étudier les types de haies les plus simples et uniformes en gestion : les arbres têtards et les taillis d'arbustes et d'arbres (figure 8.6). La méthode s'applique aux haies non dégradées par des outils mécaniques d'entretien d'emprise et qui n'ont pas subi de fortes réductions du volume de bois produit (impact sur la largeur de la haie).

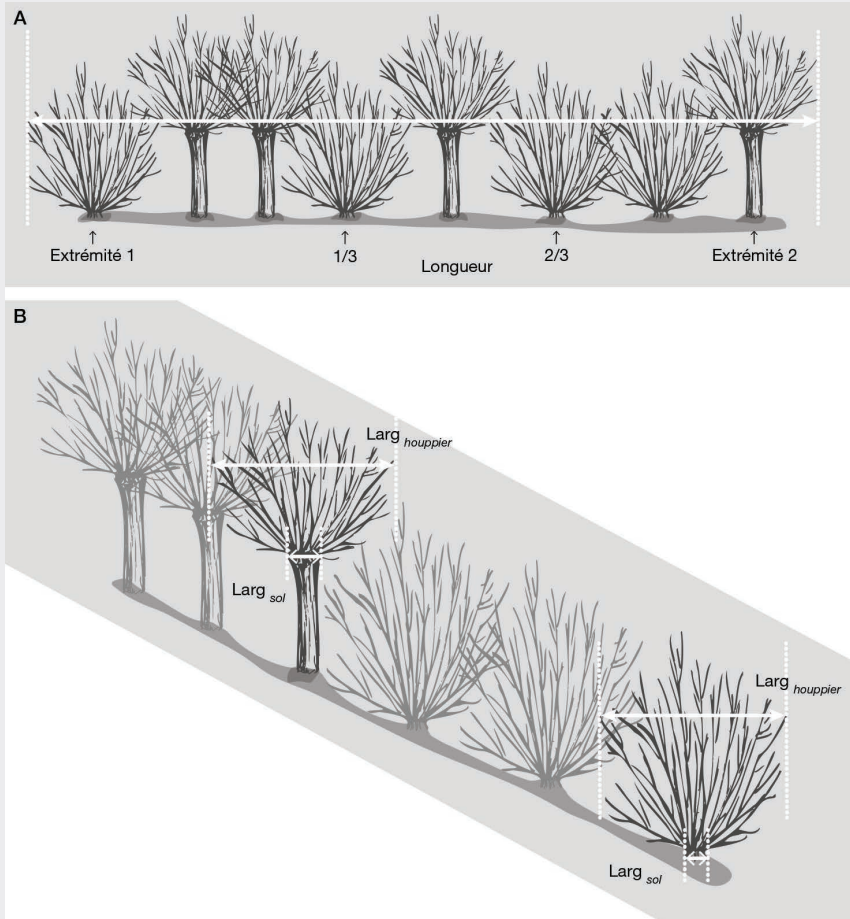


Figure 8.6. Variables à mesurer sur le terrain pour cuber les haies suivant les modèles simplifiés. $Larg_{sol}$: largeur au sol. $Larg_{houppier}$: largeur du houppier.

Deux modèles de régression d'estimation de la biomasse humide ont été établis à partir du logiciel de statistique R, par la recherche de corrélations entre la masse humide obtenue du chantier et les données mesurées sur le terrain :

– un premier modèle qui peut être appliqué sur les haies de taillis constituées de cépées d'arbres et/ou d'arbustes :

$$\text{Masse} = -20,208 + (11,146 \times \text{largeur au sol}) + (0,114 \times \text{longueur}) + (1,784 \times \text{largeur du houppier})$$

Encadré 8.1. (suite)

Ce modèle montre une qualité d'ajustement (R^2) de 0,72 indiquant qu'il explique 72 % des valeurs de masse humide (après vérification des hypothèses et significativité des variables introduites dont la p-value $\leq 0,05$).

– Un second modèle qui peut être utilisé sur des haies constituées de têtards avec ou sans taillis associé :

$$\text{Masse} = -15,404 + (6,421 \times \text{largeur au sol}) + (0,120 \times \text{longueur}) \\ + (1,820 \times \text{largeur du houppier})$$

Ce modèle montre une qualité d'ajustement (R^2) de 0,57 indiquant qu'il explique 57 % des valeurs de masse humide (après vérification des hypothèses et significativité des variables introduites dont la p-value $\leq 0,05$).

Les variables à mesurer sont la longueur (le modèle est valide sur les longueurs proches de 100 m), la largeur au sol de la haie (Larg_{sol}) et la largeur au houppier ($\text{Larg}_{\text{houppier}}$). La moyenne de ces deux variables est obtenue par la mesure des individus aux deux extrémités de la haie et environ une fois tous les 25 m ou à minima à un tiers et deux tiers de la haie, pour obtenir entre 4 et 5 données au minimum.

Ces travaux ont permis de produire des références en Normandie, Pays de la Loire et Hauts-de-France. L'accroissement annuel médian des taillis (y compris les têtards, considérés comme des « taillis perchés ») dans ces trois régions est de l'ordre de 1 tonne humide pour 100 mètres linéaires de haies. À partir de ces données de production de volume de bois produit, il est possible d'estimer le stockage de carbone dans la biomasse aérienne produite par les haies de taillis en bon état, qui se situe entre 9,3 et 11,4 tonnes de CO_2 par kilomètre de haies et par an.

D'autres données de référence plus détaillées ont été publiées (Moret *et al.*, 2024) sur les gabarits (hauteur, largeur des haies en fonction de leur typologie, caractérisation de leur productivité en fonction de leur typologie) et la vérification des coefficients de conversion d'unité : volume (mètre cube) apparent (MAP) en masse humide (tonne de bois vert) et masse humide (tonne verte) en masse sèche (tonne sèche). Un projet Ademe, conduit par Réseaux Haies France en partenariat avec l'unité de recherche LaSTIG-IGN, se poursuit en 2025 et 2026 autour d'une méthode simplifiée de cubage des arbres de hauts jets. Elle est établie à partir du croisement de mesures complètes d'arbres et de mesures LiDAR terrestre. En associant ces différentes approches, il sera possible de mesurer tous les types de haies combinant des formes arborées différentes.

Modélisation des stocks de bois et de carbone sur le linéaire enrichi de la BD Haie

Les haies de l'IFN disposant à la fois de métriques de hauteur et de largeur (issues des traitements cartographiques) et d'un volume aérien total de bois par mètre linéaire (issu de l'inventaire terrain et du tarif de cubage développé en Basse-Normandie), un modèle de prédiction du volume de bois par les métriques de haie a pu être élaboré. Ce modèle, ajusté sur un échantillon de près de 900 haies IFN, a pour équation :

$$V0_ml = 0,0062 * (ht_moy * lg_moy) ^ 0,8447$$

où $V0_ml$ est le volume aérien total de bois par mètre linéaire de la haie IFN, ht_moy sa hauteur moyenne et lg_moy sa largeur moyenne.

Le modèle a ensuite été appliqué à tous les tronçons du linéaire de la BD Haie, les deux millésimes de métriques dont ils disposent permettant de calculer deux millésimes de volume aérien total de bois séparés de trois ans. Le différentiel de volume entre les deux millésimes a quant à lui permis de quantifier l'évolution du stock de bois (notamment ses prélèvements) sur cette période.

Les équivalents en biomasse et en carbone des volumes de bois ont été calculés en utilisant les facteurs de conversion issus du projet de recherche CARBOFOR (Loustau, 2004) :

- les valeurs d'infradensité du bois (masse de bois anhydre⁹⁷ divisée par le volume saturé en eau) fournies pour les différentes essences d'arbres ont permis de calculer une valeur moyenne pondérée par la proportion relative de ces dernières dans la base de données « haies » de l'IFN. L'infradensité moyenne ainsi obtenue, d'une valeur de 0,522 tMS/m³ (tonnes de matière sèche par mètre cube), a été utilisée pour convertir les volumes de bois en leurs équivalents de biomasse ;
- le facteur de conversion de 0,475 tC/tMS (tonnes de carbone par tonne de matière sèche) a quant à lui été utilisé pour calculer le stock de carbone correspondant à la biomasse ligneuse aérienne des arbres de haie ;
- le facteur de conversion de 1,28 a été utilisé pour calculer le stock de carbone aérien et racinaire à partir du stock de carbone aérien.

Spatialisation de la ressource en bois et en carbone des haies bocagères

La méthodologie développée dans cette étude a permis de modéliser et de spatialiser les stocks de bois et de carbone à l'échelle de la haie (figure 8.5A). À cette échelle particulièrement fine, l'incertitude des résultats demeure toutefois potentiellement élevée, les sources d'approximation d'une telle approche étant multiples (précision des MNHC photogrammétriques, utilisation d'un tarif de cubage élaboré sur un échantillon de haies restreint à la Basse-Normandie, existence d'une forte variabilité statistique dans la relation entre le volume de bois et les dimensions des haies, utilisation de facteurs de conversion volume-biomasse-carbone génériques, etc.). Une solution visant à améliorer la précision et la robustesse de la méthode pourrait être la mise en place de réseaux collaboratifs permettant de densifier la prise de mesures de terrain sur l'ensemble du territoire français et ainsi d'enrichir les référentiels géographiques nationaux liés aux haies (BD Haie, Observatoire de la haie). Néanmoins, la possibilité d'agréger les données à de plus larges échelles spatiales (maille kilométrique, figure 8.5B ; intercommunalité, département, région, France entière) constitue l'une des grandes forces de cette approche. Elle permet de réduire l'incertitude liée aux calculs et de produire ainsi des résultats de ressources utilisables dans les politiques publiques locales et régionales. Pour certains départements caractérisés par un taux de boisement forestier très faible (inférieur à 10 %), la production de tels résultats constitue même un enjeu de premier plan, le stock de bois bocager représentant une proportion très importante de la ressource ligneuse départementale (61 % pour la Manche, 46 % pour la Vendée, 40 % pour la Mayenne...).

97. Qui ne contient pas d'eau.

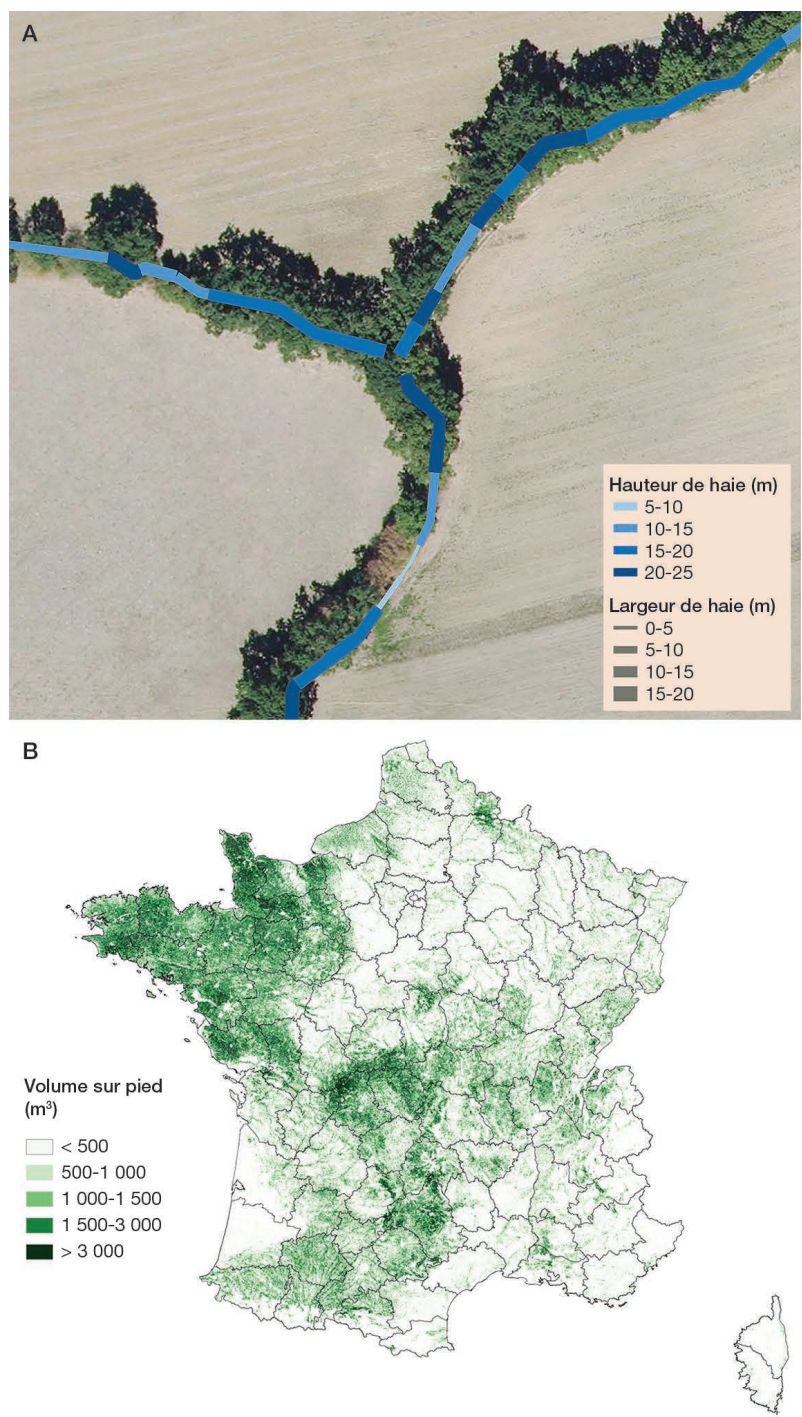


Figure 8.5. Linéaire de la BD Haie enrichi des métriques de hauteur et de largeur de haie par pas de 10 m (A) et cartographie de la ressource en bois bocager par maille kilométrique (B). Source : Ademe, Stocks et prélèvements actuels de bois dans les haies bocagères, Dassot *et al.* (2025).

► Conclusion

Les modèles permettant de spatialiser les fonctions soutenues par les haies restent assez récents. Le rôle des haies dans la dispersion des espèces (support aux déplacements) est probablement celui sur lequel l'attention la plus importante a été portée jusqu'ici, induite par le cadre réglementaire des trames vertes et bleues (TVB). Des outils comme Graphab (voir section « Modéliser le rôle des haies dans la dispersion des espèces » du présent chapitre) mais aussi BioDispersal⁹⁸ permettent de modéliser la connectivité des habitats et d'évaluer le rôle spécifique des haies, dans un contexte opérationnel. Ils peuvent aussi être mobilisés à des fins de prospective, pour tester des scénarios de restauration de la connectivité de trames boisées, ou autres habitats d'intérêt. Le grain bocager, proposé plus récemment, est utilisé aujourd'hui par les acteurs de la haie (comme les fédérations de chasseurs) pour identifier les zones à enjeux, où le réseau de haies pourrait être renforcé. L'effet microclimatique (et en particulier l'effet brise-vent) induit par les haies peut être modélisé plus finement, sans nécessairement avoir recours à des données de calibration, issues du terrain. La spatialisation de cet effet (module prochainement diffusé dans *HedgeTools*) constitue un enjeu important pour mieux évaluer son impact sur le rendement des cultures et objectiver le rôle des haies sur la production agricole. Il en va de même pour l'effet des haies sur le potentiel de pollinisation ou la régulation biologique. Donner à voir ces effets, à travers des cartes, pourrait aider à enrichir le regard sur les haies et à mieux rendre compte de leurs impacts positifs sur les milieux agricoles. C'est une perspective réaliste à court terme, rendue possible par la disponibilité de nouvelles données en libre accès, notamment celles en 3D (MNS, LiDAR).

Malgré ces avancées, il est nécessaire de connaître les hypothèses simplificatrices adoptées dans les modèles et de conserver un regard critique sur les produits cartographiques dérivés. Sans attendre un produit parfait qui ne verra jamais le jour, le pouvoir de la carte, parce qu'elle existe et qu'elle est disponible, peut rapidement faire oublier l'incertitude de la représentation et les biais induits par la modélisation, sensible aux paramètres. La confrontation des cartes au terrain doit être permanente, dans le but d'identifier les contextes dans lesquels la modélisation est performante et ceux où elle est moins réaliste, en adaptant les usages.

► Références bibliographiques choisies

- Adriaansen F., Chardon J.P., De Blust G., Swinnen E., Villalba S. *et al.*, 2003. The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning*, 64, 233-247.
- Alexandridis N., Marion G., Chaplin-Kramer R., Dainese M., Ekroos J. *et al.*, 2021. Models of natural pest control: Towards predictions across agricultural landscapes. *Biological Control*, 163, 104761.
- Ambroise B., 1999. Genèse des débits dans les petits bassins-versants ruraux en milieu tempéré : 2-Modélisation systémique en dynamique. *Revue des sciences de l'eau*, 12(1), 123-153.
- Banos A., Sanders L., 2013. Modéliser et simuler les systèmes spatiaux en géographie. In : *Modéliser et simuler. Épistémologies et pratique de la modélisation et de la simulation* (Varenne F., Silberstein M., eds), Vol. 1, Matériologiques, p. 833-863.
- Baudry J., Burel F., 2019. Multi-scale control of carabid assemblages in hedgerow network landscapes. In : *The Ecology of Hedgerows and Field Margins* (Dover J.W., ed.), Routledge, p. 147-162.
- Baudry J., Rolland D., Biet M., Bonneville R., Boussard H. *et al.*, 2022. Les infrastructures bocagères pour la biodiversité. *Sciences Eaux et Territoires*, 40(2), 75-80.

98. <https://github.com/MathieuChailloux/BioDispersal/blob/master/README.md>

- Bezak N., Mikos M., Borrelli P., Alewell C., Alvarez P. *et al.*, 2021. Soil erosion modelling: A bibliometric analysis. *Environmental Research*, 197, 111087.
- Caborn J.M., 1957. Shelterbelts and microclimate. *Forestry Commission Bulletin*, n° 29, Edinburgh, HM Stationery Office, p. 135.
- Cleugh H.A., 1998. Effects of windbreaks on airflow, microclimates and crop yields. *Agroforestry Systems*, 41(1), 55-84.
- Dassot M., Commagnac L., Letouzé F., Colin A., 2025. Stocks et prélèvements actuels de bois dans les haies bocagères. Rapport Ademe, Collection Expertises, 65 p.
- Delahaye D., Douvinet J., Langlois P. 2010. Le bassin-versant : de l'unité spatiale aux sous-unités fonctionnelles. In : *Qu'appelle-t-on aujourd'hui les sciences de la complexité? Langages, réseaux, marchés, territoires* (Weisbuch G., Zwirn H., eds), Paris, Vuibert, p. 301-328.
- Diniz M.F., Cushman S.A., Machado R.B., De Marco Júnior P., 2020. Landscape connectivity modeling from the perspective of animal dispersal. *Landscape Ecology*, 35, 41-58.
- Foltête J.-C., Couval G., Fontanier M., Vuidel G., Giraudoux P., 2016. A graph-based approach to defend agro-ecological systems against water vole outbreaks. *Ecological Indicators*, 71, 87-98.
- Foltête J.-C., Girardet X., Clauzel C., 2014. A methodological framework for the use of landscape graphs in land-use planning. *Landscape and Urban Planning*, 124, 140-150.
- Glad A., Moulherat S., Andrieu E., Moulherat M., Sheeren D., Ouin A., 2025. Improved central place foraging modeling: Importance of landscape context and modeling strategies in the case of a French sweat bee. *Ecological Modelling*, 508, 111208.
- Guillemois M., Delahaye D., Reulier R., 2024. Évolution des trajectoires paysagères dans les bassins-versants de la Jousselinère (Maine-et-Loire) et de la Divette (Manche) depuis deux siècles : quelles conséquences pour les connectivités hydrologiques? *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 30(4).
- Guyot G., 1977. Les effets aérodynamiques des brise-vent. PASCAL.
- Guyot G., Seguin B., 1978. Influence du bocage sur le climat d'une petite région : résultats des mesures effectuées en Bretagne. *Agricultural Meteorology*, 19(5), 411-430.
- Häussler J., Sahlin U., Baey C., Smith H.G., Clough Y., 2017. Pollinator population size and pollination ecosystem service responses to enhancing floral and nesting resources. *Ecology and Evolution*, 7(6), 1898-1908.
- Lonsdorf E., Kremen C., Ricketts T., Winfree R., Williams N., Greenleaf S., 2009. Modelling pollination services across agricultural landscapes. *Annals of Botany*, 103(9), 1589-1600.
- Lyu J., Wang C.M., Mason M.S., 2020. Review of models for predicting wind characteristics behind windbreaks. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 199, 104117.
- Mailly J., Riotte-Lambert L., Lihoreau M., 2025. Integrating pollinators' movements into pollination models. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 13, 1504480.
- Mérot P., Gascuel-Oudou C., Walter C., Zhang X., Molenat J., 1998. Influence du réseau de haies des paysages bocagers sur le cheminement de l'eau de surface. *Revue des sciences de l'eau*, 12(1), 23-44.
- Reulier R., 2015. Structure paysagère et dynamiques spatiales des transferts hydrosédimentaires. Approche par simulation multi agents. Thèse de doctorat, université de Caen-Normandie.
- Reulier R., Delahaye D., Viel V., 2019. Agricultural landscape evolution and structural connectivity to the river for matter flux, a multi-agents simulation approach. *Catena*, 174, 524-535.
- Sahraoui Y., Clauzel C., Foltête J.-C., 2021. A metrics-based approach for modeling covariation of visual and ecological landscape qualities. *Ecological Indicators*, 123, 107331.
- Taylor P.D., Fahrig L., With K.A., 2006. Landscape connectivity: A return to the basics. In : *Connectivity Conservation* (Cros K.R., Sanjayan M., eds), Cambridge University Press, p. 29-43.
- Twiston-Davies G., Becher M.A., Osborne J.L., 2021. BEE-STEWART: A research and decision-support software for effective land management to promote bumblebee populations. *Methods in Ecology and Evolution*, 12(10), 1809-1815.
- Vannier C., Vasseur C., Hubert-Moy L., Baudry J., 2011. Multiscale ecological assessment of remote sensing images. *Landscape Ecology*, 26, 1053-1069.

Vigiak O., Sterk G., Warren A., Hagen L.J., 2003. Spatial modeling of wind speed around windbreaks. *Catena*, 52(3-4), 273-288.

Wilson J.D. 2004. Oblique, stratified winds about a shelter fence. Part I: measurements. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 43(8), 1149-1167.



Conclusion

Stéphanie Aviron, Audrey Alignier

Cet ouvrage collectif et interdisciplinaire dresse un état des lieux actualisé des connaissances scientifiques et des multiples enjeux, qu'ils soient écologiques, agricoles, juridiques ou méthodologiques, qui émergent concernant la haie et la multifonctionnalité qu'elle peut soutenir, à différentes échelles. Cet état des lieux est riche et reflète la diversité des avancées, tant conceptuelles que méthodologiques. Il est aussi le témoignage de l'effervescence qui anime les différentes communautés scientifiques, ainsi que les acteurs du développement, de l'accompagnement et de l'enseignement agricole, autour de la compréhension et de la caractérisation des haies, de leur évolution et de leurs fonctions. Il révèle des fronts de recherche et offre des perspectives enthousiasmantes. Si la synthèse présentée dans cet ouvrage est principalement centrée sur les haies du territoire français, elle n'exclut pas pour autant la littérature et les cas d'étude en dehors de ses frontières.

Dans le contexte actuel de crise de la biodiversité et de changement climatique, cet ouvrage souligne les connaissances scientifiques accumulées (et s'accumulant encore) concernant le rôle que les haies et leur mise en réseau peuvent jouer pour soutenir une diversité d'espèces animales et végétales et rendre de multiples services écosystémiques. Il démontre que les haies ont un rôle majeur à jouer dans le maintien d'une diversité d'organismes vivants dans les paysages agricoles, qu'il s'agisse de plantes, de mousses, d'invertébrés, de mammifères ou d'oiseaux, mais que ce rôle demeure fragile, car sujet à divers facteurs qui peuvent moduler son efficacité. La structure verticale ou horizontale des haies, leur composition végétale, la présence de microhabitats ou leur âge sont des éléments particulièrement déterminants de leur capacité d'accueil pour la biodiversité. Penser que l'arrachage d'une haie ancienne et diversifiée peut être compensé par la plantation d'une nouvelle haie à proximité est illusoire, car la diversité des niches écologiques et des ressources indispensables au maintien de la biodiversité au sein de la haie est issue de processus qui opèrent sur le long terme. Les pratiques de gestion mises en œuvre par les agriculteurs (de même que leur historique), qu'elles concernent les arbres, les arbustes ou la strate herbacée, contribuent fortement à ces processus. Les caractéristiques du paysage dans lesquelles les haies s'insèrent sont également importantes à prendre en compte pour la biodiversité. Le degré de mise en réseau des haies, leur qualité, leur diversité, et la mosaïque agricole qui les entoure, contrôlent la capacité des espèces à coloniser les haies, à se mouvoir dans le paysage ou à rechercher dans d'autres éléments paysagers des ressources complémentaires à celles

présentes dans les haies. Ce constat invite à ne pas envisager les actions (plantation, restauration) et les modalités de gestion des haies aux seules échelles locales, mais également à celles des fermes et des paysages.

Cet ouvrage met également en exergue le potentiel des haies à soutenir de nombreux services environnementaux en réponse aux attentes des acteurs des territoires et de la société, attentes qui se multiplient aujourd'hui : transition agroécologique de l'agriculture, par exemple *via* la promotion des régulations naturelles des bioagresseurs de culture, maintien de la productivité des cultures dépendant de la pollinisation, lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols, ou encore atténuation des effets des changements climatiques par le stockage du carbone. L'état des lieux fait dans le présent ouvrage montre que les études scientifiques sur la capacité des haies à soutenir ces services s'accumulent, mais il pointe également que les processus qui sous-tendent certains services sont issus d'interactions complexes et dépendantes de multiples déterminants qui opèrent à différentes échelles. Ces processus sont d'autant plus complexes quand ils touchent au vivant. Cela explique notamment les incertitudes qui demeurent concernant la capacité des haies à favoriser des niveaux élevés de régulation naturelle des bioagresseurs et de pollinisation au sein des cultures, au-delà de soutenir des cortèges d'espèces qui assurent ces services. Les avancées scientifiques sur les services écosystémiques, considérés individuellement, suggèrent des effets ambivalents des haies : support de régulation biologique *versus* source de bioagresseurs pour les cultures ; compétition pour les ressources nécessaires aux cultures *versus* rôle de brise-vent ou de protection contre l'érosion des sols... Les études portant sur les multiples services rendus simultanément par les haies sont encore rares et le plus souvent centrées sur des services soutenus par la biodiversité. Or, certains services sont indépendants de la biodiversité hébergée dans les haies. Du fait du caractère sectoriel et de la dimension contexte-dépendante de ces acquis, il est indispensable de développer des études intégrées et interdisciplinaires de la multifonctionnalité soutenue par les haies à différentes échelles (de la parcelle au territoire), tenant compte de multiples services simultanément. Il convient aussi d'analyser leurs éventuels effets synergiques ou antagonistes afin d'identifier des voies de compromis entre ces diverses fonctions.

Avancer sur ce front de recherche est d'autant plus important que les usages, les modalités de gestion et les décisions de maintien des haies par les agriculteurs au sein de leurs exploitations ont été, et sont encore, fortement liés aux atouts et aux contraintes qu'ils en perçoivent. Anciennement utilisées pour enclorre les parcelles, parquer le bétail ou fournir différents produits d'importance économique ou alimentaire, les haies sont progressivement devenues des objets perçus comme des freins à une agriculture moderne et productive, sources de contraintes économiques ou d'une charge de travail importante. Envisager le déploiement des haies et des modalités de gestion durable de ces éléments au sein des exploitations nécessite donc de comprendre les déterminants des décisions que les agriculteurs prennent concernant les haies en lien étroit avec leurs systèmes de production, le besoin de retrouver des marges de manœuvre dans le travail mais aussi les ressources paysagères dont ils ont hérité. Bien que cet ouvrage souligne le peu d'études qui abordent cette question à l'heure actuelle, il illustre également la diversité de positionnements des chercheurs, conseillers, formateurs, acteurs des territoires, politiques et filières autour de la haie (vue comme composantes d'une agroforesterie, élément de paysage vécu ou infrastructure agroécologique) et du rôle des agriculteurs. Ces points de vue sont diversement mobilisés (parfois combinés),

diffusés et débattus. L'ouvrage met également en exergue un certain nombre de facteurs moteurs (connaissances et adaptabilité des modèles techniques de haies au contexte local et aux objectifs qui évoluent, facteurs socio-économiques et ressources foncières, motivations personnelles), et de dispositifs et modes d'organisation (dispositifs et structures de conseil, organisations collectives pour la démultiplication des initiatives) qui pourraient conduire les agriculteurs à réintégrer les haies de façon pérenne dans des systèmes agricoles multifonctionnels. Si des systèmes sociotechniques dédiés au (re)déploiement des haies existent à l'échelle nationale, les formes de développement alternatif fondées sur des expérimentations et pratiques innovantes des agriculteurs et autres acteurs sont à encourager. En ce sens, les outils réglementaires et mesures incitatives autour des haies ont un rôle clé à jouer pour soutenir les initiatives de transition vers de tels systèmes.

Dans cet ouvrage, l'état des lieux des politiques publiques concernées montre une montée en visibilité de la haie (avec l'apparition d'une définition inscrite dans la loi d'orientation agricole en mars 2025) et du concept de multifonctionnalité dans le droit, mais également une grande complexité des outils juridiques, en lien avec leur dimension sectorielle. Pour que les haies puissent pleinement répondre aux attentes de multifonctionnalité des multiples acteurs des territoires, il convient de mettre en œuvre des démarches d'action collective, sortant du seul ressort des agriculteurs, et impliquant une meilleure articulation des outils juridiques et politiques existants. Mettre en place de telles démarches demeure un défi à l'heure actuelle.

Pour aider au pilotage des politiques publiques et à la définition d'actions de restauration et de gestion durable des haies, une évaluation de leur état, de leurs fonctions et de leur évolution, à différentes échelles, est un prérequis nécessaire. Divers outils et méthodes ont vu le jour pour qualifier l'état écologique des haies, à partir de leur structure et, dans une moindre mesure, de leur composition végétale. Si l'objectif est de permettre aux gestionnaires de mieux connaître et de gérer durablement leurs haies, l'emploi d'un seul indicateur ne peut suffire. En effet, développer un indicateur unique, valide scientifiquement, simple d'usage (sans connaissance experte nécessaire à son emploi), facilement mesurable et répétable dans le temps, qui puisse offrir un diagnostic multicritère, et partagé par tous, relève de l'utopie. C'est donc la description d'une batterie de méthodes et d'indicateurs qui est offerte dans cet ouvrage. Ces indicateurs et méthodes en sont à des niveaux de développement variables. Il convient de choisir ceux qui sont les plus adaptés au contexte et aux objectifs donnés, voire les combiner au mieux pour asseoir l'évaluation des haies et de leurs fonctions. Par ailleurs, transposer cette évaluation à large échelle est un défi en passe d'être relevé. Avec le développement et la mise à disposition de données à haute résolution spatiale et temporelle, des perspectives concrètes sont désormais offertes pour caractériser finement les haies et leur contexte sur de larges étendues, de même que suivre leur évolution dans le temps. C'est tout l'enjeu de l'Observatoire de la haie dont la création a été entérinée par la loi d'orientation agricole de mars 2025. Aujourd'hui, ce sont surtout les pratiques de gestion qui constituent le principal angle mort dans les méthodes de caractérisation des haies. Or, on sait à quel point ces pratiques de gestion sont déterminantes de l'état écologique et des fonctions des haies. Concernant le suivi dans le temps, de fortes attentes existent pour reconstituer le réseau de haies depuis les premières images aériennes historiques noir et blanc ou à partir de documents plus anciens. Des avancées potentiellement significatives devraient voir le jour à court

terme, grâce notamment au croisement de données environnementales massives, de la bio-informatique et de l'intelligence artificielle. Devant l'urgence grandissante que les changements globaux nous imposent, la haie multifonctionnelle a son rôle à jouer. L'enjeu majeur sera de renforcer la coopération, de combiner les savoirs afin de les gérer durablement. Une pierre que cet ouvrage contribue à poser.

Glossaire

Agroécosystème : écosystème modifié et géré par les agriculteurs, duquel on attend de multiples services écosystémiques impliqués, entre autres, dans la production agricole.

Agroforesterie : association délibérée de ligneux dans les espaces et systèmes agricoles. On parle aussi de « systèmes agroforestiers ».

Anémochore : organisme dont les graines ou les fruits sont dispersés par le vent.

Autocorrélation spatiale : corrélation, positive ou négative, d'une variable avec elle-même du fait de la localisation spatiale des observations.

Bocage : paysage constitué de parcelles entourées par des haies, issu d'une structuration agraire d'enclosures associée à l'essor de l'individualisme agraire, de l'élevage et des besoins locaux en bois, avec un apogée au XIX^e siècle et au début XX^e siècle, en particulier sur la façade ouest de l'Europe.

Bois apparent : zones du tronc ou des branches d'un arbre où le bois est ponctuellement visible suite à la perte de l'écorce ou à l'éclatement du bois lui-même.

Bordure de champ : bande de végétation herbacée à ligneuse, à plat ou en relief (talus, fossé...) matérialisant la limite d'une parcelle d'usage de son côté. Dans le cas d'une haie, la bordure de champ comprend les arbres/arbustes et le pied de haie qui fait aussi l'objet d'une gestion par les agriculteurs.

Bourrelet de recouvrement : lorsque sur un arbre, le bois a été mis à nu à la suite d'une blessure, une prolifération des tissus externes a lieu, ces derniers produisant une zone épaissie appelée « bourrelet » qui s'étend sur la blessure jusqu'à la refermer.

Broussin : (*syn.* brogne ou encore loupe en ébénisterie) excroissance du bois de forme irrégulière engendrée par la réponse cicatricielle de l'arbre face à des stress répétés (émondage, attaques de parasites...).

Caducifoliés : arbres et arbustes renouvelant chaque année l'intégralité de leur feuillage, qui est perdu à la mauvaise saison.

Canopée : ensemble des houppiers de la strate arborée.

Cépée : forme d'un arbre en touffe de tiges et rejets issue d'une taille au ras de la souche.

Chaméphyte : dans la classification écologique de Raunkier, plante vivace en partie ligneuse dont les bourgeons passent l'hiver en dessous de la couche neigeuse, près du sol (arbrisseaux et sous-arbrisseaux).

Communauté : ensemble des populations d'espèces différentes qui vivent et interagissent entre elles dans un lieu et à un moment donné. On peut également définir une communauté comme l'ensemble des organismes d'un écosystème donné.

Connectivité : exprime le degré selon lequel l'organisation spatiale des éléments du paysage facilite les mouvements des organismes entre les taches d'habitat.

Coupelle : forme d'un arbre traité en haut jet dans une haie.

Dendromicrohabitat : structure particulière de certains arbres, vivants ou morts (mais toujours sur pied), fournissant des abris ou des ressources à des communautés d'espèces spécialisées qui en dépendent pendant au moins une partie de leur cycle de vie.

Diapause : entrée en vie ralentie d'un animal lui permettant le passage de la mauvaise saison (été ou hiver).

Eau verte : eau évapotranspirée par les sols et par les plantes.

Écoclina : changement progressif et continu d'une ou plusieurs variables abiotiques (température, ombre, pH du sol...) entre deux milieux, s'accompagnant de changements dans la composition spécifique des communautés, par exemple de part et d'autre d'une lisière forestière. Écologiquement, une écoclina se traduit souvent par l'existence de zonations de végétation.

Écotone : zone de transition entre deux écosystèmes aux propriétés contrastées, caractérisée par sa richesse écologique car abritant à la fois des espèces inféodées aux deux milieux adjacents et des espèces propres à ce milieu de transition. Un écotone peut être la conséquence d'une écoclina mais aussi de changements plus abrupts ou discontinus : lisière forestière, zone de balancement des marées, roselière, etc.

Ectotherme : qualifie les animaux qui produisent peu de chaleur interne et dépendent donc des sources extérieures de chaleur pour augmenter et maintenir leur température corporelle. Les insectes, les amphibiens ou encore les reptiles sont des ectothermes. Contraire : endotherme.

Émondage : type de taille d'entretien des arbres consistant à couper régulièrement toutes les branches basses, moyennes et sommitales au ras du tronc afin de provoquer la croissance accélérée de nombreux rejets latéraux. L'arbre obtenu, de forme caractéristique, est appelé « émonde ».

Émonde, arbre d'émonde : désigne la forme générique d'un arbre dont la partie sommitale a été coupée (ce qui lève la dormance des bourgeons sur le tronc), et dont les branches sont coupées périodiquement au ras du tronc afin de favoriser la croissance des rejets et ainsi de maximiser la récolte de branches de différents calibres et usages, tout en gardant l'arbre sur pied. Les têtards (trognons) et ragosses sont des exemples d'arbres d'émonde.

Enclosure(s) : droit de clôture des propriétés; mouvement de mise en clôture des propriétés avec l'essor de l'individualisme agraire, qui a participé à la construction du paysage de bocage.

Épigé : organisme qui vit à la surface du sol. Contraire : hypogée.

Entomofaune : partie de la faune constituée par les insectes et, par extension, l'ensemble des arthropodes.

Étage : les étages sont définis selon la hauteur des végétaux par rapport à la surface du sol et s'inspirent de la classification de Raunkier (1904, 1934) et de Bastien et Gauberville (2011)⁹⁹. Ils contribuent à caractériser l'organisation verticale de la haie. On distingue 4 étages qui mêlent la végétation de différentes strates :

- étage 1 : 0-30 cm ;
- étage 2 : 30 cm-2 m ;
- étage 3 : 2-7 m ;
- étage 4 : supérieur à 7 m.

Eutrophisation : excès de matière organique (et particulièrement d'azote) dans un sol ou dans l'eau, conduisant à un appauvrissement du milieu en oxygène et ainsi à une détérioration des conditions de vie de toutes les espèces qui en dépendent pour fonctionner.

Exotique : (*syn.* introduite) qualifie une espèce dont la présence dans une région donnée est la conséquence, directe ou indirecte, des activités humaines. L'espèce peut avoir été introduite volontairement (agriculture, foresterie, horticulture) ou involontairement, par transport des graines.

99. Références disponibles dans la bibliographie complémentaire.

Fonction écologique : rôle que jouent les organismes ou les processus au sein d'un écosystème. Les fonctions écologiques sont la vision écologique des processus qui sous-tendent les services écosystémiques, qui correspondent quant à eux à une vision économique. Par exemple, la photosynthèse et la production primaire sont les fonctions écologiques qui sous-tendent le service écosystémique de production de biomasse.

Gilde : ensemble d'espèces apparentées ou non, appartenant au même groupe fonctionnel et exploitant une ressource commune de la même manière, présentant ainsi des niches écologiques partiellement chevauchantes et jouant un rôle similaire dans le fonctionnement des écosystèmes.

Habitat : (*syn.* milieu) support d'un écosystème et lieu de vie des organismes qui l'habitent.

Haie bocagère : haie vive souvent plurispécifique (en opposition à des « murs » d'arbres monospécifiques) dite « bocagère » en référence aux paysages de bocage, qu'elle soit issue d'un tel patrimoine local ou non.

Haie « au gabarit » : haie maintenue dans un espace restreint (embase souvent inférieure à 1 m) par un entretien régulier de l'emprise; cet entretien est associé à l'utilisation d'outils de taille permettant de maintenir une largeur limitée pour « favoriser » l'utilisation des parcelles adjacentes.

Haie mature : une haie où la végétation ligneuse a atteint son optimum de croissance et qui peut être valorisée économiquement à travers une coupe/récolte en gestion durable.

Haie vive : alignement serré d'arbres et/ou arbustes, avec ou non d'autres ligneux, qui matérialise la limite d'une propriété, et plus généralement une parcelle d'usage. Dans cet ouvrage, le terme de « haie » désigne une haie vive, par opposition à une haie sèche faite de branchages entrelacés.

Héliophile : se dit d'une espèce qui préfère les milieux ouverts et les situations ensoleillées. Contraire : sciaphile.

Hyménoptères : ordre d'insectes comprenant notamment les abeilles, bourdons, guêpes, fourmis et de nombreux petits insectes parasitoïdes impliqués dans les processus de régulation biologique des bioagresseurs des cultures.

Houppier : ensemble des ramifications d'un arbre au-dessus du fût (partie du tronc dépourvue de branches).

Indigène : (*syn.* autochtone) une espèce est considérée comme indigène dans une région donnée si sa présence y est le résultat de processus « naturels », c'est-à-dire sans intervention humaine. Contraire : introduite, naturalisée.

Individualisme agraire : développement de formes d'agriculture individuelles accompagnant l'émancipation progressive des contraintes collectives par la paysannerie, dans certaines régions de France, dès le XVI^e siècle. Il a donné lieu à l'essor de l'enclosure par les haies et ainsi la production du paysage de bocage.

Infrastructure agroécologique (IAE) : façon de désigner un habitat au sein d'un agroécosystème qui met l'accent sur le rôle (fonctions et services écosystémiques) de la structure végétale (avec une part importante de végétation spontanée). D'autres expressions telles que « particularités topographiques » sont utilisées pour produire un référentiel normatif des IAE qui font l'objet d'une action publique réglementaire ou incitative. Les haies font partie des IAE comme des particularités topographiques.

Lépidoptères : ordre d'insectes auquel appartiennent les papillons, qu'ils soient « de jour » (Rhopalocères), « de nuit » (Hétérocères) ou caractérisés par leur petite taille (Microlépidoptères). On compte quelque 8 000 à 10 000 espèces dans l'Hexagone.

Microclimat : ensemble des conditions climatiques propres à une zone de faible extension géographique (souvent au maximum quelques centaines de mètres carrés).

Microphanérophytes : arbustes ou arbrisseaux dont la taille, à maturité, est comprise entre 30 cm et 2 m.

Mésophanérophites : arbres et arbustes dont la taille à maturité est comprise entre 2 m et 7 m.

Macrophanérophites : arbres et arbustes dépassant, à maturité, 7 m de hauteur.

Macroclimat : par opposition à microclimat, ensemble des conditions climatiques propres à une zone d'extension continentale ou subcontinentale (biomes). L'échelle intermédiaire (mésoclimat) entre le macroclimat et le microclimat pourrait être le climat régional.

Microhabitat : structures de petite échelle caractérisées par des conditions différentes de l'environnement ambiant (cavités dans le bois mort, zones abritées sous des rochers, etc.).

Minéralisation : processus par lequel la matière organique est recyclée. La matière organique produite ou transformée par les êtres vivants (cadavres et déjections d'animaux, litière végétale, bois, etc.) est d'abord fragmentée par des organismes décomposeurs (arthropodes, vers de terre...) avant d'être « digérée » par les micro-organismes (champignons, bactéries...). Cette « digestion » s'opère principalement par respiration aérobie, le même processus qui nous permet de digérer nos aliments, à savoir l'utilisation de dioxygène pour casser les molécules organiques et en extraire de l'énergie, en rejetant de l'eau et du dioxyde de carbone, molécules qui ne sont plus organiques (formées principalement de carbone et d'hydrogène) et donc qualifiées de minérales.

Modèle technique de haie : ensemble de références de prescription et de normes techniques de plantation/gestion des haies (comme le type d'essences plantées, la fréquence de taille, les outils et les modalités d'exploitation), communiqué notamment dans des guides et documents contractuels (baux ruraux, plans de gestion dans le cadre de mesures agroenvironnementales, par exemple).

Niche écologique : espace (en toute rigueur hypervolume) abstrait délimité par l'ensemble des conditions dans lesquelles une espèce peut vivre (amplitude écologique) et qui détermine sa répartition. L'espace où une espèce pourrait théoriquement vivre d'après sa seule physiologie, qu'elle y soit présente ou non, s'appelle la « niche fondamentale ». Les interactions avec les autres êtres vivants modifient l'amplitude écologique de l'espèce et définissent l'espace occupé effectivement par cette espèce ou niche réalisée.

Optimum écologique : ensemble des conditions biotiques et abiotiques dans lesquelles la performance d'une espèce donnée est maximale. Cette performance peut par exemple être représentée par la capacité d'occupation du milieu ou par la capacité de reproduction de l'espèce.

Parasitoïde : type d'interaction écologique intermédiaire entre parasitisme et prédation dans lequel le parasitoïde pond dans ou à l'extérieur de son hôte, ce dernier finissant dévoré par la larve du parasitoïde après éclosion. De nombreuses petites guêpes parasitoïdes sont des auxiliaires des cultures.

Phanérophytes : plantes généralement ligneuses à appareil végétatif (bourgeons) situé au-dessus du sol.

Phénologie : étude des variations temporelles du cycle de vie, de la physiologie ou du comportement des organismes en fonction des saisons ou de phénomènes cycliques (par exemple climatiques).

Phytosociologie : science qui étudie les communautés végétales en lien avec les caractéristiques du milieu. La phytosociologie reconnaît que les plantes aux niches écologiques proches ont plus de chance d'être rencontrées aux mêmes endroits. Ces coïncidences statistiques

permettent de reconnaître des communautés végétales, appelées « syntaxons », organisées selon un système de classification semblable à celui de la taxonomie (et appelé « syntaxonomie »). Un syntaxon pouvant être interprété comme l'intersection des niches écologiques des espèces qui le caractérisent, il renseigne également sur les conditions abiotiques (pH, humidité du sol...) et écologiques (interactions, stade de la dynamique) que rencontre la communauté végétale. C'est la raison pour laquelle la phytosociologie a servi de base à la classification des milieux naturels terrestres (par exemple la classification CORINE Biotopes et classification EUNIS).

Plessage : technique traditionnelle de conduite des haies consistant à enchevêtrer à l'horizontal de jeunes branches en croissance dans le but de créer une clôture végétale.

Protobocage : paysage ancien présentant une émergence de haies avant l'essor, au XIX^e siècle et début XX^e siècle, du bocage actuel.

Ragosse : en Bretagne et en Normandie, désigne un type particulier d'arbre d'émonde dont la tête a été coupée à une hauteur souvent de 6 à 8 m, permettant l'expression des bourgeons dormants sur toute la hauteur du fût ; la ragosse fait l'objet d'un ébranchement à la fois latéral et sommital périodique (de la durée du bail rural) permettant d'obtenir une grande quantité de fagots et bois de plus gros diamètre. Le tronc appartient au propriétaire et les branches au fermier ; les troncs très nouveaux peuvent servir de bois d'œuvre.

Raster : mode de représentation discret de l'espace fondé sur une partition régulière en cellules (pixels) de résolution fixe, dans lequel chaque cellule porte une valeur quantitative ou qualitative associée à une variable spatialisée. Un raster est une image qui est généralement géoréférencée.

Richesse spécifique : nombre d'espèces différentes dans une communauté.

Rideau de culture : talus successifs perpendiculaires à la ligne de pente formés par accumulation de terre érodée et par les colluvions en amont d'une haie.

Ripisylve : (*syn.* forêt riveraine, forêt rivulaire) bande étroite de végétation dominée par des arbres et/ou des arbustes, établie sur les berges d'un cours d'eau et encadrant son lit mineur.

Saproxylisme : qualifie un organisme (insecte, champignon) capable de fragmenter et de digérer le bois.

Sempervirent : arbres et arbustes renouvelant chaque année partiellement leur feuillage, de sorte qu'ils portent des feuilles vertes assurant la photosynthèse toute l'année.

Service écosystémique : bénéfice offert aux sociétés humaines par le fonctionnement des écosystèmes. Le terme de « disservice » renvoie aux fonctions des écosystèmes perçues comme négatives par l'homme. Services et disservices écosystémiques reposent sur des fonctions écologiques.

Services environnementaux : services rendus par l'agriculture à l'environnement, valorisés aujourd'hui par le dispositif des « paiements pour services environnementaux » (PSE).

Succession écologique : une succession écologique désigne les différents milieux naturels qui se succèdent spontanément dans un lieu donné (caractérisé en première approximation par un type de sol et de climat). La succession est dite « progressive » ou « prograde » si les milieux successifs sont de plus en plus fermés, c'est-à-dire de plus en plus dominés par les arbres (de pelouse en lande, puis en taillis et enfin en forêt). La succession est dite « régressive » ou « rétrograde » si des perturbations ramènent la végétation à un stade antérieur (si par exemple un incendie détruit la forêt, à la place de laquelle une lande se réinstalle).

Système agraire : liens fonctionnels et structurels inscrits dans le temps long entre un type d'agriculture, une société locale et ses ressources territoriales.

Système agroforestier : système de gestion (avec intégration délibérée) des arbres et autres ligneux par les agriculteurs au sein des exploitations agricoles. Comme pour tout système de gestion agricole, le système agroforestier représente l'articulation entre les objectifs de gestion

(par exemple la production, l'entretien des terres et des ressources naturelles), l'organisation des pratiques (comme la taille des haies ou le pâturage) et la mobilisation de ressources (en connaissances, en main-d'œuvre, en équipement, en foncier...).

Système sociotechnique (SST) : ensemble d'acteurs et de groupes sociaux en interaction autour de façons de produire et/ou de consommer, par exemple au travers de la conception et la diffusion de solutions organisationnelles et technologiques, de normes et de règles. Des SST se sont développés autour du (re)déploiement des haies. Les SST peuvent évoluer diversement selon la force de leur architecture et les types d'innovations qu'ils permettent ou freinent.

Territoire : espace, aux échelles locales à régionales (notamment), délimité par son appropriation foncière, matérielle et/ou symbolique, la gestion de ses ressources et les projets qui lui sont associés, son organisation collective, sa gouvernance, son identité.

Têtard : forme d'arbre d'émonde dont la tête (tronc et branches maîtresses) a été coupée à une hauteur souvent de 1,5 m à 3 m (ce qui le différencie des ragosses), stimulant la croissance de jeunes branches au sommet de l'arbre, qui est ébranché ensuite périodiquement. La cicatrisation engendrée par la taille successive des branches conduit à des épaississements caractéristiques en « têtes » ou en « trognons ». Les arbres têtards sont parfois baptisés « trognes ».

Trait d'histoire de vie : trait fonctionnel d'un organisme, au moins partiellement héritable, qui affecte sa performance individuelle (survie, reproduction) ou celle de ses descendants, et est donc potentiellement soumis à la sélection naturelle. La théorie des traits d'histoire de vie est la branche de l'écologie évolutive qui étudie les effets de la sélection naturelle sur les organismes.

Trait fonctionnel : caractéristiques morphologiques, physiologiques ou phénologiques d'un organisme reflétant son mode de vie et sa participation au fonctionnement de l'écosystème où il se trouve.

Trame verte et bleue (TVB) : réseau d'habitats de même nature formant des continuités écologiques terrestres et aquatiques, à des échelles suffisantes pour permettre le maintien d'espèces spontanées au sein d'un paysage, même globalement peu approprié pour ces espèces (par exemple un réseau de haies et de prairies au sein d'un paysage dominé par les cultures). C'est aussi un schéma d'aménagement qui vise à préserver ces continuités.

Transmittance : désigne la part d'un rayonnement incident qui traverse un milieu.

Trogne : voir Têtard.

Vaine pâture : pratique agraire ancienne consistant à laisser paître librement le bétail dans les champs après la récolte des cultures, ainsi que dans les divers éléments du saltus (jachères, bords de chemins, friches...).

Sigles et acronymes

3D : trois dimensions

AC : automate cellulaire

Ademe : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ACS : agriculture de conservation des sols

AF : agroforesterie

Afac-Agroforesteries : Association française des arbres champêtres – Agroforesteries

Afafe : aménagements fonciers agricoles et forestiers

AFB : Agence française pour la biodiversité

AFAHC : Association française des haies et des arbres champêtres

AOC : appellation d'origine contrôlée

AOP : appellation d'origine protégée

Amap : Association pour le maintien d'une agriculture paysanne

BCAE : bonnes conditions agricoles et environnementales

BD : base de données

CASDAR : Compte d'affectation spéciale développement agricole et rural

CEE : Communauté économique européenne

CGAAER : Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux

CGI : Code général des impôts

Civam : Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural

CNPN : Conseil national de la protection de la nature

CNRS : Centre national de la recherche scientifique

CPIE : Centre permanent d'initiatives pour l'environnement

CRPF : Centre régional de la propriété forestière

Cuma : coopérative d'utilisation de matériel agricole

DPSIR : *Driving forces, Pressures, States, Impacts, Responses*

DDT(M) : Direction départementale des territoires et de la mer

Draaf : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt

Dreal : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

DSB : Dispositif national de suivi des bocages

EBC : espace boisé classé

ECA : métrique de connectivité équivalente ou « *Equivalent Connected Area* »

ERC : éviter, réduire, compenser

ERMG : exigences réglementaires en matière de gestion

ETA : entreprise de travaux agricoles

EUNIS : *European Nature Information System*
FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
GIEE : groupement d'intérêt écologique et économique
HD : haute définition
IA : intelligence artificielle
IAE : infrastructure agroécologique
IBP : indice de biodiversité potentielle
IFN : Inventaire forestier national
IGN : Institut national de l'information géographique et forestière
INPN : Inventaire national du patrimoine naturel
IPBES : *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*
LiDAR : *Light Detection And Ranging*
INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
MAEC : mesure agroenvironnementale et climatique
MAP : mètres cubes (volume) apparent
MNH(C) : modèle numérique de hauteur (de canopée)
MNT : modèle numérique de terrain
MNS : modèle numérique de surface
OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques
OCG : organisations collectives de gestionnaires
OFB : Office français de la biodiversité
Ogaf : opération groupée d'aménagement foncier
Olae : opérations locales agroenvironnementales
ONCFS : Office national de la chasse et de la faune sauvage
Otex : orientation technico-économique des exploitations
PAC : Politique agricole commune
PCAET : plan climat-air-énergie territorial
PGDH : plan de gestion durable des haies
PLU : plan local d'urbanisme
PNR : parc naturel régional
PSE : paiement pour services environnementaux
RMT : réseau mixte technologique
RPG : registre parcellaire graphique
SAU : surface agricole utile
SCIC : société coopérative d'intérêt collectif
SIG : systèmes d'information géographique
SMA : système multi-agents
SRADDET : Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
TFUE : Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne
TVB : trame verte et bleue
UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

Liste des contributeurs

Audrey Alignier, UMR INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, ESA BAGAP ;
LTSER, Zone Atelier Armorique

Émilie Andrieu, UMR INRAE, INP-AgroToulouse, EI Purpan DYNAFOR ;
LTSER Zone Atelier PYRÉNÉES GARONNE, Auzeville-Tolosane

Stéphanie Aviron, UMR INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, ESA BAGAP ;
LTSER, Zone Atelier Armorique

Jacques Baudry, chercheur indépendant en écologie du paysage (retraité)

Étienne Berger, Bocage Pays Branché

Philippe Blondeau, Chambre d'agriculture de Nouvelle-Aquitaine

Alexandre Boissinot, Réserve naturelle régionale du Bocage des Antonins,
Deux-Sèvres Nature Environnement

Hugues Boussard, UMR INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, ESA BAGAP

Sarah Bunel, Réseau Haies France

Antoine Colin, Institut national de l'information géographique et forestière

Marius Combe, Hélios Avocat Associés, Lyon

Loïc Commagnac, Institut national de l'information géographique et forestière

Mathieu Dassot, Institut national de l'information géographique et forestière

Guillaume Decocq, UMR CNRS, université de Picardie Jules-Verne EDYSAN

Daniel Delahaye, UMR CNRS, université Caen-Normandie IDEES

Amandine Durpoix, UR INRAE ASTER

Jean-Christophe Foltête, UMR CNRS, université Franche-Comté THEMA

Pauline Frileux, Laboratoire de recherche en projet de paysage (Larep), École nationale
supérieure de paysage de Versailles

Antoine Gardarin, UMR INRAE, AgroParisTech Agronomie

Anouk Glad, UMR INRAE, INP-AgroToulouse, EI Purpan DYNAFOR

Mathilde Guillemois, UMR CNRS, université Caen-Normandie IDEES

Armelle Lainé-Penel, Institut Agro Rennes-Angers

Marc Lang, UMR INRAE, INP-AgroToulouse, EI Purpan DYNAFOR

Alexandra Langlais, UMR CNRS, université de Rennes IODE

Léa Lemoine, Chambres d'agriculture France

Jonathan Lenoir, UMR CNRS, université de Picardie Jules-Verne EDYSAN

Frédéric Letouzé, Institut national de l'information géographique et forestière

Olivier Lourdaïs, CNRS, Centre d'études biologiques de Chizé

Axelle Marchant, Association Hommes et Territoires

Gabriel Marquès, UMR INRAE, INP-AgroToulouse, EI Purpan DYNAFOR

Florence Matutini, Office français de la biodiversité

Catherine Moret, Réseau Haies France

Sophie Morin, Office français de la biodiversité

Alexis Pernet, École nationale supérieure de paysage de Versailles

Pierre-Antoine Précigout, UMR université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech EcoSys

Thibaut Preux, université de Poitiers, Laboratoire Ruralités

Romain Reulier, UMR CNRS, université Caen-Normandie IDEES

Benoît Ricci, UMR université Montpellier – CIHEAM-IAMM – CIRAD – INRAE – Institut Agro ABSys

Justine Rivers-Moore, UMR INRAE – INP-AgroToulouse – EI Purpan DYNAFOR;
Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales, Pontificia – Universidad Católica de Chile

Corinne Robert, UMR université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech EcoSys

David Rolland, Fédération de chasse des Côtes-d'Armor

Florent Romagoux, Office français de la biodiversité

Yohan Sahraoui, UMR CNRS, université Franche-Comté THEMA

David Sheeren, UMR INRAE, INP-AgroToulouse, EI Purpan DYNAFOR

Claudine Thenail, UMR INRAE, Institut Agro Rennes-Angers, ESA BAGAP

Valentin Verret, CIVAM Agrof'île

Valérie Viaud, UMR INRAE, Institut Agro Rennes-Angers SAS

Couverture : bocage autour de Morlay, baie de Somme
© Stéphane Bouilland/Hemis.fr

Édition : Anne Guirado
Infographies : Hélène Bonnet, Studio 9
Mise en pages : Hélène Bonnet, Studio 9
Achevé d'imprimer en septembre 2026 par
Isiprint - 93120 La Courneuve
Dépôt légal : septembre 2026
Imprimé en France

Au sein des territoires ruraux, les haies ont une pluralité de fonctions : séparation physique, élément productif, support de biodiversité, levier de planification, etc. Elles répondent à des attentes sociétales qui ne cessent d'évoluer. Au croisement de ces multiples attentes et usages de la part des divers acteurs des territoires, elles s'inscrivent dans un commun qu'il s'agit de préserver, voire de restaurer et de développer, au regard des enjeux liés au dérèglement climatique, à l'érosion de la biodiversité ou à la durabilité de l'agriculture.

Cependant, les haies sont-elles réellement supports de multifonctionnalité ? À quelles conditions s'exprime-t-elle ? Comment favoriser le déploiement de pratiques de gestion favorables à cette multifonctionnalité, à l'échelle de l'exploitation et du territoire ? Dans quelle mesure les outils réglementaires et les mesures incitatives actuels peuvent-ils contribuer à soutenir la protection, la restauration ou la replantation de haies ? Enfin, comment suivre l'état des haies et de leurs multiples fonctions à différentes échelles ?

Cet ouvrage interdisciplinaire dresse un état des lieux des connaissances scientifiques et reflète la diversité des avancées, tant conceptuelles que méthodologiques, qui émergent concernant les haies et la multifonctionnalité qu'elles peuvent soutenir à différentes échelles. Il s'adresse aux scientifiques et aux ingénieurs, ainsi qu'à l'enseignement supérieur et agricole.

Stéphanie Aviron est directrice de recherches en écologie à INRAE au sein de l'UMR Biodiversité, agroécologie et aménagement du paysage. Ses travaux portent sur la contribution des pratiques des agriculteurs, et notamment des haies, au maintien de la biodiversité et des nombreuses fonctions attendues au sein des territoires ruraux.

Audrey Alignier est chargée de recherches en écologie à INRAE au sein de l'UMR Biodiversité, agroécologie et aménagement du paysage. Ses travaux visent à identifier les conditions de maintien de la biodiversité et des fonctions associées dans les paysages agricoles, avec une attention particulière portée aux haies.



éditions
Quæ

Éditions CIRAD, Ifremer, INRAE
www.quae.com

INRAE

32 €

ISBN : 978-2-7592-4328-0



ISSN : 1777-4624
Réf. : 03069