



HAL
open science

**Diagnostic d'un maillage bocager : de la géomatique à
l'inventaire de terrain. Le cas de Cingal - Suisse
Normande**
Cassandra Tanfin

► **To cite this version:**

Cassandra Tanfin. Diagnostic d'un maillage bocager : de la géomatique à l'inventaire de terrain. Le cas de Cingal - Suisse Normande. Géographie. 2023. dumas-04523165

HAL Id: dumas-04523165

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04523165>

Submitted on 27 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITÉ
CAEN
NORMANDIE

ides

Cassandra Tanfin

Sous la direction de D. Delahaye et T. Feuillet

Diagnostic d'un maillage bocager : de la géomatique à l'inventaire de terrain

Le cas de Cingal - Suisse Normande

Mémoire soutenu le 05/09/23

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à mes encadrants Thierry Feuillet et Daniel Delahaye. Ils ont toujours été de bon conseil tout en me laissant une grande liberté dans mon travail. Je les remercie également pour leur compréhension durant les périodes de doutes.

Je remercie chaleureusement Virginie Vergne, professeure à l'Université de Lille, de m'avoir transmis sa passion pour la biodiversité. Vos apports bibliographiques sur le bocage m'ont aussi été d'une aide précieuse.

Parce que c'est plus sympa de stresser à plusieurs, merci à ma nouvelle famille normande : Sasha, Noémie, Nathanaële et Lulu. Je ne pouvais pas espérer être mieux accueillie dans cette nouvelle région. Un remerciement spécial à Sasha pour avoir bravé plusieurs fois avec moi le soleil de plomb, la tempête, les barbelés et les routes cabossées (avec Bolidosaure !) à la recherche de la légendaire haie forestière. Merci Noémie pour ta bonne humeur et ton soutien, même depuis l'Espagne. Et enfin merci Nath pour ta bienveillance et ton implication dans la relecture de ce mémoire.

Merci également à Cyril d'avoir enduré une première journée de terrain intense à ramper sous les barbelés, et d'être tout de même revenu une deuxième fois !

Je remercie infiniment Corentin pour ses encouragements constants et ses prêts de livres. Malgré la distance, tu n'as pas hésité à venir franchir la première barrière avec moi et tes connaissances sur la biodiversité sont toujours passionnantes.

Un merci tout particulier à mon meilleur ami Samy : même de loin (trop loin) tu m'as soutenue à chaque instant de ce mémoire et donné la force de continuer à avancer.

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans ma famille qui croit en moi et m'a toujours encouragée. Merci à ma mère pour son radar à fautes d'orthographe et surtout d'avoir décroché son téléphone lorsque, désespérée, j'étais perdue dans la forêt. Merci à mon papa de m'avoir assistée dans plusieurs petites tâches, dont la relecture. Et merci à ma sœur Noéline d'être venue avec courage observer d'un peu plus près l'inventaire sportif des haies.

Je remercie mon grand-père grâce à qui j'ai pu me rendre sur le terrain accompagné d'une fidèle acolyte à quatre roues. Malgré son petit gabarit, elle a surmonté toutes les routes caillouteuses du bocage (merci Martine d'avoir tenu le coup !).

Merci à mes compagnons lillois : Blandine, Alyssa, Marylou et Thomas avec qui j'ai pu faire mes premiers pas dans le monde de la géographie. Et merci également à mes amies non-géographes Adèle et Malvy pour leurs encouragements.

Enfin, je remercie tous les inconnus : ces agriculteurs, habitants, promeneurs... de Cingal – Suisse Normande. Leur gentillesse et leurs sourires ont égayé mes journées de terrain. Une mention spéciale pour ce monsieur enthousiaste qui m'a spontanément présenté la belle haie de son jardin et proposé à boire.

Sommaire

Introduction générale.....	3
1. Présentation du sujet d'étude	7
1.1. Définition du bocage et de la haie	9
1.2. Les grandes périodes de l'évolution du bocage en France	16
1.3. Présentation de la zone d'étude de Cingal – Suisse Normande	19
2. Caractérisation du bocage de Cingal – Suisse Normande par SIG.....	25
2.1. Méthodologie et présentation des indicateurs caractéristiques du bocage	27
2.2. Cartographie et évolution des indicateurs bocagers en 2008, 2015 et 2022.....	39
2.3. Création d'une typologie des paysages agricoles	54
3. Evaluation de la qualité des haies sur le terrain.....	61
3.1. Méthodologie du terrain et choix des mailles à étudier	63
3.2. Résultats de l'étude de terrain.....	69
3.3. Comparaison entre la typologie et les notes de l'inventaire.....	83
4. Limites de l'étude	87
4.1. Un manque de données important pour la cartographie par SIG.....	89
4.2. Contraintes et subjectivité de l'inventaire de terrain	90
Conclusion générale	95
Bibliographie.....	97
Annexes	101
Table des illustrations.....	130
Table des matières.....	133

Introduction générale

Lorsqu'on s'imagine les paysages de l'Ouest de la France, il est impossible de ne pas penser aux collines verdoyantes, parsemées de prairies où paissent les vaches et grandissent les haies. Ce tableau peint par notre imaginaire collectif, c'est celui du bocage.

La Basse – Normandie est un territoire particulièrement marqué par ce type de paysage agricole avec en 2010 un linéaire de haies d'environ 123 400 km (DREAL¹, 2015). Le bocage a d'abord été planté et aimé, avant d'être abandonné et mutilé à travers des arrachages massifs de ses haies. Aujourd'hui, il tente de retrouver sa place d'antan par le biais de multiples actions de sauvegarde et de plantation. En effet, la haie et le bocage sont désormais reconnus pour leurs fonctions environnementales et les services écosystémiques qu'ils nous offrent.

L'intensification du phénomène de réchauffement climatique entraîne des changements nécessaires dans les modes de gestion du bocage normand. Ces 60 dernières années, les températures ont augmenté de 0,6 °C à 0,9 °C en moyenne en Normandie ; et d'ici 2050 on estime que l'augmentation sera comprise entre 1,5 °C et 2 °C en Basse-Normandie (DREAL, 2015). Il faut donc pouvoir adapter le choix des essences plantées ainsi que leurs méthodes de gestion à ce nouveau climat. De plus, le changement climatique augmente le risque d'inondation par ruissellement et par débordement des cours d'eau. Ce phénomène provoque une forte érosion des sols, ainsi qu'une perte de matière organique et donc une baisse des rendements agricoles. La haie bocagère, par le biais de toutes ses fonctions écologiques, a donc un rôle majeur à jouer dans ce contexte de changement climatique et doit être préservée (DREAL, 2015).

Le bocage normand fait l'objet de nombreuses recherches, cependant celles-ci se concentrent majoritairement sur les territoires connus pour leur important maillage de haies. Ce mémoire propose de s'attarder sur le bocage de la communauté de communes Cingal – Suisse Normande dans le sud du Calvados. Les paysages agricoles de ce territoire ont très peu été étudiés malgré l'intérêt tout particulier qu'ils présentent. En effet, il se situe à la jonction de la Suisse Normande (Figure 1) et la plaine de Caen (Figure 2), deux ensembles paysagers très contrastés. Le premier semble plus propice au bocage contrairement au second.

¹ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement



Figure 1 (à gauche) : Paysages de la Suisse Normande à la Dalinière (Tanfin, juin 2023)

Figure 2 (à droite) : Paysages de la plaine de Caen au Bû-sur-Rouvres (Tanfin, mai 2023)

Ce mémoire a pour objectif de réaliser le diagnostic du maillage bocager de Cingal – Suisse Normande afin d’en définir les caractéristiques et d’évaluer sa qualité. Ce travail cherche plus généralement à dresser le portrait des paysages agricoles de ce territoire et observer l’influence des deux ensembles paysagers que sont la Suisse Normande et la plaine de Caen.

De manière à mieux appréhender le sujet et son intérêt actuel, le bocage et la haie seront d’abord définis. L’historique du bocage français ainsi que les fonctions principales de la haie bocagère feront l’objet d’une description plus détaillée. Une présentation du territoire de Cingal – Suisse Normande clôturera cette partie. Après cette entrée en matière, le travail se décomposera en deux temps (Figure 3).

Une première évaluation du bocage va tout d’abord être réalisée sous SIG à l’échelle du paysage. Dans un maillage couvrant l’ensemble du territoire d’étude, huit indicateurs seront calculés afin de localiser les formes bocagères. Cette première partie proposera également une rétrospective sur l’évolution récente du bocage de Cingal – Suisse Normande en calculant ces indicateurs pour trois dates différentes. A partir de ces données, une typologie des paysages agricoles de la communauté de communes pourra être élaborée.

Cette typologie va servir de base à la seconde partie de ce mémoire qui consistera cette fois en une évaluation plus fine à l’échelle des haies. Certaines mailles issues de la classification constitueront un échantillon qui fera l’objet d’un inventaire de terrain. Cet inventaire sera fondé sur trois critères majeurs : la stratification de la haie, la flore de l’ourlet de pied de haie, et l’environnement à proximité du linéaire.

Pour terminer, les résultats de ces deux phases de diagnostic seront croisés et comparés pour déterminer si la qualité d’un bocage à l’échelle du paysage conditionne la qualité des haies qui le composent.

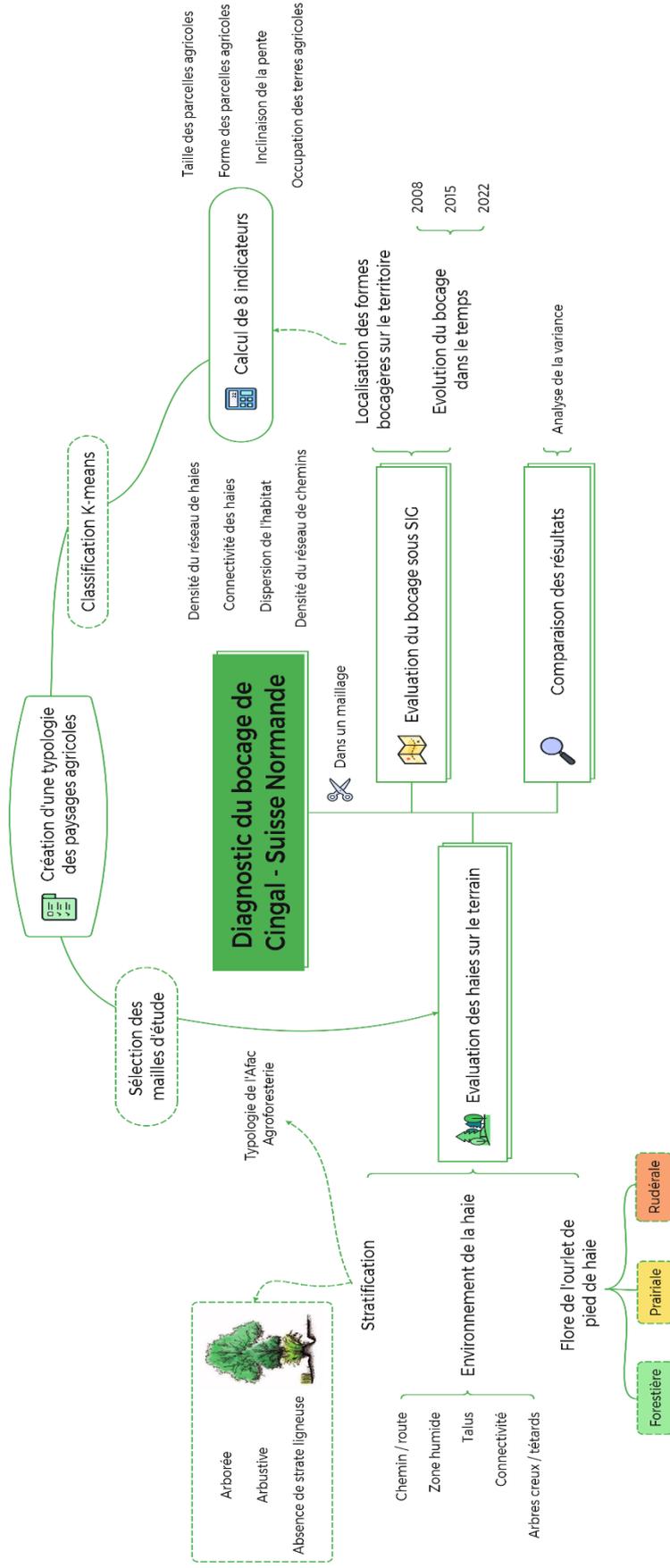


Figure 3 : Méthodologie du mémoire

1. Présentation du sujet d'étude

1.1. Définition du bocage et de la haie

A. Le bocage : une définition complexe

Il n'existe pas une unique définition du bocage mais bien plusieurs puisque celle-ci varie en fonction des points de vue : l'agriculteur ne le définira pas de la même manière que l'écologue ou encore l'élus communal. Ainsi, de nombreuses définitions du bocage existent avec des points communs et des spécificités propres aux auteurs.

La typologie EUNIS² des habitats terrestres et d'eau douce définit les bocages comme des *paysages en réseaux composés de petites formations boisées linéaires, insulaires ou semi-insulaires, comprenant des alignements d'arbres, des haies, de petits bois, étroitement entremêlés à des pâturages et des cultures*. Cette définition insiste sur la présence de végétation ligneuse linéaire ainsi que sur le caractère agricole du paysage.

L'édition 2019 du dictionnaire de l'Académie française donne une définition du bocage plus complète : *paysage rural très fréquent dans l'Ouest de la France, caractérisé par la division des terres en petites parcelles irrégulières séparées par des fossés ou des talus plantés de haies vives et de bouquets d'arbres*. Il ajoute que *le bocage est un pays de cultures, de prairies, d'élevage*. Cette définition apporte des précisions sur la morphologie des parcelles ainsi que la présence de fossés et de talus. La notion de haie vive apparaît, celle-ci sera explicitée avec la définition de la haie.

Parmi la littérature ayant étudié le bocage, la définition stricte d'André Meynier en 1966 caractérise le bocage de paysage *d'enclos verdoyants*. C'est une définition trop réductrice qui omet de nombreux éléments composant le bocage mais elle illustre parfaitement la première impression que l'on peut avoir en observant ce type de paysage.

La définition la plus communément admise est celle de Magali Watteaux en 2003 : le bocage renvoie à un *paysage d'enclos végétaux associé à un habitat dispersé, à un dense réseau de chemins, à un régime agraire individualiste et à une forme relativement massive et irrégulière des parcelles*. Le bocage ne peut donc se résumer à la seule présence de haies, c'est un paysage et un mode d'occupation du sol à part entière composé d'une multitude d'éléments. L'auteure ne considère d'ailleurs pas le bocage comme un objet mais comme un processus, en étudiant la manière dont il s'est implanté et parle même d'*embocagement*. En effet, le bocage modifie le paysage sous plusieurs aspects et son apparition est souvent progressive.

En 2014, Alexandre Boissinot propose dans son ouvrage Terres de bocage une liste des éléments caractéristiques du bocage. Pour lui, c'est un paysage d'origine anthropique composé de haies vives qui délimitent des parcelles de prairies et de cultures. On y trouve également un dense réseau de petits chemins, parfois creux. L'agriculture y est de type polyculture – élevage et des mares sont présentes pour l'abreuvement du bétail. La dimension anthropique est ici évoquée, en effet la plupart des bocages sont d'origine humaine car ce paysage est né d'une coévolution entre l'Homme et la Nature.

² European Nature Information System

Pour terminer, on peut parler d'*écocomplexe bocager* (Boissinot et Baudry, 2022). Ce terme désigne un *territoire qui comporte un complexe d'écosystèmes, d'enclaves, d'écotones, de corridors qui interagissent et se sont mis en place au cours d'une histoire commune, durant laquelle les activités humaines ont pu interférer* (Blandin et Lamotte, 1988). Le bocage peut être qualifié comme tel de par son statut de corridor biologique et réserve de biodiversité. Cela insiste également sur l'hétérogénéité de ce paysage qui est composé d'une multitude de milieux différents.

Le bocage est apparu dans un premier temps afin de protéger les cultures des animaux divaguant en liberté. Dans ce but, les premières haies ont été érigées entre le milieu du Moyen-Âge et le XIX^e siècle (Antoine, 2022). Celles-ci avaient donc une vocation défensive et protégeaient parfois même les villages ou les villes (Liagre, 2006). Pourtant, la fonction de délimitation est bien antérieure à cette époque et les haies bordaient déjà des parcelles agricoles avant même que l'on parle de bocage. La présence des haies dans les paysages français est donc très ancienne tandis que le concept de bocage est lui beaucoup plus récent (Watteaux, 2003).

Ainsi, le bocage est un paysage qui se distingue par son réseau de haies et autres formations arborées mais également : ses fossés, ses talus, son dense réseau de chemins souvent creux, son régime agricole extensif ou encore ses mares (Figure 4). D'origine anthropique, il apporte aux Hommes de nombreuses ressources.



Figure 4 : Paysage de bocage en Normandie (Mignaux, s. d.)

B. L'élément central du bocage : la haie

La haie n'est pas non plus un objet qu'il est aisé de définir, du fait des multiples formes qu'elle peut revêtir. Toutes les définitions s'accordent cependant sur le fait qu'elle se rapporte à un alignement d'arbres et / ou d'arbustes.

Dominique Soltner (1975) caractérise les haies comme *des alignements d'arbres, d'arbustes et d'arbrisseaux, que l'on trouve au bord des chemins, des cultures, des prairies ou des jardins*. Cette définition précise donc le caractère spatial et l'environnement liés à la haie.

Jacques Baudry et Agnès Jouin (2003) ajoutent que la haie est un objet géré par l'Homme mais peut aussi résulter d'un *processus de colonisation naturelle, spontanée, de la végétation par dispersion des graines, par les oiseaux notamment*.

Alexandre Boissinot (2014) reprend cette dimension anthropique en qualifiant la haie d'*élément paysager semi-naturel*. Les origines d'une haie sont triples : plantée, spontanée ou relictuelle. La haie plantée est créée de toute pièce par les agriculteurs et encadre souvent un parcellaire régulier. Au contraire, la haie spontanée est liée à la colonisation de la végétation et la dissémination des graines par les éléments naturels ou la biodiversité. La haie relictuelle quant à elle, est un témoignage des lisières conservées lors des défrichements (Boissinot, 2014).

Il existe deux types principaux de haies : les haies sèches (Figure 5) et les haies vives (Figure 6). Les premières forment une enceinte composée de branches ligneuses, souvent d'arbustes épineux. Tandis que les deuxièmes sont des plantations ligneuses qu'on empêche de s'élever.



Figure 5 (à gauche) : Haie sèche à Barrien en Allemagne (Source inconnue)

Figure 6 (à droite) : Haie vive à la Maison des Champs en Normandie (Tanfin, juin 2023)

Pour terminer, la spécificité de la haie réside dans le fait qu'elle change au fil des saisons et des années. Les haies sont des objets vivants en perpétuelle évolution et ne sont donc pas figées dans le temps. Elles doivent ainsi recevoir un entretien régulier afin de maintenir leur qualité.

Les haies sont ainsi des groupements ligneux de forme linéaire, composés d'arbres et d'arbustes. L'Homme entretient un lien particulier avec la haie bocagère puisqu'il gère l'élevation de sa végétation ligneuse et peut même être à l'origine de sa création.

C. La multifonctionnalité des haies bocagères

Les haies possèdent de très nombreuses fonctions et assurent une multitude de services écosystémiques dont les Hommes bénéficient (Figure 8).

Historiquement, les haies bocagères sont depuis longtemps exploitées pour leur bois : du bois d'œuvre mais surtout du bois de chauffage. Ce dernier nécessite un élagage ou émondage périodique des arbres afin de récupérer la ressource.

Parmi les rôles écologiques de la haie, l'effet brise-vent est l'un des plus importants si celle-ci est bien pensée. L'efficacité du brise-vent dépend en effet de nombreux paramètres liés à la haie : sa hauteur, sa largeur, la structure de sa végétation, sa longueur et son orientation dans le paysage (Baudry et Jouin, 2003). Le facteur le plus important est la perméabilité de la haie. En effet, une haie totalement imperméable accentue au contraire les effets du vent en créant des tourbillons lors de son passage au-dessus du linéaire. La haie doit donc être assez poreuse pour seulement filtrer et ralentir l'air qui la traverse (Figure 7). Pour une bonne efficacité, la longueur préconisée de la haie est d'au moins 12 fois sa hauteur (Caborn, 1957).

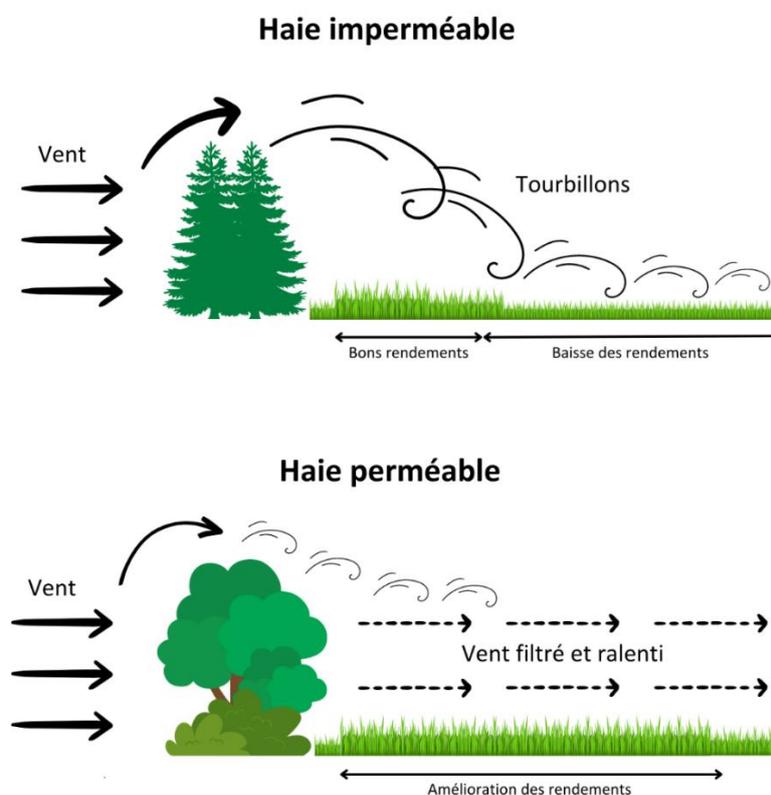


Figure 7 : Importance de la porosité d'une haie brise-vent (Tanfin, 2023)

L'effet brise-vent permet un accroissement des rendements agricoles sur la zone protégée derrière la haie. L'augmentation est d'autant plus significative lorsque la parcelle se trouve dans un contexte pédoclimatique difficile et que son niveau de production initial est relativement faible. Cependant, cet accroissement est possible en contrepartie d'une perte de rendements aux abords de la haie sur une largeur de 1 à 1,5 fois la hauteur de celle-ci. Cela en raison de la concurrence racinaire pour accéder à l'eau et aux nutriments (Baudry et Jouin, 2003).

Une autre fonction maintenant bien connue de la haie réside dans son aide pour la lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols. La haie freine le ruissellement de l'eau de pluie : des colluvions se forment à l'amont de la haie ce qui induit une réduction progressive de la pente de la parcelle au fur et à mesure du temps. De plus, le réseau racinaire favorise l'infiltration de l'eau sur une large bande le long de la haie, ce qui limite le risque de saturation des sols et donc de crue (Massa, 2004).

La lutte contre le ruissellement est favorisée lorsque la haie est perpendiculaire à l'écoulement et s'il y a présence d'un talus. Il ne doit pas y avoir d'ouvertures dans celui-ci ou d'entrée de champ dans la trajectoire des écoulements d'eau. Si c'est le cas, la haie n'assure plus sa fonction bloquante et les écoulements la traversent en suivant le couloir créé par la trouée (Delahaye et Reulier, 2022). De manière générale, les haies augmentent la distance à parcourir pour les écoulements superficiels avant d'atteindre un cours d'eau, les chances que ceux-ci rencontrent un objet pouvant les bloquer sont ainsi plus grandes. Cela permet donc de limiter l'augmentation de la turbidité des cours d'eau. *Si les haies n'empêchent pas l'érosion dans les parcelles agricoles, elles contribuent à la limiter à l'échelle des versants* (Reulier, 2015). En effet, une haie a un champ d'action réduit à l'échelle d'une parcelle, mais le réseau bocager quant à lui freine le ruissellement sur l'ensemble du versant. L'implantation d'une haie change le paysage et *quand des modifications s'opèrent sur le paysage, les connectivités hydrologiques changent et s'adaptent à ces mutations* (Guillemois, 2020). En plantant des haies, il est donc possible de contrôler la trajectoire des écoulements de surface.

Cependant, des écoulements d'eau s'opèrent aussi dans les sols. Philippe Merot et al (1976) ont mis en évidence l'existence de circulations latérales de l'eau sur les versants mais également à l'intérieur des sols. Ces écoulements sont à l'origine de nombreuses crues et peuvent entraîner avec eux un déplacement de matières. La présence de haies sur talus constitue un barrage efficace contre ces flux latéraux et limite ainsi le risque de crue (Merot et al, 1976).

Les haies contribuent également au maintien de la qualité des sols et de l'eau. Le taux de pesticides dans les cours d'eau est en augmentation, emportés par les pluies, les ruissellements de surface et de subsurface. En limitant le ruissellement, les haies empêchent ces polluants de pénétrer dans d'autres parcelles ou d'aller jusqu'au cours d'eau. De plus, une haie bien orientée par rapport à l'écoulement de l'eau est capable de filtrer les nitrates. Quant aux arbres, ils captent les gaz, poussières et aérosols présents dans l'air (Liagre, 2006).

Par ailleurs, la décomposition de la litière et des racines fines enrichit le sol en carbone aux abords de la haie. Les champignons et la pédofaune sont stimulés, régénèrent le sol et minéralisent l'azote (Liagre, 2006).

Les haies représentent des réservoirs très importants de biodiversité. Les espèces hébergées par la haie ne sont pas inféodées à celle-ci mais proviennent des milieux forestiers, des champs ou des landes (Baudry et Jouin, 2003). Cette biodiversité peut être bénéfique à l'agriculteur puisque la haie abrite de nombreux auxiliaires de cultures et ceux-ci ont un rôle à jouer dans la pollinisation et la lutte contre les ravageurs (Liagre, 2006). Ces auxiliaires n'empêchent pas l'apparition des nuisibles puisque celle-ci est également favorisée par la haie, mais contribuent à en réguler les invasions. On peut citer entre autres les syrphes mangeurs de pucerons, les chauves-souris contre les insectes, ou encore les rapaces qui contribuent à la régulation des populations de petits rongeurs. La haie peut ainsi se révéler une aide précieuse pour l'agriculteur.

Afin de favoriser la biodiversité dans une haie, il faut appliquer quelques principes. Les haies multistrates sont celles qui abritent le plus d'espèces, les oiseaux notamment y sont très nombreux puisqu'elles leur offrent un endroit pour nicher. Il est d'ailleurs conseillé de favoriser les haies de feuillus. Planter des essences locales est un facteur important afin de ne pas rompre la chaîne écologique sur le territoire. La présence de zones humides favorise l'installation de batraciens et de fleurs. Enfin, les arbres têtards, vieux ou morts, sont des supports de vie pour de nombreuses espèces, il est donc conseillé de les conserver (Liagre, 2006).

La seule présence d'une haie n'est pas suffisante, pour garantir la qualité d'un réseau bocager, celui-ci doit bénéficier d'une bonne connectivité. Celle-ci a un rôle important pour les déplacements et les dynamiques des populations. Les batraciens et les reptiles par exemple dépendent beaucoup de la continuité du linéaire à différents stades de leur vie.

La haie bocagère possède d'autres fonctions utiles en contexte agricole. Elles protègent notamment le bétail de la chaleur en été, et du vent et du froid en hiver. La haie peut être une ressource fourragère en cas de besoin, lors des sécheresses par exemple. Et la récolte de fruits est également appréciée (pommes, poires, merises, mûres...).

Grâce à toutes ses fonctions, la haie *interagit avec certaines problématiques associées au changement climatique actuel* (Le Guillou, 2020). Elle permet non seulement de réguler l'érosion des sols et maintenir la biodiversité, mais assure également la séquestration du carbone. La protection du bocage est donc d'autant plus importante à l'heure actuelle.

Pour terminer, la haie n'est pas seulement un objet remplissant des fonctions. Elle a aussi sa place dans le paysage et contribue à offrir un cadre de vie agréable dans les campagnes. Soltner (1975) souligne la beauté de ce type de paysage : *L'arbre, la haie, le talus [...] peuvent présenter AUCSI une valeur immatérielle en créant un cadre de vie agréable, pour les résidents d'abord, puis pour ceux qui viendront s'y détendre et s'y recréer.*

Les fonctions de la haie bocagère

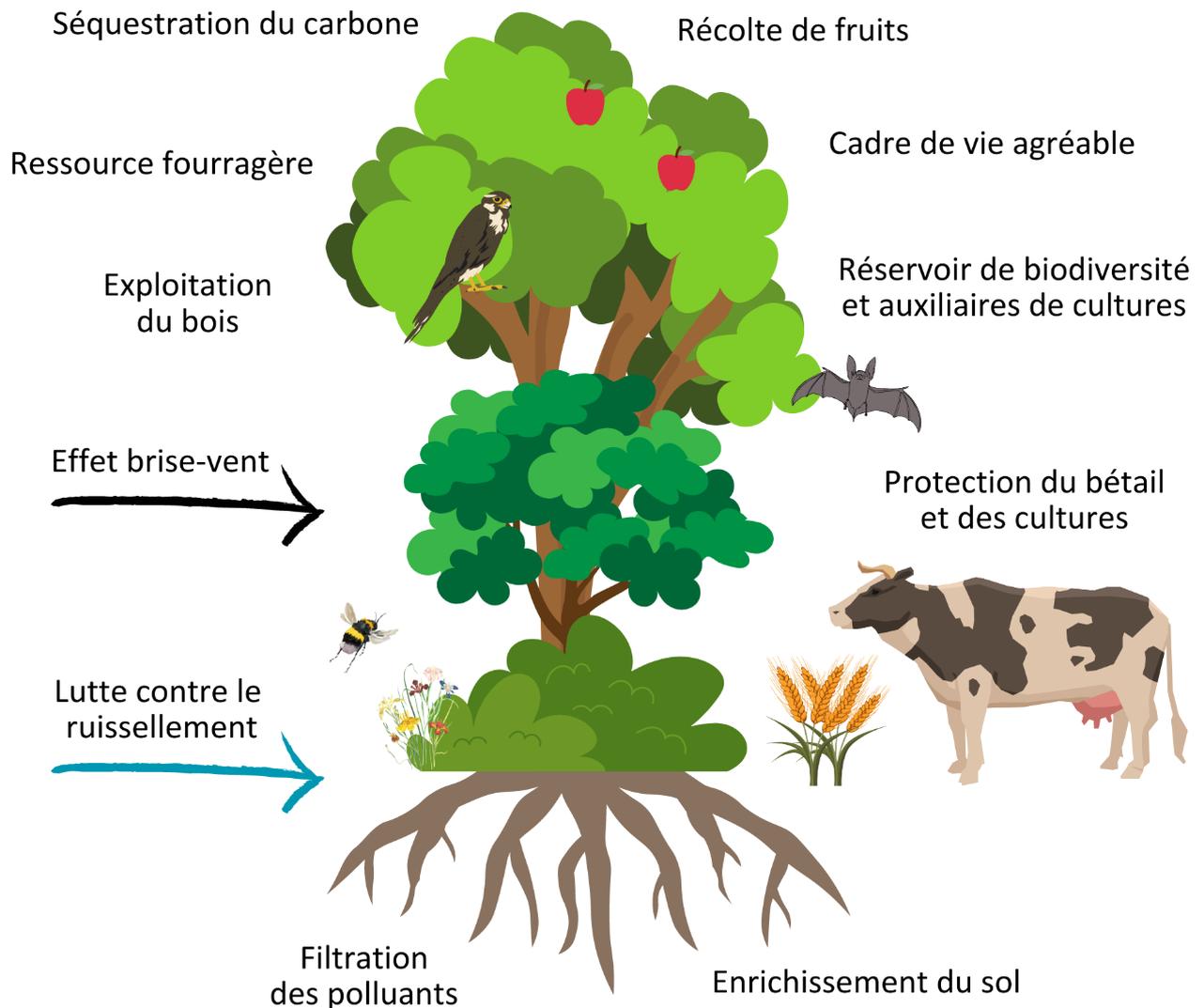


Figure 8 : Les multiples fonctions de la haie bocagère (Tanfin, 2023)

1.2. Les grandes périodes de l'évolution du bocage en France

Le bocage a subi de nombreuses évolutions au cours de son histoire. On peut facilement en identifier 3 phases majeures. Au XIX^e siècle, le bocage est en extension et les haies sont entretenues afin de garder le bétail et produire du bois. Au milieu du XX^e siècle, la tendance s'inverse et les haies sont perçues comme gênantes avec le développement accru de la mécanisation. Enfin, depuis la fin du XX^e siècle, une nouvelle vision du bocage émerge au travers des services écosystémiques qu'il nous apporte (Antoine, 2022).

A. Les XVIII^e et XIX^e siècles : l'essor et l'apogée du bocage

Le XVIII^e siècle est marqué par l'essor considérable du bocage grâce au développement de l'élevage ainsi que la distribution des terres à la Révolution française. L'apogée du bocage en France a lieu au XIX^e siècle jusqu'au début du XX^e. Au début, les haies étaient composées d'une grande variété d'espèces locales mais celle-ci vient à baisser progressivement avec le développement du bois de chauffage (Liagre, 2006).

Jean-Max Palierne évoque en 1976 deux types de bocages : le bocage organique et le bocage mimétique. Celui organique est historiquement le premier à faire son apparition, c'est le bocage originel qui *constitue comme un organe du paysage* à l'instar des autres éléments de la biosphère. Le bocage mimétique apparaît quant à lui lors de l'extension du bocage au XIX^e siècle et est une imitation du bocage organique. Son origine est plus récente voire contemporaine puisqu'il désigne aussi les nouveaux réseaux de haies plantés après les remembrements (Tiano et Loizzo, 2017). Ces bocages mimétiques se divisent en deux catégories : ceux d'intercalation (dits primaires) lorsqu'ils sont implantés sur d'anciennes friches ; et ceux de substitution (dits secondaires) quand ils remplacent d'anciennes parcelles non closes (Palierne, 1976).

B. Le XX^e siècle : les remembrements

Auparavant bien perçues, les haies perdent de leur intérêt au milieu du XX^e siècle. Une première loi pour la réorganisation foncière est promulguée le 9 mars 1941. Le ministère de l'Agriculture dit souhaiter *procéder au remembrement des parcelles dispersées pour constituer des exploitations cohérentes et équilibrées*. Le 5 août 1960, la loi d'orientation agricole marque le réel début des remembrements. Ceux-ci sont initiés avec l'intensification agricole et la mécanisation qui augmente considérablement. L'apparition des clôtures en fil barbelé, le pétrole qui se substitue au bois de chauffage, la main d'œuvre trop peu nombreuse pour assurer l'entretien des haies, sont autant de facteurs entraînant le déclin du bocage. De plus, l'évolution de la PAC³ en 1972 rend les surfaces agricoles arborées non éligibles aux aides, si bien que cela accentue d'autant plus le mouvement d'arrachage massif des haies (Liagre,

³ Politique Agricole Commune

2006). L'élargissement des routes entraîne aussi l'arrachage de haies afin de dégager la visibilité des carrefours (Brunet et Girardin, 2001).

La haie devient considérée comme *nuisible* et son arrachage s'accompagne d'un comblement des mares. Cela entraîne d'importantes conséquences sur la biodiversité : les espèces spécifiques régressent au profit des espèces généralistes (Boissinot, 2014). La diminution de la cohérence des haies cause de nombreuses perturbations dans les cycles biologiques des espèces *hôtes* du bocage. Celles-ci sont victimes de la diminution de la diversité des milieux et manquent d'habitats pour nicher, se nourrir, se reproduire... (Brunet et Girardin, 2001).

On estime qu'en Basse – Normandie, c'est environ 46 % du linéaire de haies qui a disparu entre 1950 et 2000 (Boissinot et Baudry, 2022). Ces arrachages massifs ne semblent pas avoir été la volonté des collectivités mais bien des paysans pour qui cela constituait une *revanche sur un bocage devenu inutile* et bien trop coûteux à entretenir (Philippe et Palombo, 2009).

C. Fin du XX^e siècle : émergence de la dimension écologique du bocage

Durant ce massacre du bocage, l'arrachage massif des haies fait apparaître des problèmes. Dominique Soltner sonne l'alerte en 1973 avec un premier ouvrage s'intitulant L'arbre et la haie pour la production agricole, pour l'équilibre écologique, et le cadre de vie rurale. Il rassemble les connaissances sur les haies dans le but de sensibiliser les élus et les agriculteurs à sa bonne gestion. Ce manuel a trois objectifs principaux : *faire redécouvrir les rôles multiples des arbres et des haies, aider à choisir les arbres et haies à garder, et proposer des moyens pour les rendre plus efficaces* enfin *montrer la nécessité de plantations nouvelles, et proposer les moyens de les réaliser*. C'est donc un ouvrage qui se veut complet en ayant une approche aussi bien théorique que pratique dans la gestion des haies.

Avec l'essor de l'écologie du paysage dans les années 80, la haie et le bocage sont de nouveau mieux perçus et désormais considérés en tant que réseaux écologiques (Boissinot et Baudry, 2022). Les premiers programmes de plantation font leur apparition à cette même époque mais d'abord avec beaucoup d'espèces exotiques (Liagre, 2006). Avec le retour sur le marché du bois énergie, redevenu plus rentable que les énergies fossiles, la haie retrouve un intérêt économique. Son exploitation est d'ailleurs plus accessible aujourd'hui grâce à la mécanisation. Cependant cette utilisation peut entraîner une uniformisation des haies avec un appauvrissement de la diversité des essences. Il ne faut donc pas négliger le volet environnemental et la biodiversité de la haie.

Grâce aux mesures prises pour préserver les milieux bocagers, le rythme de leur régression a considérablement ralenti. L'arrachage des haies est cependant toujours pratiqué par certains agriculteurs (Figure 9).



Figure 9 : Arrachage de haies à Souancé-au-Perche (Chéhu, 2016)

1.3. Présentation de la zone d'étude de Cingal – Suisse Normande

Localisation de la Communauté de Communes Cingal-Suisse Normande

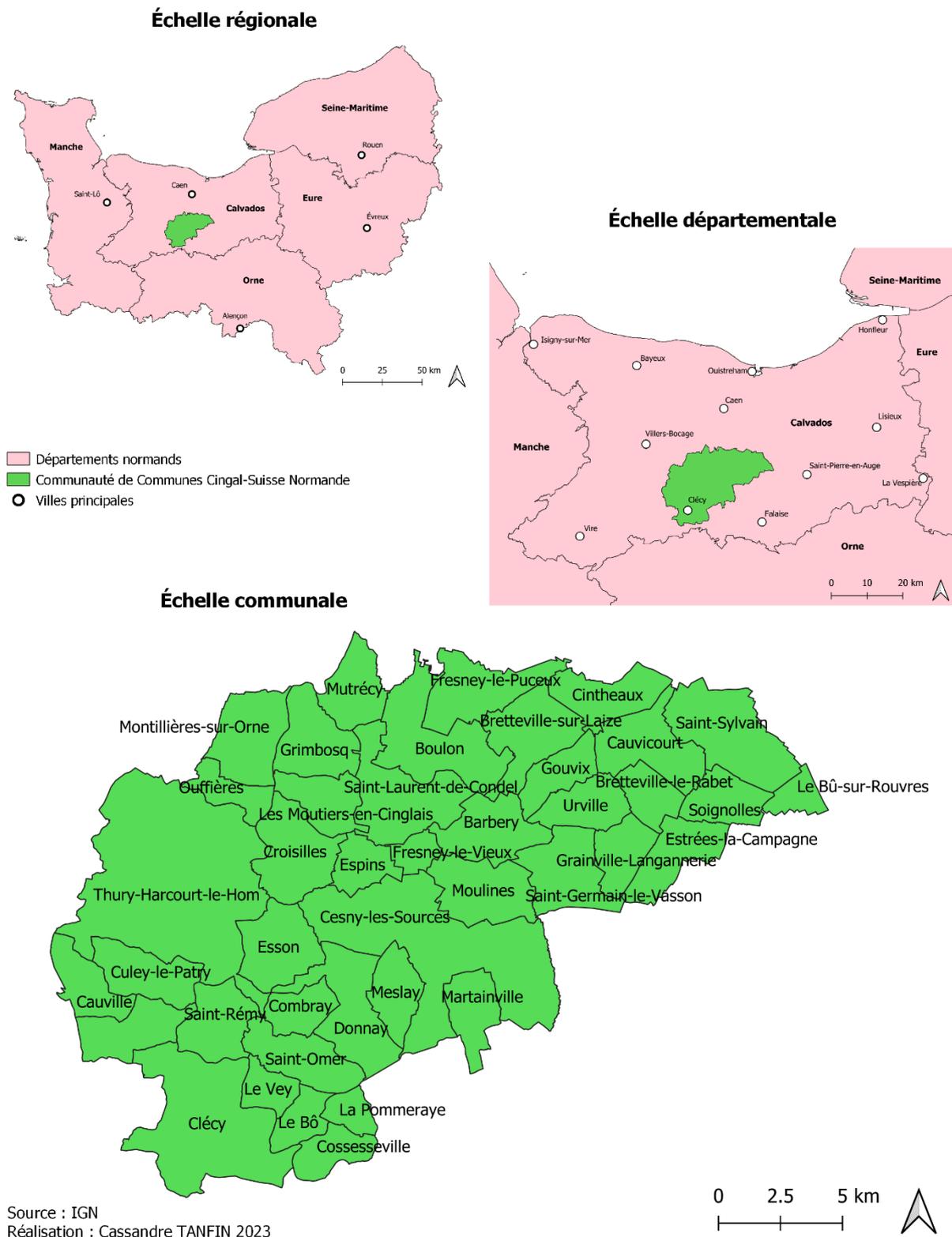


Figure 10 : Localisation de la Communauté de Communes Cingal – Suisse Normande

Cette étude porte sur le territoire de la communauté de communes Cingal – Suisse Normande. Celle-ci se situe en Normandie, dans le sud du département du Calvados (Figure 10). Créée en 2017 par regroupement des deux précédentes communautés de communes, elle est aujourd’hui composée de 42 communes et son siège se situe à Thury-Harcourt-le-Hom.

A. Un territoire aux multiples paysages

Ce territoire présente un intérêt particulier pour notre sujet puisqu’il est caractérisé par un fort gradient paysager (Figure 11). Au sud-ouest de la communauté de communes, le synclinal bocain et la Suisse Normande forment des paysages particulièrement montueux et escarpés. En remontant vers le nord-est, les paysages boisés du Val d’Orne et du Cinglais apparaissent, accompagnés d’une partie du pré-bocage à leur extrémité ouest. Enfin, à l’est du territoire, le paysage s’ouvre sur la campagne de Caen méridionale.

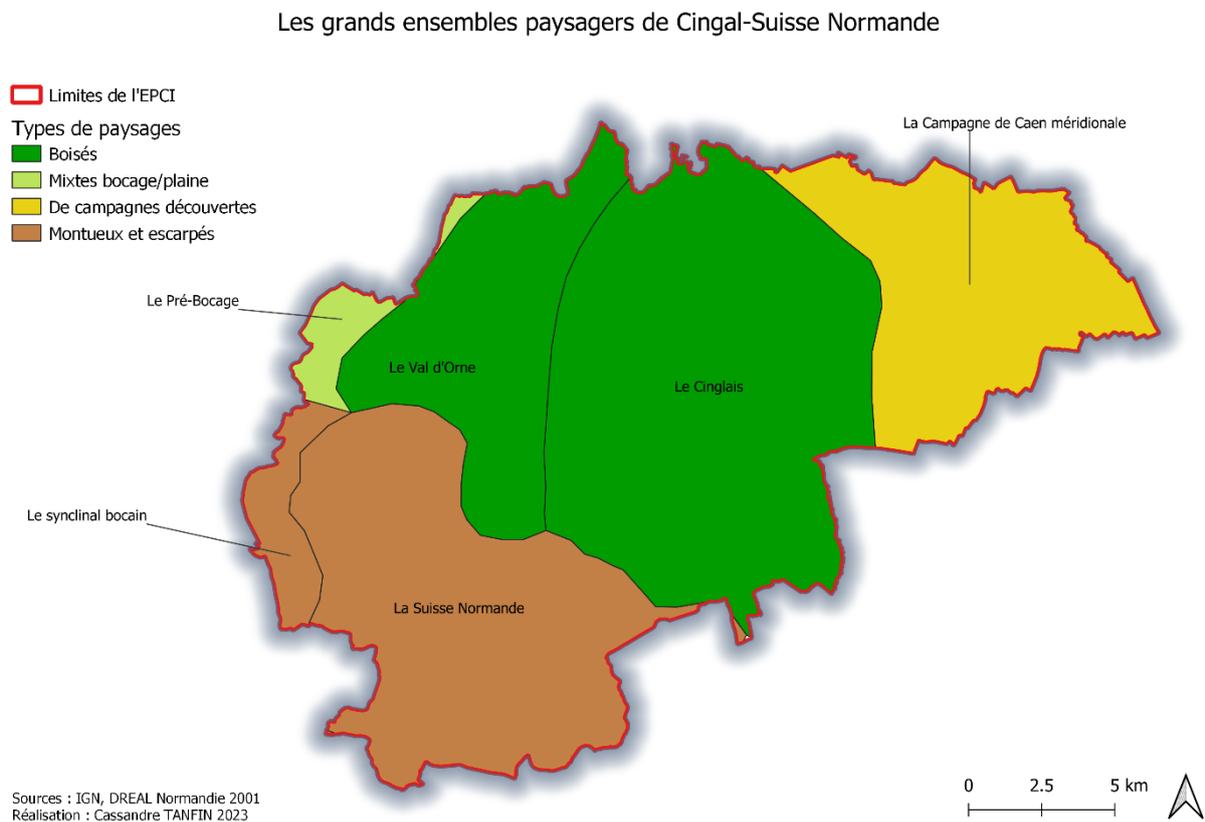


Figure 11 : Les grands ensembles paysagers de Cingal – Suisse Normande

Cingal – Suisse Normande repose sur deux ensembles géologiques bien distincts qui justifient la présence de ce gradient paysager très marqué (Figure 12). A l'ouest s'étend le Massif armoricain composé de roches anciennes comme le grès et le schiste. Celles-ci sont particulièrement imperméables et le ruissellement ainsi créé favorise l'apparition de milieux bocagers. Ce contexte géologique est surtout présent en Suisse Normande, au niveau du synclinal bocain, du pré-bocage ainsi que dans le Val d'Orne. L'est de la communauté de communes repose quant à lui sur le Bassin parisien constitué de roches calcaires beaucoup plus perméables. Elles sont ainsi propices à l'infiltration et contribuent au développement de paysages ouverts de plaines. Le Cinglais et la campagne de Caen méridionale se situent dans ce contexte géologique plus récent.

Les contextes géologiques de Cingal-Suisse Normande

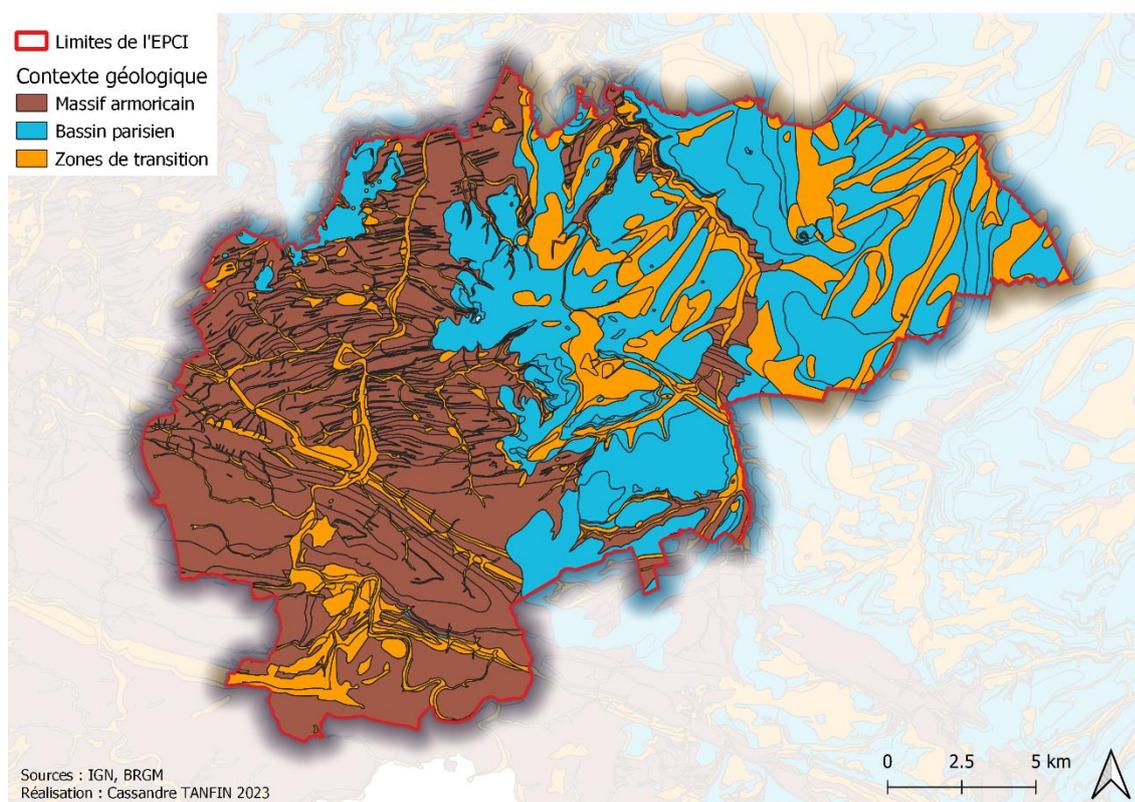


Figure 12 : Les contextes géologiques de Cingal-Suisse Normande

Le gradient paysager de Cingal – Suisse Normande est également perceptible à l'échelle de l'occupation du sol (Figure 13). Les terres arables sont très représentées à l'est tandis que les prairies occupent de plus en plus le paysage à mesure qu'on se déplace vers l'ouest. On distingue par ailleurs d'importantes entités forestières réparties sur le territoire. Les zones urbanisées sont relativement disséminées et peu présentes, témoignant d'un territoire majoritairement rural.

Occupation du sol de Cingal-Suisse Normande en 2012

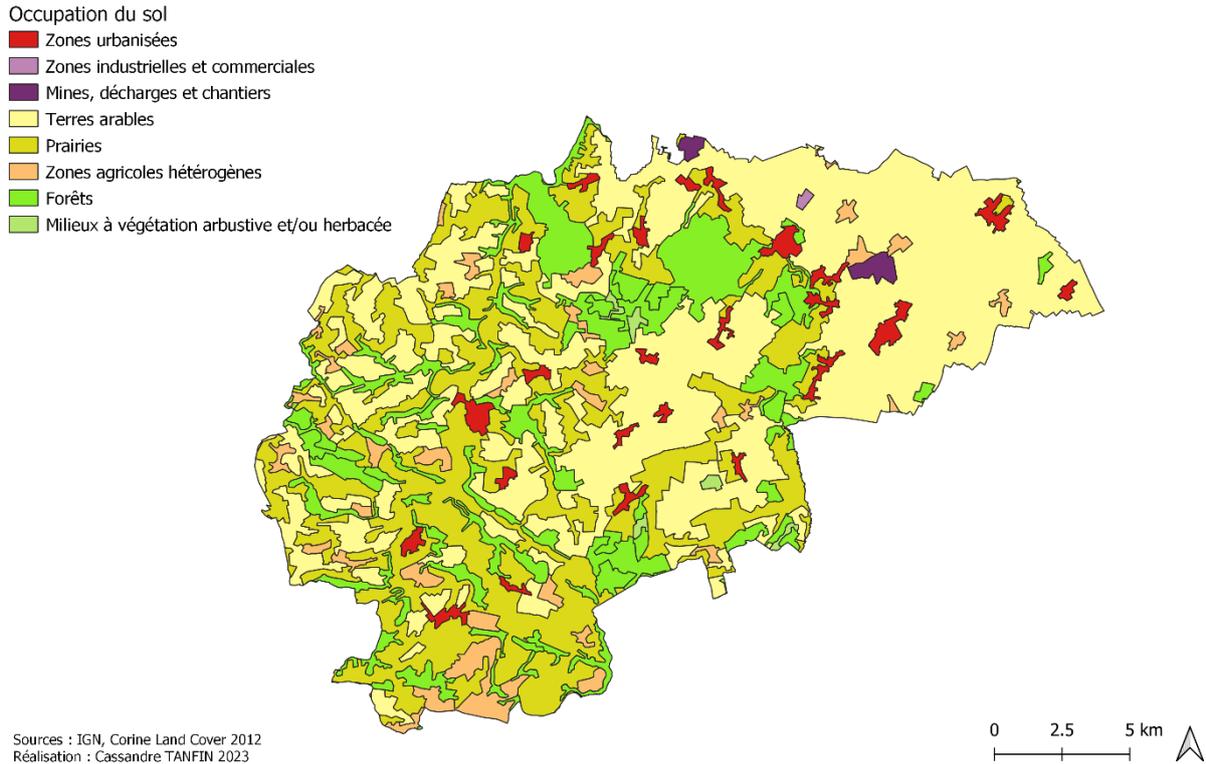


Figure 13 : Occupation du sol de Cingal-Suisse Normande en 2012

B. Le projet Life intégré artisan

La communauté de communes Cingal – Suisse Normande fait partie des 10 sites pilotes sélectionnés dans le cadre du projet *Life intégré Artisan*. Ce projet piloté par l’OFB⁴ a pour objectif d’*accroître la résilience des territoires au changement climatique par l’incitation aux solutions d’adaptations fondées sur la Nature (SAFN)*. Il est prévu pour une durée de 8 ans et un budget total de 16,7 millions d’euros co-financé par l’Union Européenne et le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Les SAFN s’appuient sur la capacité d’adaptation de la Nature au changement climatique et répondent donc aussi bien aux futurs enjeux climatiques que ceux de la biodiversité. Pour le territoire de Cingal – Suisse Normande, le projet porte sur le développement d’un maillage bocager résilient et pérenne face au changement climatique. L’objectif est donc de restaurer les fonctions écologiques de la haie tout en prêtant une attention particulière aux essences sélectionnées et aux modes de gestion adoptés. (OFB, 2020)

Bien que ce territoire ne soit pas le plus connu en Normandie pour ses paysages bocagers, il est tout de même sélectionné pour porter un projet de territoire sur ce thème. Il est donc d’autant plus intéressant de mener une étude sur le sujet.

⁴ Office Français de la Biodiversité

2. Caractérisation du bocage de Cingal – Suisse Normande par SIG

2.1. Méthodologie et présentation des indicateurs caractéristiques du bocage

L'objectif de cette première partie est de réaliser un état des lieux des haies et paysages agricoles au sein de la communauté de communes Cingal – Suisse Normande. Plus précisément, on cherche à connaître la place qu'occupent les paysages bocagers sur ce territoire d'étude. Pour ce faire, plusieurs indicateurs considérés comme caractéristiques du bocage sont choisis et calculés dans un maillage couvrant l'entièreté de la communauté de communes. Ces indicateurs vont servir à établir une typologie des paysages agricoles de Cingal – Suisse Normande sur la période récente.

Le choix de la taille du maillage ne peut se faire qu'après plusieurs essais afin de déterminer celui optimal pour l'étude. Une grille comportant des mailles d'1 km² semble la taille la plus adaptée (Figure 14). En effet, ce découpage permet d'avoir une population statistique assez nombreuse (461 mailles) afin que la typologie finale puisse être représentative. De plus, on obtient un nombre suffisant de haies et parcelles dans chaque maille pour réaliser les calculs d'indicateurs. Le maillage s'étend légèrement au-delà des limites de la communauté de communes afin de ne pas perdre d'information sur ses marges. On suppose ainsi qu'il n'y a pas de rupture dans le paysage à la frontière du territoire d'étude.

Maillage d'1 km² de la Communauté de Communes Cingal - Suisse Normande

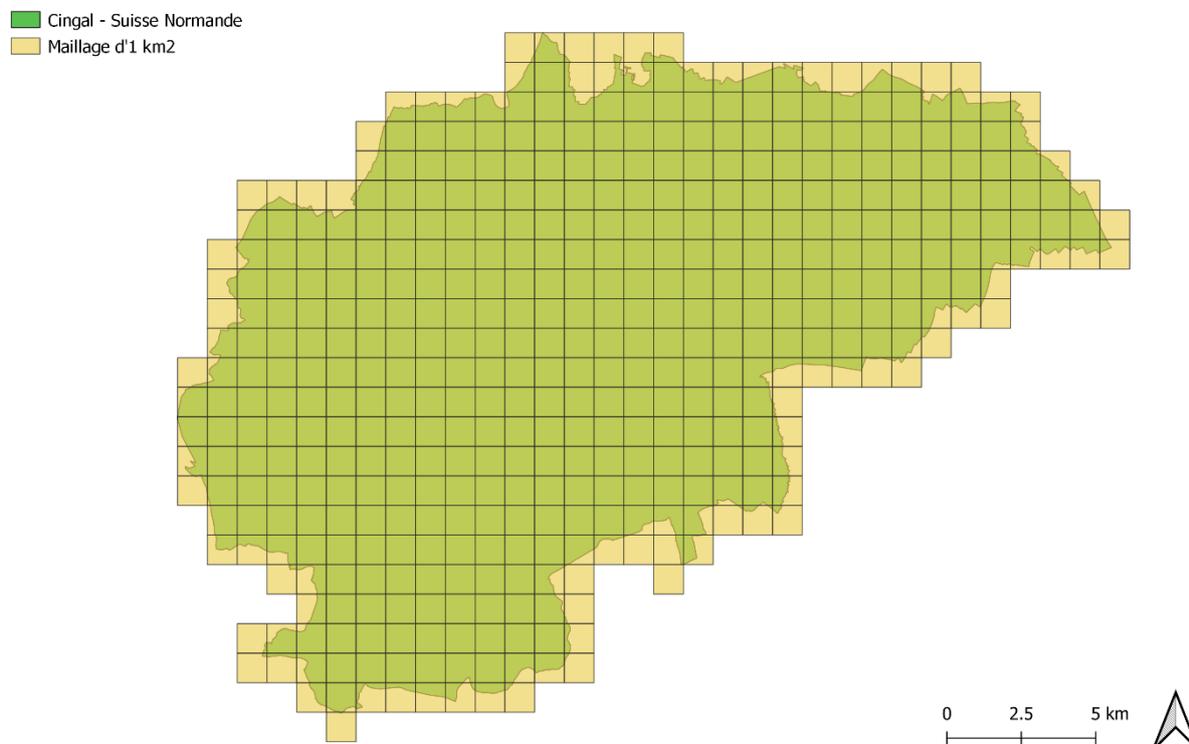


Figure 14 : Maillage d'1 km² de la Communauté de Communes Cingal - Suisse Normande

Afin d'observer l'évolution du bocage de Cingal – Suisse Normande durant ces deux dernières décennies, les indicateurs bocagers sont calculés pour trois dates : 2008, 2015 et 2022. L'année 2008 correspond à la première BD TOPO de l'IGN disponible, c'est donc la plus ancienne année pour laquelle il est possible de calculer les indicateurs. L'année 2022 est choisie puisqu'elle contient les données les plus récentes. Et l'année 2015 permet d'avoir une date intermédiaire se plaçant au milieu de la période 2008 - 2022. Cette analyse diachronique a pour but d'observer l'évolution récente des paysages agricoles de Cingal – Suisse Normande.

Pour caractériser ces paysages agricoles, huit indicateurs sont retenus. Leur sélection s'est appuyée sur les définitions du bocage présentées précédemment afin de choisir des indicateurs représentatifs de ce milieu. Chacun d'eux est calculé pour chaque maille de la grille couvrant la communauté de communes. Le but de ce travail est d'observer si des ensembles paysagers ayant des caractéristiques associées au bocage se dégagent au sein du territoire d'étude, et caractériser leurs évolutions dans le temps.

Tous les indicateurs suivants sont calculés sur QGIS à partir de données brutes fournies par l'IGN.

A. La densité du réseau de haies

Le bocage est avant tout défini comme *un paysage d'enclos végétaux* (Watteaux, 2005). Les alignements ligneux marquent ce type de paysage : la densité du linéaire de haies apparaît donc comme un premier indicateur évident. Cependant la présence d'un bocage ne peut se résumer à cette seule variable, c'est pourquoi elle va être couplée à d'autres indicateurs.

Le calcul de cet indicateur s'appuie sur la BD Haie de l'IGN (Figure 15), cependant cette base de données n'existe que depuis 2021. Pour les années antérieures, les données brutes sont issues des entités classées comme *Haie* dans la BD Végétation. Celles-ci étant polygonales, leur périmètre est divisé par deux afin d'obtenir la longueur approximative de la haie. La densité du réseau de haies d'une maille est calculée en divisant la somme des longueurs des haies de cette maille par sa surface, c'est-à-dire 100 hectares (Jaziri, 2017).

Cet indicateur n'est calculé que pour les années 2015 et 2022. En effet, la BD Végétation de 2008 ne différencie pas les différents types de zones arborées. Identifier manuellement toutes les haies sur le territoire étudié serait un travail bien trop long et fastidieux pour être mené dans le cadre de cette étude.

Calcul de la densité du réseau de haies

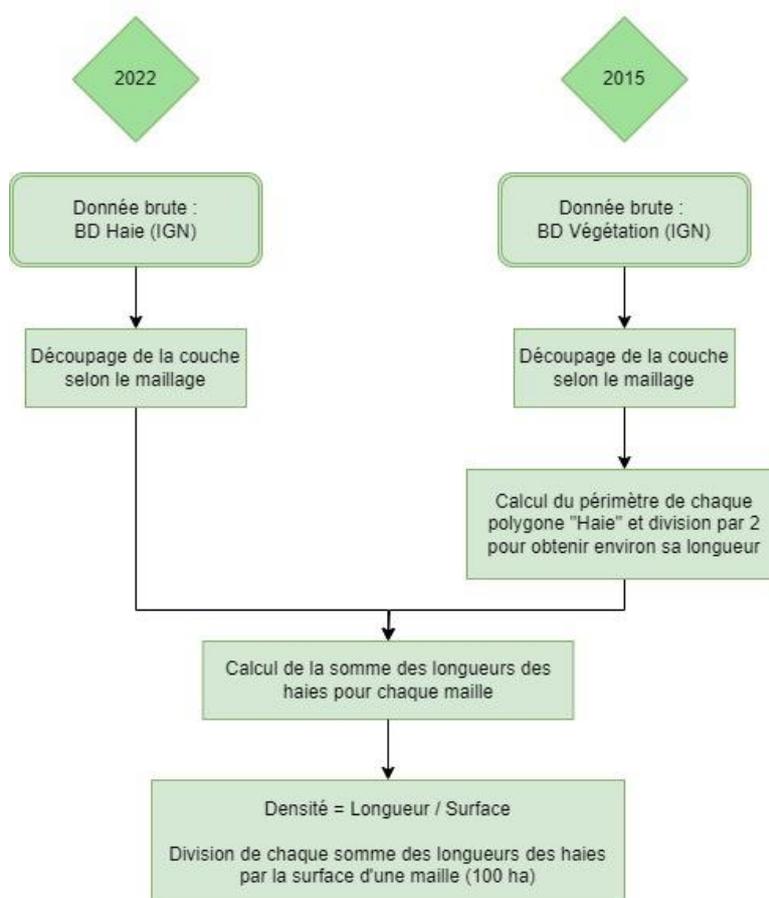


Figure 15 : Méthode de calcul de la densité du réseau de haies

B. La connectivité du réseau de haies

Cet indicateur va de pair avec le précédent et semble même être plus significatif encore. En effet, *une haie isolée a un faible impact écologique* (Liagre, 2006) et pour assurer son rôle de corridor biologique il faut qu'elle soit en connexion avec d'autres objets naturels. Cela peut être d'autres haies mais également des bosquets, forêts, rivières... Cette connectivité garantit le déplacement des espèces et accroît ainsi la qualité du réseau bocager.

La connectivité des haies est également importante afin de lutter plus efficacement contre le ruissellement et l'érosion des sols. En effet, un bon réseau de haies connectées limite les trouées par lesquelles les écoulements pourraient s'échapper (Delahaye et Reulier, 2022).

Le calcul de la connectivité du réseau de haies nécessite beaucoup d'étapes intermédiaires depuis la donnée brute jusqu'au résultat final (Figure 16). Il repose sur la pondération des différents types d'intersections du réseau de haies. En effet, le croisement de quatre haies présente un intérêt plus important que la simple jonction de deux haies (Figure 17). Le taux de connectivité des haies dans une maille correspond à la somme des différents types d'intersection pondérés, qu'on divise par le nombre d'extrémités libres de la maille. Le résultat obtenu est multiplié par 100 afin d'obtenir un pourcentage (Vadaine, 2002).

Le taux de connectivité n'est calculable que pour l'année 2022. En effet, cet indicateur s'appuie sur la BD Haie et nécessite impérativement des données brutes linéaires. La BD Haie n'existant que depuis 2021, l'indicateur ne peut pas être calculé pour les années antérieures à celle-ci (2008 et 2015).

Calcul de la connectivité du réseau de haies

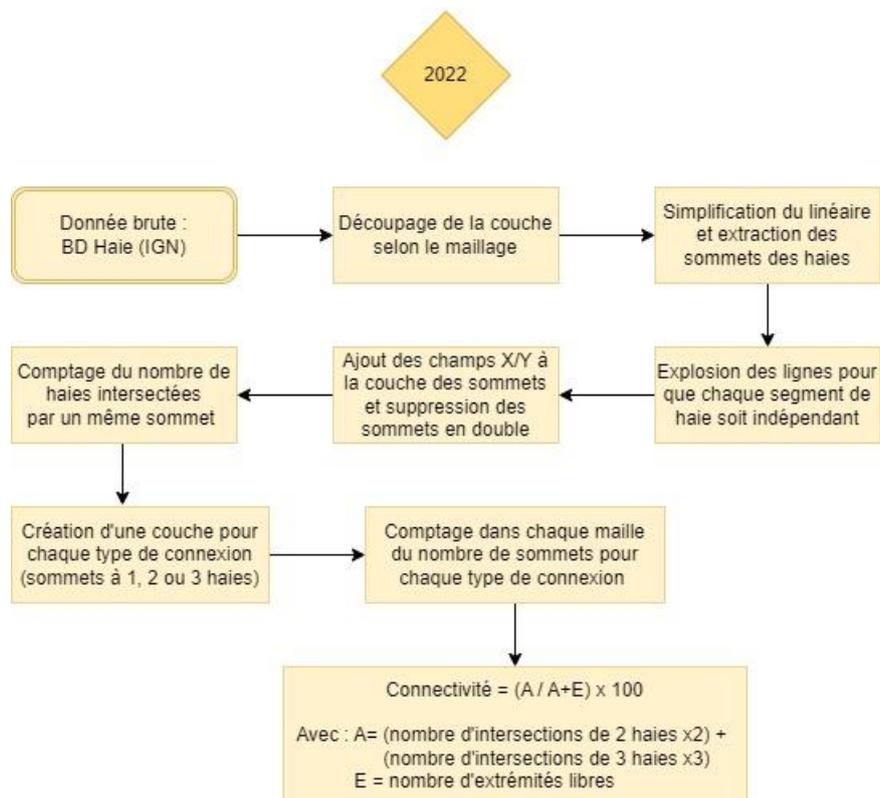


Figure 16 : Méthode de calcul de la connectivité du réseau de haies

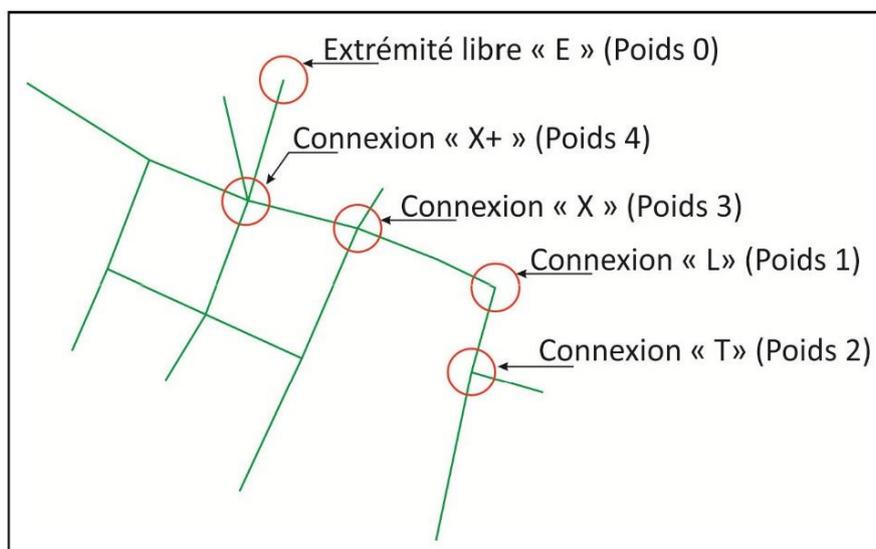


Figure 17 : Types d'extrémités des segments de haie et poids correspondants (Jaziri 2017)

C. La dispersion de l'habitat

Comme expliqué précédemment, le bocage ne se caractérise pas uniquement par des haies mais par tout un cortège d'éléments qui lui sont caractéristiques. Ce type de paysage est marqué par un *habitat dispersé en de nombreux lieux-dits, petits villages ou hameaux* (Boissinot et Baudry, 2022). En effet, le bocage est un milieu très rural et qui semble peu propice à l'implantation de vastes zones urbanisées. On y retrouve donc majoritairement des petits villages et des habitations plus ou moins isolées.

La dispersion de l'habitat s'appuie sur une formule similaire au calcul de la densité du réseau de haies (Figure 18). En effet, on calcule ici la densité du bâti dans chaque maille. Après avoir représenté chaque bâtiment par un centroïde (pour passer d'entités polygonales à ponctuelles), on obtient la densité du bâti en divisant le nombre de bâtiments de la maille par sa surface, toujours de 100 hectares.

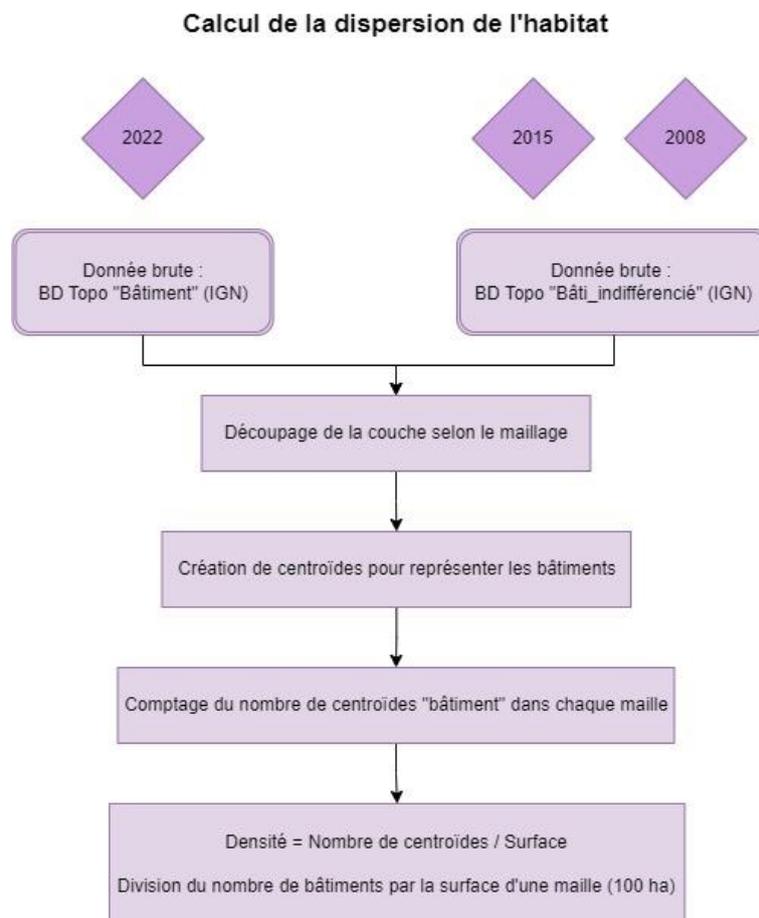


Figure 18 : Méthode de calcul de la dispersion de l'habitat

D. La densité du réseau de chemins

Les paysages bocagers sont aussi sillonnés par *un dense réseau de petits chemins, parfois creux* (Boissinot et Baudry, 2022). Ces chemins permettent aux engins agricoles d'accéder à l'important maillage des parcelles. De plus, ils ont un rôle à jouer dans la maîtrise du ruissellement, notamment lorsqu'ils sont accompagnés de fossés.

Cet indicateur se calcule de la même manière que les précédents puisqu'il s'agit d'une densité également (Figure 19). Le résultat est obtenu en divisant la somme des longueurs des chemins de la maille par sa superficie de 100 hectares. Avant d'effectuer le calcul, il convient cependant de faire un tri parmi les routes répertoriées dans la couche de l'IGN. En effet, certaines ne correspondent pas du tout à un paysage de bocage et doivent être exclues du résultat final, comme les autoroutes ou les pistes cyclables. Les routes classées comme urbaines sont également supprimées puisqu'elles fausseraient les résultats, le réseau routier étant plus dense en ville. Cette dernière information n'est pas disponible pour les données de 2008 et 2015, la classification des routes de l'année 2022 sert donc de base pour la suppression des routes urbaines. On émet l'hypothèse que les changements dans le temps sont assez minimes pour conserver les mêmes tronçons de route. Cette solution est approximative mais c'est celle qui se rapproche le plus de la réalité.

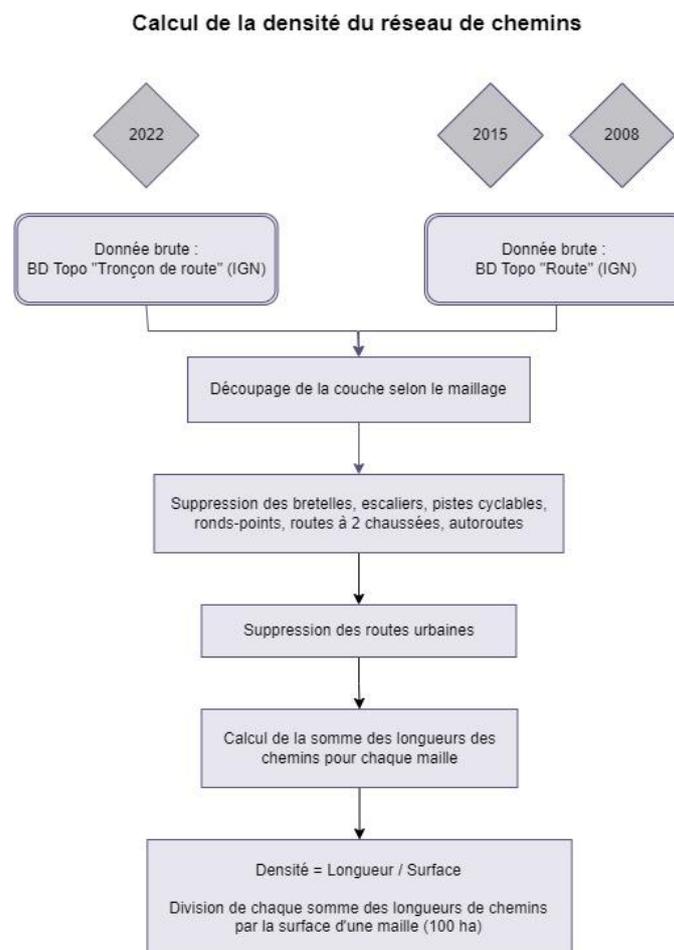


Figure 19 : Méthode de calcul de la densité du réseau de chemins

E. La pente

L'inclinaison de la pente est indirectement liée au bocage. Sur notre zone d'étude, les reliefs prononcés sont symptomatiques du Massif armoricain. Ce substrat géologique imperméable entraîne la création de denses réseaux de cours d'eau qui favorisent la présence de paysages bocagers. De plus, les haies jouent un rôle accru lorsque la pente est importante puisqu'elles ralentissent le ruissellement créé par le dénivelé. Ainsi, le bocage a tendance à être préservé dans les territoires vallonnés tandis que les plaines sont plus propices à l'installation de grandes cultures et d'openfields.

Les données pour caractériser la pente sont issues de la BD Alti de l'IGN. Par le biais de la fonction « Pente » sur QGIS, il est possible de calculer la pente moyenne dans chaque maille (Figure 20).

En raison des données disponibles, la pente moyenne ne peut être calculée que pour l'année 2020. On suppose cependant qu'à l'échelle de deux décennies, l'inclinaison moyenne des pentes n'a pas variée.

Calcul de la pente moyenne

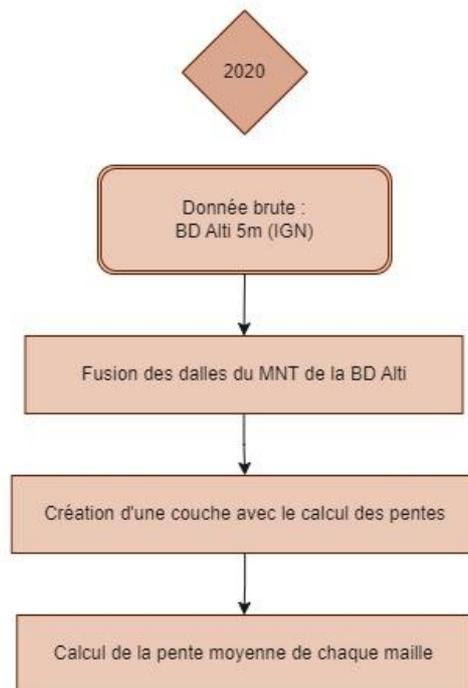


Figure 20 : Méthode de calcul de la pente moyenne

F. La taille moyenne des parcelles agricoles

Le bocage est un paysage agricole, c'est pourquoi il semble intéressant et même nécessaire d'inclure des indicateurs à ce sujet. La parcelle agricole est choisie comme échelle de base pour le traitement de ces indicateurs. Une parcelle est une *portion de territoire occupée par la même production végétale et soumise aux mêmes successions d'interventions techniques de l'éleveur ou de l'agriculteur* (Deffontaines, 1991). Le bocage est *caractérisé par la division des terres en petites parcelles* (Académie française, 2019) et on a vu précédemment que les périodes de remembrements étaient accompagnées d'une augmentation de la taille des parcelles et d'une dégradation du bocage. Ainsi, la taille moyenne des parcelles agricoles peut donner une idée de la qualité du bocage qui l'accompagne.

Le calcul de cet indicateur utilise les données du Registre Parcellaire Graphique (RPG). La version la plus récente datant de 2021, c'est celle-ci qui est utilisée pour le calcul de l'indicateur sur l'année 2022.

Le RPG contient deux types de données : les parcelles graphiques et les îlots anonymes. Une parcelle graphique est *la représentation surfacique d'une parcelle déclarée par un agriculteur*. Tandis qu'un îlot anonyme contient des *surfaces déclarées qui suivent la notion d'îlot de culture, qui correspond à un groupe de parcelles contiguës, cultivées par un même agriculteur* (IGN, 2021). Ces deux données sont donc très différentes : d'un côté les parcelles sont référencées individuellement, tandis que de l'autre elles sont regroupées en d'exploitations. Pour le calcul d'indicateurs concernant les parcelles, ce sont les parcelles graphiques qui servent de base de données. Cependant, seuls les îlots anonymes sont disponibles pour l'année 2008. Afin de disposer de résultats pour cette année, les calculs sont tout de même effectués à partir de cette donnée. Mais il ne sera pas possible de comparer cette cartographie avec celles de 2015 et 2022.

Afin de ne pas inclure les zones non agricoles dans le calcul, la suppression des mailles dont la Surface Agricole Utile (SAU) est inférieure à 12% doit être effectuée au préalable. On peut par la suite calculer la surface moyenne des parcelles d'une maille grâce à la fonction de résumé statistique de QGIS (Figure 21).

Calcul de la taille moyenne des parcelles agricoles

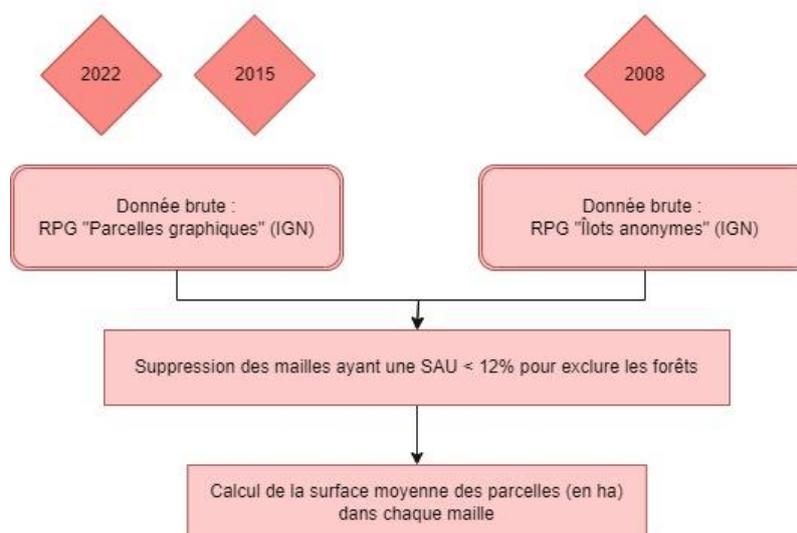


Figure 21 : Méthode de calcul de la taille moyenne des parcelles agricoles

G. La forme des parcelles agricoles

En plus de leur petite taille, les parcelles bocagères ont *une forme relativement irrégulière* (Watteaux, 2005). Calculer un indice mesurant leur forme semble donc pertinent. En effet, on imagine bien que les terres agricoles en contexte bocager ont des géométries plus aléatoires que les grandes parcelles rectilignes caractéristiques des paysages d'openfield.

Le calcul de cet indice de forme est tiré de la thèse de Maxime Marie (2009). Il est calculé en divisant le nombre de vertex⁵ de la parcelle par son périmètre en mètres (Figure 22). L'indice obtenu est globalement compris entre 0,01 et 0,15 : plus il se rapproche de 0 plus la forme de la parcelle est considérée comme simple (Figure 23). Il est ensuite possible de calculer un indice moyen pour caractériser chaque maille.

Il faut cependant être attentif lors du calcul du nombre de vertex par QGIS. En effet, après de multiples vérifications on constate que le nombre obtenu pour chaque parcelle est toujours supérieur de 1 au nombre réel de vertex du polygone. Il est donc nécessaire de soustraire 1 à tous les résultats avant d'effectuer le calcul de l'indice de forme. Cette erreur est certainement due à la fermeture du polygone lors de la digitalisation qui crée un sommet supplémentaire n'existant cependant pas dans la réalité.

Tout comme pour la taille moyenne des parcelles, le RPG 2021 est utilisé pour le calcul de l'indice de forme des parcelles de l'année 2022. Et les îlots anonymes constituent la donnée brute pour l'année 2008.

⁵ Un vertex ou sommet est un « point d'ancrage », séparant deux segments de droite, permettant de dessiner un polygone lors de la numérisation (Marie 2009)

Calcul de l'indice de forme (If) des parcelles agricoles

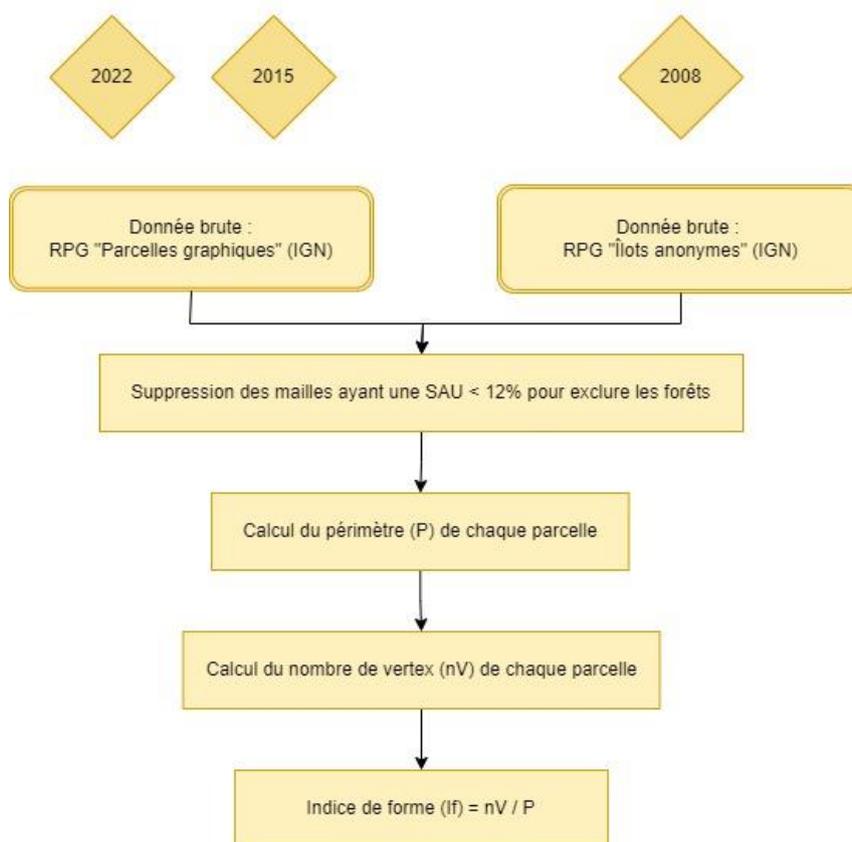


Figure 22 : Méthode de calcul de l'indice de forme (If) des parcelles agricoles



Figure 23 : Exemples de parcelles et de leur indice de forme associé (Marie 2009)

H. L'occupation des terres agricoles

Dans les systèmes agricoles bocagers, *l'agriculture pratiquée est de type polyculture-élevage* (Boissinot et Baudry, 2022). Les paysages de bocages sont donc majoritairement marqués par la présence des prairies associées à ce type d'agriculture. Les réseaux de haies se retrouvent d'ailleurs en régression avec la mutation vers des modes de production plus rentables associés aux cultures intensives. Ainsi, la présence marquée de prairies sur un territoire témoigne d'un paysage encore largement bocager.

L'occupation du sol est étudiée par le biais du calcul du pourcentage de prairies par rapport à la surface agricole totale de chaque maille (Figure 24). Les prairies et les cultures sont différenciées afin de pouvoir comparer leurs emprises spatiales. La catégorie des prairies regroupe les estives et les landes, les prairies permanentes et temporaires ainsi que les vergers. La classe des cultures comprend le reste de la typologie du RPG. La catégorie *Divers* a volontairement été écartée, présentant une majorité de sous-catégories n'entrant ni dans les prairies, ni dans les cultures (des bandes tampon ou des marais salants par exemple).

La part des prairies en pourcentage est obtenue en divisant la superficie totale des prairies de la maille par la superficie totale des parcelles de cette même maille, le tout multiplié par 100. Avant d'effectuer ce dernier calcul, il est important de remplacer les valeurs *NULL* par 0 dans la table attributaire pour ne pas que les mailles concernées soit supprimées lors de la mise en page.

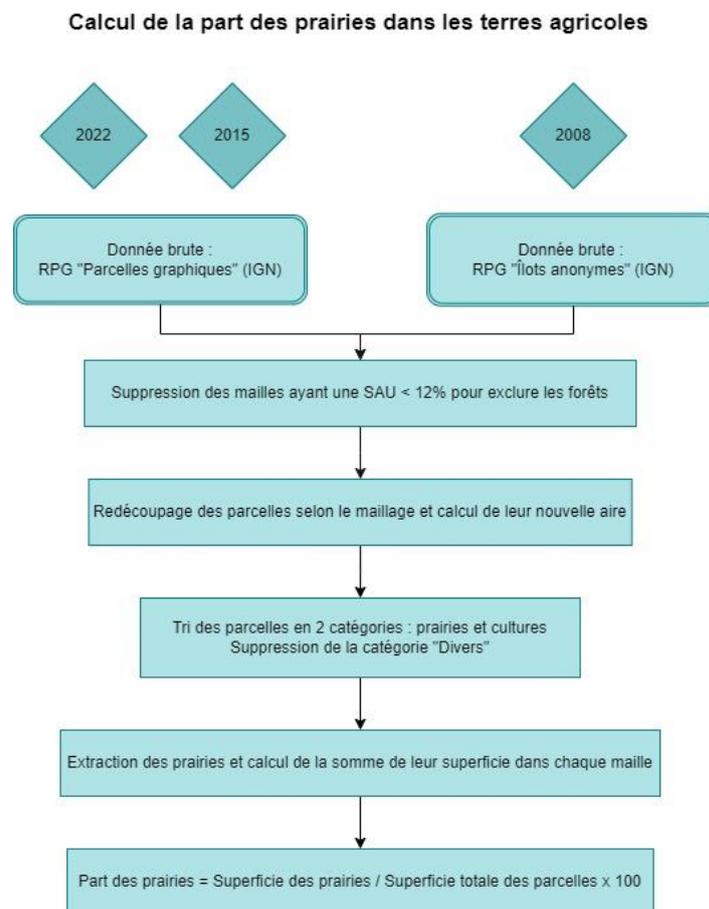


Figure 24 : Méthode de calcul de la part des prairies dans les terres agricoles

Ces huit indicateurs semblent être les plus pertinents pour identifier et caractériser le bocage. La cartographie de chacun d'entre eux va permettre d'étudier la structure paysagère de Cingal – Suisse Normande et d'éventuellement identifier des zones bocagères. La comparaison diachronique des cartes permet de prendre du recul sur l'évolution de ces paysages au cours des dernières décennies.

Afin d'élaborer une typologie des paysages agricoles de Cingal – Suisse Normande, tous les indicateurs sont combinés dans une classification de type K-means. En raison de l'absence de données sur les autres années, cette typologie n'est réalisée que pour l'année 2022. De plus, elle va servir de base à l'étude de terrain, il est donc plus judicieux de choisir les données correspondant à la période la plus récente possible.

La classification K-means est une méthode itérative qui, quel que soit son point de départ, converge vers une solution (XLSTAT, s. d.). En effet, l'algorithme calcule successivement les distances entre les différents objets jusqu'à atteindre la stabilisation. Chaque objet (ici les mailles) se voit attribué au centroïde le plus proche de lui, le nombre de centroïdes étant choisi manuellement avant le début du traitement. A chaque nouvelle itération, les centres des centroïdes sont recalculés : les objets sont donc réaffectés à ces nouvelles classes (Figure 25). L'algorithme s'arrête lorsque les centres des classes ne bougent plus : le point de convergence est atteint.

Une réflexion doit être menée au préalable afin de déterminer le nombre de classes en entrée de l'algorithme. Ce nombre peut être choisi par le biais de tests statistiques ou empiriques en lançant plusieurs fois la classification.

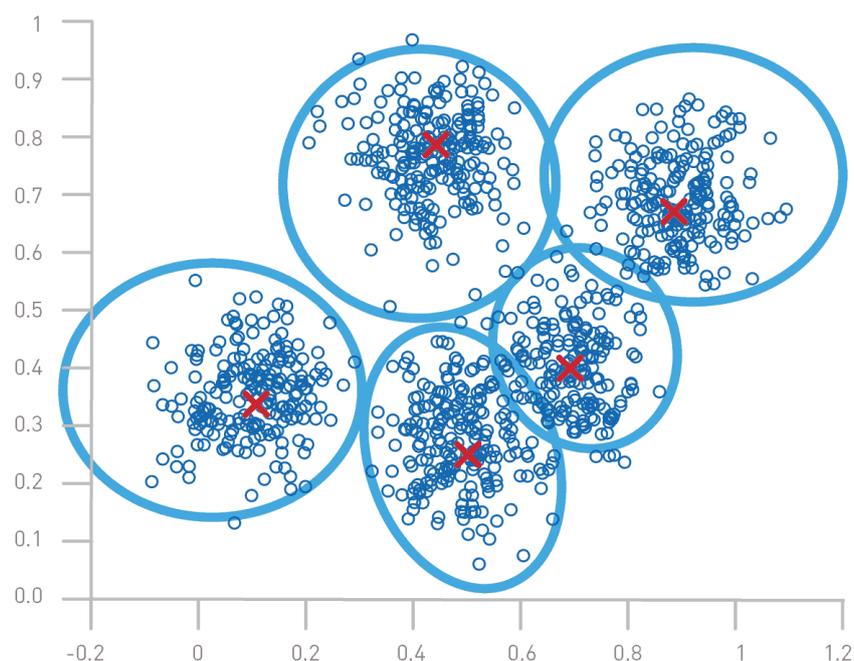


Figure 25 : Exemple de classification K-means à 5 classes (Data Transition Numérique)

2.2. Cartographie et évolution des indicateurs bocagers en 2008, 2015 et 2022

A. Un réseau de haies plus dense au sud-ouest

Densité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2015

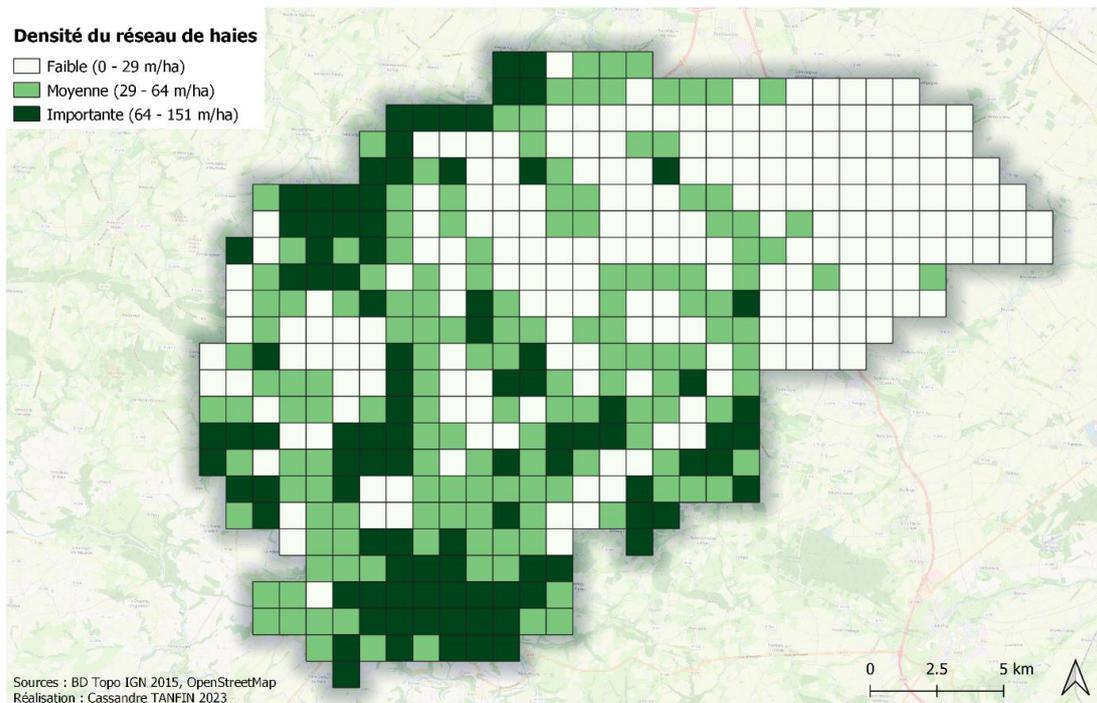


Figure 26 : Cartographie de la densité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2015

Densité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2022

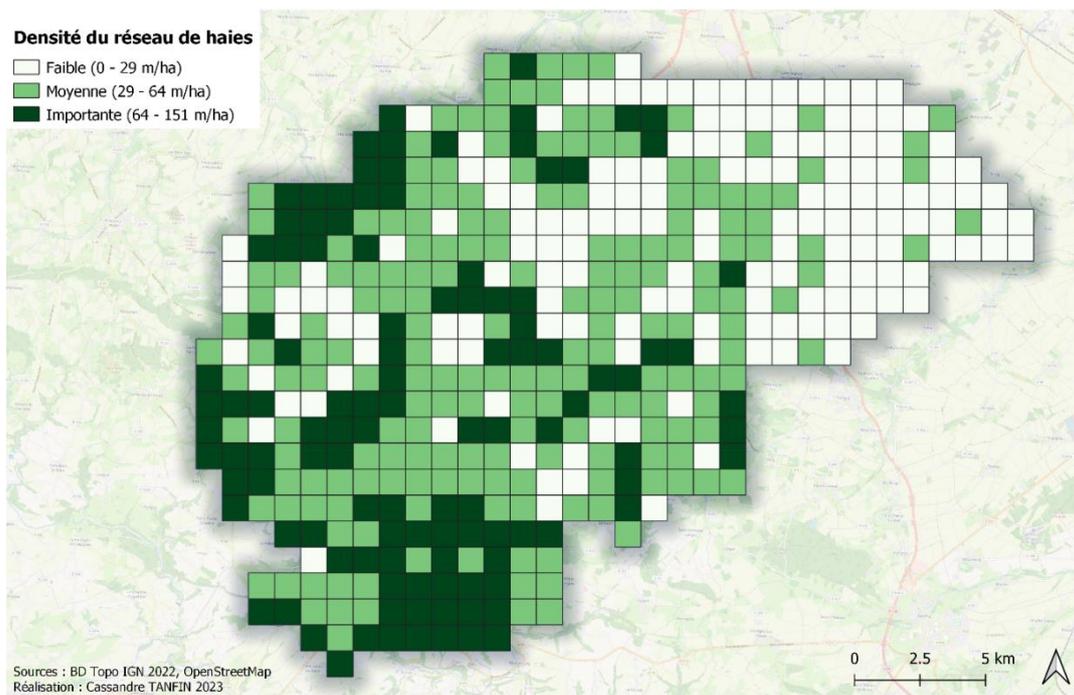


Figure 27 : Cartographie de la densité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2022

Ces deux cartes (Figures 26 et 27), mettent en évidence une densité du réseau de haies plus importante au sud-ouest de la communauté de communes. Plus on remonte vers le nord-est, plus le réseau de haies se disperse jusqu'à devenir presque inexistant. Cette cartographie fait ainsi apparaître un gradient sud-ouest / nord-est au sein du territoire d'étude.

L'évolution du linéaire de haies est cependant inattendue : celui-ci semble être plus dense en 2022 (Figure 27) qu'en 2015 (Figure 26). Cette augmentation pourrait être due à des replantations de haies puisque la communauté de communes bénéficie du projet *Life Intégré Artisan* les favorisant. Mais celui-ci n'existe que depuis 2020 et ses effets ne peuvent pas être perçus à une échelle temporelle si courte.

Cette évolution s'explique en réalité par une différence de bases de données utilisées pour le calcul de cet indicateur. En effet, la BD Haie n'existant pas antérieurement à 2021, c'est la BD Végétation qui a servi pour le calcul de l'indicateur en 2015. Or, les méthodes de calcul sont différentes puisque la BD Haie contient des entités linéaires contrairement à la BD Végétation composée de polygones. Mais le principal facteur d'erreur réside dans la nature des deux types de données. En effet, la BD Haie est créée non seulement à partir des haies et bosquets du thème végétation de la BD Topo, mais elle comptabilise également les haies arborées ou non, les arbres alignés et les bosquets du RPG (IGN, 2020). Cette nouvelle base de données est donc bien plus complète que la précédente, d'où une augmentation fictive du linéaire de haies en 2022. Il paraît donc difficile de tirer des conclusions quant à l'évolution de la densité du réseau de haies entre 2015 et 2022.

B. Une meilleure connectivité au sud-ouest

Connectivité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2022

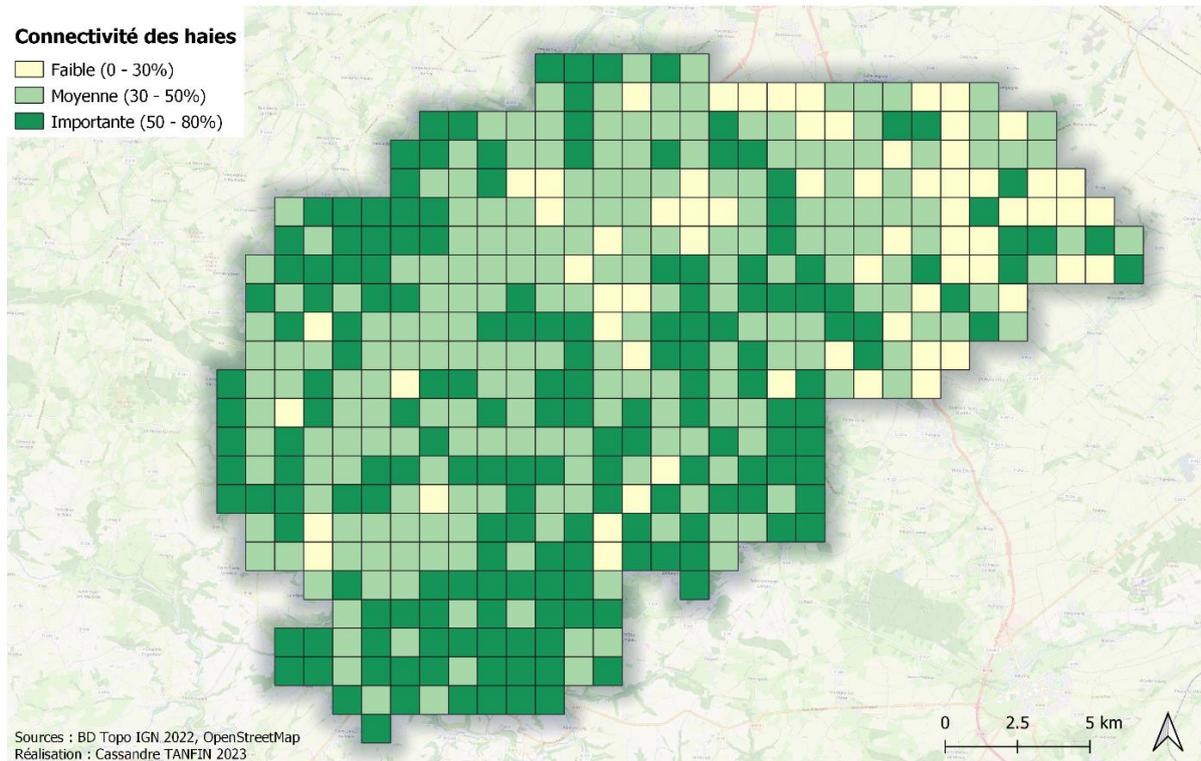


Figure 28 : Cartographie de la connectivité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2022

La cartographie de la connectivité du réseau de haies suit le même gradient que sa densité (Figure 28). L'ouest et plus particulièrement le sud-ouest de la communauté de communes bénéficie d'une très bonne connectivité qui atteint presque les 80 % pour certaines mailles. Au contraire, cette connectivité s'atténue au fur et à mesure qu'on s'éloigne vers la plaine de Caen au nord-est.

C. Une dispersion de l'habitat liée à l'urbanisation

Dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2008

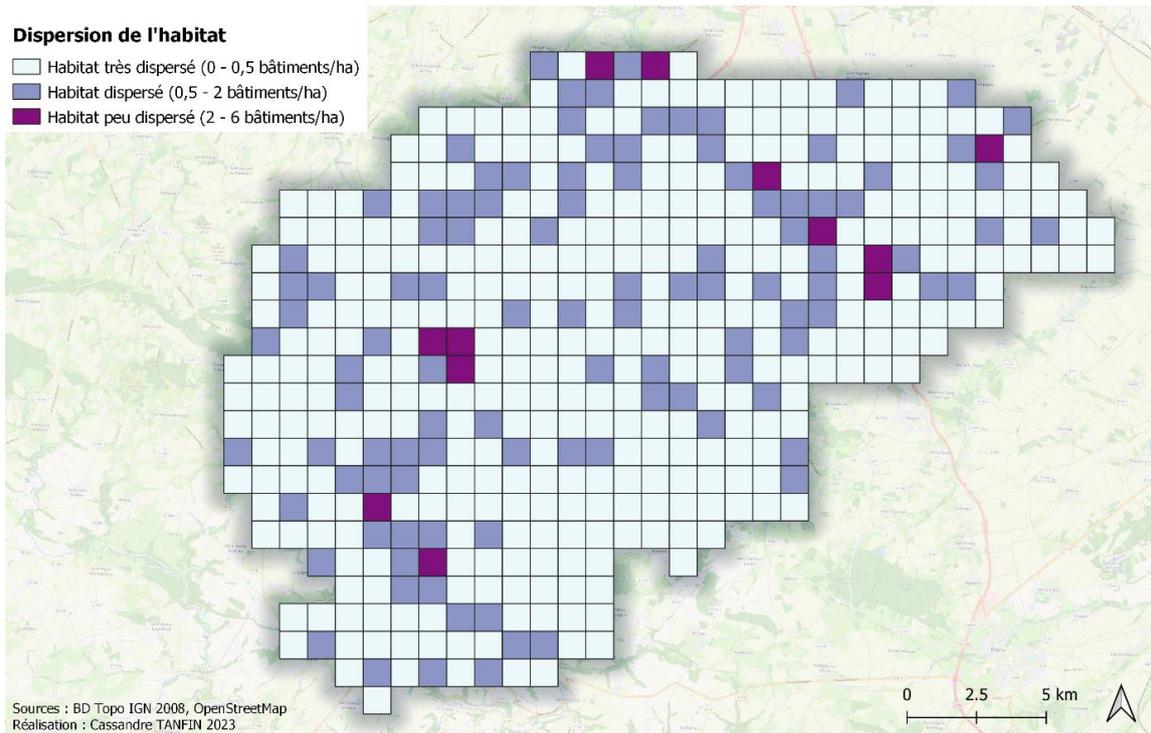


Figure 29 : Cartographie de la dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2008

Dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2015

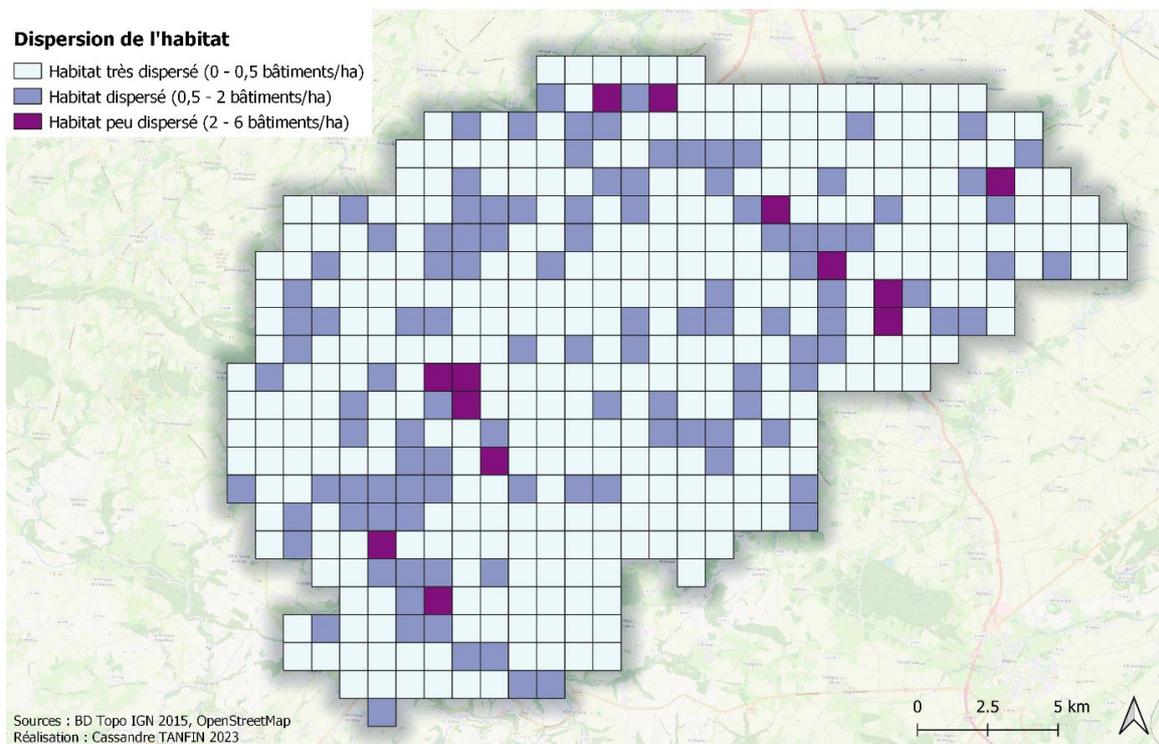


Figure 30 : Cartographie de la dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2015

Dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2022

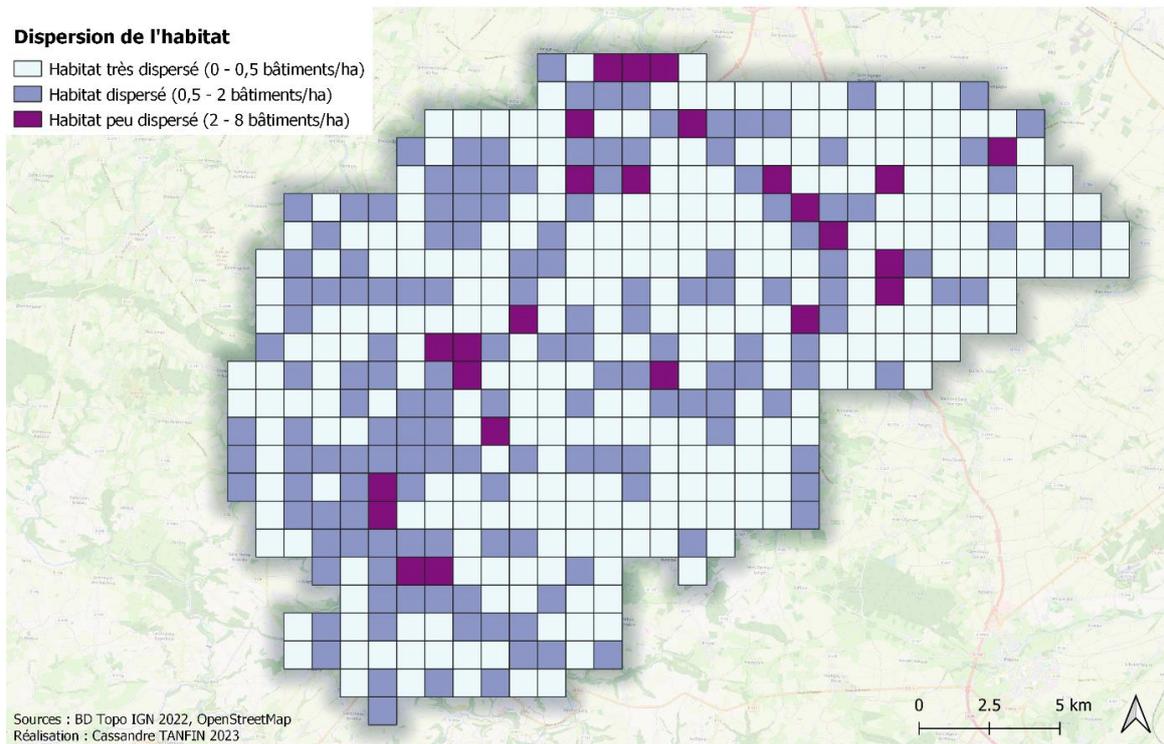


Figure 31 : Cartographie de la dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2022

Aucune tendance particulière ne se dégage au niveau de la dispersion de l'habitat : il n'y a pas vraiment de gradient comme pour les précédents indicateurs. De manière générale, la densité du bâti est plus importante au niveau des villes principales de Cingal – Suisse Normande. Mais la dispersion de l'habitat ne semble pas avoir de lien avec le paysage du territoire (Figures 29, 30 et 31).

En termes d'évolution, une augmentation de la densité de l'habitat est observable entre 2015 (Figure 30) et 2022 (Figure 31). Celle-ci pourrait simplement être liée à une intensification de l'urbanisation mais une fois de plus il faut prendre du recul sur les données. En effet, pour les années 2008 et 2015, la base de données *Bâti indifférencié* est utilisée tandis que pour 2022 ce sont les données *Bâtiment*. Ces deux sources de données contiennent le recensement des bâtiments mais ceux-ci ne sont pas répertoriés de la même manière. Auparavant, seuls les bâtiments dont la surface était supérieure à 50 m² étaient comptabilisés, ainsi que ceux entre 20 m² et 50 m² sous certaines conditions (IGN, 2008). Depuis l'unification de la BD Topo et la BD Parcellaire en 2015, il n'y a plus de seuil minimal pour le référencement des bâtiments (IGN, 2021) : il est donc normal d'observer une augmentation de la densité du bâti. Par ailleurs il y a peu d'évolution entre 2008 (Figure 29) et 2015 (Figure 30). En sachant que les règles de référencement étaient les mêmes à ces deux dates, on en déduit que l'urbanisation n'est pas très développée à Cingal – Suisse Normande.

D. Un réseau de chemins plus dense à l'ouest et dans les forêts

Densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2008

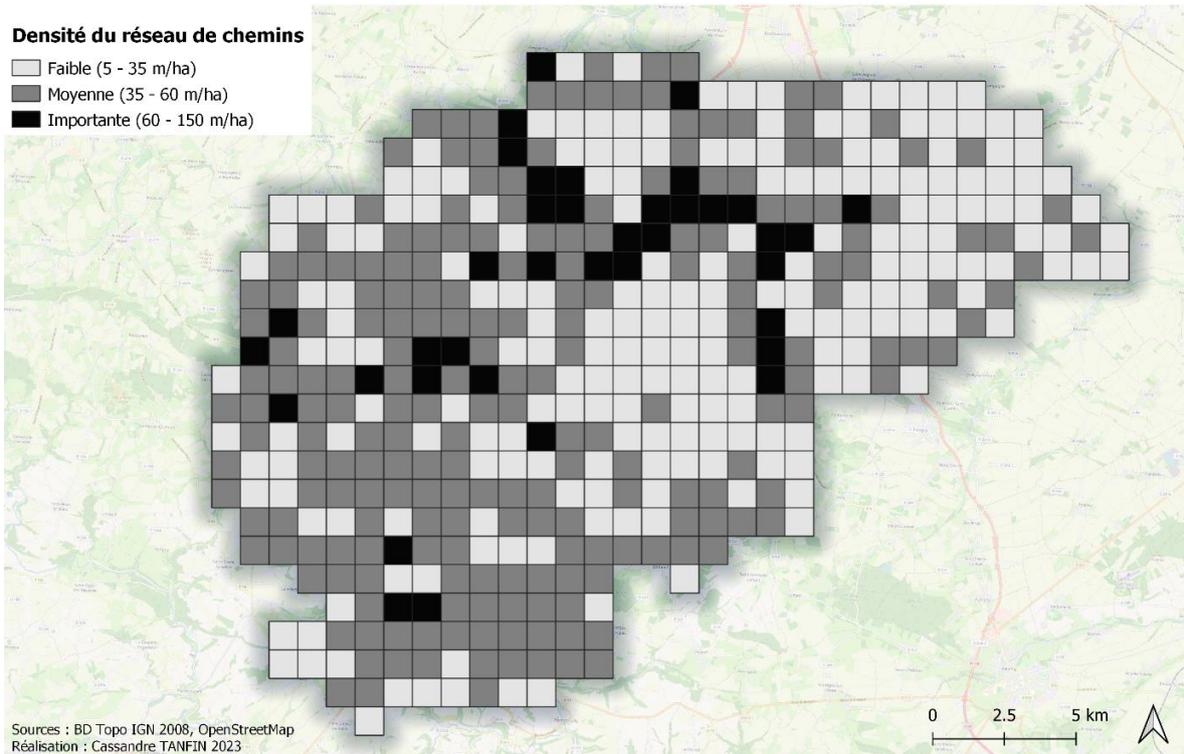


Figure 32 : Cartographie de la densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2008

Densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2015

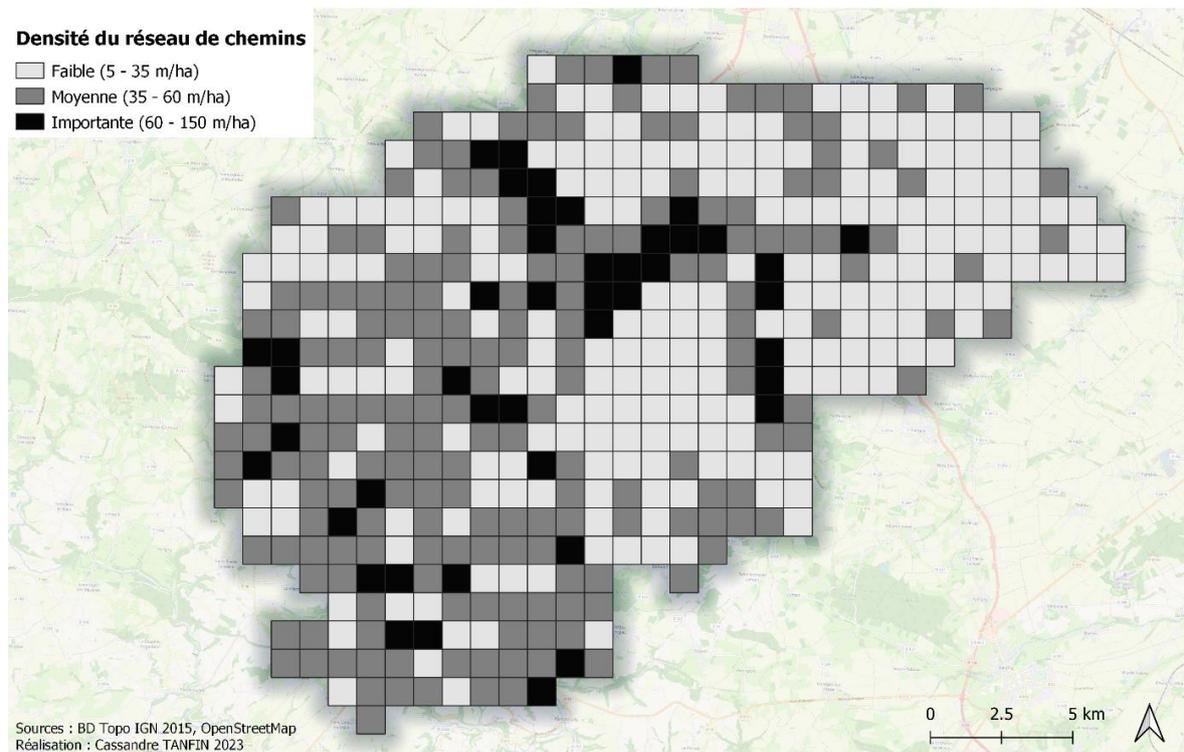


Figure 33 : Cartographie de la densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2015

Densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2022

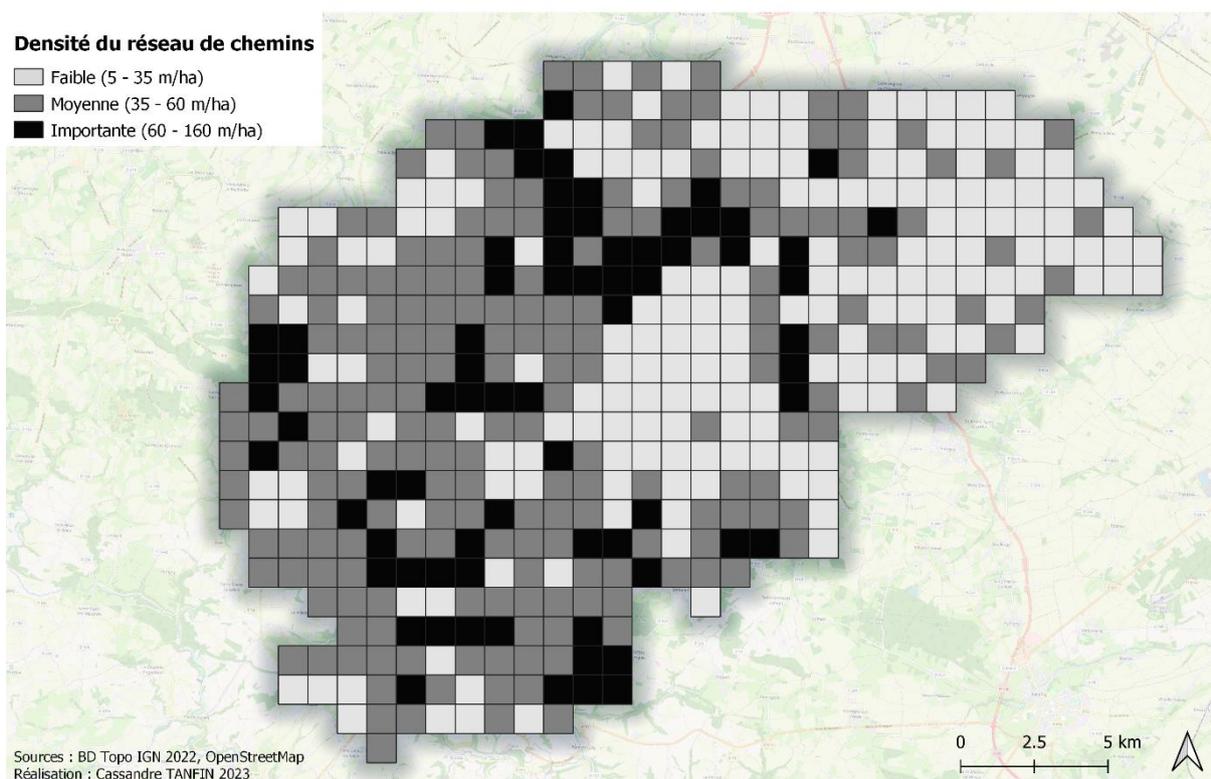


Figure 34 : Cartographie de la densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2022

Globalement, la densité du réseau de chemins est plus importante à l'ouest de la communauté de communes (Figures 32, 33 et 34). Cela rappelle une fois de plus le gradient ouest / est mis en évidence avec les indicateurs concernant les haies. Le réseau de chemins est particulièrement dense au niveau des zones forestières puisque les sentiers y sont très nombreux.

Le réseau de chemins a légèrement augmenté entre 2008 (Figure 32) et 2022 (Figure 34). Contrairement aux précédents indicateurs, celui-ci n'a pas fait l'objet de modifications dans ses méthodes de recensement. Il est donc possible que cette augmentation soit liée à l'urbanisation et la création de nouveaux chemins au fil du temps.

E. Une rupture nette dans le relief

Pente moyenne à Cingal - Suisse Normande en 2020

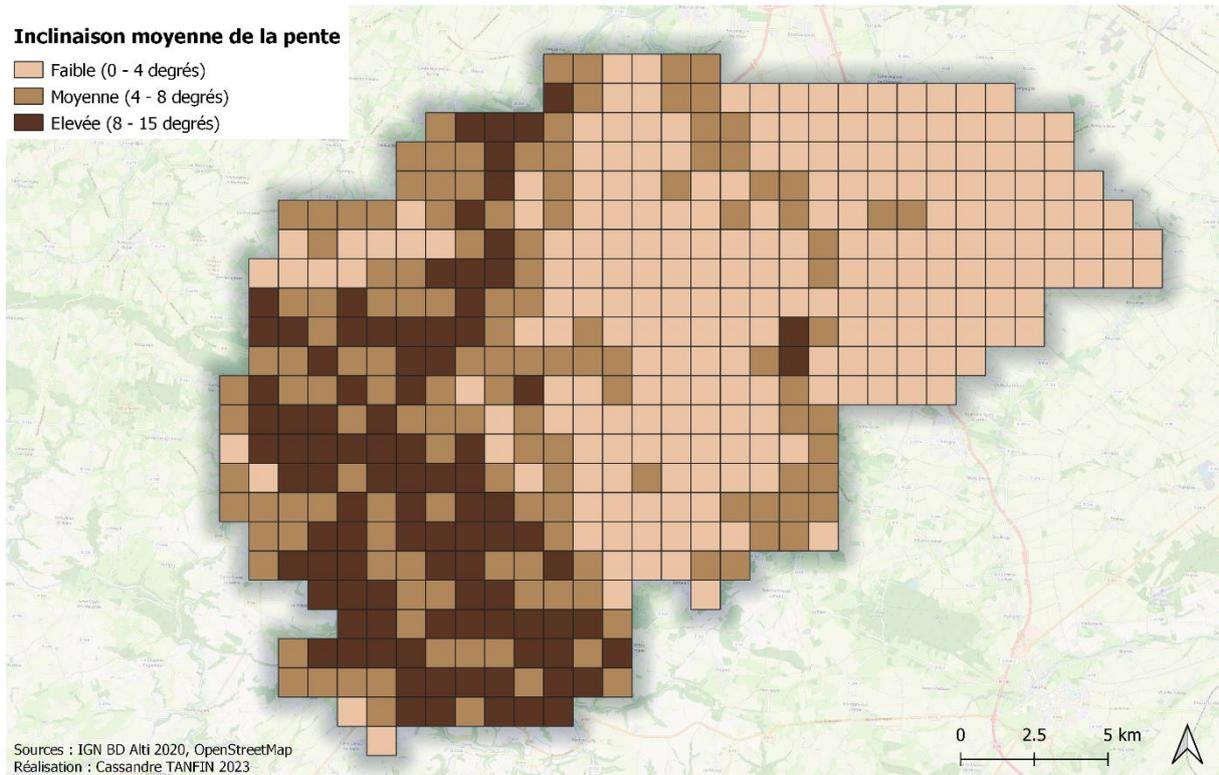


Figure 35 : Cartographie de la pente moyenne à Cingal - Suisse Normande en 2020

La pente peut être considérée comme une constante entre les années 2008 et 2022 du fait de sa faible vitesse d'évolution dans le temps.

La cartographie de l'inclinaison moyenne de la pente dans chaque maille (Figure 35) correspond parfaitement à la carte présentant les contextes géologiques de Cingal – Suisse Normande (Figure 12). Effectivement, la pente est plus élevée au sud-ouest, là où le territoire repose sur le Massif armoricain et laisse apparaître les paysages vallonnés de la Suisse Normande. Une petite avancée du Massif armoricain vers l'est est par ailleurs visible sur les deux cartes. A l'inverse, les terres reposant sur le Bassin parisien au centre et à l'est sont totalement planes. Cette relation de la pente avec le substrat géologique sur lequel elle repose crée une rupture nette dans le paysage entre l'ouest et l'est du territoire d'étude.

F. Des parcelles agricoles de plus petite taille au sud-ouest

Taille moyenne des exploitations agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008

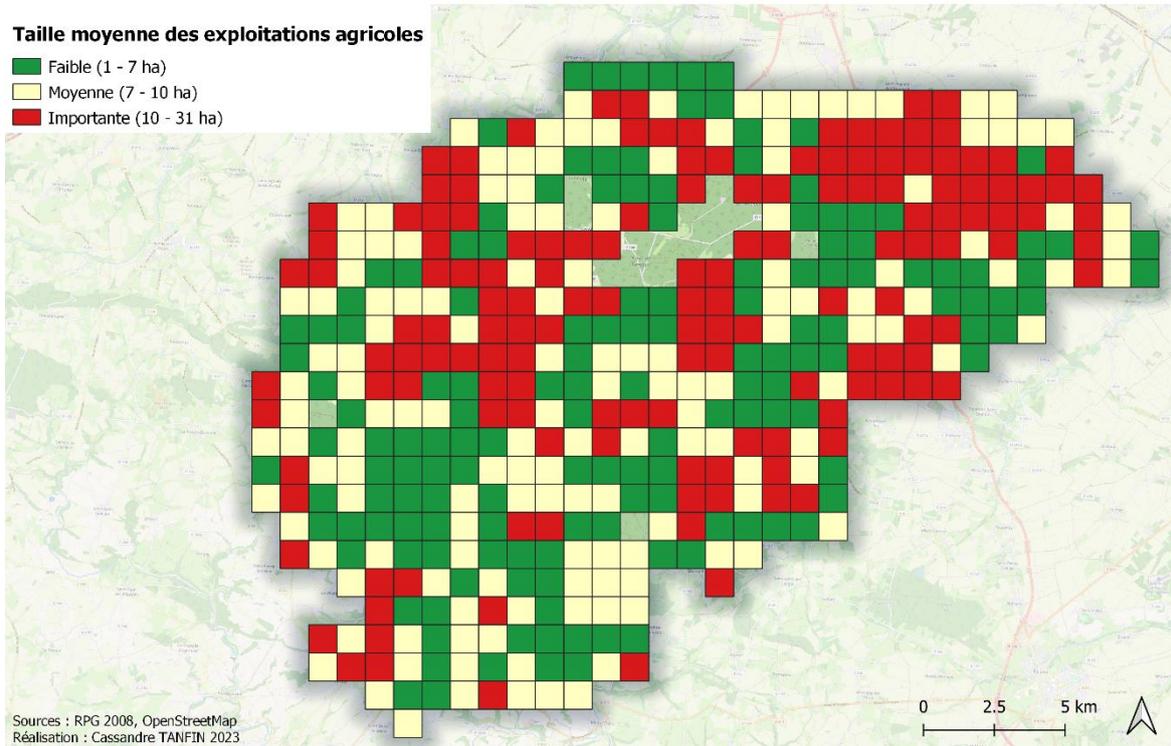


Figure 36 : Cartographie de la taille moyenne des exploitations agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008

Taille moyenne des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015

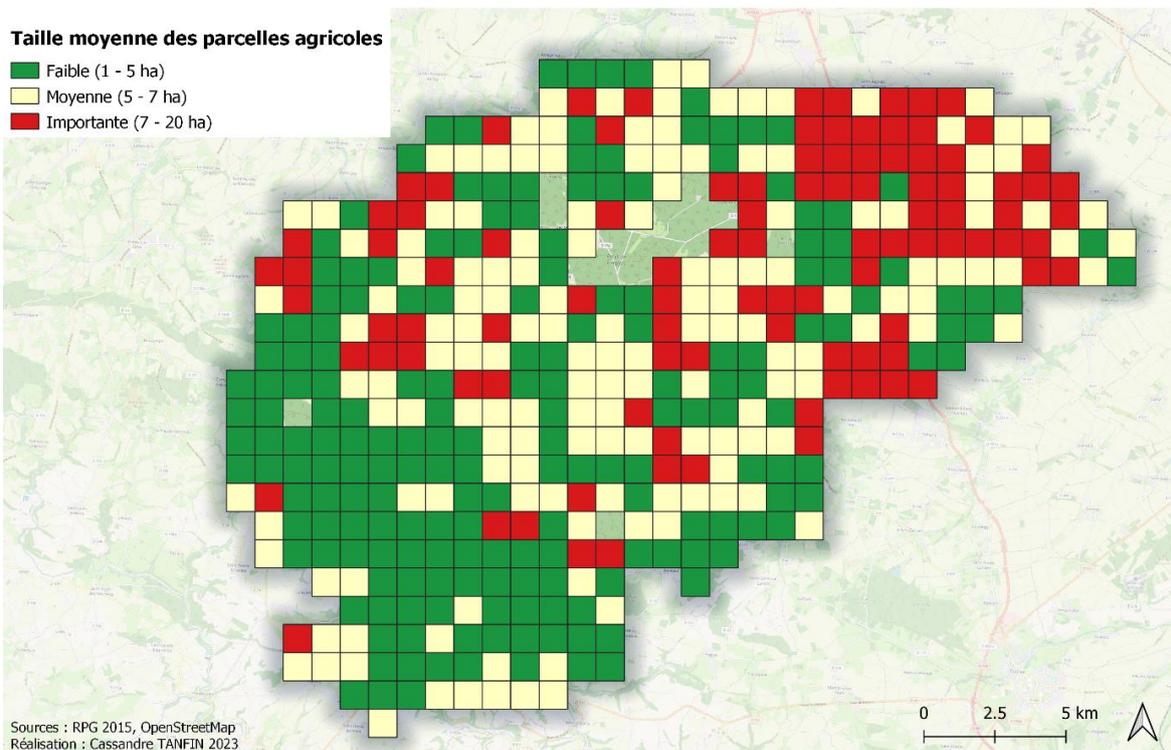


Figure 37 : Cartographie de la taille moyenne des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015

Taille moyenne des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021

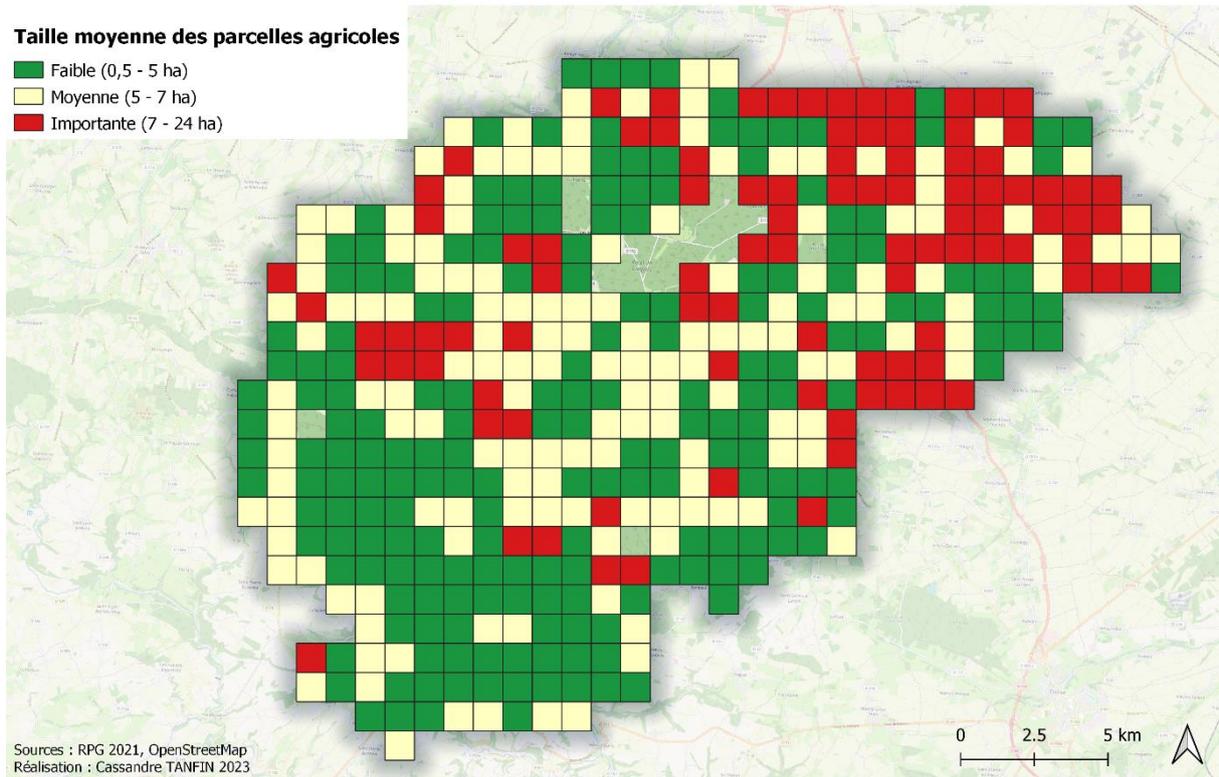


Figure 38 : Cartographie de la taille moyenne des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021

Sur les cartes de 2015 (Figure 37) et 2021 (Figure 38), le sud-ouest est exclusivement dominé par des parcelles de petite taille tandis qu'elles sont beaucoup plus grandes au nord-est. C'est une fois de plus le marqueur d'un gradient allant de la Suisse Normande à la plaine de Caen. Entre ces deux ensembles, une zone de transition est identifiable avec des tailles de parcelles plutôt moyennes mais aussi des petites et des grandes. En 2008, la présence du gradient est plus diffuse puisque l'indicateur est calculé à l'échelle des exploitations et non des parcelles (Figure 36). La discrétisation des classes est différente des deux autres années afin de pouvoir exploiter tout de même la carte.

En termes d'évolution, la taille des parcelles a légèrement augmenté entre 2015 et 2021. Les données de 2008 ne sont quant à elles pas comparables avec les autres cartographies.

G. Des parcelles agricoles aux formes très irrégulières en Suisse Normande

Indice de forme (If) des exploitations agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008

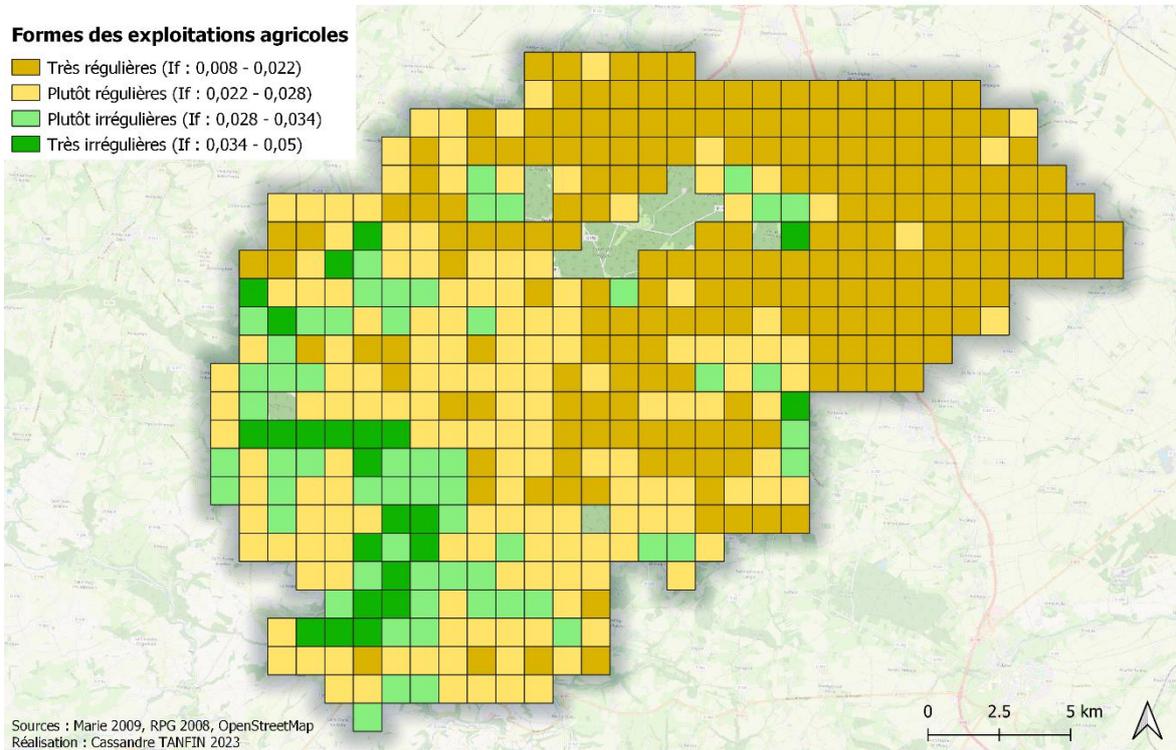


Figure 39 : Cartographie de l'indice de forme (If) des exploitations agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008

Indice de forme (If) des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015

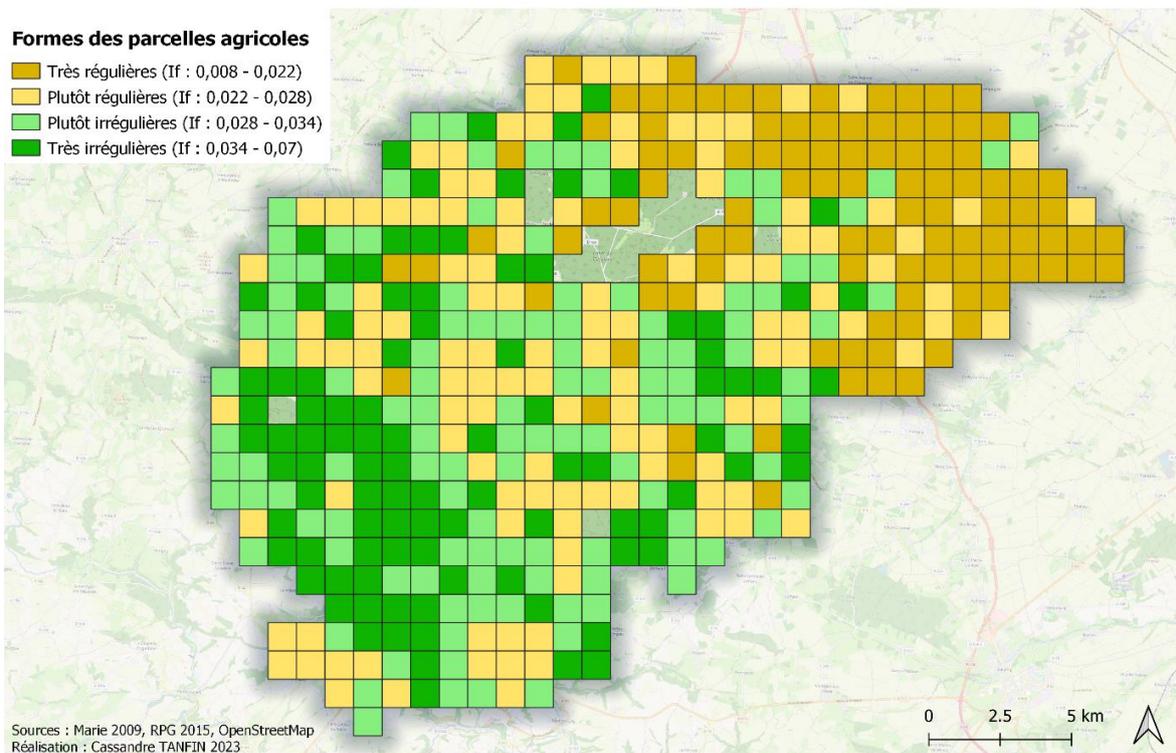


Figure 40 : Cartographie de l'indice de forme (If) des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015

Indice de forme (If) des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021

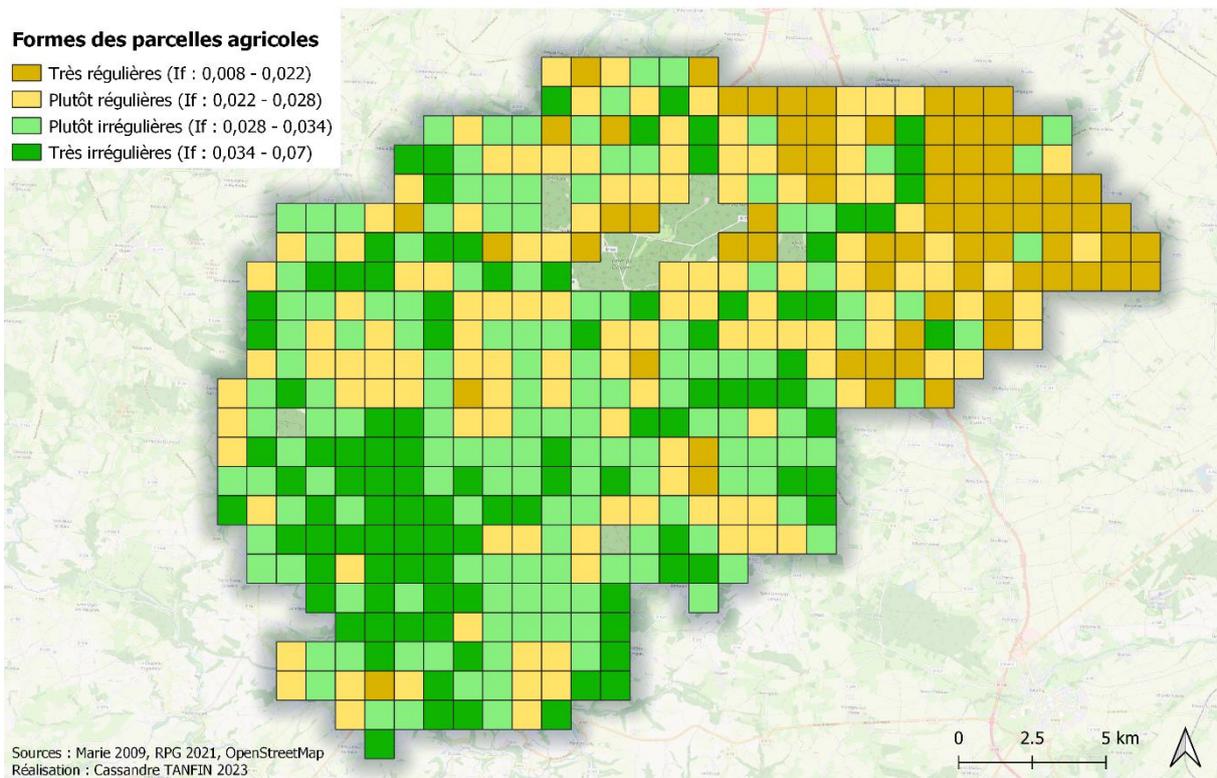


Figure 41 : Cartographie de l'indice de forme (If) des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021

En 2015 (Figure 40) et 2021 (Figure 41), la forme des parcelles est plus irrégulière au sud-ouest qu'au nord-est, mettant une fois de plus en évidence le gradient observé pour la majorité des indicateurs. Une zone de transition est visible au centre avec des parcelles de formes tantôt régulières et tantôt irrégulières.

Il n'y a pas de changements notables entre les cartographies de 2015 et 2021. Certaines parcelles sont passées d'une forme régulière à irrégulière ou inversement, mais ces modifications ne sont pas significatives. La cartographie de l'année 2008 (Figure 39) n'est une nouvelle fois pas comparable avec les deux précédentes puisque la source des données est différente. Les formes des exploitations sont particulièrement régulières mais cette donnée ne présente pas beaucoup d'intérêt dans notre cas. Le gradient sud-ouest / nord-est est malgré tout toujours perceptible.

H. Une occupation du sol dominée par les cultures

Occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008

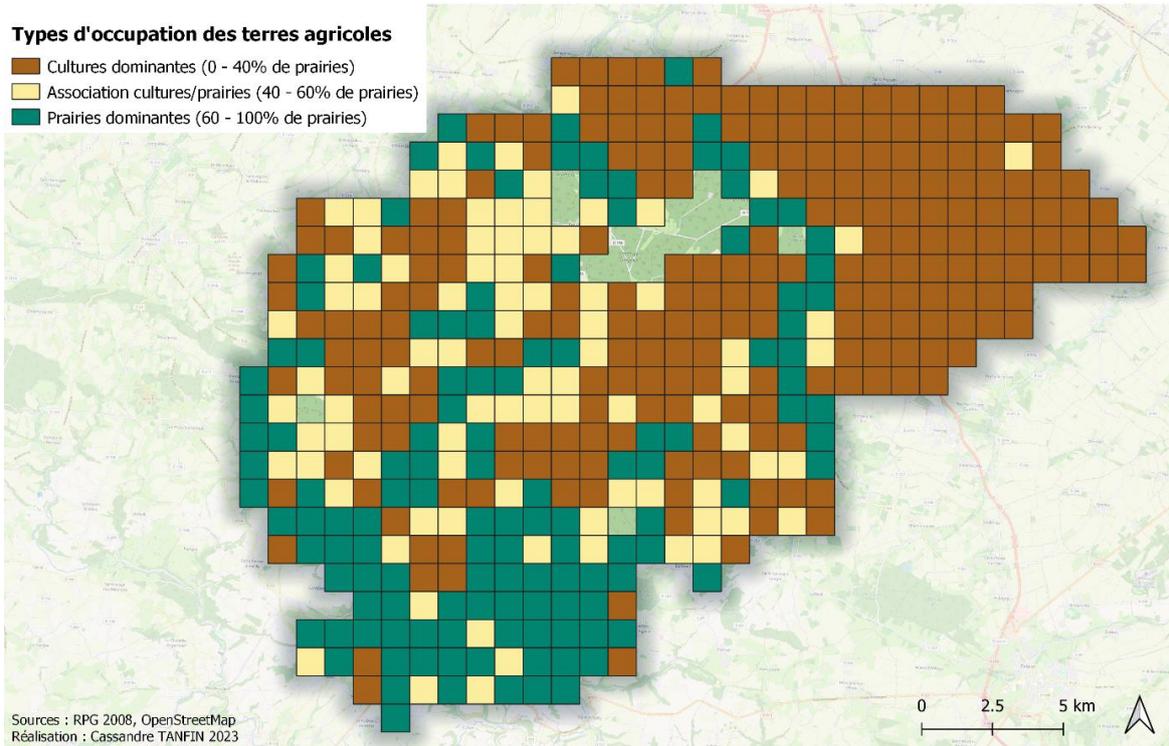


Figure 42 : Cartographie de l'occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008

Occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015

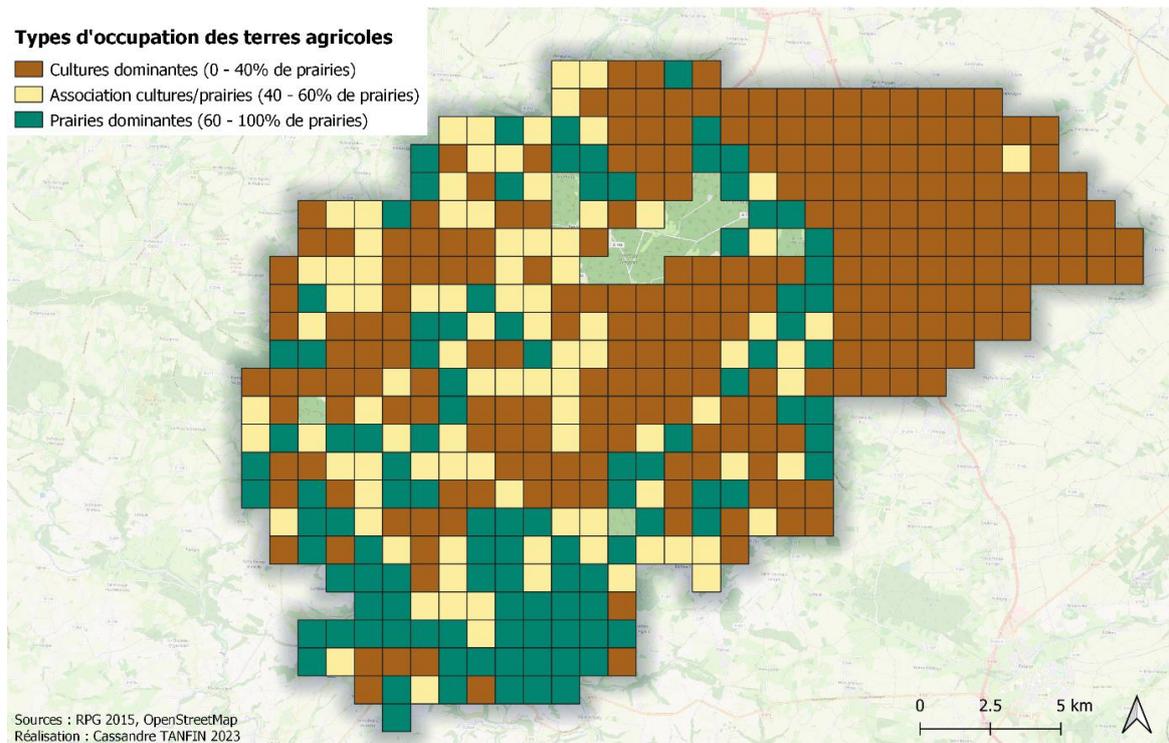


Figure 43 : Cartographie de l'occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015

Occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021

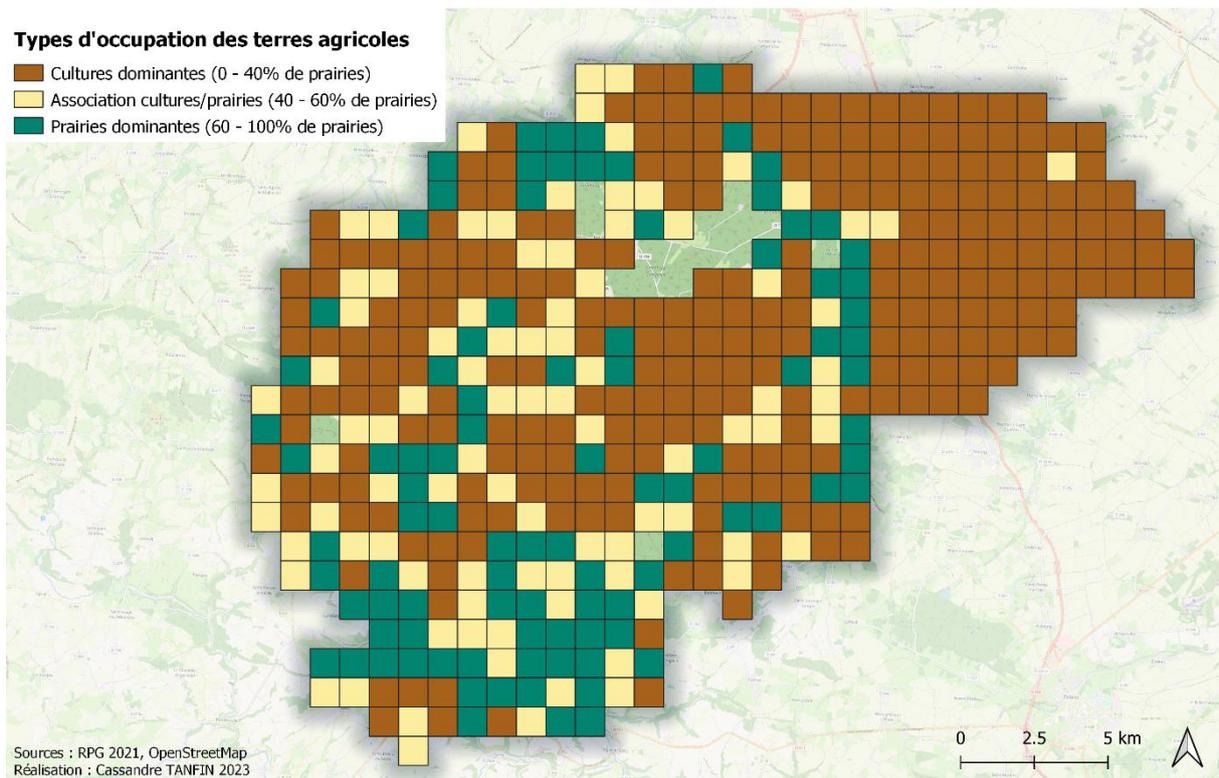


Figure 44 : Cartographie de l'occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021

Pour ce qui est de l'occupation du sol, la première chose frappante est la prédominance des cultures sur le territoire de Cingal – Suisse Normande (Figures 42, 43 et 44). Malgré tout, le gradient ouest / est est toujours présent avec une augmentation de la part des prairies vers la Suisse Normande.

Entre 2008 (Figure 42), 2015 (Figure 43) et 2021 (Figure 44), le pourcentage de prairies a nettement diminué, remplacées progressivement par des cultures. Cela peut s'expliquer par l'intensification de l'artificialisation mais aussi par le fait que les éleveurs se tournent progressivement vers la culture du maïs fourrage afin de nourrir leur bétail (Agreste, 2022). Cette évolution pourrait être synonyme d'un recul du bocage à Cingal – Suisse Normande. L'année 2008 n'est pas tout à fait comparable avec les autres puisqu'on ne dispose pas des occupations du sol par parcelle mais du groupe de culture majoritaire de chaque exploitation.

Ainsi, tous les indicateurs présentés (à l'exception de la dispersion de l'habitat) suivent un gradient allant du sud-ouest au nord-est de la communauté de communes. Les paysages de la Suisse Normande au sud-ouest semblent être dotés de caractéristiques associées au bocage. Tandis qu'au nord-est, dans la plaine de Caen, tous les indicateurs sont à l'opposé de ce type de milieu. La rupture n'est pas nette entre ces deux ensembles : une zone de transition les sépare et laisse apparaître progressivement les caractéristiques du bocage au fur et à mesure qu'on passe de l'est à l'ouest du territoire.

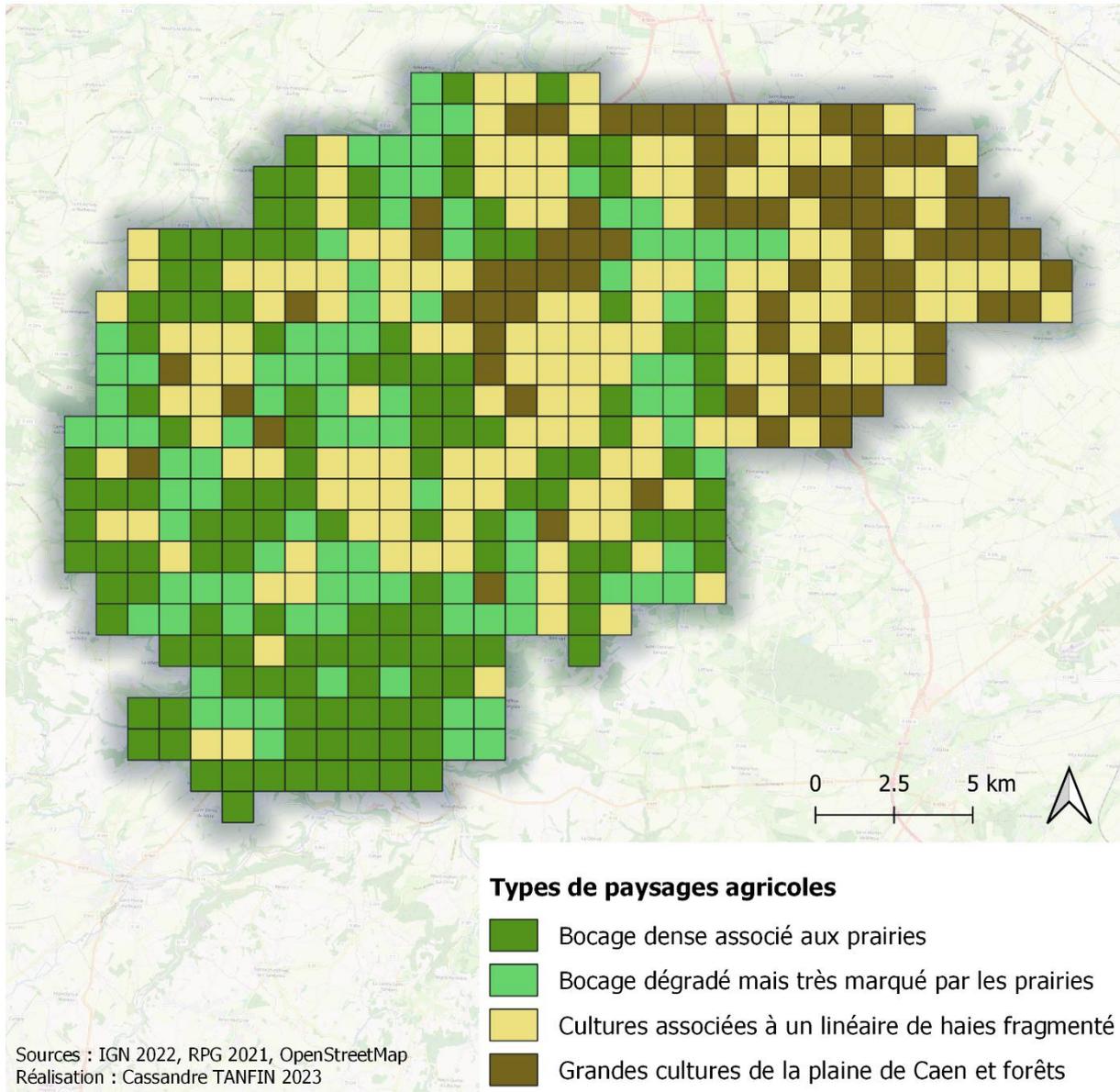
L'évolution globale des indicateurs bocagers est difficile à appréhender, les résultats obtenus étant pour beaucoup non comparables. Certaines variables évoluent en faveur du bocage et d'autres pas (Figure 45) : il n'y a pas de tendance très marquée quant à l'évolution récente des paysages bocagers.

Année	Densité haies	Connectivité haies	Dispersion habitat	Densité chemins
2008			0,4 bât/ha	39,2 m/ha
2015	39,4 m/ha		0,4 bât/ha	38,5 m/ha
2022	44,9 m/ha	44 %	0,6 bât/ha	42,2 m/ha
Année	Pente	Taille parcelles	Forme parcelles	Part de prairies
2008	5 degrés	9 ha	If : 0,022	38 %
2015	5 degrés	5,6 ha	If : 0,027	36 %
2022	5 degrés	5,5 ha	If : 0,028	34 %

Figure 45 : Synthèse du calcul des indicateurs bocagers pour chaque année

2.3. Création d'une typologie des paysages agricoles

Typologie des paysages agricoles de Cingal - Suisse Normande en 2022



Classes	Densité de haies (m/ha)	Connectivité des haies (%)	Densité de chemins (m/ha)	Dispersion de l'habitat (bât/ha)
■	78,861	55,058	40,227	0,596
■	37,653	43,379	59,670	0,665
■	34,312	48,266	33,262	0,678
■	7,587	16,867	42,064	0,393
	Pente (degrés)	Taille des parcelles (ha)	Forme des parcelles (If)	Part de prairies (%)
■	6,160	4,665	0,032	56,024
■	7,49	6,508	0,032	57,412
■	3,567	5,823	0,028	16,573
■	2,312	6,198	0,017	1,734

Favorable au bocage Défavorable au bocage

Figure 46 : Typologie des paysages agricoles de Cingal - Suisse Normande en 2022

Le calcul des indicateurs bocagers pour l'année 2022 permet d'élaborer une typologie des paysages agricoles de la communauté de communes sur cette même année (Figure 46). Cette classification est fondée sur le degré d'*embocagement* des mailles et se divise en 4 classes. Ce nombre de classe a été choisi afin de mettre en évidence la dichotomie entre les paysages bocagers à l'ouest et les grandes cultures à l'est.

Le gradient sud-ouest / nord-est mis en évidence dans la partie précédente est de nouveau présent. Le bocage dense s'estompe progressivement pour laisser place aux grandes cultures de la plaine de Caen. La transition entre les deux entités n'est pas brutale mais plutôt progressive. Il y a ainsi la présence d'une zone tampon entre les deux paysages agricoles mélangeant les prairies et les cultures, ainsi qu'un linéaire de haies toujours présent mais plus diffus. Ce territoire d'étude est caractérisé par l'opposition entre les paysages bocagers de la Suisse Normande à l'ouest et ceux plus ouverts de la plaine de Caen à l'est.

Le tableau accompagnant la carte donne le détail de chaque classe avec un dégradé de couleurs permettant d'évaluer si la valeur de l'indicateur en question est favorable à la présence d'un paysage bocager.

A. Le bocage dense associé aux prairies

En vert foncé sur la carte, ce type de paysage est majoritaire dans le sud-ouest de la communauté de communes, en Suisse Normande. Il est également présent dans le pré-bocage un peu plus au nord-ouest, mais beaucoup plus diffus sur le reste du territoire.

Cette classe regroupe l'ensemble des indicateurs caractérisant le bocage. La densité du réseau de haies y est la plus importante ainsi que leur connectivité. L'inclinaison de la pente est élevée témoignant d'un paysage particulièrement vallonné. Les parcelles agricoles sont de petite taille et de forme très irrégulière. Bien que seulement 56 % des parcelles soient des prairies, cela reste l'un des pourcentages les plus hauts parmi les différentes classes. La densité du réseau de chemins ainsi que la dispersion de l'habitat se situent quant à elles dans la moyenne. Tous ces paramètres attestent sans nul doute d'un paysage caractéristique du bocage (Figure 47).



Figure 47 : Paysage vallonné, dominé par les prairies, avec un dense réseau de haies à Saint-Rémy (Tanfin, juin 2023)

B. Le bocage dégradé mais très marqué par les prairies

En vert clair sur la carte, ce type de paysage se trouve légèrement plus à l'est que le précédent : en Suisse Normande et dans le Val d'Orne majoritairement, et présent mais plus diffus dans le Cinglais. C'est une classe constituant la zone tampon : le bocage est dégradé mais conserve quelques-unes de ses caractéristiques.

Le réseau de haies est beaucoup moins dense que pour la classe précédente et la connectivité passe en dessous des 50 %. La pente garde une inclinaison forte témoignant de la présence du Massif armoricain sur lequel reposent la Suisse Normande et le Val d'Orne. La forme des parcelles est toujours très irrégulière et les prairies dominent le paysage avec une part de 57 % dans l'occupation des terres agricoles ; cependant la taille des parcelles a augmenté. Le réseau de chemins est dense et la dispersion de l'habitat un peu plus faible. Cette classe témoigne d'un paysage bocager présent mais plus dégradé que précédemment (Figure 48).



Figure 48 : Paysage de prairies, ponctuées d'un linéaire de haies diffus à Caumont-sur-Orne (Tanfin, août 2023)

C. Les cultures associées à un linéaire de haies fragmenté

En jaune sur la carte, ce type de paysage est plutôt présent au centre et au nord-est de la communauté de communes : dans le Cinglais et la plaine de Caen méridionale. Cette classe fait également partie de la zone de transition centrale mais ses caractéristiques se rapprochent des paysages de grandes cultures.

Au niveau du linéaire de haies, la densité du réseau et la connectivité sont similaires à la classe précédente. Le principal point de divergence se retrouve au niveau des cultures : les parcelles sont petites, de taille tout de même assez irrégulière mais surtout dominées par les cultures avec seulement 16 % de prairies en moyenne. Le paysage agricole est caractérisé par les cultures et est plus ouvert. La pente est beaucoup plus faible également puisque les terres reposent désormais sur le Bassin parisien. Enfin, le réseau de chemins est beaucoup moins dense et la dispersion de l'habitat plus faible. Les mailles se situant dans cette classe ne peuvent plus être qualifiées de bocagères mais les cultures sont tout de même associées à un linéaire de haies discontinu (Figure 49).



Figure 49 : Linéaire de haies fragmenté bordant des cultures de blé à Boulon (Tanfin, juin 2023)

D. Les grandes cultures de la plaine de Caen et les forêts

En marron sur la carte, ce dernier type de paysage se rencontre à l'extrémité nord-est de la communauté de communes, dans la campagne de Caen méridionale. Mais également dans le Cinglais, au niveau des grandes forêts notamment celle de Cinglais et celle de Grimbosq.

Cette classe ne regroupe presque que des facteurs défavorables au bocage. La densité du linéaire de haies est très faible ainsi que sa connectivité. Le relief est presque inexistant. Et les parcelles sont grandes, très régulières et quasi exclusivement destinées aux cultures (1 à 2 % de prairies seulement). Ces indicateurs sont caractéristiques des paysages d'openfield de la plaine de Caen (Figure 50). La densité du réseau de chemins est assez élevée mais cela s'explique par la présence des forêts aux très nombreux sentiers dans cette classe. L'habitat est lui très dispersé, on en déduit que cette variable est une particularité de tout paysage rural : aussi bien bocager que de grandes cultures.



Figure 50 : Grandes cultures à perte de vue à Urville dans la plaine de Caen, les haies sont très rares (Tanfin, juin 2023)

Conclusion

Grâce aux calculs de huit indicateurs considérés comme caractéristiques du bocage, un gradient paysager a été mis en évidence sur notre territoire d'étude. La communauté de communes Cingal – Suisse Normande est marquée par la présence de deux types de paysages opposés. Au sud-ouest, la Suisse Normande apparaît comme un paysage qu'on peut qualifier de bocager. Tandis qu'au nord-est, la plaine de Caen dévoile de grandes étendues dédiées aux cultures. Le passage de l'un à l'autre de ces ensembles est progressif ce qui crée une zone de transition au centre du territoire. L'existence de ce gradient a été confirmée par la typologie des paysages agricoles, et celle-ci a permis de mettre en lumière deux types de paysages supplémentaires et intermédiaires aux précédents.

3. Evaluation de la qualité des haies sur le terrain

3.1. Méthodologie du terrain et choix des mailles à étudier

Après avoir identifié les différents ensembles paysagers de Cingal – Suisse Normande et caractérisé son bocage, une étude de terrain est nécessaire. En effet, l'approche par SIG n'est pas suffisante : elle permet d'établir des hypothèses mais exige des vérifications sur le terrain. L'objectif est de réaliser une évaluation de la qualité des haies pour vérifier s'il y a bien une corrélation avec les différentes entités paysagères mises en évidence précédemment. En effet, on s'attend à trouver des haies de meilleure qualité là où les paysages ont été identifiés comme bocagers. La classification repose beaucoup sur la densité du réseau de haies, or *une forte densité d'un bocage n'est pas forcément le meilleur indicateur d'un bon aménagement, mais c'est bien sa structure qu'il faut prendre en compte* (Liagre, 2006). Cette structure concerne notamment les continuités réelles dans le réseau de haies, la présence contiguë de voies de circulation et / ou de drainage de l'eau, etc.

Pour mener cette vérification de terrain, il n'est pas possible de prospecter l'ensemble du territoire d'étude de manière exhaustive. C'est pourquoi plusieurs mailles sont sélectionnées afin de constituer un échantillon de travail. L'objectif étant de déterminer si la qualité des haies est liée au degré d'*embocagement* de la maille, le même nombre de mailles est retenu pour chacune des classes de la typologie. Dans un souci de faisabilité et de représentativité, 5 mailles sont choisies par classe. Celles-ci sont tirées au hasard parmi l'ensemble du maillage (Figure 51). La maille 604 ne pourra cependant pas être étudiée puisqu'elle ne compte aucune haie.

Carte de localisation des mailles étudiées sur le terrain

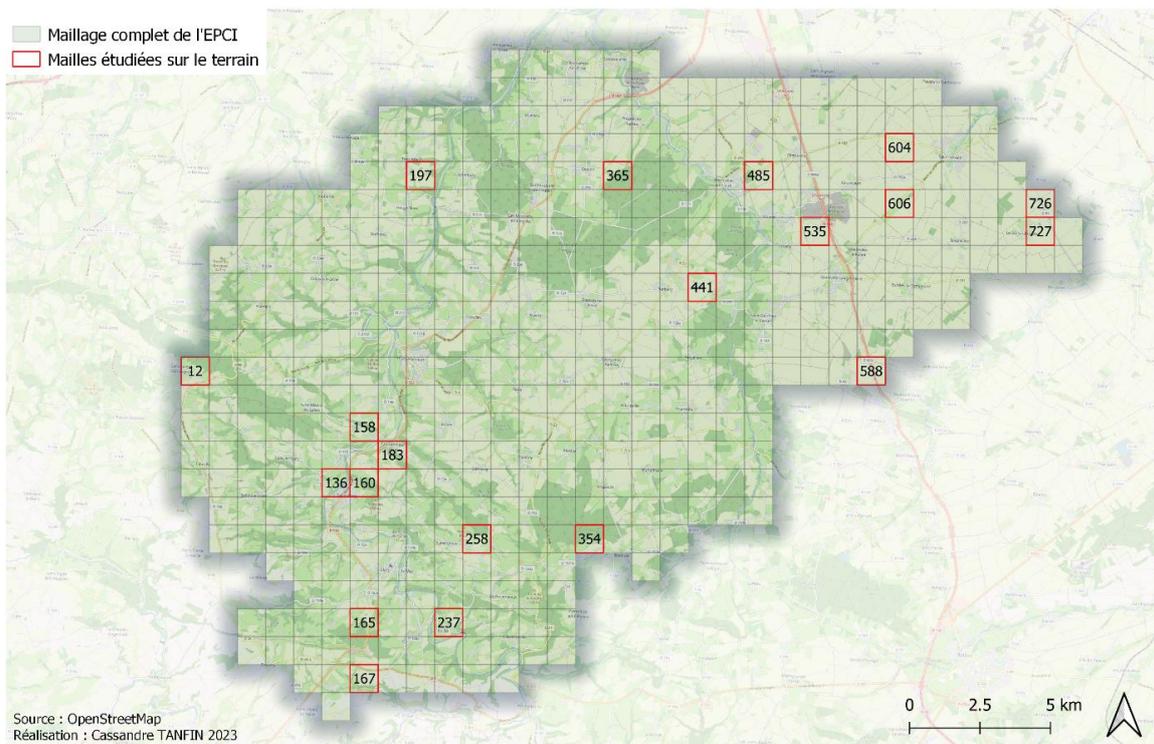


Figure 51 : Localisation des mailles tirées au sort pour l'étude de terrain

Chaque maille fait l'objet d'une étude exhaustive de ses haies, basée sur le référencement de la BD Haie de l'IGN en 2022 qui est le plus récent en date. Pour cela, chaque maille est cartographiée afin de repérer l'ensemble des haies et leur assigner un numéro d'immatriculation (Figure 52). Ces cartes permettent de mieux se repérer dans les mailles d'étude. Les haies sont également importées dans Google maps pour les localiser directement par rapport à la position de l'observateur et sur un fond satellite (Figure 53).

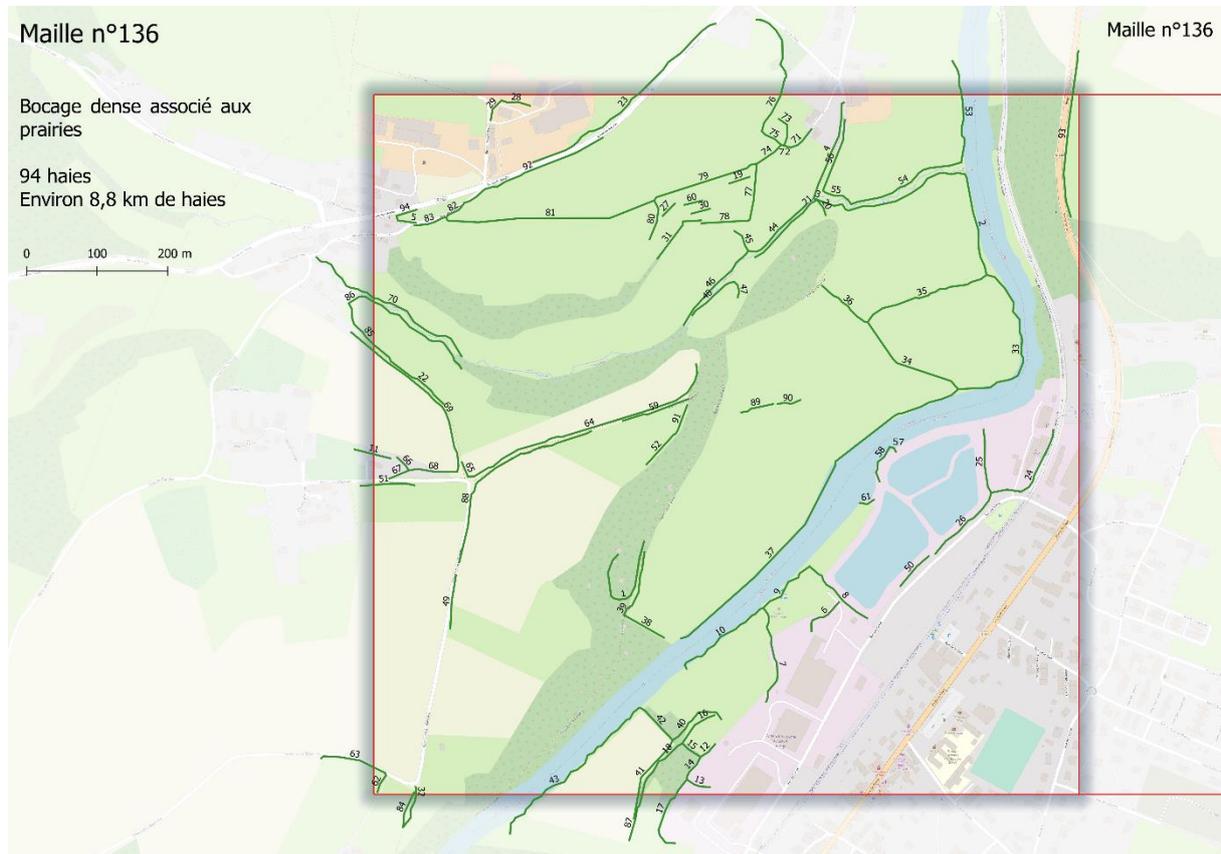


Figure 52 : Carte de terrain pour la maille 136

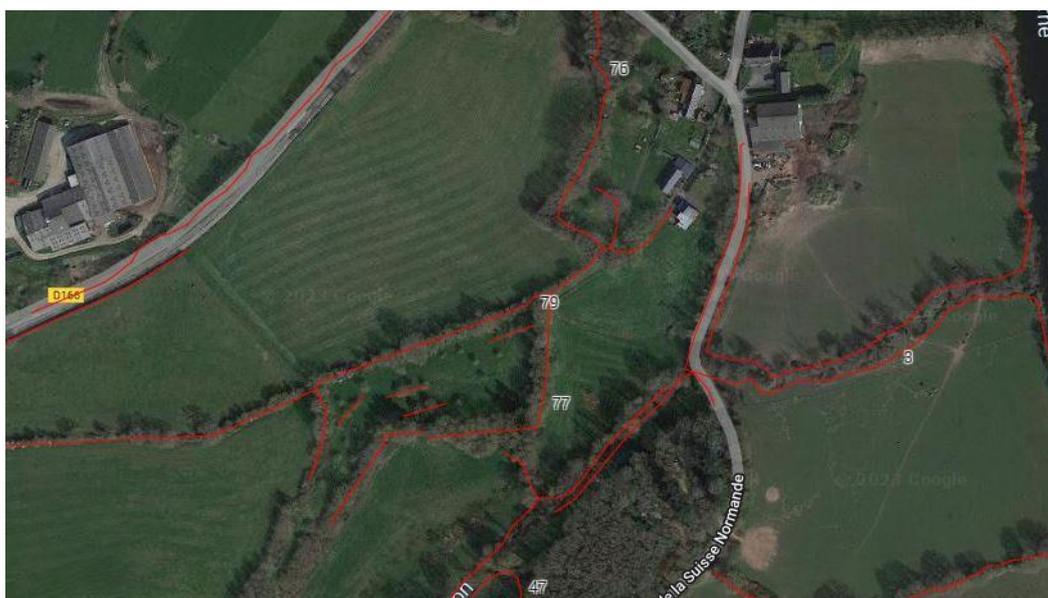


Figure 53 : Zoom de l'exportation des haies de la maille 136 sur Google maps

L'évaluation de la qualité moyenne des haies de chaque maille s'appuie sur un système de note créé par le Parc Naturel Régional Normandie-Maine. Ces notes, pouvant aller de 3 à 30, sont le résultat de l'addition de plusieurs variables considérées comme indicatrices d'une haie efficace et en bonne santé.

La note finale correspond à la somme de la note pour la stratification et celle de l'ourlet de pied de haie

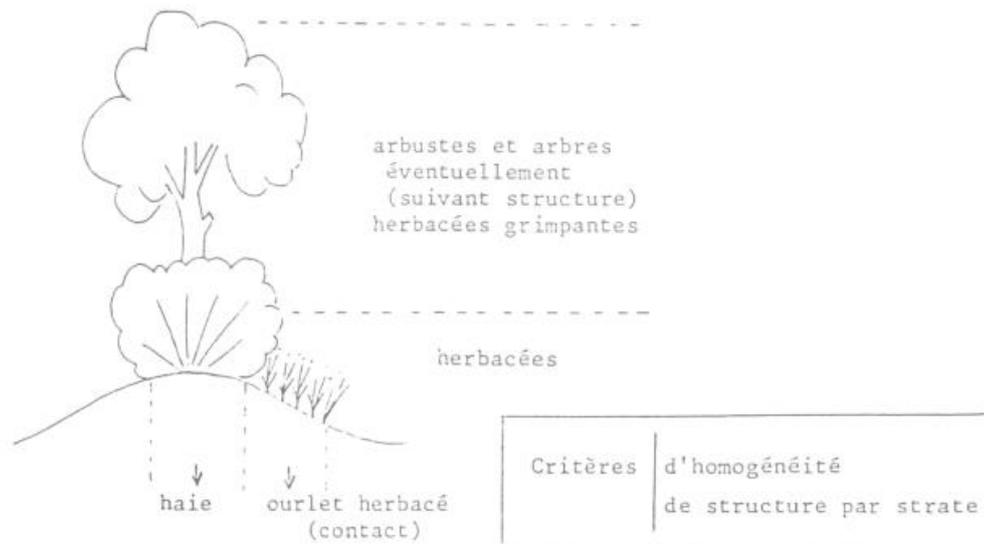
		Type d'ourlet de pied de haies		
		Forestier	Prairial	Rudéral
Stratification de la haie	Deux strates sur plus de 50% du linéaire	20	11	10
	1 seule strate ou jeune plantation	14	5	4
	Absence de strate arborée et arbustive sur plus de 50% du linéaire	12	3	2

Figure 54 : Tableau de croisement des deux critères principaux de l'étude de terrain (PNR Normandie-Maine, 2014)

Le premier critère de qualité est lié à la stratification de la haie. Cette structure de la végétation est très importante car plus la haie présente de strates, plus ses fonctions écologiques sont assurées. Les haies multistrates accueillent une biodiversité plus nombreuse puisque chaque strate présente des caractéristiques propices à certaines espèces. De plus, la haie multistrate constitue un bien meilleur brise-vent.

La note maximale de 9 est attribuée aux haies composées de strates arborée et arbustive sur la majorité de leur linéaire. Les haies n'ayant qu'une seule de ces deux strates obtiennent la note de 3, tout comme les haies replantées récemment. En effet, bien que ces dernières n'aient pas encore de strate ligneuse, elles ont un potentiel qui s'exprimera dans le futur. Enfin, l'absence de strate ligneuse sur plus de la moitié de la haie est sanctionnée par la faible note de 1 (Figure 54).

Le second critère étudie la flore de l'ourlet de pied de haie. L'ourlet de pied de haie comprend la végétation non ligneuse au pied de la haie, n'excédant pas 1 mètre de haut et s'étalant entre 1 et 1,50 mètre de largeur de part et d'autre de la haie (PNR Normandie-Maine, 2014) (Figure 55). C'est un indicateur pertinent pour l'étude de la qualité des haies, en effet *la végétation peut être utilisée comme un indicateur biologique dans la mesure où elle intègre un grand nombre de paramètres écologiques* (Fischesser et Dupuis-Tate 2021). Le pied des haies est un indicateur de qualité puisque sa flore retranscrit l'écologie du milieu qui l'entoure (Brunet et Girardin 2001). Des changements dans la végétation de l'ourlet de pied de haie sont symptomatiques d'une dégradation ou amélioration de la qualité structurelle de la haie (stratification, continuité...). En effet, cette végétation herbacée est sensible aux changements d'ombrage, de température, de vent, etc (PNR Normandie-Maine 2014).



(1) COUDERC, J.-M., FOURTEAU, A.-M.

Figure 55 : Structure de la végétation d'une haie (Delelis, 1986)

La flore de l'ourlet de pied de haie est divisée en 3 catégories : forestière, prairiale et rudérale (Figure 54). Par le biais d'une étude statistique, le parc a prouvé que la végétation de type forestière se retrouvait majoritairement dans un maillage bocager dense et à proximité de boisements. Tandis que la flore rudérale est plus caractéristique d'un linéaire de haies discontinu et en mauvaise santé (Figure 56).

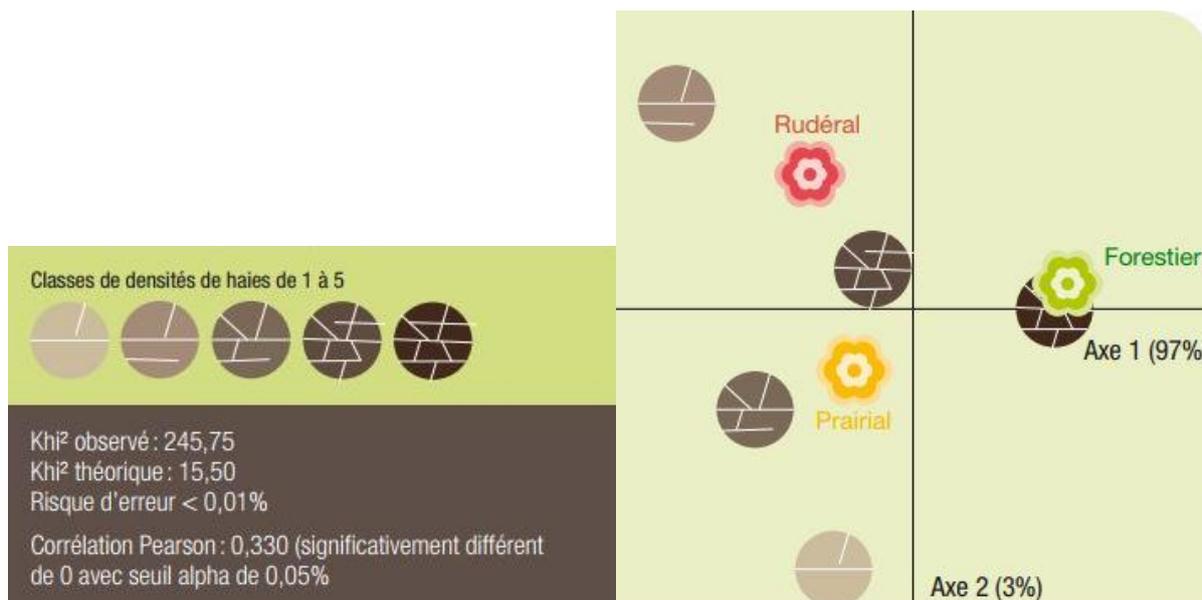


Figure 56 : Analyse factorielle de correspondance entre la densité du bocage et le type d'ourlet de pied de haie (PNR Normandie-Maine, 2014)

Une quarantaine d'espèces caractéristiques sont sélectionnées pour constituer l'inventaire de terrain. Si au moins 4 espèces forestières sont identifiées le long de la haie, alors celle-ci obtient la note maximale de 11. A défaut de remplir cette condition, la présence de 4 espèces prairiales octroie la note de 2 à la haie. Enfin, si ce quota n'est pas rempli non plus, la haie est considérée comme rudérale par défaut et sa note n'augmente que de 1. L'écart entre les différentes notes est très significatif : une flore de type forestière est donc un marqueur important de la bonne qualité de la haie. Dès qu'une espèce est repérée, elle est automatiquement comptabilisée même si sa population est faible. On suppose que la présence de quelques individus est suffisante pour donner des indications sur les conditions du milieu.

Cinq éléments liés à l'environnement autour de la haie s'ajoutent à ces deux principaux critères. Les chemins et routes contigus au linéaire sont recensés, ainsi que les talus de plus de 50 centimètres de haut puisqu'ils ont un rôle à jouer dans le contrôle du ruissellement. Les zones humides se situant à moins de deux mètres d'une haie sont également répertoriées. Les mares par exemple sont complémentaires aux haies : elles constituent pour les amphibiens un lieu de reproduction et de croissance, tandis que les haies sont le lieu d'hibernation et de déplacement (Brunet et Girardin 2001). Les arbres creux ou têtards sont recherchés pour leurs multiples fonctions : réservoir de biodiversité, ressources en bois de chauffe et en fourrage (Liagre 2006). Enfin, les connexions à d'autres haies ou boisements sont signalées afin d'établir une connectivité des mailles par le biais de l'étude de terrain.

Chacun de ces indicateurs favorise la qualité de la haie, en constituant un corridor écologique pour les espèces ou en réduisant le ruissellement et l'érosion du sol. Chacun d'entre eux augmente la note finale de la haie d'un point.

Pour terminer, l'évaluation des haies proposée par le PNR Normandie-Maine est croisée avec la typologie de l'Afac-Agroforesterie qui approfondit la notion de stratification de la haie. Elle introduit la notion d'arbres de haut jet qui peuvent être associés aux taillis composés de cépées d'arbustes et / ou de cépées d'arbres. Plus la stratification sera développée et plus la note sera élevée, celle-ci allant de 1 à 5.

Chaque haie est entièrement parcourue à pied, sur une seule face par souci de temps. Le choix du côté inventorié dépend de l'accessibilité du terrain : par exemple, les haies bordant des chemins sont relevées côté chemin. L'inventaire est réalisé à partir d'une fiche terrain type (Figure 57)

Parce qu'elles sont inexistantes, inaccessibles ou privées, certaines haies ne peuvent pas bénéficier de l'inventaire de terrain. La raison de cette absence de données est donc précisée sur les fiches de relevés.

Fiche de terrain pour l'évaluation des haies

D'après le Parc Naturel Régional Normandie – Maine et l'Afac Agroforesteries

Identification / Localisation									
Observateur :		Date :		Maille :					
Numéro de la haie									
Stratification de la haie									Note
Arborée + arbustive sur 50% de la haie									9
Uniquement arborée continue									3
Uniquement arbustive continue									
Haie replantée récemment									1
Pas de strate ligneuse sur 50% de la haie									
Typologie de la haie									Note
Taillis sous futaie									5
Futaie irrégulière									4
Taillis mixte									3
Futaie régulière									2
Taillis simple									
Haie en devenir									1
Détail de la typologie :									
Environnement de la haie									Note
Chemin/route contigu à l'ourlet									1
Zone humide à moins de 2m									1
Talus de plus de 50cm de haut									1
Connexion à une autre haie/boisement									1
Arbres creux ou têtards									1
Flore de l'ourlet de pied de haie									Note
Ourlet forestier : au moins 4 espèces forestières sur plus d'1/3 de la haie									11
Ourlet prairial : au moins 4 espèces prairiales sur plus de 50% de la haie									2
Ourlet rudéral : majorité d'espèces rudérales									1
TOTAL									/30

Figure 57 : Fiche de terrain utilisée pour l'inventaire des haies de Cingal - Suisse Normande (d'après le PNR Normandie-Maine et l'Afac-Agroforesterie)

3.2. Résultats de l'étude de terrain

Suite à ce travail de terrain, chaque haie s'est vue attribuer une note en fonction de ses caractéristiques. Ces notes sont synthétisées pour obtenir une moyenne par maille.

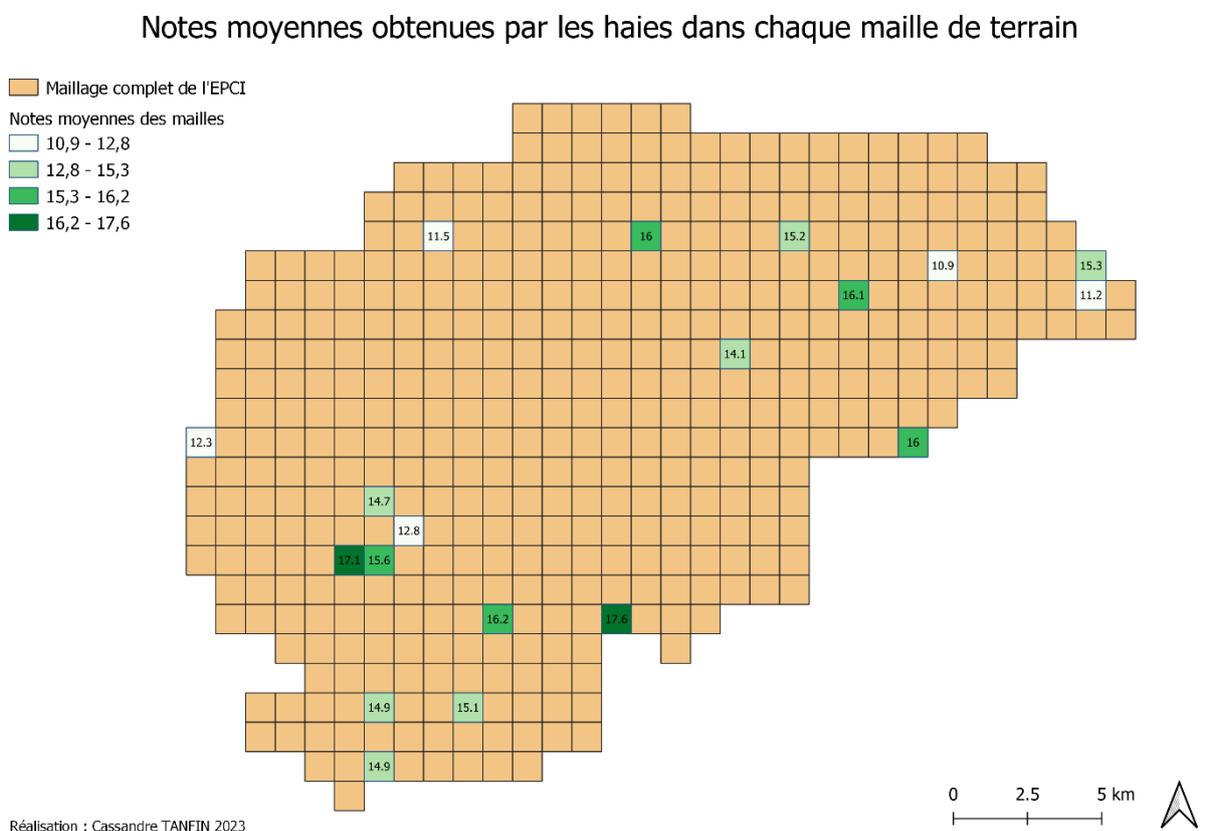


Figure 58 : Notes moyennes obtenues par les haies dans chaque maille de terrain

Cette carte permet de localiser les différentes moyennes obtenues par les mailles étudiées sur le terrain (Figure 58). L'hypothèse de départ était de retrouver des notes en corrélation avec la typologie des paysages agricoles, avec des notes élevées pour le bocage dense et des plus faibles pour les grandes cultures de la plaine de Caen. Bien que les mailles ayant les deux plus hautes notes se situent en Suisse Normande, la distribution des autres notations semble plutôt aléatoire. Ainsi, on ne retrouve pas particulièrement le gradient mis en évidence dans la partie d'évaluation par SIG.

Type de paysage agricole	Maille étudiée	Note de la maille	Note moyenne
Bocage dense associé aux prairies	136	17,1	15,60
	158	14,7	
	167	14,9	
	237	15,1	
	258	16,2	
Bocage dégradé mais très marqué par les prairies	12	12,3	14,64
	160	15,6	
	165	14,9	
	183	12,8	
	354	17,6	
Cultures associées à un linéaire de haies fragmenté	197	11,5	13,78
	365	16	
	441	14,1	
	535	16,1	
	727	11,2	
Grandes cultures de la plaine de Caen et forêts	485	15,2	14,35
	588	16	
	606	10,9	
	726	15,3	

Figure 59 : Tableau synthétique des notes obtenues par les mailles et les types de paysage agricole durant la phase de terrain

Le tableau ci-dessus (Figure 59) reprend les notes précédentes et calcule la note moyenne de chaque type de paysage agricole. Ici, les notes moyennes semblent plutôt cohérentes : plus le paysage de la maille est bocager, plus la note augmente. Cette hausse reste cependant ténue, en effet Cingal – Suisse Normande n’est pas un territoire connu pour son bocage, on ne s’attend donc pas à obtenir des haies aux notes maximales.

Les mailles de la plaine de Caen enregistrent des résultats surprenants : la note moyenne de ce type de paysage atteint presque celle du bocage dégradé. Il est donc possible que malgré leur faible nombre, les haies bordant les grandes cultures soient cependant d’une qualité correcte. Cela valide l’affirmation de Fabien Liagre selon laquelle la densité du bocage n’est pas une donnée suffisante pour évaluer sa qualité.

Ainsi, il existe une certaine corrélation entre la qualité des haies sur le terrain et le gradient des paysages agricoles présenté dans la partie précédente. Mais ce dernier ne détermine pas pour autant de façon absolue les notes des haies de la maille étudiée.

A. Une stratification plutôt homogène

Parmi les haies observées, la présence d’une strate arbustive est quasi systématique. Lorsqu’elle n’est pas accompagnée d’une autre strate ligneuse, la haie est de type taillis simple composé de cépées d’arbustes (Figure 60). Mais bien souvent, elle est couplée à une strate arborée ; ces haies multistrates se déclinent en deux catégories. Lorsque la strate arborée n’est

pas très haute et composée de cépées d'arbres, on parle de taillis mixte (Figure 61). Tandis que les strates arborées excédant 8 mètres de hauteur sont qualifiées de futaies : c'est ce qu'on appelle les arbres de hauts jets, ils sont associés à un taillis simple ou mixte (Figure 62).

L'unique présence d'une strate arborée haute a été beaucoup plus rarement observée. Ces futaies sont soit régulières et donc composées de hauts jets de même âge, soit irrégulières lorsque les hauts jets sont d'âges différents (Figure 63).

Les arbres têtards ou émondés sont quant à eux quasi inexistantes sur le territoire d'étude. On en déduit que l'exploitation du bois n'y est pas très développée et que les haies ont plutôt vocation à clôturer les champs et les prairies.



Figure 60 : Haie de type taillis simple à Caumont-sur-Orne (Tanfin, août 2023)



Figure 61 : Haie de type taillis mixte à Esson (Griffin, mai 2023)

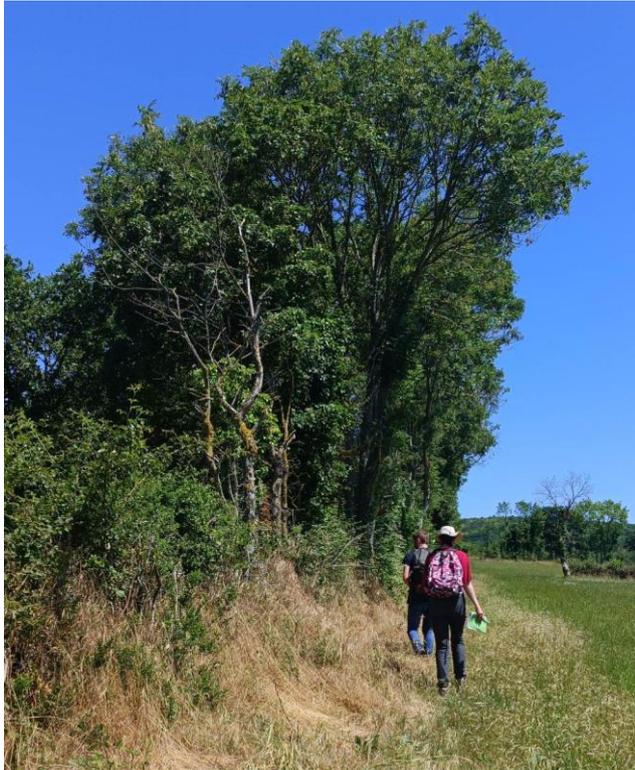


Figure 62 (à gauche) : Haie de type taillis sous futaie à Le Bô (Griffin, juin 2023)



Figure 63 (à droite) : Haie de type futaie régulière à Campandré-Valcongrain (Tanfin, juin 2023)

B. Des ourlets de pied de haie très peu forestiers

La flore de l'ourlet de pied des haies (Figure 64) est majoritairement prairiale ou rudérale dans les mailles inventoriées. Les ourlets forestiers se sont faits très rares durant l'inventaire, mais lorsque l'un d'eux était identifié c'était presque toujours dans une zone où l'emprise du bocage était relativement importante.

Ourlet forestier à Saint-Rémy



Ourlet prairial au Tremblay



Ourlet rudéral à Caumont-sur-Orne



Figure 64 : Types d'ourlets de pied de haie observés sur le terrain (Tanfin, juin - août 2023)

Au fur et à mesure de l'inventaire, certaines espèces de plantes se sont révélées caractéristiques des différents types d'ourlet des haies de Cingal- Suisse Normande.

La fougère est sans aucun doute la plante annonciatrice d'un ourlet forestier, elle a beaucoup été relevée sur le terrain et créait parfois de vraies populations dans la strate herbacée des haies. L'arum tacheté, l'épiaire des bois, le compagnon rouge ou encore le sceau de Salomon sont les espèces forestières qui l'accompagnaient le plus souvent lorsque l'ourlet s'avérait réellement forestier (Figure 65). Ces plantes sont cependant restées relativement rares à l'échelle de l'inventaire complet.



Arum tacheté



Fougère



Compagnon rouge



Epiaire des bois



Sceau de Salomon

Figure 65 : Principales espèces forestières observées pendant l'inventaire de terrain (Tanfin, juin 2023)

Les espèces prairiales étaient quant à elles beaucoup plus présentes et diversifiées. La plus représentée de toutes est le dactyle aggloméré, bordant la quasi-totalité des haies tous types d'ourlets confondus, mais aussi les chemins et bords de champs. Pour constituer un ourlet prairial, il est associé entre autres au pissenlit, au plantain lancéolé, au ray-grass anglais et à l'achillée millefeuille. En contexte de prairies, la centaurée scabieuse est également présente (Figure 66).



Figure 66 : Principales espèces prairiales observées pendant l'inventaire de terrain (Tanfin, juin - août 2023)

Enfin, les plantes classées comme rudérales sont les plus rencontrées puisqu'elles sont moins exigeantes en termes de condition de vie. Le gaillet grateron est particulièrement présent, envahissant parfois même la haie qu'il borde. L'ortie dioïque, l'oseille et le géranium herbe à Robert sont des espèces fréquemment identifiées également (Figure 67).



Figure 67 : Principales espèces rudérales observées pendant l'inventaire de terrain (Tanfin, mai - août 2023)

C. Un environnement assez peu favorable au maintien de la biodiversité

De nombreux éléments marqueurs d'un bocage de bonne qualité se sont avérés absents des observations de terrain. Presque aucun talus ni arbre creux ou têtard n'ont été relevés. Cependant, il n'est pas facile de repérer des cavités dans les arbres depuis le sol, il est donc possible que leur nombre soit sous-estimé. Les zones humides à proximité des haies sont assez rares aussi : aucune mare n'a été identifiée, les seuls points d'eau se situent au niveau de quelques ripisylves (Figure 70)

Les chemins et les routes contigus aux haies sont cependant très présents (Figures 68 et 69). En effet, le réseau de chemins est particulièrement important à Cingal – Suisse Normande. De plus, les haies bordant des chemins sont plus faciles à entretenir, cela peut être un facteur de leur conservation.



Figure 68 (à gauche) : Route contiguë à une haie à Saint-Omer (Tanfin, juin 2023)

Figure 69 (à droite) : Chemin creux longeant les haies à Boulon (Tanfin, juin 2023)

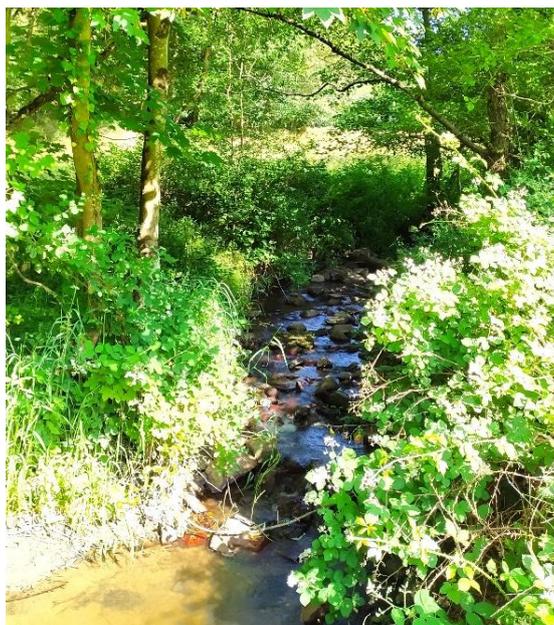


Figure 70 : Ripisylve à Caumont-sur-Orne (Tanfin, juin 2023)

La connectivité des haies sur le terrain se révèle plutôt bonne, elles sont rarement isolées. Les connexions sont de multiples natures : jonction à d'autres haies, à un bosquet ou même un boisement. L'écart entre la connectivité calculée par SIG et celle relevée sur le terrain est plutôt important, cela s'explique de plusieurs manières. Tout d'abord, dans l'inventaire de terrain sont prises en compte les connexions aux bosquets et boisements alors que celles-ci n'étaient pas identifiables par SIG. De plus, la digitalisation du réseau bocager laisse parfois des espaces libres entre les haies, des vides qui n'existent pas dans la réalité.

Type de paysage agricole	Maille étudiée	Connectivité	Connectivité moyenne
Bocage dense associé aux prairies	136	82 %	70,8 %
	158	52 %	
	167	64 %	
	237	89 %	
	258	67 %	
Bocage dégradé mais très marqué par les prairies	12	79 %	76,2 %
	160	77 %	
	165	84 %	
	183	55 %	
	354	86 %	
Cultures associées à un linéaire de haies fragmenté	197	50 %	72,8 %
	365	92 %	
	441	79 %	
	535	76 %	
	727	67 %	
Grandes cultures de la plaine de Caen et forêts	485	33 %	55,5 %
	588	100 %	
	606	56 %	
	726	33 %	

Figure 71 : Tableau synthétique des connectivités dans chaque maille de terrain et type de paysage agricole associé

De manière générale, la connectivité des haies sur le terrain est comprise entre 50 et 90 % ce qui témoigne d'un bon réseau bocager (Figure 71). La seule exception se trouve au niveau de la plaine de Caen, en effet la connectivité dans les mailles y est beaucoup plus hétérogène passant de 33 % pour certaines à 100 % pour d'autres. La connectivité moyenne pour ce type de paysage n'est que de 55 % environ mais cela n'est pas étonnant : les haies étant peu nombreuses, cela accentue la probabilité d'avoir des haies isolées.

Une cartographie est réalisée pour deux mailles afin de croiser les données des variables principales : la stratification et la flore de l'ourlet de pied de haie. On cherche à savoir si les deux peuvent être liées. Les deux mailles choisies sont de natures différentes, l'une bénéficie d'un réseau de haies dense couplé à des prairies, tandis que l'autre se situe en contexte de cultures avec très peu de haies.

Résultats de l'inventaire des haies de la maille 167



Figure 72 : Cartographie des données de l'inventaire des haies dans la maille 167

Dans cette maille (Figure 72), les ourlets de type forestier sont toujours associés à des haies multistrates. En effet, *plus la végétation de la haie sera haute, large et dense, plus les conditions micro-environnementales seront proches de celles des milieux forestiers* (Baudry et Jouin, 2003). Au niveau de leur localisation, elles se trouvent plutôt à proximité des prairies. Il a d'ailleurs été prouvé que *les bordures adjacentes à des prairies permanentes sont en majorité de type physionomique forestier* (Baudry et Jouin, 2003) et les résultats de notre étude semblent le confirmer.

Les haies prairiales quant à elles se situent évidemment en contexte de prairies mais également le long de la route principale qui traverse la maille au nord. En effet, durant cet inventaire il a été observé que les haies longeant les routes possédaient une grande diversité de plantes (notamment prairiales) dans leur ourlet herbacé. A condition qu'il y ait une bande enherbée assez large entre la haie et la route et que celle-ci ne soit pas fauchée.

Enfin, les ourlets rudéraux se trouvent surtout en bordure de cultures et lorsque les haies sont petites et / ou isolées.

Résultats de l'inventaire des haies de la maille 588



Figure 73 : Cartographie des données de l'inventaire des haies dans la maille 588

Dans cette maille de la plaine de Caen (Figure 73), les haies ne sont pas très nombreuses mais toutes multistrates. Effectivement, ce n'est pas parce que le réseau de haies est faible que celles-ci sont obligatoirement de mauvaise qualité. On retrouve par ailleurs l'hypothèse énoncée ci-dessus selon laquelle les routes seraient propices aux ourlets prairiaux. De manière étonnante, les haies prairiales ne se situent pas au niveau de la prairie au nord-ouest mais bien le long de l'axe routier principal à l'est. Par ailleurs, cette route bénéficie également d'une large bande enherbée. Les haies de la prairie sont quant à elles rudérales : la présence d'une prairie n'induit donc pas forcément des haies de meilleure qualité.

Ainsi, la stratification de la haie, la flore de son ourlet herbacé et son environnement semblent être des variables étroitement liées. Cependant la qualité d'une haie dépend de nombreux indicateurs qu'il faut considérer simultanément : occupation du sol, environnement, mode d'entretien de la haie, connectivité au réseau, stratification...

Sur ces cartes, on observe par ailleurs des haies non inventoriées. Bien souvent le relevé exhaustif des haies de chaque maille n'est pas possible car certaines sont inaccessibles, inexistantes ou encore privées (Figure 74) et donc non concernées par notre étude.



Figure 74 : Haie monospécifique dans un jardin privé à Renémesnil (Tanfin, mai 2023)

En effet, il existe des différences entre les haies référencées dans la BD Haie de l'IGN et la réalité du terrain. Certaines haies apparaissant dans la base de données sont en fait inexistantes ou confondues avec d'autres entités boisées comme les bosquets par exemple. A l'inverse, les haies récemment plantées ou les reliquats (Figure 75) ne sont pas identifiés et référencés par la BD Haie. Les limites des haies ne correspondent pas toujours à ce qu'elles sont dans la réalité : parfois les extrémités sont trop longues ou pas assez, cela arrive que certaines haies soient découpées en plusieurs tronçons alors qu'elles sont continues, et on remarque l'absence de certaines connectivités. Mais la confusion la plus fréquente est le référencement des arbres isolés en tant que haies. Il n'est pas toujours facile d'identifier des objets depuis les vues aériennes, c'est pourquoi les vérifications de terrain sont toujours utiles dans n'importe quelle étude.



Figure 75 : Reliquats d'une ancienne haie non référencée par l'IGN à Saint-Rémy (Tanfin, juin 2023)

Les cartographies suivantes proposent de comparer les haies référencées par l'IGN avec la réalité du terrain dans deux mailles.

Écarts entre la BD Haie et la réalité du terrain dans la maille 183

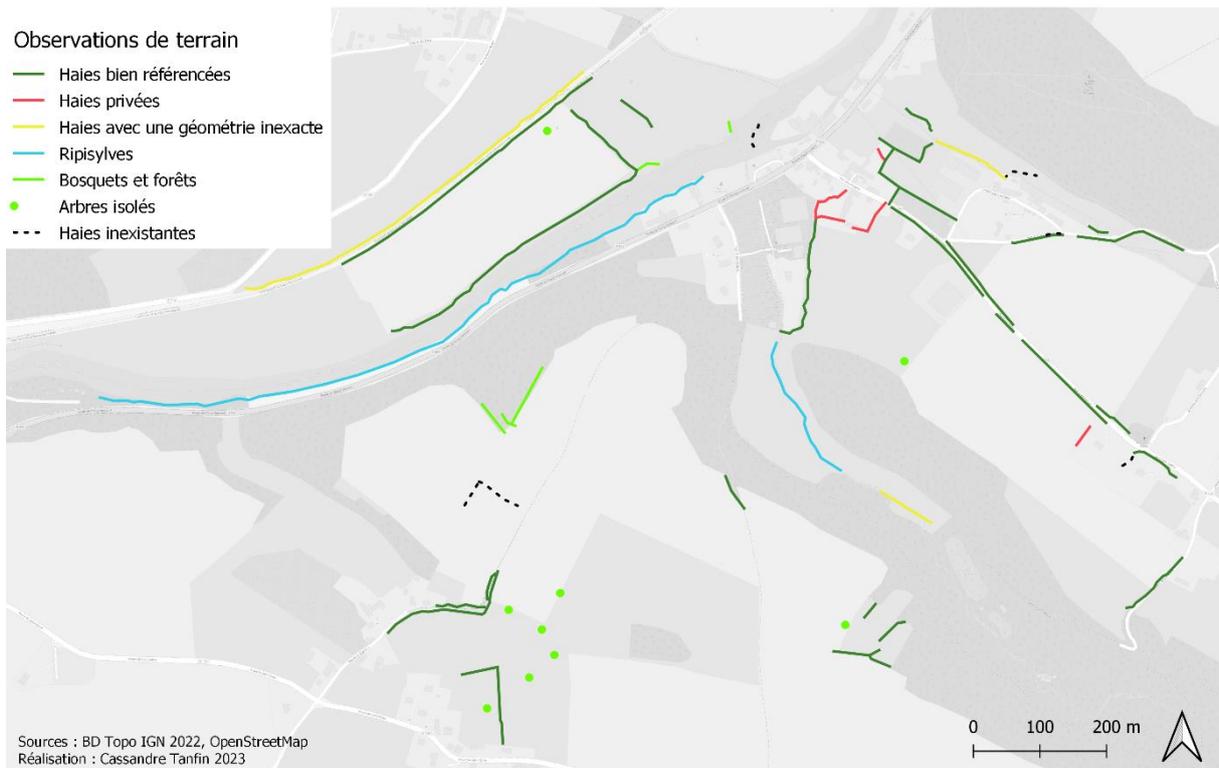


Figure 76 : Cartographie des écarts entre la BD Haie et la réalité du terrain dans la maille 183

Dans cette maille, la majorité des haies sont bien référencées mais certaines erreurs sont remarquables (Figure 76). Au sud, de nombreux arbres isolés sont référencés comme haies (Figure 77). De plus, deux ripisylves continues sont décomposées en plusieurs petites haies non connectées dans la BD Haie (Figure 78). Enfin, certaines haies ont une géométrie différente dans la réalité et dans le référencement.



Figure 77 (à gauche) : Arbres isolés référencés comme haies à Caumont-sur-Orne (Tanfin, août 2023)

Figure 78 (à droite) : Ripisylve continue à Caumont-sur-Orne coupée en plusieurs parties dans la BD Haie (Tanfin, août 2023)

Écarts entre la BD Haie et la réalité du terrain dans la maille 197



Figure 79 : Cartographie des écarts entre la BD Haie et la réalité du terrain dans la maille 197

Dans cette maille aussi, quelques haies présentent une géométrie erronée parmi un ensemble de haies bien référencées (Figure 79). Cependant, à l'est se trouve une culture de conifères et celle-ci a été interprétée comme un réseau très dense de haies (Figure 80). Cette marge d'erreur peut ainsi fausser les données de la maille puisqu'elle perd dans la réalité un nombre significatif de haies.



Figure 80 : Plantation de conifères confondue en haies aux Trois Monteaux (Tanfin, juin 2023)

Compte tenu du nombre assez important de haies bien référencées, on estime qu'il est possible d'exploiter les résultats en prenant toutefois le recul nécessaire sur les données obtenues.

3.3. Comparaison entre la typologie et les notes de l'inventaire

Tous les résultats présentés et exploités précédemment sont fondés uniquement sur des observations et interprétations empiriques. Cela permet de soulever des hypothèses mais pas de valider ou non la potentielle corrélation entre le type de paysage agricole d'une maille et les notes obtenues par ses haies. Une analyse de la variance va permettre de répondre à cette question. Celle-ci s'appuie sur l'ensemble des moyennes des notes de chaque maille de l'inventaire de terrain. Ce test statistique permet de vérifier si les notes obtenues par les haies dépendent de classe de la maille où elles se trouvent, c'est-à-dire du type de paysage agricole qui les entoure.

Analysis of variance (Y):

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	3	8,619	2,873	0,703	0,565
Error	15	61,290	4,086		
Corrected To	18	69,909			

Computed against model $Y=Mean(Y)$

Figure 81 : Tableau présentant l'analyse de la variance

Dans ce tableau (Figure 81), la ligne *Model* désigne la variabilité entre les classes, ici les types de paysages agricoles. Tandis que la ligne *Error* fait référence à la variabilité au sein même des différentes classes qui ne peut pas être expliquée par le type de paysage. Les données de la colonne *Sum of squares* correspondent à la somme des écarts à la moyenne. Elle est par exemple de 8,619 entre les classes. La colonne *Mean squares* quant à elle est calculée en divisant la somme des écarts à la moyenne par son degré de liberté (DF). Dans notre étude, la variabilité à l'intérieur des classes est plus importante que celle entre les classes : respectivement 4,086 contre 2,873. Il est donc difficile d'affirmer que les notes moyennes des classes soient significatives du paysage auquel elles appartiennent.

Par ailleurs, la dernière colonne du tableau donne la probabilité associée au test du F de Fisher et celle-ci s'élève à 0,565. Cela signifie que le risque de se tromper est de 57 % si l'on affirme que la classe de la maille issue de la typologie suffit à expliquer les notes des haies de la maille en question. Ce résultat est très élevé et tend plutôt à démontrer que les deux variables ne sont pas en corrélation.

Le test de Tukey (Figure 82) étudie les notes moyennes afin de déterminer si les différentes classes font partie d'une même population. C'est le cas ici puisque le test considère que toutes les classes appartiennent à une même population A. On en conclut que les notes obtenues par les haies ne varient pas de manière assez significative d'une classe à l'autre. Ce résultat peut démontrer que le paysage de Cingal – Suisse Normande est homogène, cependant nous avons observé précédemment un fort gradient paysager sur ce territoire.

Ainsi, ce résultat semble plutôt s'expliquer par d'autres variables que le paysage ou bien par les limites de l'étude.

Le test REGWQ (Figure 83) arrive à la même conclusion : la différence entre les classes n'est pas significative. Cependant, la colonne *Difference* permet d'étudier les similitudes entre les différents types de paysages agricoles. La qualité des haies du bocage dense est ainsi plutôt différente de celle des paysages de cultures et de la plaine de Caen. Au contraire elle est beaucoup plus similaire aux paysages de bocage dégradé. Une donnée surprenante est observée : la plaine de Caen semble avoir beaucoup de similitudes avec le bocage dégradé. On peut ainsi en déduire que la qualité des haies ne peut pas dépendre uniquement du contexte paysager.

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
Dense	15,600	0,904	13,673	17,527	A
Dégradé	14,640	0,904	12,713	16,567	A
Plaine	14,350	1,011	12,196	16,504	A
Cultures	13,780	0,904	11,853	15,707	A

Figure 82 : Test de Tukey

Contrast	Difference	Standardize d difference	Critical value	Pr > Diff	alpha (Modified)	Significant
Dense vs Cultures	1,820	1,424	2,882	0,505	0,050	No
Dense vs Plaine	1,250	0,922	2,597	0,635	0,050	No
Dense vs Dégradé	0,960	0,751	2,597	0,464	0,050	No
Dégradé vs Cultures	0,860	0,673	2,597	0,783	0,050	No
Dégradé vs Plaine	0,290	0,214	2,483	0,834	0,025	No
Plaine vs Cultures	0,570	0,420	2,483	0,680	0,025	No

Figure 83 : Test REGWQ

Conclusion

Les résultats de l'analyse de terrain semblent correspondre au gradient paysager de Cingal – Suisse Normande. Dans le bocage dense, une plus grande proportion de haies bénéficie d'une stratification optimale ainsi que d'un ourlet de type forestier. Cependant, l'analyse de la variance a démontré que les données recueillies ne sont pas assez significatives pour affirmer que le type de paysage d'une maille a une incidence sur la qualité de ses haies.

4. Limites de l'étude

4.1. Un manque de données important pour la cartographie par SIG

Cette étude comporte quelques limites qu'il convient de considérer lors de l'analyse des résultats. En effet, des premiers biais apparaissent dès le calcul des indicateurs bocagers par SIG en raison d'un manque de donnée non négligeable.

La BD Haie de l'IGN est une base de données particulièrement importante pour notre étude, mais elle n'existe que depuis l'année 2021. Il est donc difficile de réaliser une rétrospective sur l'évolution du linéaire de haies antérieure à cette date. La densité du réseau de haies a tout de même pu être calculée pour l'année 2015 à partir des polygones *Haie* de la BD Végétation. Mais la méthode de calcul n'étant pas la même, il faut être prudent quant à l'interprétation des résultats.

L'évolution d'autres indicateurs pose également problème, notamment ceux concernant les chemins et les bâtiments. En effet, la prise de données de la BD Topo a beaucoup évolué entre 2008 et 2022 si bien qu'on obtient des résultats qui ne sont pas comparables. Par exemple, le processus de création de la couche de données recensant les bâtiments n'a pas toujours été effectué de la même manière. Auparavant, un seuil minimal de 50 m² était appliqué pour la sélection du bâti, mais il n'existe désormais plus. On recense donc aujourd'hui des bâtiments qui ne l'auraient pas été à l'époque. Une augmentation de la densité du bâti ne signifie donc pas forcément qu'il y a eu une expansion de l'urbanisation.

A l'origine, dix indicateurs bocagers devaient être calculés. Mais deux d'entre eux ont dû être écartés puisque qu'aucune banque de données ne les recense : ce sont les chemins creux et les talus. Ces deux éléments sont très caractéristiques des paysages bocagers et il serait intéressant qu'ils bénéficient eux aussi de leur base de données attitrée.

La réalisation d'un travail similaire à celui mené dans ce mémoire mais sur une échelle de temps plus grande serait intéressante. Pour cela il faudrait s'appuyer sur des photographies aériennes afin de pouvoir évaluer l'évolution des indicateurs bocagers avant 2008. Remonter plus loin dans le temps permettrait d'observer si les remembrements ont eu des conséquences visibles sur le réseau bocager de Cingal – Suisse Normande. Ce volet n'a pas pu être traité ici, la digitalisation des éléments du paysage nécessitant un temps de travail trop long.

En ce qui concerne la typologie, les tests statistiques du nombre de classes optimal ont donné des résultats assez élevés, autour de 8 ou 9 classes. Cependant après plusieurs essais, un nombre aussi grand de classes ne rendait pas la lecture de la carte facile. C'est pourquoi une classification à seulement 4 classes a été choisie. Elle a également facilité l'analyse sur le terrain puisqu'un trop grand nombre de classes n'aurait pas permis de traiter assez de mailles par classe.

4.2. Contraintes et subjectivité de l'inventaire de terrain

L'étude de terrain comporte elle aussi de nombreuses limites puisqu'il s'agit d'un travail exploratoire. Elle n'a pas vocation à donner des résultats absolus mais cherche plutôt à tester des hypothèses.

Le premier problème apparu est lié au manque d'accessibilité. Dans chaque maille de nombreuses haies ont été classées comme inaccessibles pour plusieurs raisons. Beaucoup se trouvaient en bordure de cultures, ce qui a rendu leur accès plus difficile que dans les prairies. Les champs, et particulièrement ceux de blé et de colza, étaient très hauts à cette époque et entravaient le bon relevé des haies (Figure 84). Parfois, une bande enherbée située entre la haie et le champ permettait le passage mais cela s'est avéré rare.

Dans les prairies, ce sont surtout les clôtures et les barbelés qui ont fait obstacle à l'inventaire. Ils ont été franchis lorsque c'était possible, mais cela n'a pas été toujours le cas (Figure 85). La présence d'animaux aux abords de la clôture à franchir, ainsi que la signalisation de terrains privés et surveillés ont également été la raison de quelques haies déclarées comme inaccessibles.



Figure 84 (à gauche) : Haie inaccessible cernée par les cultures à Urville (Tanfin, juin 2023)

Figure 85 (à droite) : Clôture infranchissable en fil barbelé à Saint-Rémy (Tanfin, juin 2023)

L'identification de la flore de l'ourlet de pied de haie est un travail hasardeux d'où peuvent survenir des erreurs. Il n'est en effet pas facile de repérer des plantes précises dans une formation végétale dense (Figure 86). Identifier une quarantaine de plantes différentes nécessite une grande concentration et un minimum de connaissances. Bien que ces dernières s'affinent au fur et à mesure des journées de terrain, le risque de passer à côté de certaines plantes sans les reconnaître est assez élevé. D'autant plus que plusieurs d'entre elles étaient déjà sous forme de fruits ou de graines à cette époque de l'année, comme la jacinthe des bois par exemple (Figure 87). Un travail comme celui-ci requiert donc de très bonnes connaissances en botanique ou bien une identification poussée de chaque plante rencontrée. Cependant, certaines espèces comme la jonquille n'étaient déjà plus visibles en juin, celles-ci n'ont donc jamais pu faire partie des relevés. Une étude de terrain qui s'appuie sur l'observation de la flore est probablement plus propice durant le mois de mai.

Certains ourlets situés en bord de route n'ont pas pu être étudiés en raison de leur fauchage (Figure 88). De ce fait, aucune plante n'était visible ou très peu et dans un état ne facilitant pas l'identification. L'ourlet était donc classé automatiquement en rudéral, même si la haie semblait avoir le potentiel d'être prairiale ou forestière.



Figure 86 : Ourlet herbacé très dense d'une haie à Campandré-Valcongrain (Tanfin, juin 2023)



Figure 87 : Différence entre les fleurs de la jacinthe des bois (à gauche) et ses fruits (à droite)



Figure 88 : Bord de route fauché à Esson (Griffin, mai 2023)

Enfin, cette grille d'analyse des haies comporte une part de subjectivité. En effet, il n'est pas toujours évident d'évaluer la taille des arbres pour choisir quel type de stratification assigner à la haie. Bien qu'il tente de l'être, l'inventaire de la flore n'est pas tout à fait représentatif non plus : il dépend beaucoup de la période, des connaissances de l'observateur, des conditions d'observation. Pour des contraintes de temps et d'accessibilité, les haies n'ont été inventoriées que sur un seul côté. Or, on ne retrouve pas forcément les mêmes espèces de part et d'autre de la haie car les conditions diffèrent (l'humidité par exemple) (Baudry et Jouin, 2003).

Au niveau du choix des mailles de terrain, seulement 20 sont étudiées sur 461 : 5 par classe. C'est un chiffre qui reste faible face au nombre de mailles total. Cette étude a donc un caractère plus prospectif que représentatif.

Conclusion générale

Ce travail a permis de confirmer la présence d'un gradient paysager au sein du territoire de Cingal – Suisse Normande.

A l'ouest le contexte est bocager avec de denses réseaux de haies connectées entre elles. Leur qualité est plutôt bonne et se rapproche des milieux forestiers. L'agriculture y est particulièrement extensive et les terres sont occupées par de petites parcelles aux formes irrégulières. Les prairies sont une composante majeure de ce type de paysage.

Au contraire, l'est de la communauté de communes est dominé par les grandes cultures. Les haies sont plus rares et moins connectées mais leur qualité reste correcte : elles abritent des espèces plutôt prairiales. Les parcelles sont pourtant beaucoup plus grandes et régulières, et sont dédiées aux cultures de blé, colza, orge...

Il n'existe pas de frontière nette entre ces deux entités mais plutôt une large zone tampon dont les caractéristiques sont tantôt empruntées à l'une, tantôt empruntées à l'autre.

L'inventaire de terrain enregistre des tendances rappelant ce gradient paysager, pourtant les résultats sont plutôt uniformes sur l'ensemble du territoire d'étude. Les écarts de notes ne sont pas significatifs et des haies de bonne comme de mauvaise qualité ont été observées de part et d'autre de la communauté de communes. La qualité d'une haie dépend donc de la conjonction de plusieurs variables, notamment sa morphologie et son environnement. L'analyse de la variance a d'ailleurs confirmé que la typologie paysagère seule ne pouvait pas conditionner la qualité des haies d'un territoire.

Il faut cependant être prudent quant à l'analyse des résultats, en effet les limites de ce travail sont relativement nombreuses et diminuent la représentativité des résultats.

Il serait intéressant de mener un travail plus poussé sur le bocage de Cingal – Suisse Normande et surtout plus représentatif, en essayant de limiter davantage les biais qui pourraient apparaître. Cela permettrait de vérifier les résultats présentés dans ce mémoire.

Avec un peu plus de temps et d'observateurs, le travail de terrain pourrait être mené sur plus de mailles afin d'obtenir des résultats plus significatifs. L'analyse de l'évolution des indicateurs bocagers par imagerie aérienne est également une piste pouvant être explorée, afin de mieux connaître le maillage bocager historique du territoire.

La prise en compte du changement climatique est un dernier volet pouvant être abordé. Dans le futur, la gestion des haies bocagères viendra peut-être à évoluer pour s'y adapter. Les bocages sont des milieux très importants dans la lutte contre le réchauffement climatique : il serait pertinent d'étudier leurs potentialités et comment les valoriser afin de faire de la haie une alliée adaptée au nouveau contexte climatique.

Bibliographie

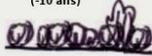
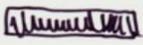
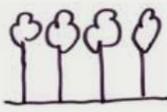
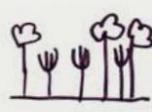
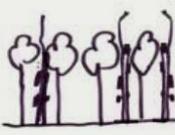
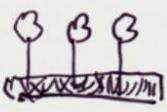
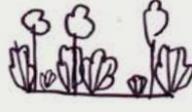
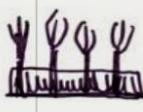
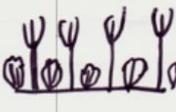
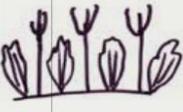
- Académie française (2019). Bocage. Dans le *Dictionnaire de l'Académie française* (9^e édition). <https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9B1441>
- Afac-Agroforesterie (2019). *Référentiel national sur la typologie des haies, modalités pour une gestion durable* (2^e édition). https://afac-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/2020/04/re%CC%81fe%CC%81rentiel-national-typologie-de-haies-Afac-Agroforesteries__light.pdf
- Agreste (2022). *L'agriculture normande en 1970 et 2020*. DRAAF. <https://draaf.normandie.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/20220825-dossier-2.pdf>
- Baudry, J. et Jouin, A. (2003). *De la haie aux bocages : organisation, dynamique et gestion*. INRA éditions.
- Blandin, P. et Lamotte, M. (1988). Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d'écocomplexe. *Bulletin d'écologie*, vol. 19, n°4, p. 547-555.
- Boissinot, A. (2014). *Terres de bocage : concilier nature et agriculture*. Ouest-France.
- Boissinot, A. et Baudry, J. (2022). De la haie au paysage : introduction au bocage. *Le Courrier de la Nature, Spécial 2022*, p. 4-8.
- Brunet, P. et Girardin, P. (2001). *Inventaire régional des paysages de Basse-Normandie*. Conseil régional de Basse-Normandie Direction régionale de l'environnement.
- Caborn, J-M. (1957). *Shelterbelts and microclimate*. H.M. Stat. Office For. Comm. Bull.
- Deffontaines, J-P. (1991). L'agronomie, science du champ. Le champ, lieu d'interdisciplinarité : de l'écophysologie aux sciences humaines. *Agronomie*, n°11, p. 581-591.
- Delahaye, D. et Reulier, R. (2022). Le bocage régule le cycle de l'eau et le ruissellement érosif. *Le Courrier de la Nature, Spécial 2022*, p. 19-22.
- DREAL Basse – Normandie (2015). *Profil environnemental de Basse – Normandie : les repères de territoire, le climat, l'air, l'eau, la biodiversité, les sols, les sous-sols et la géodiversité, la mer et le littoral, les paysages*.
- Fischesser, B. et Dupuis-Tate, M-F. (2021). *Le guide illustré de l'écologie* (4^e édition). Delachaux et Niestlé.
- Guillemois, M. (2020). *Trajectoire d'un hydrosystème : le Guer amont sous bassin du Léguer* [Mémoire de maîtrise, Université de Caen Normandie]. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02942640>
- IGN (2008). *BD TOPO : Descriptif de contenu* (2^e version). https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2022-11/DC_BDTOPO_2_08.pdf

- IGN (2020). *Les haies du dispositif de suivi des bocages* (1^{ère} version). https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-07/Descriptif_de_contenu_et_limite_DSB.pdf
- IGN (2021). *BD TOPO : Descriptif de contenu* (3^e version). https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-07/DC_BDTOPO_3-0.pdf
- IGN (2021). *Registre Parcellaire Graphique : Descriptif de contenu et de livraison* (2^e version). https://geoservices.ign.fr/sites/default/files/2021-12/DC_DL_RPG_2-0.pdf
- Jaziri, B. (2017). Evaluation quantitative et mise au point d'un SIG sur la structuration du paysage bocager de Ras Djebel dans le sahel de Bizerte (Tunisie). *Physio-Géo*, n°11, p. 161-180. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.5451>
- Le Guillou, F. (2020). *Approche systémique de la haie, pour passer de sa multifonctionnalité à la conception de plans de gestion* [Thèse de doctorat, Université de Caen Normandie]. <https://theses.hal.science/tel-02881628>
- Liagre, F. (2006). *Les haies rurales : rôles, création, entretien*. France Agricole.
- Marie, M. (2009). *Des pratiques des agriculteurs à la production de paysage de bocage. Etude comparée des dynamiques et des logiques d'organisation spatiale des systèmes agricoles en Europe (Basse-Normandie, Galice, Sud de l'Angleterre)* [Thèse de doctorat, Université de Caen]. <https://theses.hal.science/tel-00441117>
- Massa, F. (2004). *Influence des éléments du paysage sur le transfert de l'eau et des polluants dans les bassins versants sur socle*.
- Merot, P. et al (1976). *Rôle du bocage dans la circulation de l'eau : premiers résultats*. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems (KMAE). <https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/pdf/1976/02/kmae197626104.pdf>
- Meynier, A. (1966). La genèse du parcellaire breton. *Noroi*, n°52, p. 595-610. https://www.persee.fr/doc/noroi_0029-182x_1966_num_52_1_7296
- Muséum national d'Histoire naturelle (2013). *EUNIS : habitats terrestres et d'eau douce*. https://inpn.mnhn.fr/docs/ref_habitats/EUNIS_trad_francais.pdf
- Palierne, J-M. (1976). Bocages mimétiques d'intercalation et de substitution, genèse et écologie. *Les bocages. Histoire, écologie, économie*, p. 69-73.
- Parc naturel régional Normandie-Maine (2014). *Méthode d'identification des haies contribuant aux continuités écologiques forestières*. https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/pnr_nm_guide_methode_haies.pdf
- Philippe, M-A. et Polombo, N. (2009). Soixante années de remembrement. *Etudes foncières*, n°140, p. 43-49. <https://shs.hal.science/halshs-00433025/document>

- Reulier, R. (2015). *Structure paysagère et dynamiques spatiales des transferts hydro-sédimentaires. Approche par simulation multi-agent* [Thèse de doctorat, Université de Caen Normandie]. <https://hal.science/tel-01264723>
- Soltner, D. (1975). *L'arbre et la haie pour la production agricole, pour l'équilibre écologique, et le cadre de vie rurale* (2^e édition). Collection Sciences et Techniques Agricoles.
- Tiano, C. et Loizzo, C. (2017). *Le commentaire de carte topographique : méthodes et applications*. Armand Colin.
- Vadaine, E. (2002). *Appréciation quantitative de l'évolution du paysage bocager. Mise au point d'un indicateur de la dynamique bocagère* [Mémoire de maîtrise, Université de Caen]. http://www.donnees.normandie.developpement-durable.gouv.fr/pdf/RAPPORT/Memoire_E_Vadaine_2002.pdf
- Watteaux, M. (2005). Sous le bocage, le parcellaire.... *Études rurales*, n°175-176, p. 53-80. <https://doi.org/10.4000/etudesrurales.8169>
- XLSTAT (s. d.). *Classification par la méthode des nuées dynamiques (K-means)*. <https://www.xlstat.com/fr/solutions/fonctionnalites/classification-par-la-methode-des-nuees-dynamiques-k-means>

Annexes

Typologie des haies en France (Afac-Agroforesterie, 2019)

Typologie des haies en France suivant les modalités de gestion pour un renouvellement des haies				 haut jet	 cépée
Haie en devenir	1. haie résiduelle  p.17	2. haie de colonisation  p.17	3. jeune haie plantée (-10 ans)  p.18		
	4. cépées d'arbustes  p.22	5. cépées d'arbres  p.28	6. taillis fureté de hêtres  p.38		
	7. cépées d'arbres et d'arbustes taillés sur les trois faces  p.40	8. cépées d'arbres et d'arbustes  p.46			
Futaie régulière	9. hauts jets du même âge  p.50	10. alignement d'arbres émondés  p.62	11. alignement de têtards  p.68		
	12. hauts jets d'âges différents  p.76	13. hauts jets avec têtards  p.80	14. hauts jets avec arbres émondés  p.81		
	15. hauts jets avec cépées d'arbustes taillés sur les trois faces  p.82	16. hauts jets avec cépées d'arbustes  p.86	17. hauts jets avec cépées d'arbres  p.92	18. hauts jets avec cépées d'arbres et d'arbustes  p.96	
Taillis sous futaie	19. têtards avec cépées d'arbustes taillés sur les trois faces  p.100	20. têtards et cépées d'arbustes  p.102	21. têtards et cépées d'arbres  p.104	22. hauts jets avec têtards et cépées d'arbres et d'arbustes  p.106	23. hauts jets avec arbres émondés et cépées d'arbres et d'arbustes  p.106

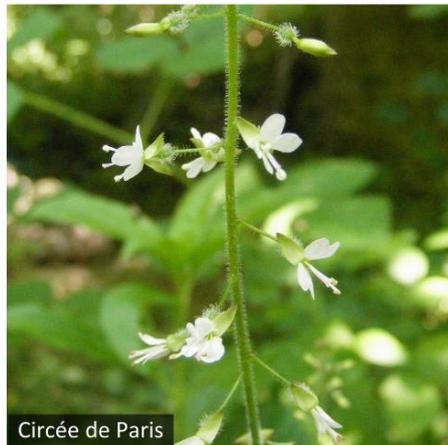
Aide à l'identification des ourlets de pied de haie (Tanfin, 2023 d'après PNR Normandie-Maine, 2014)

Type	Espèce	Taille (cm)	Couleur fleurs	Caractéristiques supplémentaires
F	Jonquille / Narcisse	20 à 30		
F	Primevère acaule / Primevère des jardins	8 à 15		Fleurs de 5 à 25 cm, corolle en assiette
F	Anémone sylvie	10 à 15		Fleur unique souvent rose sur l'extérieur, 3 feuilles
F	Ficaire fausse renoncule	5 à 20		8 à 12 pétales par fleur, feuilles rondes ou en cœur
F	Jacinthe des bois	20 à 40		Fleurs en clochettes tombantes
F	Euphorbe des bois	30 à 60		Feuilles vert foncé à brunes
F	Fraisier des bois	5 à 20		Fleurs aux pétales arrondis, fraises
F	Potentille faux-fraisier	5 à 10		Pétales laissant apparaître le calice
F	Gouet / Arum tacheté	15 à 40		Spathe en cornet, plante parfois tachetée de rouge
F	Cerfeuil sauvage	60 à 150		Inflorescence en ombelles, tige cannelée
F	Germandrée scorodaine / Sauge des bois	30 à 50		Fleur sans lèvre supérieure, dégage une odeur désagréable
F	Alliaire officinale	20 à 100		Les feuilles froissées ont une odeur d'ail
F	Mélampyre des prés	15 à 50		Fleurs en tube avec deux bosses sur la lèvre inférieure
F	Pain-de-coucou / Oxalis petite oseille	5 à 12		Pétales souvent violacés, feuilles ressemblant au trèfle
F	Lamier jaune	15 à 80		Fleurs avec un casque, plante ressemblant à l'ortie
F	Ail des ours	20 à 50		Ombelle avec fleurs en étoile, 2 feuilles de max 20 cm
F	Mercuriale vivace	15 à 30		Feuilles uniquement sur la partie supérieure de la plante
F	Sceau-de-Salomon commun	30 à 80		Fleurs en corolle, feuilles réparties sur 2 lignes, tige retombante
F	Circée de Paris	20 à 70		Fleurs blanches à rose pâle, feuilles n'atteignant pas l'inflorescence
F	Epiastre des bois	30 à 100		Fleurs rouges à brun avec une lèvre inférieure mouchetée
F	Epilobe des montagnes	20 à 80		Fleurs de 6 à 9 cm de diamètre, tige ronde et velue
F	Compagnon rouge / Silène dioïque	30 à 90		Pétales fendus en 2, calice ventru
F	Raiponce en épi	30 à 80		Inflorescence cylindrique, feuilles ayant souvent une tache noire
F	Fougères	-		
P	Dactyle aggloméré	30 à 120		Epillets de 7-8 mm réunis en boules
P	Ray-grass anglais	20 à 70		Epis plats, axe en zig-zag
P	Plantain lancéolé	10 à 50		Epis ovoïdes sur tiges dépourvues de feuilles, 3 à 7 nervures parallèles sur les feuilles
P	Fléole des prés	30 à 100		Inflorescence cylindrique grise à vert-bleu
P	Carotte sauvage	30 à 100		Fleur rouge au centre de l'ombelle
P	Flouve odorante	20 à 60		Inflorescence ovoïde, luisante et de 2 à 5 cm
P	Vesce des haies	30 à 60		Feuilles ayant 4 à 8 paires de folioles, présence de vrilles
P	Pissenlit	5 à 40		Fleurs en capitules solitaires, graines en aigrettes
P	Centaurée scabieuse	30 à 150		Capitules solitaires de 3 à 5 cm de diamètre
P	Achillée millefeuille	20 à 120		Nombreux capitules de 4 à 10 mm de diamètre
P	Origan commun	20 à 60		Fleurs presque en ombelles, bractées pourpres
P	Berce commune	50 à 150		Fleurs plus grosses à la périphérie
R	Ortie dioïque / Grande ortie	30 à 150		Feuilles de plus de 5 cm
R	Mouron blanc / Mouron des oiseaux	3 à 40		Fleurs de 4 à 7 mm de long
R	Cirse commun / Cirse à feuilles lancéolées	60 à 120		Capitules de 3 à 5 cm de long
R	Lamier blanc / Ortie blanche	20 à 50		Ressemble à l'ortie
R	Géranium Herbe à Robert	20 à 40		Fleurs rose à pourpres, feuilles très découpées et parfois rouges, odeur âcre
R	Oseille	50 à 80		Fleurs en grappes, feuilles de max 25 cm
R	Véronique de Perse	10 à 40		Fleurs solitaires de 8 à 13 mm de diamètre
R	Lamier pourpre / Ortie rouge	15 à 45		Plante lavée de violet
R	Gaillet gratteron	60 à 200		Petites fleurs, fruits composés de 2 petites boules, plante qui s'accroche et semble coller

Aide à l'identification des espèces forestières 1 (Tanfin, 2023)



Aide à l'identification des espèces forestières 2 (Tanfin, 2023)



Aide à l'identification des espèces prairiales (Tanfin, 2023)

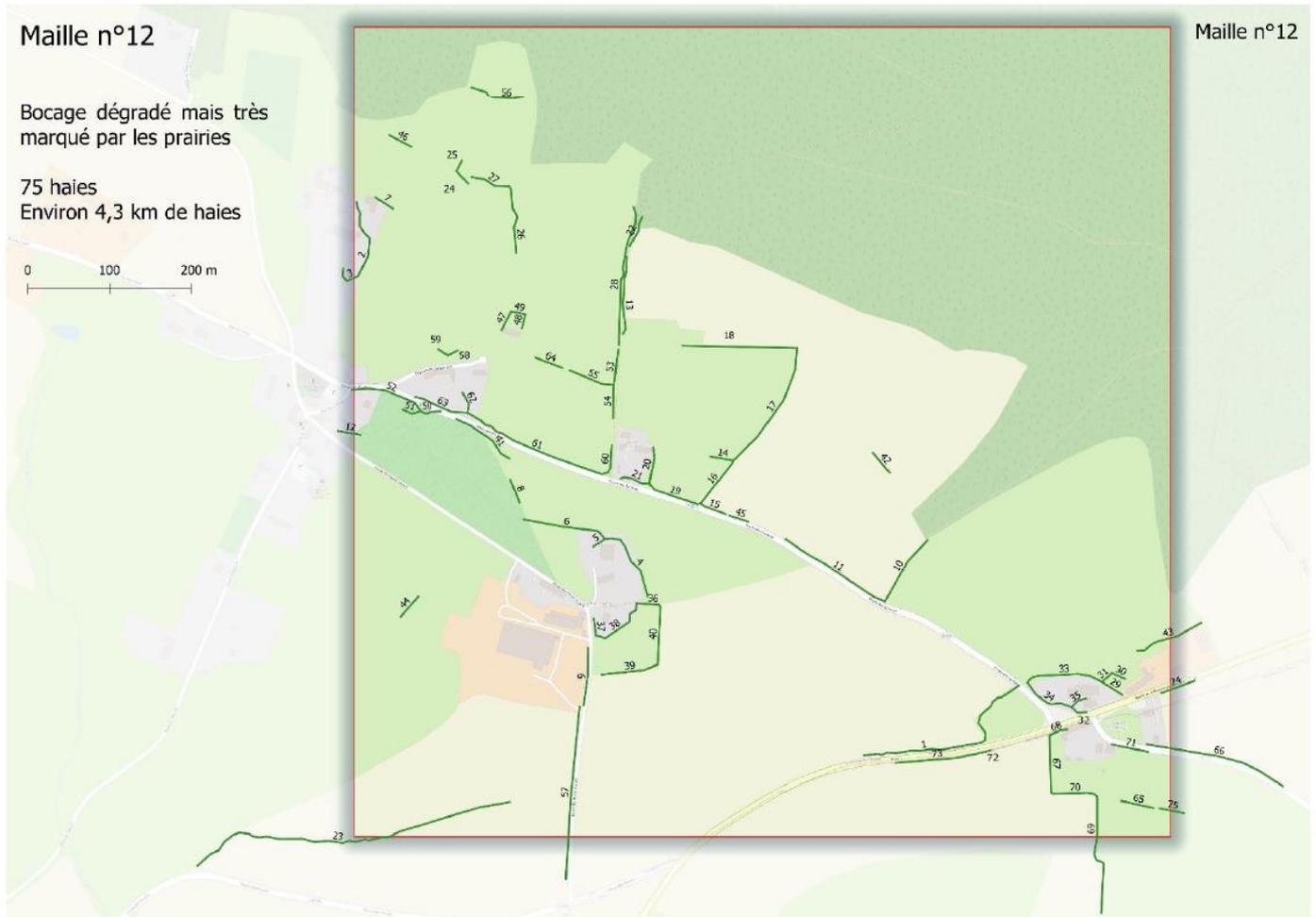


Aide à l'identification des espèces rudérales (Tanfin, 2023)



Fiches de synthèse des mailles de terrain

Synthèse de la maille n°12

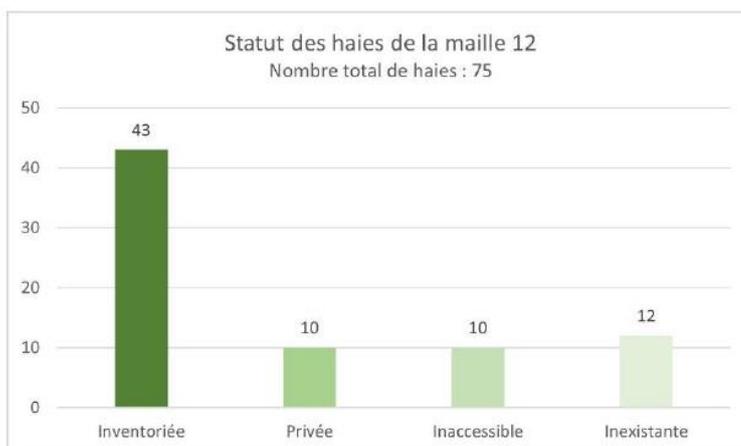


Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

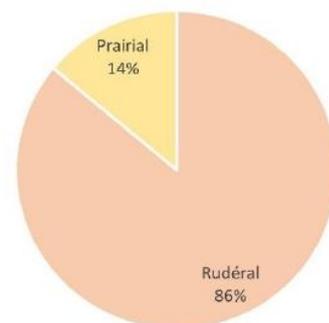
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Moyenne (43 m/ha)	Importante (51 %)	Importante (0,4 bât/ha)	Moyenne (46 m/ha)	Moyenne (6 degrés)	Faible (4 ha)	Plutôt régulières (If : 0,028)	Association cultures/prairies (55 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

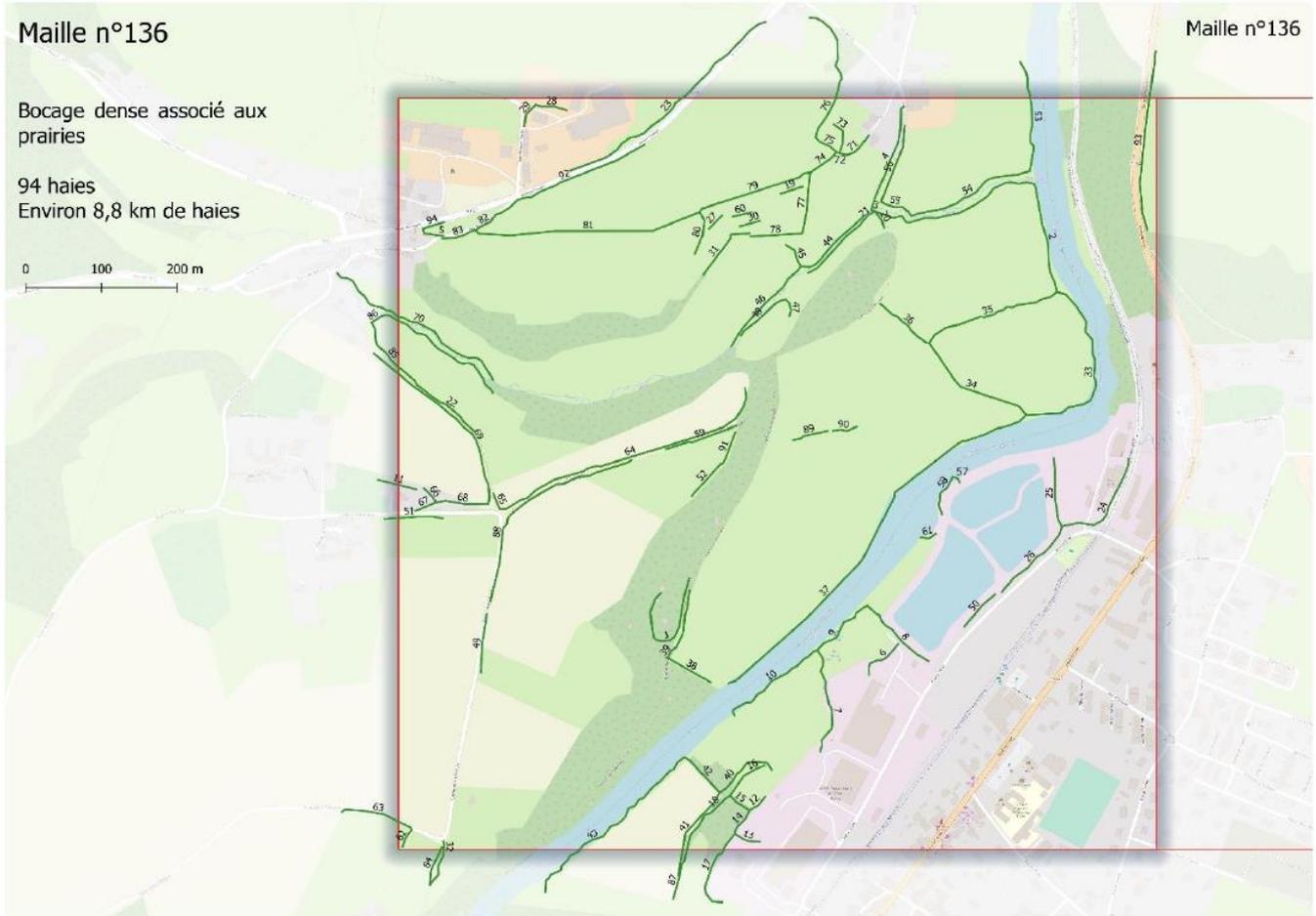
Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
12/30	6/30	18/30	79 %



Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 12



Synthèse de la maille n°136

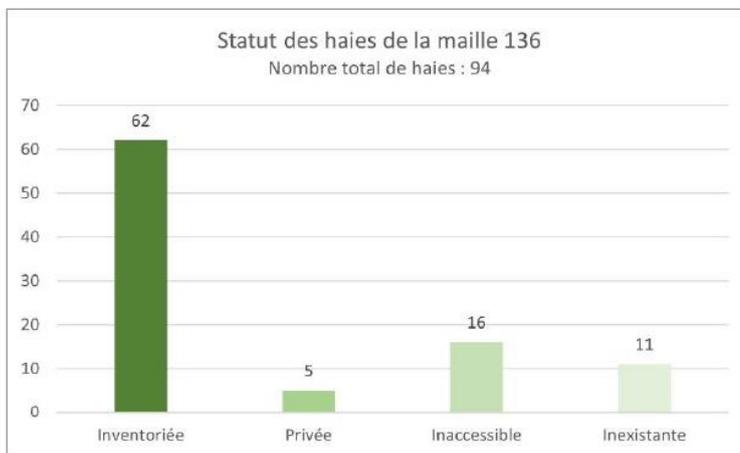


Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Importante (88 m/ha)	Importante (63 %)	Faible (2,3 bât/ha)	Moyenne (39 m/ha)	Moyenne (6 degrés)	Faible (2,3 ha)	Très irrégulières (If : 0,044)	Prairies dominantes (74 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

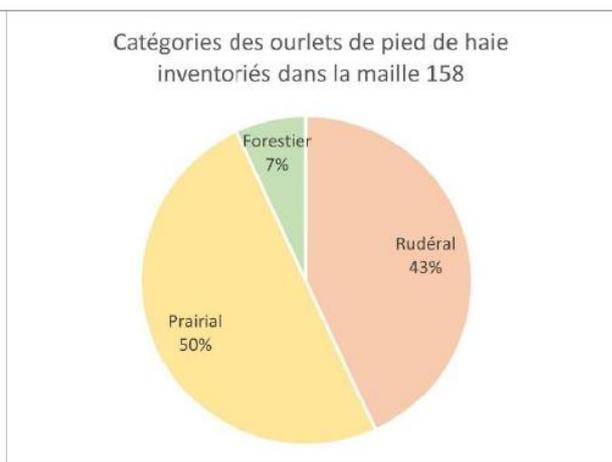
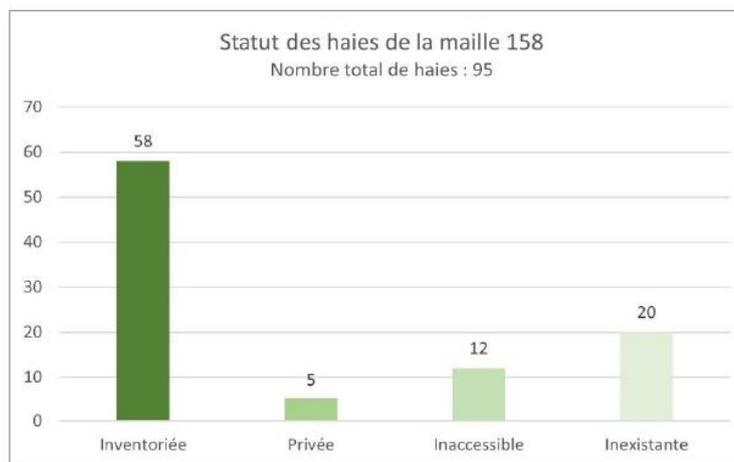
Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
17/30	4/30	27/30	82 %



Synthèse de la maille n°158



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)							
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Importante (84 m/ha)	Moyenne (41 %)	Moyenne (0,7 bât/ha)	Moyenne (40 m/ha)	Importante (9 degrés)	Faible (3,7 ha)	Très irrégulières (If : 0,039)	Prairies dominantes (65 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
15/30		4/30		27/30		52 %	



Synthèse de la maille n°160



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

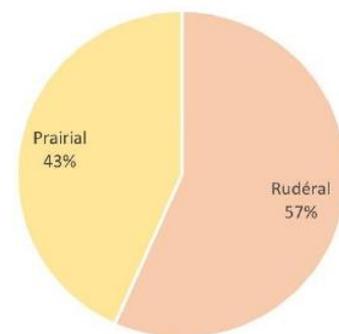
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Moyenne (45 m/ha)	Moyenne (31 %)	Moyenne (1,9 bât/ha)	Faible (24 m/ha)	Importante (12 degrés)	Moyenne (6,1 ha)	Très irrégulières (If : 0,038)	Prairies dominantes (64 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
16/30	4/30	19/30	77 %



Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 160

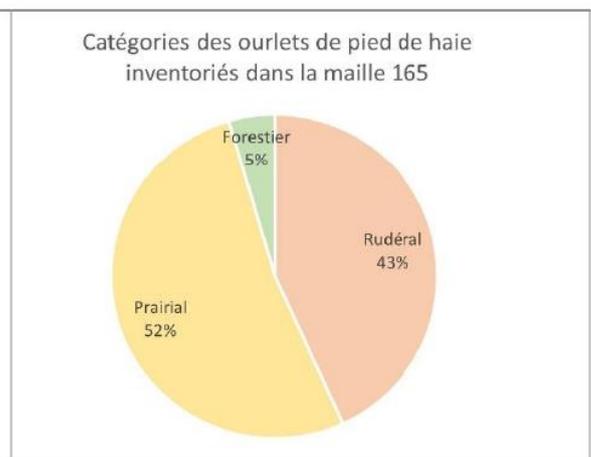
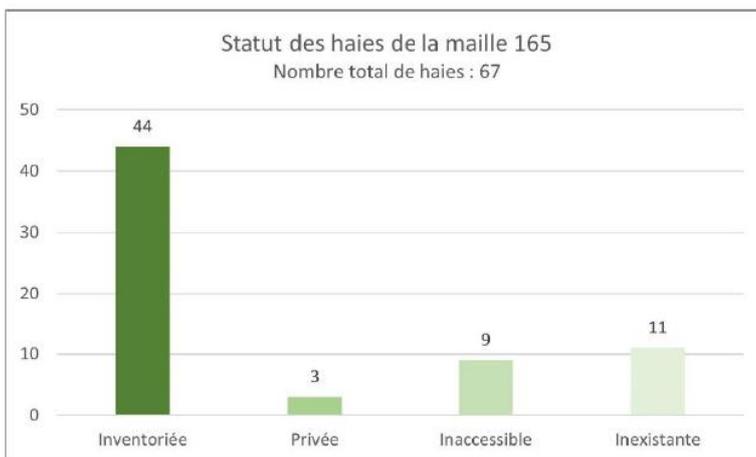


Synthèse de la maille n°165



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

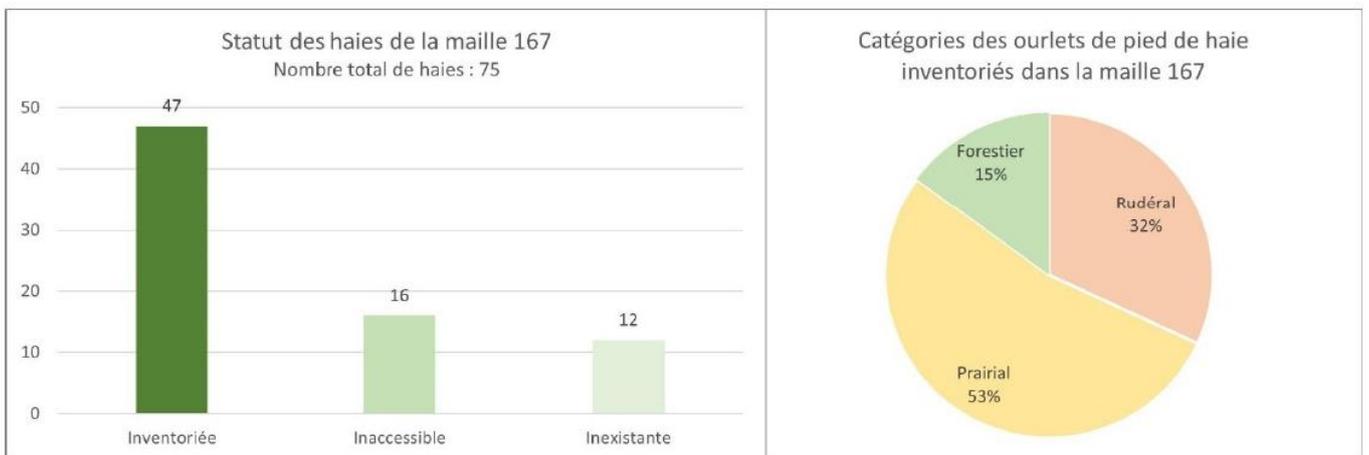
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Moyenne (51 m/ha)	Moyenne (45 %)	Importante (0,2 bât/ha)	Moyenne (46 m/ha)	Importante (10 degrés)	Faible (3,5 ha)	Plutôt irrégulières (lf : 0,032)	Prairies dominantes (64 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
15/30		6/30		27/30		84 %	



Synthèse de la maille n°167



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)							
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Importante (73 m/ha)	Importante (54 %)	Importante (0 bât/ha)	Moyenne (41 m/ha)	Importante (9 degrés)	Faible (3,9 ha)	Plutôt irrégulières (lf : 0,03)	Cultures dominantes (39 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
15/30		3/30		28/30		64 %	



Synthèse de la maille n°183



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

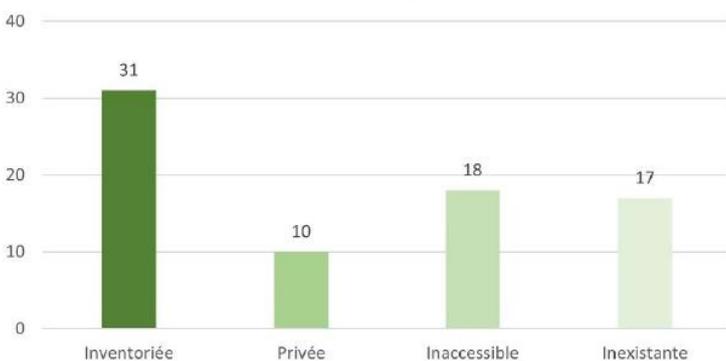
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Moyenne (42 m/ha)	Moyenne (37 %)	Moyenne (0,8 bât/ha)	Moyenne (55 m/ha)	Importante (9 degrés)	Faible (2,8 ha)	Plutôt irrégulières (If : 0,032)	Cultures dominantes (35 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

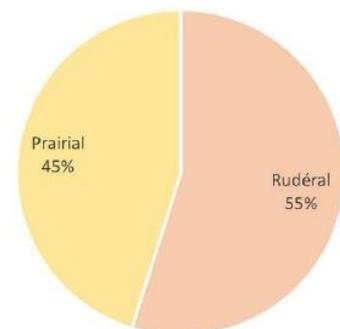
Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
13/30	4/30	18/30	55 %

Statut des haies de la maille 183

Nombre total de haies : 76



Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 183

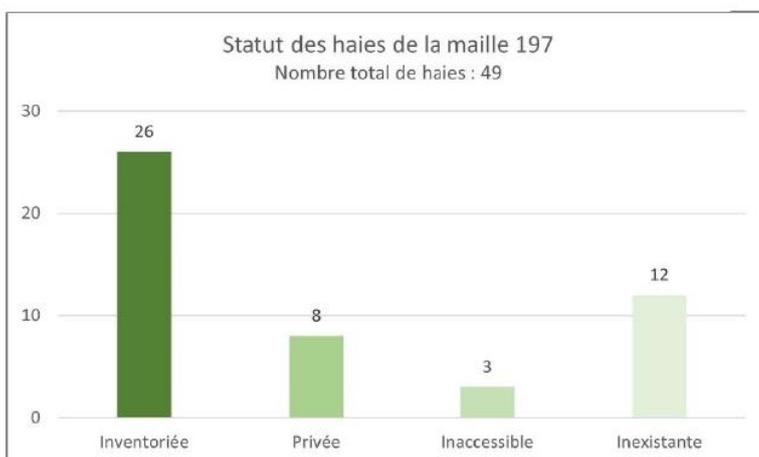


Synthèse de la maille n°197

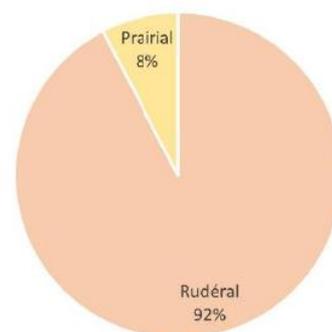


Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Moyenne (36 m/ha)	Moyenne (40 %)	Moyenne (0,7 bât/ha)	Faible (29 m/ha)	Moyenne (6 degrés)	Faible (2,8 ha)	Plutôt irrégulières (If : 0,03)	Cultures dominantes (10 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
12/30		4/30		18/30		50 %	



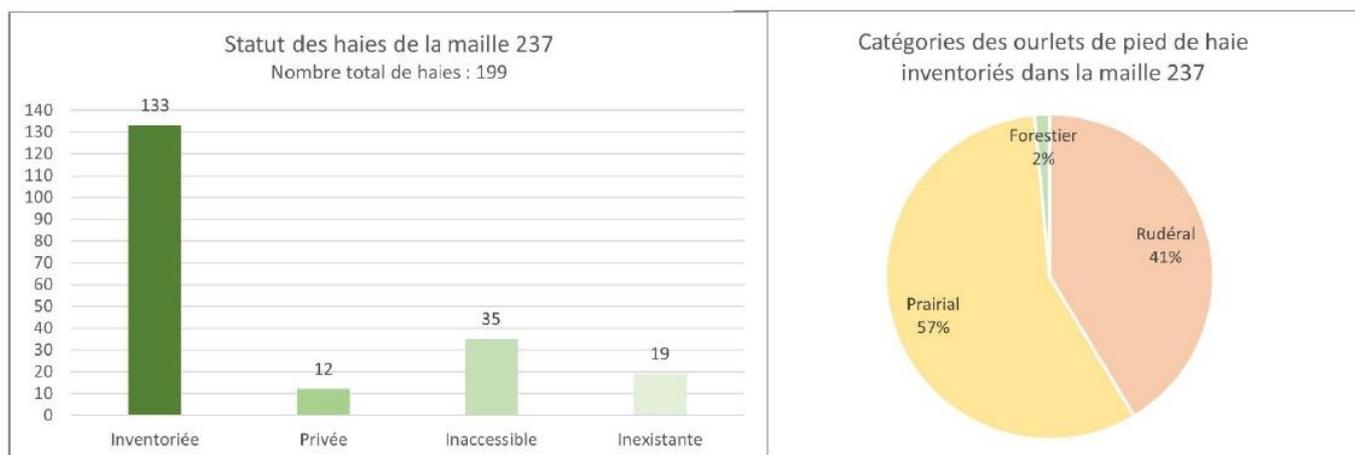
Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 197



Synthèse de la maille n°237



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)							
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Importante (151 m/ha)	Importante (73 %)	Moyenne (1,4 bât/ha)	Moyenne (54 m/ha)	Moyenne (8 degrés)	Faible (2,4 ha)	Plutôt irrégulières (If : 0,029)	Prairies dominantes (66 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
15/30		4/30		28/30		89 %	



Synthèse de la maille n°258



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

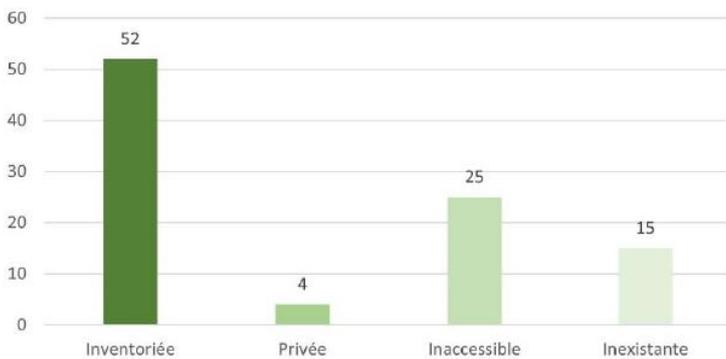
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Importante (68 m/ha)	Moyenne (46 %)	Moyenne (0,6 bât/ha)	Moyenne (35 m/ha)	Moyenne (6 degrés)	Faible (2,9 ha)	Plutôt irrégulières (If : 0,032)	Association cultures/prairies (46 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

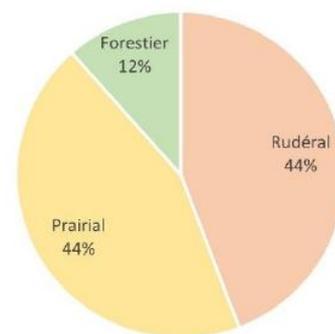
Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
16/30	5/30	29/30	67 %

Statut des haies de la maille 258

Nombre total de haies : 96



Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 258



Synthèse de la maille n°354

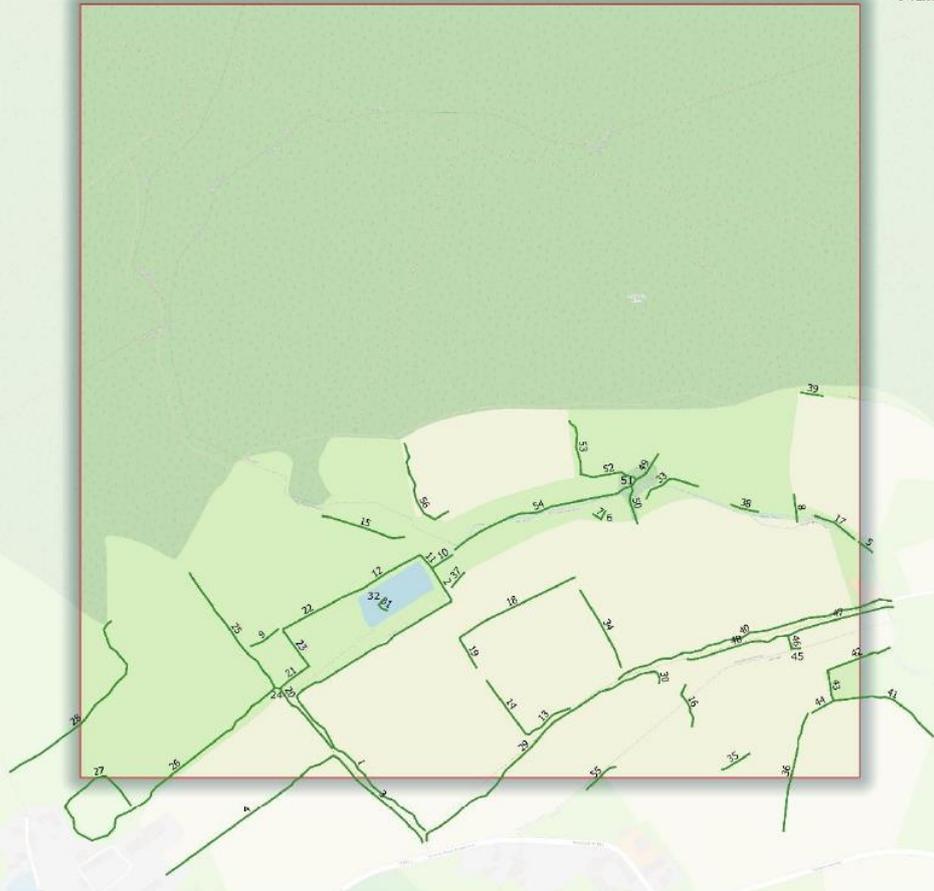
Maille n°354

Maille n°354

Bocage dégradé mais très marqué par les prairies

56 haies
Environ 4,3 km de haies

0 100 200 m



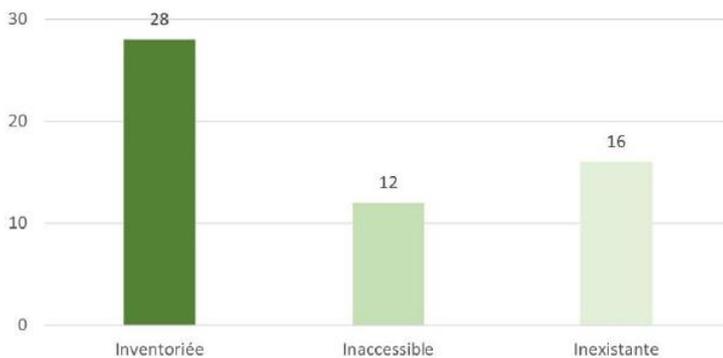
Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Moyenne (43 m/ha)	Importante (56 %)	Importante (0 bât/ha)	Importante (60 m/ha)	Faible (3 degrés)	Faible (2,8 ha)	Plutôt irrégulières (If : 0,033)	Cultures dominantes (39 % de prairies)

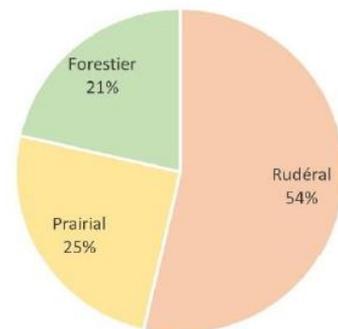
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
18/30	7/30	28/30	86 %

Statut des haies de la maille 354
Nombre total de haies : 56



Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 354



Synthèse de la maille n°365



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

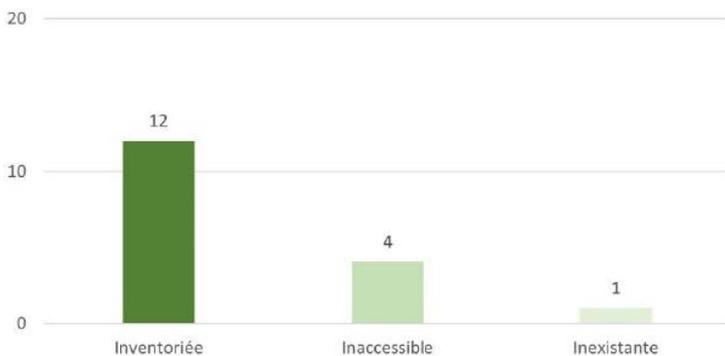
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (26 m/ha)	Moyenne (38 %)	Importante (0 bât/ha)	Moyenne (54 m/ha)	Moyenne (5 degrés)	Importante (9,4 ha)	Plutôt régulières (If : 0,024)	Cultures dominantes (23 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

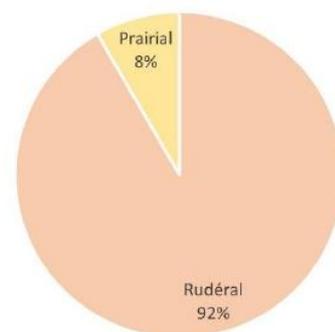
Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
16/30	14/30	18/30	92 %

Statut des haies de la maille 365

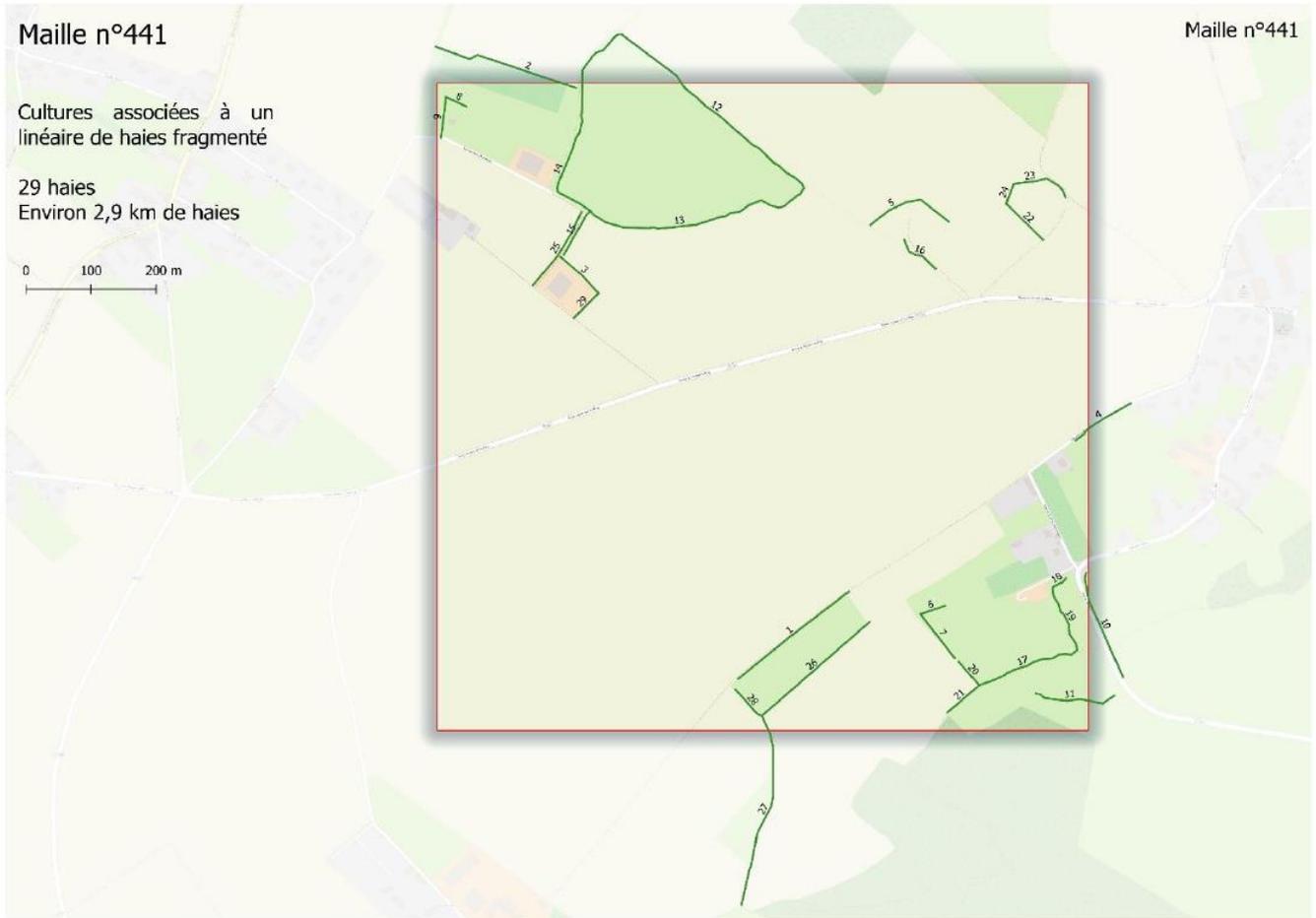
Nombre total de haies : 17



Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 365



Synthèse de la maille n°441



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

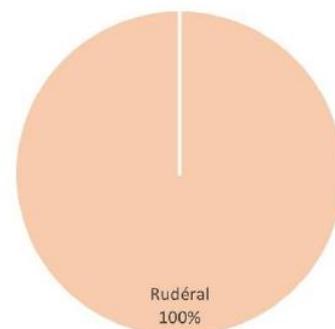
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (29 m/ha)	Importante (61 %)	Importante (0,2 bât/ha)	Moyenne (37 m/ha)	Faible (2 degrés)	Moyenne (5,5 ha)	Plutôt régulières (If : 0,028)	Cultures dominantes (13 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

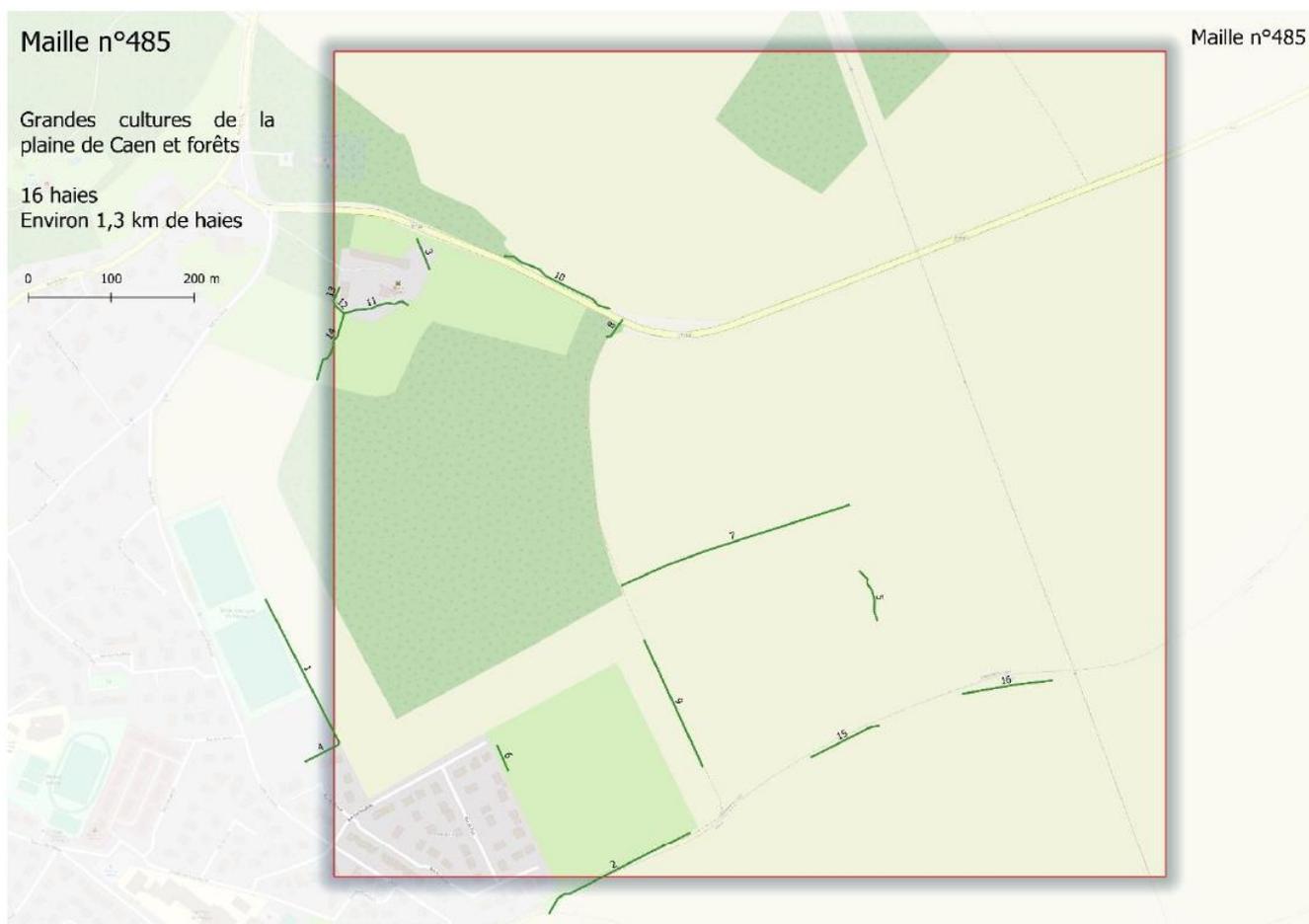
Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
14/30	6/30	18/30	79 %



Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 441



Synthèse de la maille n°485

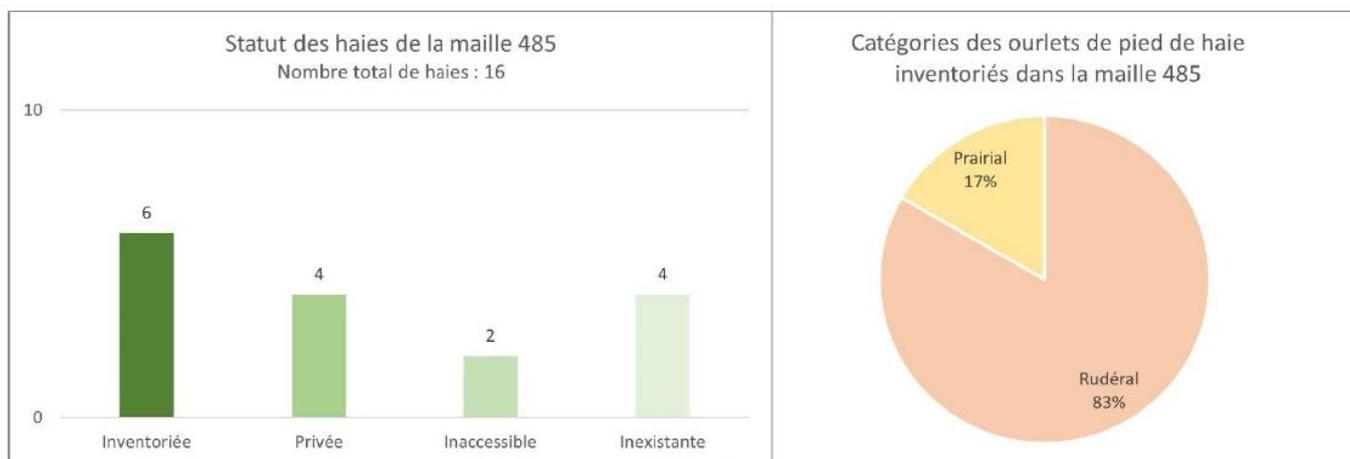


Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

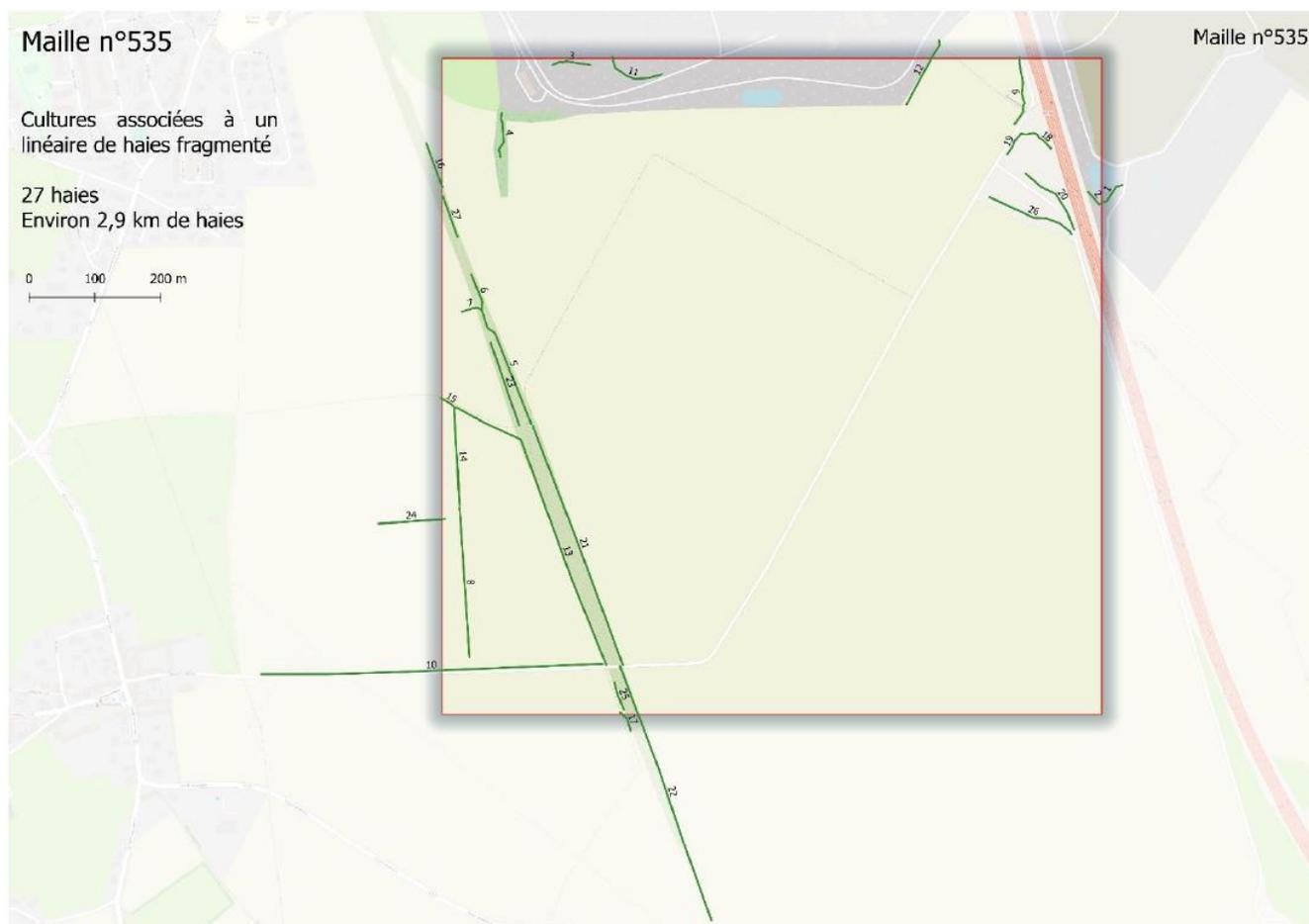
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (13 m/ha)	Faible (19 %)	Importante (0,4 bât/ha)	Faible (23 m/ha)	Faible (2 degrés)	Importante (8,6 ha)	Très régulières (If : 0,019)	Cultures dominantes (15 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

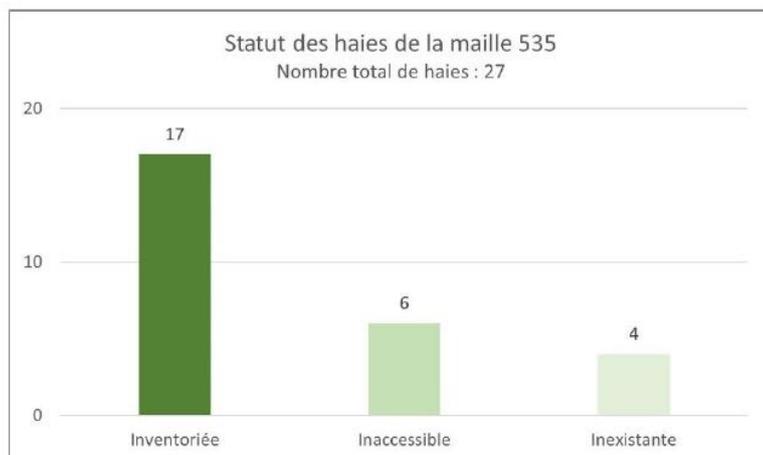
Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
15/30	14/30	17/30	33 %



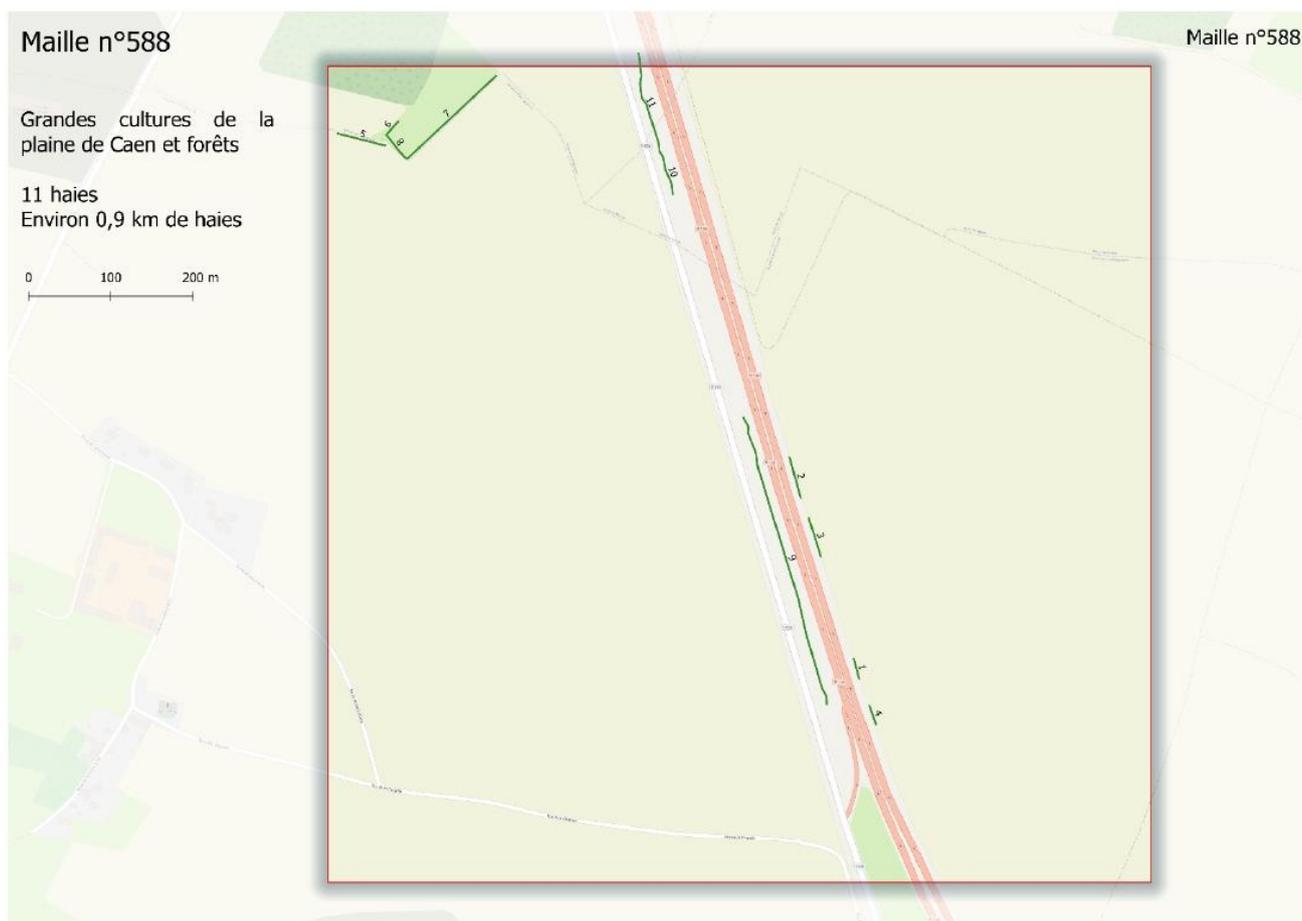
Synthèse de la maille n°535



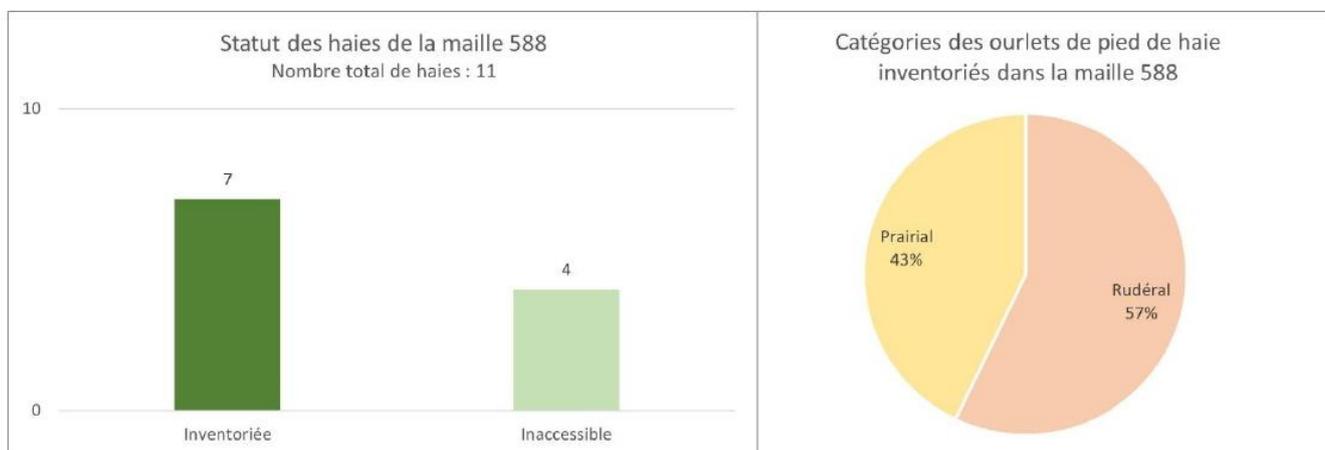
Indicateurs calculés par SIG (année 2022)							
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (29 m/ha)	Moyenne (35 %)	Importante (0 bât/ha)	Moyenne (55 m/ha)	Faible (2 degrés)	Importante (7,7 ha)	Très régulières (If : 0,015)	Cultures dominantes (0 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
16/30		6/30		19/30		76 %	



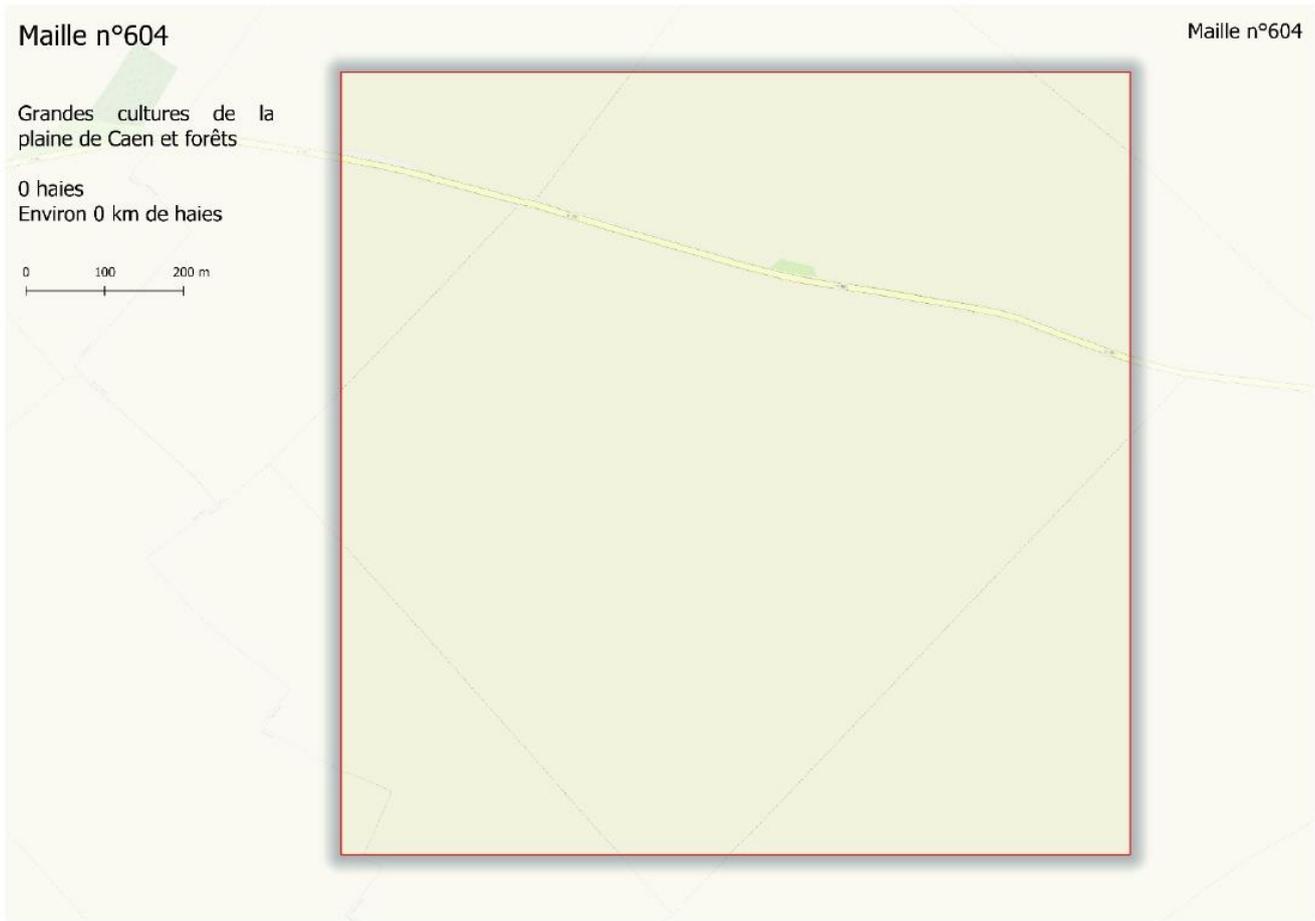
Synthèse de la maille n°588



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)							
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (9 m/ha)	Faible (19 %)	Importante (0 bât/ha)	Faible (31 m/ha)	Faible (2 degrés)	Importante (8,7 ha)	Très régulières (If : 0,022)	Cultures dominantes (1 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
16/30		14/30		18/30		100 %	



Synthèse de la maille n°604



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)							
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (0 m/ha)	Faible (0 %)	Importante (0 bât/ha)	Faible (30 m/ha)	Faible (2 degrés)	Importante (6,4 ha)	Très régulières (lf : 0,02)	Cultures dominantes (0 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	

Synthèse de la maille n°606

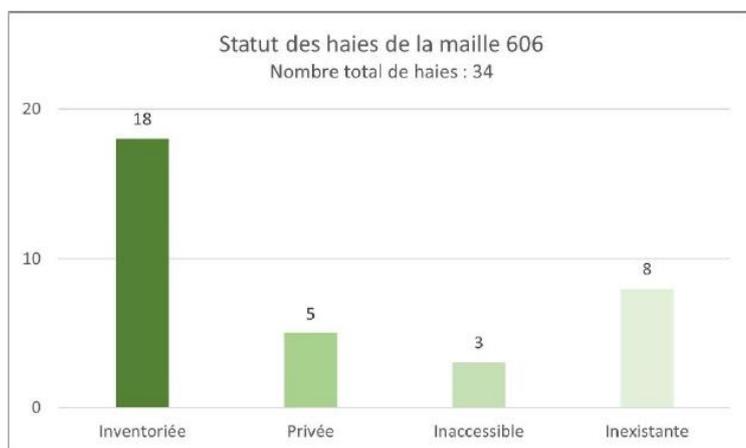


Indicateurs calculés par SIG (année 2022)

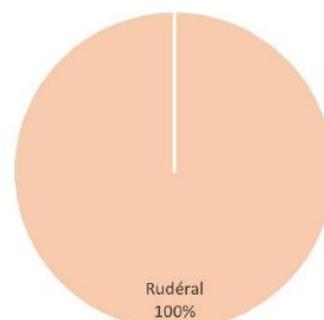
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (28 m/ha)	Faible (17 %)	Importante (0,2 bât/ha)	Faible (29 m/ha)	Faible (2 degrés)	Importante (8,3 ha)	Très régulières (f : 0,018)	Cultures dominantes (0 % de prairies)

Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)

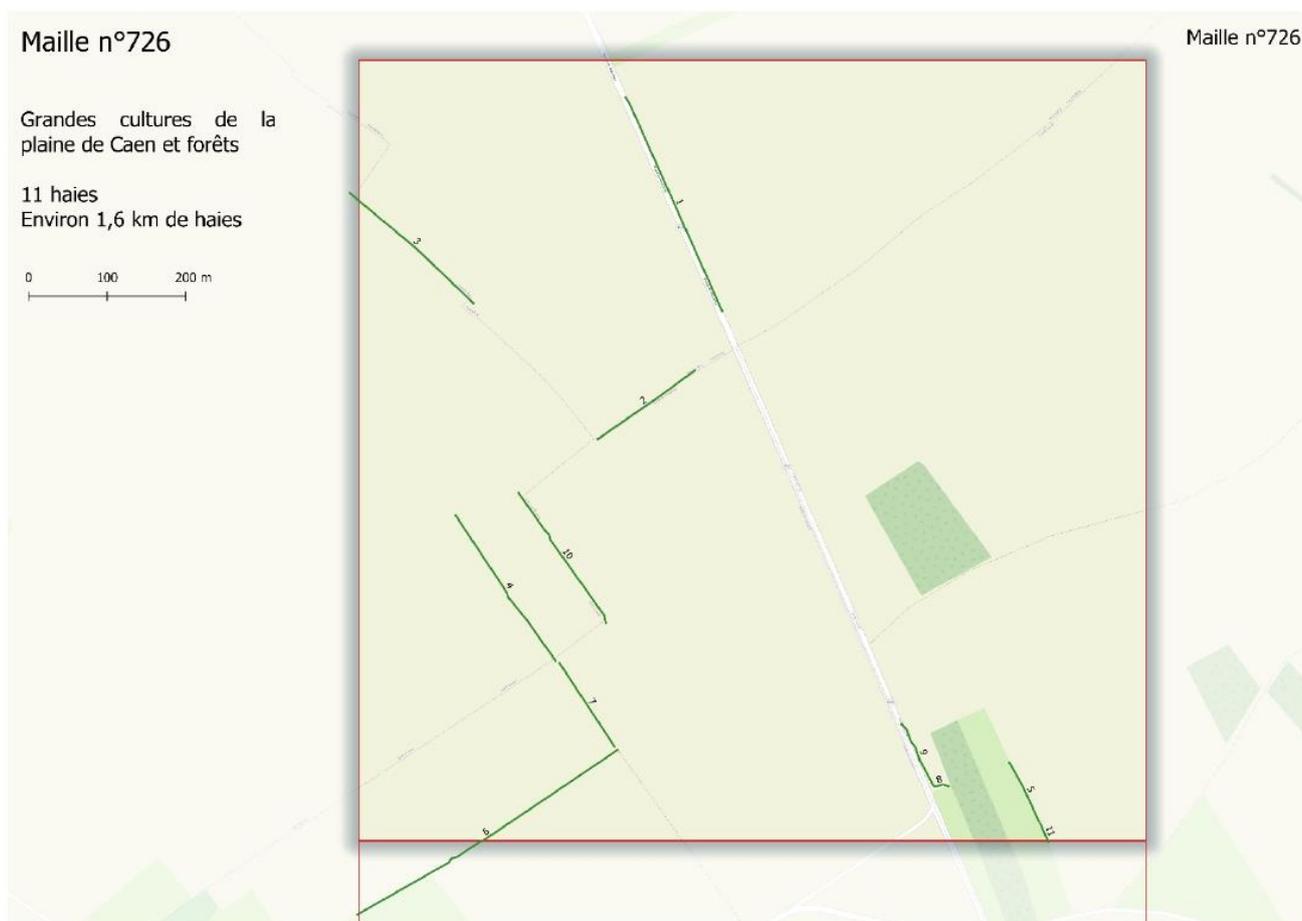
Note moyenne	Note minimale	Note maximale	Connectivité des haies
11/30	5/30	17/30	56 %



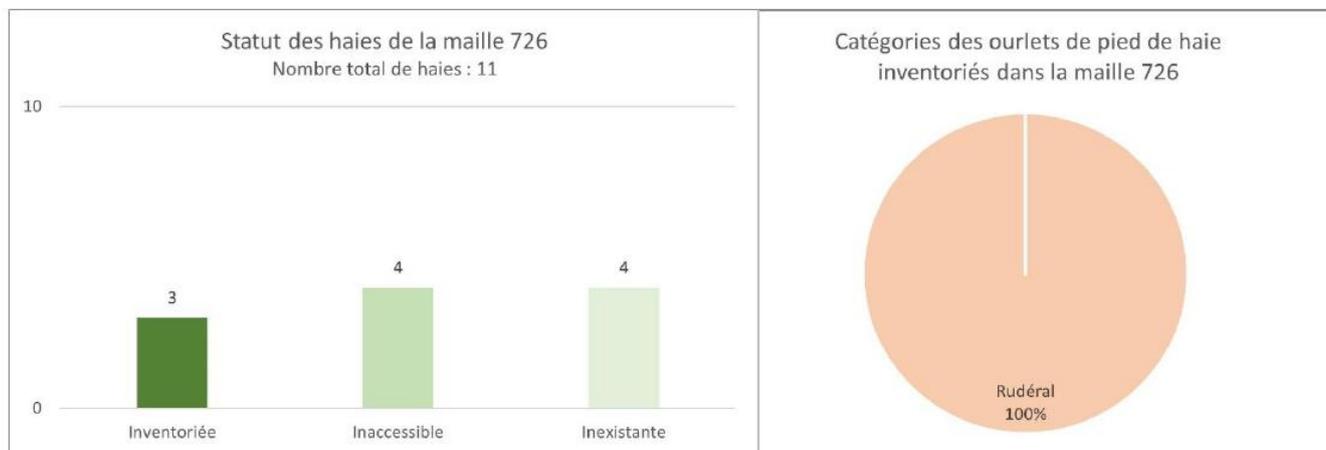
Catégories des ourlets de pied de haie inventoriés dans la maille 606



Synthèse de la maille n°726



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)							
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (16 m/ha)	Faible (11 %)	Importante (0 bât/ha)	Faible (20 m/ha)	Faible (1 degré)	Moyenne (5,5 ha)	Très régulières (If : 0,018)	Cultures dominantes (1 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
15/30		15/30		16/30		33 %	



Synthèse de la maille n°727



Indicateurs calculés par SIG (année 2022)							
Densité du réseau de haies	Connectivité du réseau de haies	Dispersion de l'habitat	Densité du réseau de chemins	Inclinaison de la pente	Taille des parcelles agricoles	Formes des parcelles agricoles	Occupation des terres agricoles
Faible (19 m/ha)	Importante (53 %)	Moyenne (0,6 bât/ha)	Faible (35 m/ha)	Faible (1 degré)	Moyenne (5 ha)	Très régulières (If : 0,02)	Cultures dominantes (3 % de prairies)
Evaluation de la qualité des haies sur le terrain (2023)							
Note moyenne		Note minimale		Note maximale		Connectivité des haies	
11/30		6/30		17/30		67 %	

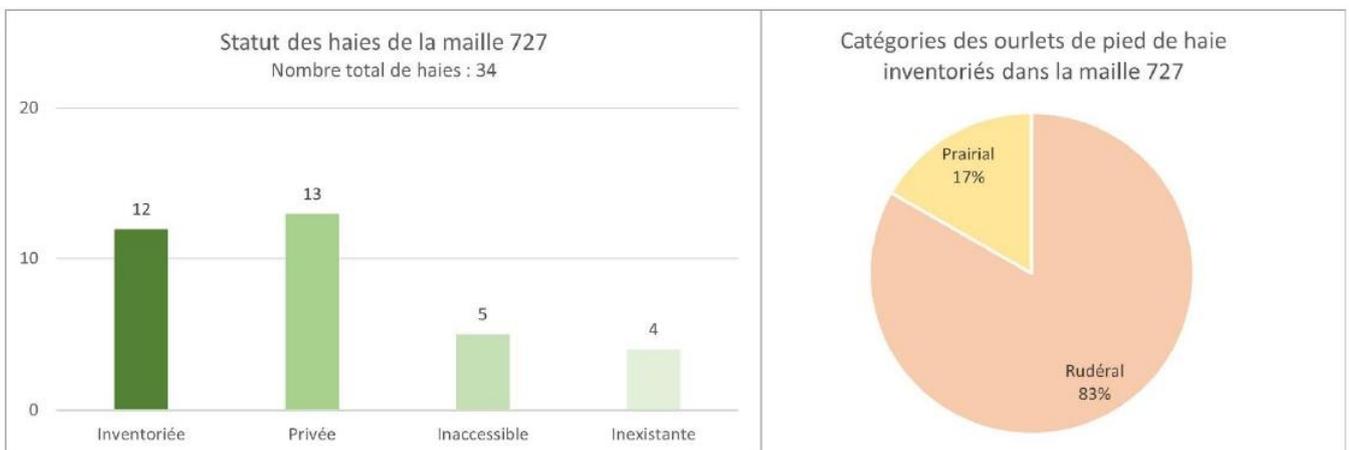


Table des illustrations

Figure 1 : Paysages de la Suisse Normande à la Dalinière (Tanfin, juin 2023).....	4
Figure 2 : Paysages de la plaine de Caen au Bû-sur-Rouvres (Tanfin, mai 2023).....	4
Figure 3 : Méthodologie du mémoire	5
Figure 4 : Paysage de bocage en Normandie (Mignaux, s. d.).....	10
Figure 5 : Haie sèche à Barrien en Allemagne (Source inconnue).....	11
Figure 6 : Haie vive à la Maison des Champs en Normandie (Tanfin, juin 2023)	11
Figure 7 : Importance de la porosité d'une haie brise-vent (Tanfin, 2023)	12
Figure 8 : Les multiples fonctions de la haie bocagère (Tanfin, 2023).....	15
Figure 9 : Arrachage de haies à Souancé-au-Perche (Chéhu, 2016).....	18
Figure 10 : Localisation de la Communauté de Communes Cingal – Suisse Normande.....	19
Figure 11 : Les grands ensembles paysagers de Cingal – Suisse Normande	20
Figure 12 : Les contextes géologiques de Cingal-Suisse Normande	21
Figure 13 : Occupation du sol de Cingal-Suisse Normande en 2012	22
Figure 14 : Maillage d'1 km ² de la Communauté de Communes Cingal - Suisse Normande	27
Figure 15 : Méthode de calcul de la densité du réseau de haies	29
Figure 16 : Méthode de calcul de la connectivité du réseau de haies	30
Figure 17 : Types d'extrémités des segments de haie et poids correspondants (Jaziri 2017).....	30
Figure 18 : Méthode de calcul de la dispersion de l'habitat.....	31
Figure 19 : Méthode de calcul de la densité du réseau de chemins	32
Figure 20 : Méthode de calcul de la pente moyenne.....	33
Figure 21 : Méthode de calcul de la taille moyenne des parcelles agricoles	35
Figure 22 : Méthode de calcul de l'indice de forme (If) des parcelles agricoles	36
Figure 23 : Exemples de parcelles et de leur indice de forme associé (Marie 2009)	36
Figure 24 : Méthode de calcul de la part des prairies dans les terres agricoles.....	37
Figure 25 : Exemple de classification K-means à 5 classes (Data Transition Numérique)	38
Figure 26 : Cartographie de la densité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2015.....	39
Figure 27 : Cartographie de la densité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2022.....	39
Figure 28 : Cartographie de la connectivité du réseau de haies à Cingal - Suisse Normande en 2022.	41
Figure 29 : Cartographie de la dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2008.....	42
Figure 30 : Cartographie de la dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2015	42
Figure 31 : Cartographie de la dispersion de l'habitat à Cingal - Suisse Normande en 2022	43
Figure 32 : Cartographie de la densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2008....	44
Figure 33 : Cartographie de la densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2015....	44
Figure 34 : Cartographie de la densité du réseau de chemins à Cingal - Suisse Normande en 2022....	45
Figure 35 : Cartographie de la pente moyenne à Cingal - Suisse Normande en 2020	46
Figure 36 : Cartographie de la taille moyenne des exploitations agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008.....	47
Figure 37 : Cartographie de la taille moyenne des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015.....	47
Figure 38 : Cartographie de la taille moyenne des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021.....	48
Figure 39 : Cartographie de l'indice de forme (If) des exploitations agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008.....	49

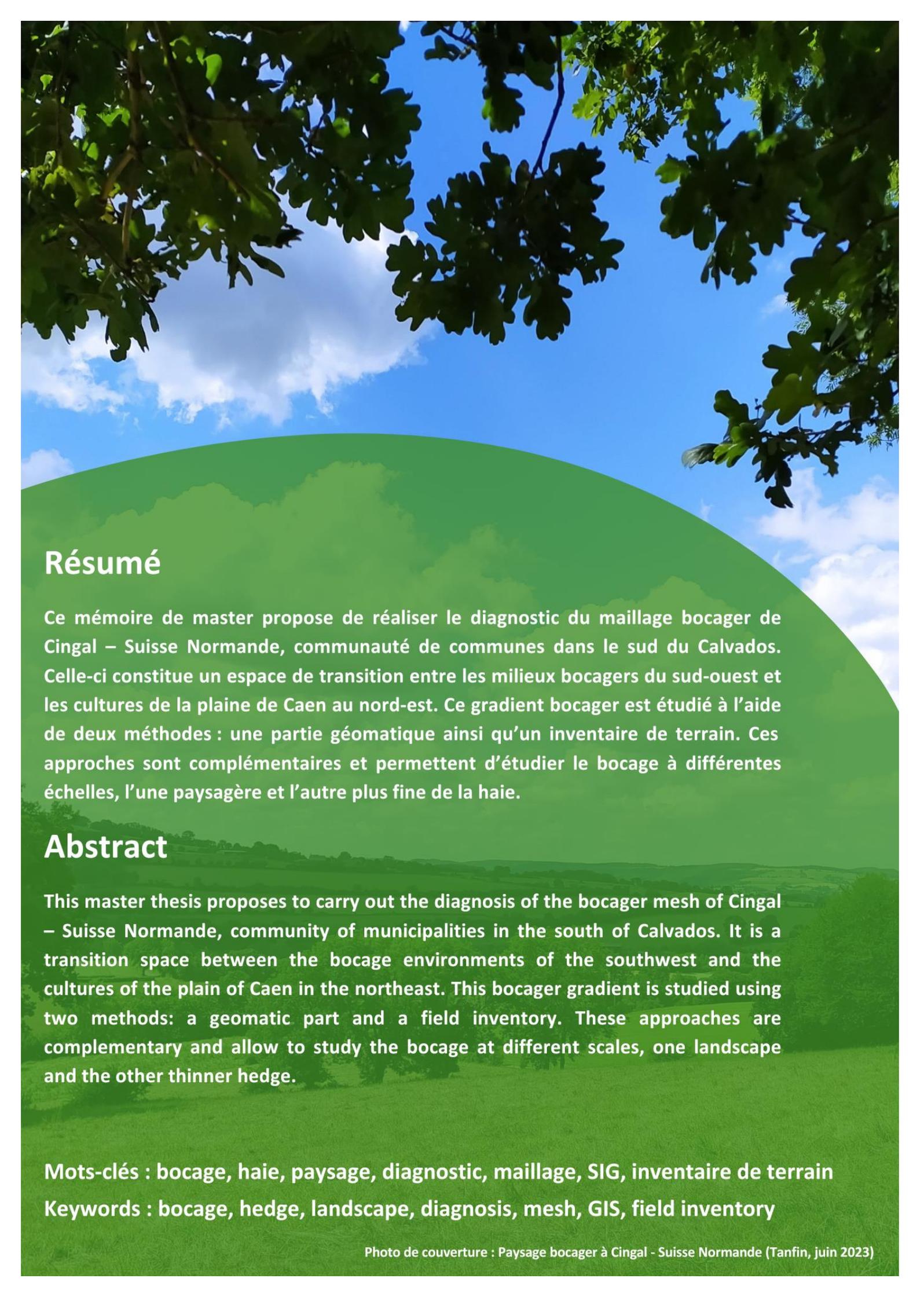
Figure 40 : Cartographie de l'indice de forme (If) des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015.....	49
Figure 41 : Cartographie de l'indice de forme (If) des parcelles agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021.....	50
Figure 42 : Cartographie de l'occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2008....	51
Figure 43 : Cartographie de l'occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2015....	51
Figure 44 : Cartographie de l'occupation des terres agricoles à Cingal - Suisse Normande en 2021....	52
Figure 45 : Synthèse du calcul des indicateurs bocagers pour chaque année	53
Figure 46 : Typologie des paysages agricoles de Cingal - Suisse Normande en 2022	54
Figure 47 : Paysage vallonné, dominé par les prairies, avec un dense réseau de haies à Saint-Rémy (Tanfin, juin 2023).....	55
Figure 48 : Paysage de prairies, ponctuées d'un linéaire de haies diffus à Caumont-sur-Orne (Tanfin, août 2023)	56
Figure 49 : Linéaire de haies fragmenté bordant des cultures de blé à Boulon (Tanfin, juin 2023).....	57
Figure 50 : Grandes cultures à perte de vue à Urville dans la plaine de Caen, les haies sont très rares (Tanfin, juin 2023).....	57
Figure 51 : Localisation des mailles tirées au sort pour l'étude de terrain	63
Figure 52 : Carte de terrain pour la maille 136.....	64
Figure 53 : Zoom de l'exportation des haies de la maille 136 sur Google maps	64
Figure 54 : Tableau de croisement des deux critères principaux de l'étude de terrain (PNR Normandie-Maine, 2014)	65
Figure 55 : Structure de la végétation d'une haie (Delelis, 1986)	66
Figure 56 : Analyse factorielle de correspondance entre la densité du bocage et le type d'ourlet de pied de haie (PNR Normandie-Maine, 2014)	66
Figure 57 : Fiche de terrain utilisée pour l'inventaire des haies de Cingal - Suisse Normande (d'après le PNR Normandie-Maine et l'Afac-Agroforesterie).....	68
Figure 58 : Notes moyennes obtenues par les haies dans chaque maille de terrain	69
Figure 59 : Tableau synthétique des notes obtenues par les mailles et les types de paysage agricole durant la phase de terrain	70
Figure 60 : Haie de type taillis simple à Caumont-sur-Orne (Tanfin, août 2023)	71
Figure 61 : Haie de type taillis mixte à Esson (Griffin, mai 2023)	71
Figure 62 : Haie de type taillis sous futaie à Le Bô (Griffin, juin 2023).....	72
Figure 63 : Haie de type futaie régulière à Campandré-Valcongrain (Tanfin, juin 2023)	72
Figure 64 : Types d'ourlets de pied de haie observés sur le terrain (Tanfin, juin - août 2023)	72
Figure 65 : Principales espèces forestières observées pendant l'inventaire de terrain (Tanfin, juin 2023)	73
Figure 66 : Principales espèces prairiales observées pendant l'inventaire de terrain (Tanfin, juin - août 2023).....	74
Figure 67 : Principales espèces rudérales observées pendant l'inventaire de terrain (Tanfin, mai - août 2023).....	74
Figure 68 : Route contiguë à une haie à Saint-Omer (Tanfin, juin 2023).....	75
Figure 69 : Chemin creux longeant les haies à Boulon (Tanfin, juin 2023).....	75
Figure 70 : Ripisylve à Caumont-sur-Orne (Tanfin, juin 2023)	76
Figure 71 : Tableau synthétique des connectivités dans chaque maille de terrain et type de paysage agricole associé.....	76
Figure 72 : Cartographie des données de l'inventaire des haies dans la maille 167	77
Figure 73 : Cartographie des données de l'inventaire des haies dans la maille 588	78
Figure 74 : Haie monospécifique dans un jardin privé à Renèmesnil (Tanfin, mai 2023)	79

Figure 75 : Reliquats d'une ancienne haie non référencée par l'IGN à Saint-Rémy (Tanfin, juin 2023)	80
Figure 76 : Cartographie des écarts entre la BD Haie et la réalité du terrain dans la maille 183.....	80
Figure 77 : Arbres isolés référencés comme haies à Caumont-sur-Orne (Tanfin, août 2023).....	81
Figure 78 : Ripisylve continue à Caumont-sur-Orne coupée en plusieurs parties dans la BD Haie (Tanfin, août 2023)	81
Figure 79 : Cartographie des écarts entre la BD Haie et la réalité du terrain dans la maille 197.....	81
Figure 80 : Plantation de conifères confondue en haies aux Trois Monteaux (Tanfin, juin 2023).....	82
Figure 81 : Tableau présentant l'analyse de la variance	83
Figure 82 : Test de Tukey	84
Figure 83 : Test REGWQ.....	84
Figure 84 : Haie inaccessible cernée par les cultures à Urville (Tanfin, juin 2023).....	90
Figure 85 : Clôture infranchissable en fil barbelé à Saint-Rémy (Tanfin, juin 2023).....	90
Figure 86 : Ourlet herbacé très dense d'une haie à Campandré-Valcongrain (Tanfin, juin 2023).....	91
Figure 87 : Différence entre les fleurs de la jacinthe des bois et ses fruits	92
Figure 88 : Bord de route fauché à Esson (Griffin, mai 2023).....	92

Table des matières

Introduction générale.....	3
1. Présentation du sujet d'étude	7
1.1. Définition du bocage et de la haie.....	9
A. Le bocage : une définition complexe.....	9
B. L'élément central du bocage : la haie	11
C. La multifonctionnalité des haies bocagères	12
1.2. Les grandes périodes de l'évolution du bocage en France	16
A. Les XVIII ^e et XIX ^e siècles : l'essor et l'apogée du bocage.....	16
B. Le XX ^e siècle : les remembrements.....	16
C. Fin du XX ^e siècle : émergence de la dimension écologique du bocage	17
1.3. Présentation de la zone d'étude de Cingal – Suisse Normande	19
A. Un territoire aux multiples paysages.....	20
B. Le projet Life intégré artisan.....	22
2. Caractérisation du bocage de Cingal – Suisse Normande par SIG	25
2.1. Méthodologie et présentation des indicateurs caractéristiques du bocage	27
A. La densité du réseau de haies	28
B. La connectivité du réseau de haies	29
C. La dispersion de l'habitat	31
D. La densité du réseau de chemins	32
E. La pente	33
F. La taille moyenne des parcelles agricoles.....	34
G. La forme des parcelles agricoles	35
H. L'occupation des terres agricoles	37
2.2. Cartographie et évolution des indicateurs bocagers en 2008, 2015 et 2022	39
A. Un réseau de haies plus dense au sud-ouest.....	39
B. Une meilleure connectivité au sud-ouest	41
C. Une dispersion de l'habitat liée à l'urbanisation.....	42
D. Un réseau de chemins plus dense à l'ouest et dans les forêts.....	44
E. Une rupture nette dans le relief	46
F. Des parcelles agricoles de plus petite taille au sud-ouest	47
G. Des parcelles agricoles aux formes très irrégulières en Suisse Normande.....	49
H. Une occupation du sol dominée par les cultures.....	51
2.3. Création d'une typologie des paysages agricoles.....	54

A. Le bocage dense associé aux prairies.....	55
B. Le bocage dégradé mais très marqué par les prairies.....	56
C. Les cultures associées à un linéaire de haies fragmenté.....	56
D. Les grandes cultures de la plaine de Caen et les forêts	57
Conclusion	58
3. Evaluation de la qualité des haies sur le terrain	61
3.1. Méthodologie du terrain et choix des mailles à étudier	63
3.2. Résultats de l'étude de terrain	69
A. Une stratification plutôt homogène.....	70
B. Des ourlets de pied de haie très peu forestiers.....	72
C. Un environnement assez peu favorable au maintien de la biodiversité	75
3.3. Comparaison entre la typologie et les notes de l'inventaire.....	83
Conclusion	84
4. Limites de l'étude	87
4.1. Un manque de données important pour la cartographie par SIG.....	89
4.2. Contraintes et subjectivité de l'inventaire de terrain.....	90
Conclusion générale	95
Bibliographie.....	97
Annexes	101
Typologie des haies en France (Afac-Agroforesterie, 2019).....	103
Aide à l'identification des ourlets de pied de haie (Tanfin, 2023 d'après PNR Normandie-Maine, 2014)	104
Aide à l'identification des espèces forestières 1 (Tanfin, 2023)	105
Aide à l'identification des espèces forestières 2 (Tanfin, 2023)	106
Aide à l'identification des espèces prairiales (Tanfin, 2023)	107
Aide à l'identification des espèces rudérales (Tanfin, 2023)	108
Fiches de synthèse des mailles de terrain	109
Table des illustrations	130
Table des matières.....	133



Résumé

Ce mémoire de master propose de réaliser le diagnostic du maillage bocager de Cingal – Suisse Normande, communauté de communes dans le sud du Calvados. Celle-ci constitue un espace de transition entre les milieux bocagers du sud-ouest et les cultures de la plaine de Caen au nord-est. Ce gradient bocager est étudié à l'aide de deux méthodes : une partie géomatique ainsi qu'un inventaire de terrain. Ces approches sont complémentaires et permettent d'étudier le bocage à différentes échelles, l'une paysagère et l'autre plus fine de la haie.

Abstract

This master thesis proposes to carry out the diagnosis of the bocager mesh of Cingal – Suisse Normande, community of municipalities in the south of Calvados. It is a transition space between the bocage environments of the southwest and the cultures of the plain of Caen in the northeast. This bocager gradient is studied using two methods: a geomatic part and a field inventory. These approaches are complementary and allow to study the bocage at different scales, one landscape and the other thinner hedge.

Mots-clés : bocage, haie, paysage, diagnostic, maillage, SIG, inventaire de terrain

Keywords : bocage, hedge, landscape, diagnosis, mesh, GIS, field inventory