

Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer

Rapport de fin de projet

Auteurs

Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Unité mixte de Recherche Biodiversité, agroécologie et aménagement du paysage

Jacques Baudry, directeur de Recherche, écologue du paysage

Hugues Boussard, ingénieur informaticien, modélisateur

Fédération Départementale des Chasseurs des Côtes d'Armor

David Rolland, service technique, chargé de missions habitats et biodiversité

Lannion-Trégor Communauté

Juin 2020



Les participant-e-s au projet

Lannion-Trégor communauté

Catherine Moret, responsable du service milieux aquatiques et bocages

Mélanie Biet, responsable du service énergie

Ronan Tassel, technicien bocage sur la vallée du Léguer

Mathieu Bredèche, chargé de missions Biodiversité

Erwan Lefeuvre, responsable du service Développement, Data & Géomatique

Mickaël Callac, technicien SIG - Développeur

Timothée Scherer, stagiaire fauniste puis chargé de missions Trames Vertes et Bleues

Claire Guilpart, stagiaire fauniste

Raphaëlle Solé, stagiaire, fauniste

Lisa Momont, stagiaire, botaniste

Fédération Départementale des Chasseurs des Côtes d'Armor

David Rolland, service technique, chargé de missions habitats et biodiversité

Daan Guillerme, géomaticien

Stagiaires partagés avec LTC (voir ci-dessus)

INRAE, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.

Unité mixte de Recherche BAGAP (Biodiversité, agroécologie et aménagement du paysage)

Jacques Baudry, directeur de Recherche, écologue du paysage

Hugues Boussard, ingénieur informaticien, modélisateur

Yonie Boyer, stagiaire géographe ménagiste

Mathilde Defourneaux, stagiaire écologue du paysage

Audrey Mercier, stagiaire, géomaticienne

Pierline Tournant, ingénieure contractuelle

Remerciements

Nous tenons à remercier la Région Bretagne pour la confiance et l'autonomie dans laquelle elle nous a permis de mener cette étude, dont les résultats recherchés ont parfois pu paraître flous.

Ce projet, soutenu par une région qui met le bocage au cœur de sa politique, pourra être le support d'une nouvelle prise en compte du bocage à l'échelle nationale, grâce à la mise à disposition d'outils applicables au-delà de la région.

Nous remercions par ailleurs tous les agriculteurs qui nous ont permis d'accéder à leurs haies.

Table des matières

1. Présentation du projet	3
1.1 La genèse du projet	3
1.2 Le contexte du projet	5
1.3 La constitution d'un réseau d'acteurs de la biodiversité liée aux bocages en Bretagne	5
1.3.1 Réseau d'acteurs impliqués dans les inventaires naturalistes	5
1.3.2 Réseau d'acteurs impliqués dans la gestion du bocage ou de la haie	6
1.4 La dimension nationale du projet	7
2. Méthodes de diagnostic de la biodiversité liée aux bocages	8
2.1 Le choix de la composante de biodiversité pour caractériser les bocages : les coléoptères carabiques et la flore	8
2.2 Les facteurs influençant la biodiversité au niveau de l'ensemble haie/parcelle	8
2.2.1 Les questions d'étude	8
2.2.2 Matériel et méthodes, une complétude d'ampleur régionale	9
2.2.3 Résultats	11
2.3 Les facteurs influençant la biodiversité au niveau du paysage	14
2.3.1 Une étape préalable aux diagnostics des paysages : la construction de la cartographie de l'occupation du territoire	14
2.3.2 Les métriques paysagères	17
2.3.3 La relation entre carabiques forestiers et métriques paysagères	19
2.4 L'habitat des carabes forestiers : la résultante d'interactions positives entre qualité de la haie et qualité du paysage	25
2.5 Conclusion sur l'analyse de la diversité des communautés carabiques	26
2.6 L'étude de la flore : confirmation des résultats « Carabes »	27
3. Outil opérationnel de gestion et d'évaluation de la qualité d'une haie : le Plan de Gestion Durable des Haies	29
3.1 Le bocage, un capital arboré à renouveler	29
3.2 Accompagner l'agriculteur dans sa ré-appropriation du bocage	30
3.3 Objectifs du PGDH	31
3.4 La forme de l'outil	31
3.5 Valorisation des données « PGDH »	33
3.6 Résultats	34
3.6.1 Présentation des critères, deux exemples	36
3.6.2 Quantification de la signification écologique des scores du « Plan de Gestion Durable des haies »	38
3.6.3 Déroulement et étapes de réalisation d'un PGDH	39

3.7	Conclusion et perspectives	42
4.	Les modèles de continuités écologiques : outil d'aide à la planification et à la prise de décisions	44
4.1	Les continuités pour la Féronie noire	44
4.2	Les continuités pour le Myril	46
4.3	Mise en place de scénarios d'aménagement dans les modèles de continuités écologiques : des outils d'aide à la décision	47
4.3.1	Quelles conséquences potentielles de la gestion écologique des talus nus pour le Myrtil	48
4.3.2	Quelles conséquences potentielles de l'arasement de haies sur les connectivités pour la Féronie noire ?	49
4.3.3	Est-ce possible d'optimiser l'aménagement de bandes enherbées le long des haies?	51
4.4	L'utilisation de ces méthodes pour définir la TVB dans le SCoT et le PLUi	53
4.4.1	Les écopaysages comme outil d'aide à la décision et de diagnostic du potentiel d'accueil de la biodiversité à l'échelle des paysages	53
4.4.2	Les outils de diagnostic des continuités écologiques dans les documents d'urbanisme	56
5	Une ébauche de bilan et de perspectives de cette recherche-action	58
5.1	Les apprentissages	58
5.1.1	Le bocage	58
5.1.2	Les écopaysages	59
5.1.3	Les continuités écologiques	60
5.2	Durabilité et résilience des bocages	60
5.3	Reboucler vers la recherche	62
5.3.1	Les représentations cartographiques	62
5.3.2	La pluralité des échelles de contrôle de la biodiversité	63
5.3.3	La durabilité écologique des paysages	63
5.3.4	Le rôle des scénarios pour étudier les options de planification	63
5.3.5	L'articulation entre paysage et exploitations agricoles	63
5.3.6	Pour aller plus loin : quelques pistes de recherche-action	63

RESUME DU PROJET

L'enjeu du projet a été d'appréhender la biodiversité liée au bocage et le rôle que celui-ci joue pour son accueil à plusieurs échelles (paysage, exploitation agricole, haie). L'implication des acteurs du territoire, l'acquisition de données pour créer un référentiel et la création de méthodes et d'outils terrain transposables ont été au cœur de ce projet multi partenaire.

OBJECTIFS DU PROJET ET RESULTATS

- Objectif 1 : Création d'un référentiel participatif sur la biodiversité des bocages.

Livrable associé : document de vulgarisation sur les relations haie/ gestion/ bocage et biodiversité (synthèse bibliographique). Mise en forme des différentes fonctions assurées par un bocage et/ou une haie structurée (accent mis sur les fonctions écologiques), présentation des services rendus, méthodes de gestion recommandées.

Outil de diffusion associé : Guide pour l'évaluation de la biodiversité d'un territoire utilisant les coléoptères carabiques (à faire)

- Objectif 2 : Elaboration d'un outil de diagnostic et d'évaluation de la biodiversité des haies d'une exploitation agricole dans son paysage et identification des éléments d'amélioration de la biodiversité par la gestion.

Livrables associés : outils de diagnostics et d'évaluation de la qualité des haies (référentiel régional adapté aux bocages bretons) utilisant des critères de physionomie et de structure (structure du réseau de haies, structure de la strate arbustive et ligneuse des haies, physionomie de la strate herbacée des haies, ...), permettant :

A – d'estimer la biodiversité potentielle du peuplement (capacité d'accueil en espèces et en communautés),

B – de diagnostiquer les éléments améliorables par la gestion.

Outil de diffusion associé : Guide d'utilisation du Plan de Gestion Durable des Haies accompagné d'une synthèse bibliographique sur l'intérêt écologique des compartiments d'une haie

- Objectif 3 : Création d'une méthode pour l'identification des continuités écologique et leur prise en compte dans l'élaboration de la Trame Verte et Bleue.

Livrable associé : état des lieux écologiques du bassin versant du Léguer. Atlas cartographique des réservoirs de biodiversité et des corridors favorisant les déplacements de la faune et la dissémination de la flore. Identification de la trame verte et bleue.

Outil de diffusion associé : Guide méthodologique pour l'analyse des structures paysagères aux échelles locales accompagné d'un memento pour l'utilisation du Plug-In QGIS

AUTRE MODE DE DIFFUSION DES RESULTATS

Organisation de journées techniques à l'intention des personnels des structures en charge de la gestion du bocage (thématiques : « Intégrer les fonctions écologiques assurées par la haie dans un contexte socio-économique agricole » ; « Gérer durablement un agro-écosystème bocager »

.

1. Présentation du projet

1.1 La genèse du projet

Ce projet, centré sur la biodiversité des bocages, s'inscrit dans un travail de longue haleine mené par les acteurs du territoire du bassin versant du Léguer, sur la gestion du bocage, dans un souci d'assurer la durabilité de la ressource en bois et des diverses fonctions qu'il assure.

Jusqu'en 2014, seules les fonctions liées à l'eau (quantité et qualité) assurées par le bocage étaient prises en compte dans les programmes de bassin versant en Bretagne.

Cette problématique a progressivement intégré les enjeux économiques afin de redonner une valeur aux haies pour les agriculteurs et ainsi préserver la maille bocagère et son rôle pour la qualité de l'eau (notion de services). Les collectivités ont commencé à développer des installations de chaudières bois et l'accompagnement de la mise en place d'une filière « bocage ».

Dans les années 2010-2015, au vu des enjeux de préservation de la biodiversité du bassin versant du Léguer (i.e. site Natura 2000, Label Rivière Sauvage), le Comité de Bassin Versant du Léguer (CBVL) a missionné l'Association de la Vallée du Léguer (AVL) pour l'animation de cette thématique.

L'AVL a travaillé à la création d'outils de diagnostic de la biodiversité à l'échelle de l'exploitation, en contribuant à produire une méthode d'évaluation des haies, en collaboration avec la Fédération Départementale des Chasseurs des Côtes d'Armor (FDC22), structure investie dans la préservation de la biodiversité, particulièrement

des espèces de petit gibier liées à l'espace agricole. La première méthode créée grâce à ce partenariat s'est avérée chronophage et difficile à déployer à grande échelle.

Lannion-Trégor Communauté (LTC), qui porte depuis 2016 le Bassin Versant Vallée du Léguer (structure issue de la fusion du Comité de Bassin Versant du Léguer et de l'Association de la Vallée

Qu'est-ce que le bocage ?

Un bocage est caractérisé par un réseau de haies boisées dans une mosaïque de cultures et de prairies qui constituent un paysage.

Les haies sont des éléments entre deux parcelles de culture, gérés par des agriculteurs au sein d'une exploitation agricole.



Un paysage bocager est composé d'éléments et de structures à plusieurs échelles spatiales correspondant à plusieurs échelles de décision. L'agriculteur prend des décisions concernant la gestion de ses haies. Il peut aussi décider la plantation ou l'arasement (dans les limites permises par les documents d'urbanisme) de haies. La municipalité ou l'EPCI qui établit les Plans Locaux d'Urbanisme prend des décisions sur la conservation du bocage.

du Léguer), a dans le même temps entamé des réflexions sur la prise en compte de la trame verte et bleue et du bocage dans les documents d'urbanisme de son territoire.

Afin de construire une méthode opérationnelle de diagnostic de la biodiversité liée au bocage, l'équipe bocage de LTC et de la Fédération Départementale des Chasseurs des Côtes d'Armor ont participé à deux colloques en 2014, ayant pour thème la biodiversité dans les bocages (via une approche non intégrée mais par groupe biologique) et les relations entre recherche et décision publique. Ce second colloque, présenté par un chercheur de l'INRAe, a permis de faire naître un projet de collaboration INRAe/LTC/Fédération des chasseurs 22 basé sur le principe de la recherche-action et visant la production de méthodes et documents d'aide à la décision, à l'échelle de la haie, de l'exploitation agricole et du paysage.

Le comité des bassins versants du Léguer, via sa structure porteuse, à savoir Lannion Trégor Communauté, a ainsi répondu en 2014 à un appel à projet intitulé « Améliorer, diffuser et valoriser la connaissance de la biodiversité en Bretagne » bénéficiant de fonds régionaux (contrat nature) et européens (FEDER).

Le projet proposé par le comité, en partenariat avec la fédération des chasseurs et l'INRAe et visant à améliorer la connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et à développer des applications pratiques liées à cette connaissance sur le bassin versant du Léguer, a été retenu par la Région Bretagne.

Il a démarré en fin d'année 2014 et s'est achevé en début d'année 2020.

1.2 Le contexte du projet

Le projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer » s'est construit en concomitance avec deux autres programmes portés par Lannion Trégor Communauté : la valorisation du bois bocage énergie, via la création d'un label, et la construction d'une stratégie Trame Verte et Bleue.

Le label « Label haie » définit les principes de gestion durable des haies. Traduits en indicateurs de certification, ils guident l'acquisition de pratiques respectueuses du bocage issues des recherches menées dans le cadre du projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer ».

En certifiant ces pratiques vertueuses, le label offre à l'agriculteur l'opportunité de faire valoir les services écosystémiques qu'il rend à la société. Par ailleurs, le label encadre la mobilisation du bois hors forêt. Il exige une origine tracée et locale du bois et garantit une ressource gérée durablement. En certifiant les filières haies-bois alimentées par les agriculteurs gestionnaires de haies, le label participe à donner une valeur économique au bois issu des haies.

L'un des critères d'obtention du label « Label Haie » est la mise en place d'un plan de gestion de son bocage. L'outil retenu par le ministère de la transition écologique et solidaire (MTES), le ministère de l'agriculture et de l'alimentation (MAA) et les agriculteurs partenaires du label est le PGDH.

En accompagnement du PGDH, un guide de gestion durable de la haie est remis au propriétaire ou à l'exploitant concerné par le plan de gestion. Produit par l'Afac, le document présente, au-delà des conseils de gestion durable du bocage, l'intérêt pour la biodiversité de chaque compartiment de la haie. Cette partie est issue de la revue bibliographique réalisée dans le cadre du présent projet.

Lannion Trégor Communauté est par ailleurs opérateur d'un projet Trame Verte et Bleue soutenu par l'Europe et la Région Bretagne ; il consiste à définir la Trame Verte et Bleue dans le Scot et le PLUi de LTC. Des méthodes de lecture des paysages (éco-paysages) ainsi que des outils de modélisation des déplacements d'espèces liées au bocage ont été développées et ont permis de répondre aux enjeux liés à la trame verte et bleue.

1.3 La constitution d'un réseau d'acteurs de la biodiversité liée aux bocages en Bretagne

Pour donner une dimension régionale à ce projet, un réseau de partenaires a été construit et reste actif après la fin du projet.

1.3.1 Réseau d'acteurs impliqués dans les inventaires naturalistes

Pour le volet « inventaires carabiques et floristiques » (objectif 3), un partenariat avec des structures gestionnaires de bassins versants a été développé.

Elles se sont mobilisées plusieurs mois, de janvier à septembre, les années d'inventaire 2017 et 2018. Elles ont toutes détaché un technicien « bocage » sur l'action et financé sur des fonds propres l'accueil et le fonctionnement de stagiaires. Les relevés ont été réalisés sur des exploitations agricoles de leur territoire. Trente-sept agriculteurs au total ont été impliqués sur six territoires. Les structures mobilisées ont été :

- Lamballe Terre et Mer (22)
- Loudéac Communauté Bretagne Centre (22)
- Syndicat du Grand Bassin de l'Oust (56)
- Syndicat du bassin versant de l'Elorn (29)

Des relevés ont également été réalisés sur la Zone Atelier Armorique (35), site d'études de l'INRAE, du CNRS et de l'Université de Rennes 1.

L'ensemble des données carabiques a intégré la base de données régionale et enrichit l'observatoire régional des invertébrés terrestres co-animé par le Groupe d'Etude des Invertébrés Armoricaïn (GRETIA), Bretagne Vivante et Vivarmor Nature.

Pour les relevés botaniques, le concours du Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB) a été sollicité. Daniel Philippon a bénévolement participé à l'intégralité des relevés réalisés sur les 113 haies des 6 sites d'études en 2019. Pour cette partie terrain, il a été précieux dans l'accompagnement de la stagiaire recrutée sur la thématique. Les données ont alimenté les bases du CBNB et la plate-forme régionale des données naturalistes.

D'autres partenaires ont contribué au projet :

- La Réserve Naturelle Régionale de Plounérin (22), en mettant à disposition 4 haies sur lesquelles ont été réalisés les inventaires. Deux stagiaires avaient été impliqués sur le sujet.
- La Fondation Yves Rocher, chez qui des inventaires ont été réalisés sur 4 haies de leur exploitation située sur la commune de La Gacilly (56).

1.3.2 Réseau d'acteurs impliqués dans la gestion du bocage ou de la haie

L'outil PGDH a été construit sur le bassin versant du Léguer. Afin de percevoir sa possible application dans d'autres typologies de bocages, les 116 haies choisies dans les 6 sites d'études pour les relevés biologiques ont fait l'objet d'une description. L'outil a aussi été éprouvé par les structures impliquées dans la construction du « Label Haie ». Ainsi, ont participé :

- l'AFAC-Agroforesteries (structure nationale)
- la SCIC Bocagénèse (22)
- la SCIC Mayenne Bois Energie (53)
- la SCIC Bois Bocage Energie (61)
- la Fondation Yves Rocher (56)

Les techniciens de bassin versant affiliés à l'Association des Techniciens de Bassin Versant (ATBVB) ont bénéficié de journées thématiques, sur le terrain au pied des haies ou en salle où leur étaient présentés le PGDH en construction. Ces temps d'échanges ont permis son amélioration et renforcé la dynamique de réseau.

Les techniciens des structures affiliées à l'Association des Gestionnaires d'Espaces Naturels Bretons (AGENB), les techniciens des Fédérations Régionale des Chasseurs de Bretagne, ainsi que les personnels de la Fédération Régionale des Chasseurs des Pays de Loire ont suivi l'avancement des travaux.

Des interventions ponctuelles, sur le terrain ou en salle, ont été réalisées auprès Cœur Emeraude (sortie terrain PGDH), le Parc Naturel Régional de Brenne, le Réseau Rural Breton ou encore la Fondation François Sommer (présentation de l'ensemble du programme et découverte filière « bois énergie » avec Bocagenèse).

Les participations au comité technique et comité de pilotage Breizh Bocage, animé par la Région Bretagne, ont permis d'enrichir l'évolution des outils et de répondre aux préoccupations des opérateurs de terrain.

1.4 La dimension nationale du projet

Le réseau régional ainsi constitué a intégré :

- Le groupe technique national PGDH, animé par l'Afac-Agroforesteries, qui accompagne la mise en place du label "Label Haie" et qui rassemble des partenaires identifiés de la gestion durable des bocages en France,
- Le groupe IGN/OFB en charge de l'observatoire des bocages en France pour déployer les outils géomatiques, notamment de caractérisation écologique des paysages, issus du présent projet

2. Méthodes de diagnostic de la biodiversité liée aux bocages

2.1 Le choix de la composante de biodiversité pour caractériser les bocages : les coléoptères carabiques et la flore

Ne disposant pas de bases de données ni de de protocole pour évaluer la biodiversité du territoire, le choix a été fait d'utiliser les plantes et les coléoptères carabiques.

Les plantes sont les producteurs primaires liés à la fertilité, au microclimat et aux perturbations du milieu.

Les coléoptères carabiques sont très utilisés pour évaluer la biodiversité des paysages agricoles (figure 2.1.1). C'est notamment le cas sur la Zone Atelier Armorique qui a servi de paysage de référence. Ils sont un groupe intéressant pour plusieurs raisons :

- 1) Ils sont abondant, donc il est facile d'avoir un bon échantillonnage par piégeage,
- 2) Les espèces sont nombreuses et utilisent des milieux différents,
- 3) Ils sont faciles à capturer et à identifier,
- 4) Leur écologie est connue,
- 5) Il existe de nombreuses références quant à leur place dans les paysages et leur présence et leur abondance sont contrôlées par des facteurs à plusieurs échelles spatiales et temporelles.




		
<i>Abax parallelipipedus</i> Une espèce des milieux boisés	<i>Pterostychus madidus</i> Une espèce des haies utilisant aussi les cultures	<i>Pterostychus cupreus</i> Une espèce des cultures

Figure 2.1.1 Quelques espèces de carabes

2.2 Les facteurs influençant la biodiversité au niveau de l'ensemble haie/parcelle

L'évaluation de la biodiversité du bocage, à partir d'inventaires d'éléments de la biodiversité, permet de rendre compte de l'état réel des peuplements des agro-écosystèmes. La sensibilisation des agriculteurs et des structures en charge de l'aménagement des territoires à la démarche doit permettre une prise de conscience de la richesse faunistique, floristique et fonctionnelle (e.g. auxiliaires de cultures) des haies au sein des exploitations.

2.2.1 Les questions d'étude

L'un des objectifs de cette étude est de déterminer, à travers l'examen du peuplement carabique, bioindicateur, les impacts des modes de gestion appliqués à la haie (effet « état »), des systèmes et

pratiques agricoles et du paysage bocager. L'objectif est de trouver des variables sur lesquelles « l'aménageur de territoire » ou le gestionnaire peut agir pour améliorer la fonctionnalité des paysages bocagers pour les espèces forestières ou liées à l'arbre (ombre et humidité) et leur permettre d'exister et de se déplacer dans la matrice agricole.

Les hypothèses de travail sont :

- i - Des haies en mauvais état de conservation, discontinues, ne permettent pas l'accueil optimal de carabes forestiers en termes de richesse spécifique et d'abondance ;
- ii - L'agro-écosystème « haie/parcelle adjacente » accueille des communautés carabiques différentes en fonction des systèmes agricoles ;
- iii - Un paysage bocager dense est favorable aux espèces d'affinité forestière ;
- iv - Le grain bocager et la notion d'écopaysages sont de bons indicateurs de répartition des espèces.
- v - Les critères d'évaluation indirects de la biodiversité intégrés au Plan de Gestion Durable des Haies (PGDH) sont pertinents (traité au chapitre 5.1)

2.2.2 Matériel et méthodes, une complétude d'ampleur régionale

Afin de vérifier les hypothèses évoquées, un total de 116 haies situées en Bretagne ont été sélectionnées dans six zones d'étude différentes (figure 2.2.2.1) : sur les territoires des communautés d'agglomération de Lannion-Trégor Communauté, de Lamballe Terre et Mer et de Loudéac Communauté et sur les territoires des syndicats du bassin de l'Elorn et du Grand Bassin de l'Oust (Oust aval) ainsi que dans la Zone Atelier Armorique, secteur de Pleine-Fougères étudiée par l'INRA, le CNRS et l'université de Rennes. Les sites sont en moyenne espacés de 65 km. La multiplication des zones d'étude a permis d'étudier des haies dans différents contextes paysagers et environnementaux, afin de pouvoir présenter un bilan plus global de leur biodiversité à l'échelle régionale.

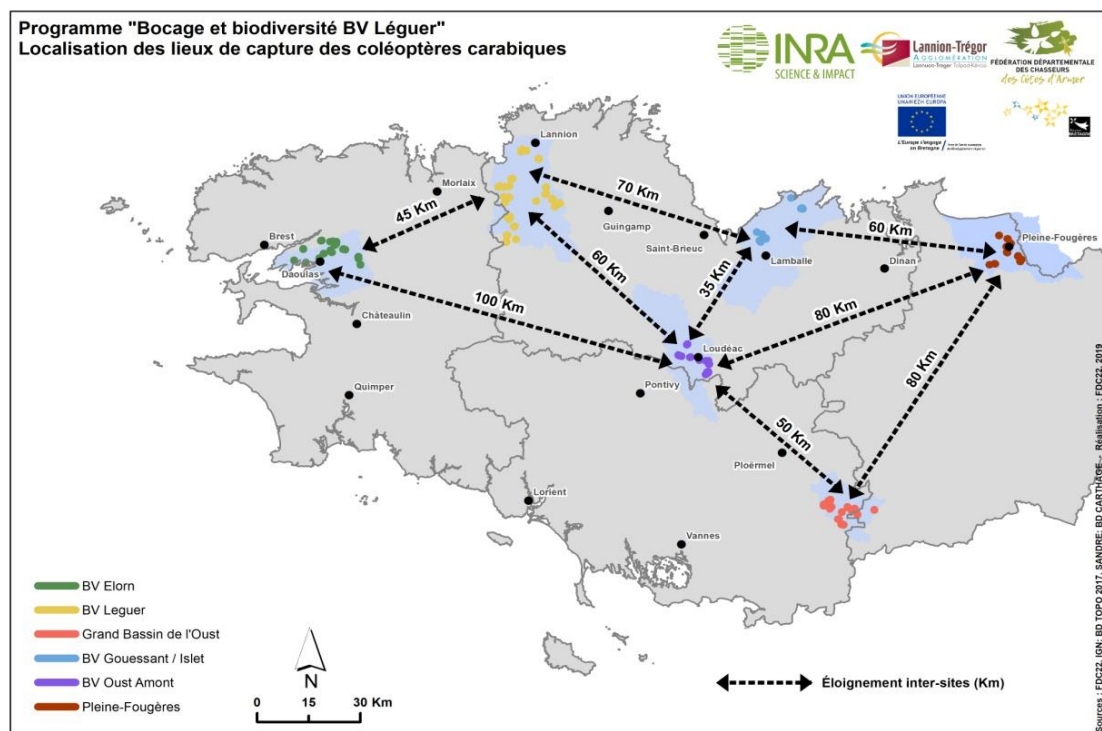


Figure 222.1 : Carte des zones d'étude inventoriées lors du projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer » et leurs éloignements.

Ces paysages n'ont pas subi les mêmes pressions d'aménagement et présentent des densités bocagères variables. Schématiquement les zones d'étude de l'Elorn et du Léguer sont situées dans un paysage vallonné avec un bocage dense dominant de type polyculture-élevage tandis que la zone de Loudéac est située dans un paysage de plateaux ouverts présentant un bocage résiduel. Les territoires de Lamballe et Pleine-Fougères se caractérisent par des paysages ouverts, dominés par l'agriculture céréalière. Quant à la zone d'étude du Grand Bassin de l'Oust, elle est située dans un paysage mixte présentant une densité bocagère intermédiaire. Par ailleurs, on sait que la Bretagne étant une péninsule, il existe des variations dans la distribution de certaines espèces, comme les micromammifères, entre l'est et l'ouest. Le matériel biologique utilisé comme modèle est le groupe taxonomique des coléoptères carabiques, présenté plus haut.

2.2.2.1 Un plan d'échantillonnage basé sur la gestion

Au démarrage de cette étude, l'objectif était de sensibiliser les agriculteurs à l'impact de leurs pratiques sur la faune et la flore de leur exploitation. Afin d'avoir une diversité de situations et de contraster les peuplements en lien avec la qualité des haies, deux pools de haies ont été recrutés, un lot de haies gérées de manière conservatrice, représenté par des haies larges et continues (haies en « bon état »), et un lot de haies entretenues de manière intensive ayant pour conséquence des haies discontinues, étroites où le développement de l'arbre est contraint (haies en « mauvais état ») (figure 2.2.2.1.1). Chaque haie a fait l'objet d'une description à partir des variables du Plan de Gestion Durable de la Haie (PGDH).

Par ailleurs, les haies ont été choisies dans des situations d'agrosystèmes différents. Les relevés eurent lieu dans haies en interface de cultures céréalières ou de prairie (prairie permanente) en système conventionnel ou biologique de 2016 à 2018.



Figure 222.1.1 : photos de haies du plan d'échantillonnage de relevés carabiques. A gauche, une haie jugée en bon état de conservation (intégrité des compartiments constitutifs), à droite, une haie jugée dégradée (discontinuité des éléments arborés, faible largeur, ...).

2.2.2.2 Plan d'observation - Relevés de carabiques

Dans chacune des haies, des opérations de capture par piégeage de carabiques sont réalisés avec des pièges à fosse de type Barber. Ce dispositif, passif, est composé d'un récipient d'un diamètre de 11.5 cm, enfoncé au ras du sol. Il permet d'intercepter les individus se déplaçant au sol au gré de leurs déplacements naturels. Les pots sont remplis d'une solution d'eau salée qui permet l'immersion des insectes piégés et une conservation temporaire avant détermination. Les individus sont ensuite conservés définitivement dans de l'alcool.

Au sein de chaque haie (figure 2.2.2.1), trois lignes de pièges d'une longueur de 30 mètres sont implantées (figure 2.2.2.2.1) : centre de la haie (ligne A), interface haie/parcelle agricole (ligne C) et à 15 mètres dans la parcelle (ligne D). Ces différents lieux de capture présentent des micro-biotopes et des microclimats (ambiance) différents. Selon le lieu de capture, les cortèges d'espèces capturées doivent également être différents. Sur chaque ligne de capture, 3 pièges Barber, espacés de 10 mètres sont installés. Pour l'analyse, le contenu des 3 pots d'une même ligne sont cumulés.

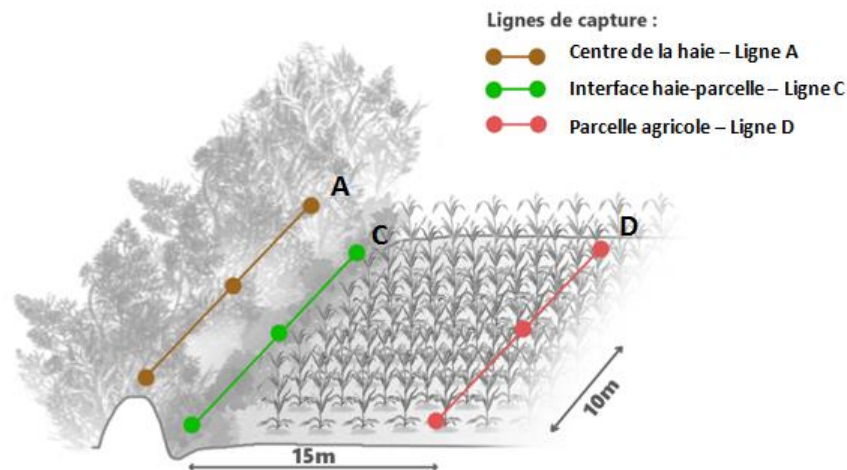


Figure 2222.1 : implantation du dispositif de capture (pots pièges) des coléoptères carabiques. La ligne de capture B a été supprimée au cours de l'étude (d'après Scherer, 2018).

Les pièges sont activés durant trois périodes de 7 jours, fin avril, fin mai et fin juin. Les carabidés ont été identifiés à l'espèce en utilisant la « Clé de détermination des *carabidae* – Paysages agricoles du nord-ouest de la France » (Roger, Jambon et Bouger, 2013) - <https://www6.rennes.inrae.fr/sad/Page-d-accueil/Actualites/Cle-Carabidae> -.

Les autres taxons sont mis à disposition du Groupe d'Etudes des Invertébrés Armoricaux (GRETIA).

2.2.3 Résultats

Au total, durant les trois années de collecte, 14389 individus appartenant à 135 espèces ont été identifiés (323 espèces connues en Bretagne). En moyenne, par haie, ce sont 131 individus appartenant à 22 espèces qui ont été capturés. Ceci témoigne de la diversité (richesse spécifique et abondance) des carabes dans les agrosystèmes. Les espèces liées aux cultures (pouvoir de dispersion élevé) représentaient 48% des individus et les espèces forestières (capacité de dispersion faible) 10%. Site par site, les 10 espèces les plus abondantes représentaient 73% des individus ; des peuplements largement dominés par quelques taxons et des espèces plus « rares ».

2.2.3.1 Une diversité selon les sites, selon les paysages...

La comparaison des peuplements entre les sites d'étude et les systèmes agricoles (recherche de similarité) a montré que la composition spécifique est structurée par les sites (paysages distincts) ; le peuplement du bassin versant de l'Elorn, le plus occidental, étant très différent des autres (effets biogéographiques et historiques à confirmer). Les systèmes agricoles présentent également des peuplements différents. Ces premiers résultats ont incité à traiter les données par système et par site.

2.2.3.2 Des gestions différenciées

Afin de percevoir les effets de la gestion des haies sur le peuplement carabique forestier, un croisement des données a été réalisé avec toutes les variables descriptives de la haie retenues dans le PGDH (Plan de Gestion Durable de la Haie) afin de percevoir celles qui ont le plus d'effets sur la qualité du peuplement. Il ressort des analyses qu'une largeur de haie supérieure à 10 mètres, la présence d'ourlet herbacé en pied de haie d'une largeur supérieure à 0.5 mètre voir 1 mètre ainsi que la présence d'un talus haut (hauteur supérieure à 0.75 m et largeur supérieure à 1 m) sont les variables qui auront une influence positive sur la richesse spécifique et l'activité-densité (un proxy de l'abondance). *A contrario*, une largeur de haie inférieure à 4 mètres ou une continuité horizontale des étages de végétation inférieure à 25%, aura un effet négatif sur l'abondance des carabes forestiers. Par ailleurs, les micro-habitats définis par l'emplacement des lignes de capture (situées en cœur de haie, en interface haie/parcelle ou dans la parcelle agricole) présentent des peuplements distincts. La haie diversifie considérablement les cortèges. Les effets biogéographiques et historiques des sites ainsi que les modes de gestion appliqués (*i.e.* systèmes agricoles) expliquent l'état de la haie et les incidences sur la qualité des compartiments qui la compose. Selon les systèmes, l'état de la haie engendre des effets différents. L'examen de ces différences permet d'orienter le gestionnaire pour la conservation ou la réhabilitation des fonctionnalités pour l'accueil des carabidés forestiers. Des haies en mauvais état ne permettent pas l'accueil optimal de carabes forestiers en termes de richesse spécifique et d'abondance (effets micro-habitats). L'hypothèse est vérifiée.

2.2.3.3 Des pratiques agricoles distinctes

Les relevés ont été réalisés dans des contextes agricoles différents (figure 2.2.3.3.1). Les peuplements carabiques de trois systèmes ont été examinés : système céréalier conventionnel, système céréalier biologique et système prairial permanent.



Figure 2.2.3.3.1 : représentation physionomique des parcelles adjacentes aux haies inventoriées (S. = Système).

Les trois contextes ont révélé des peuplements très différents. Pour les espèces forestières, aucune différence significative n'a été observée sur la richesse spécifique. En revanche, sur l'activité-densité, des différences importantes ont été relevées notamment entre le système céréalier conventionnel et le système prairial (figure 2.2.3.3.2). En condition céréalière biologique, les abondances observées étaient intermédiaires. Les pratiques agricoles influencent la composition des communautés carabiques. La richesse spécifique n'est pas une mesure de comparaison inter-sites pertinente.

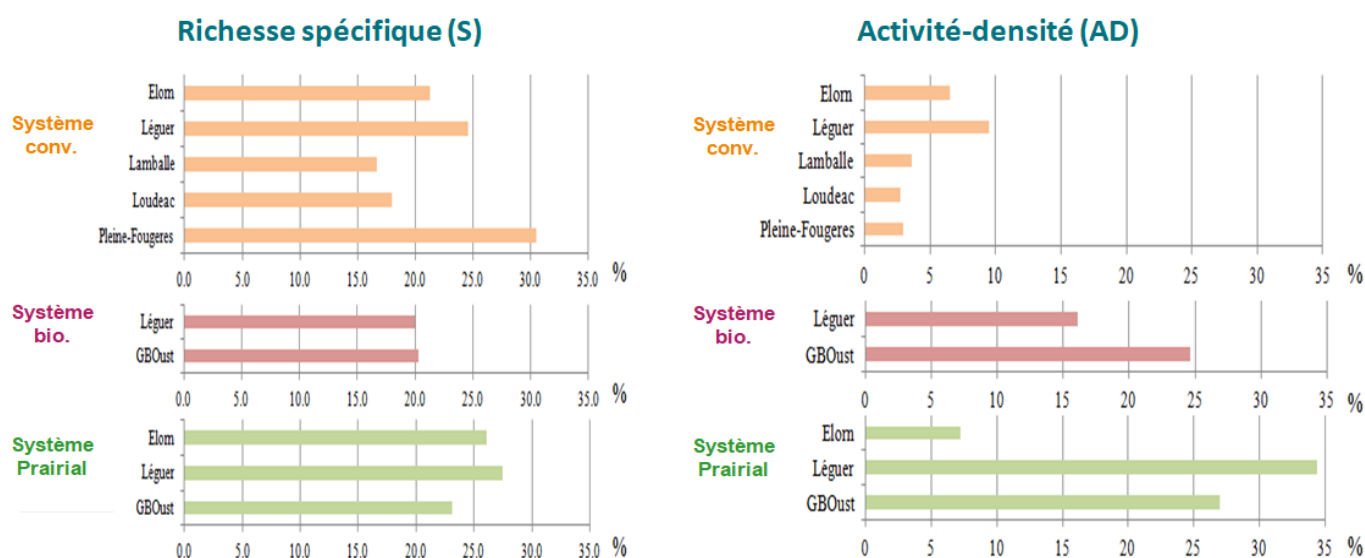


Figure 22332 : Richesse spécifique (S) et Activité-densité des coléoptères carabiques forestiers exprimée en pourcentage – Répartition par agrosystème.

Le bassin versant du Léguer a fait l'objet de relevés dans les trois agrosystèmes. Ceci a permis une comparaison écartant l'influence de l'effet « sites ». Au total, 112 espèces ont été capturées sur le territoire. Le nombre d'espèces observées par système a varié de 61 en système céréalier conventionnel à 80 en système biologique. Trente-six espèces seulement étaient partagées entre les trois systèmes (figure 2.2.3.3).

Les différences spécifiques observées s'opèrent quel que soit la qualité de la haie. Au sein de chaque système, les haies en mauvais état de conservation possèdent un cortège d'espèces communes. Les haies en bon état de conservation contribuent à apporter un lot d'espèces supplémentaires (figure 2.2.3.3). L'hétérogénéité dans les modes de gestion des haies (gestion intensive vs gestion plus extensive, conservatoire) et dans les systèmes agricoles avec toute leur complexité d'assolement, de rotation, d'intrants, ... crée des conditions singulières correspondant aux niches écologiques de beaucoup d'espèces ou les excluant. Cette diversité de conditions écologiques contribue à l'échelle d'un paysage à accueillir une biodiversité plus riche et variée.

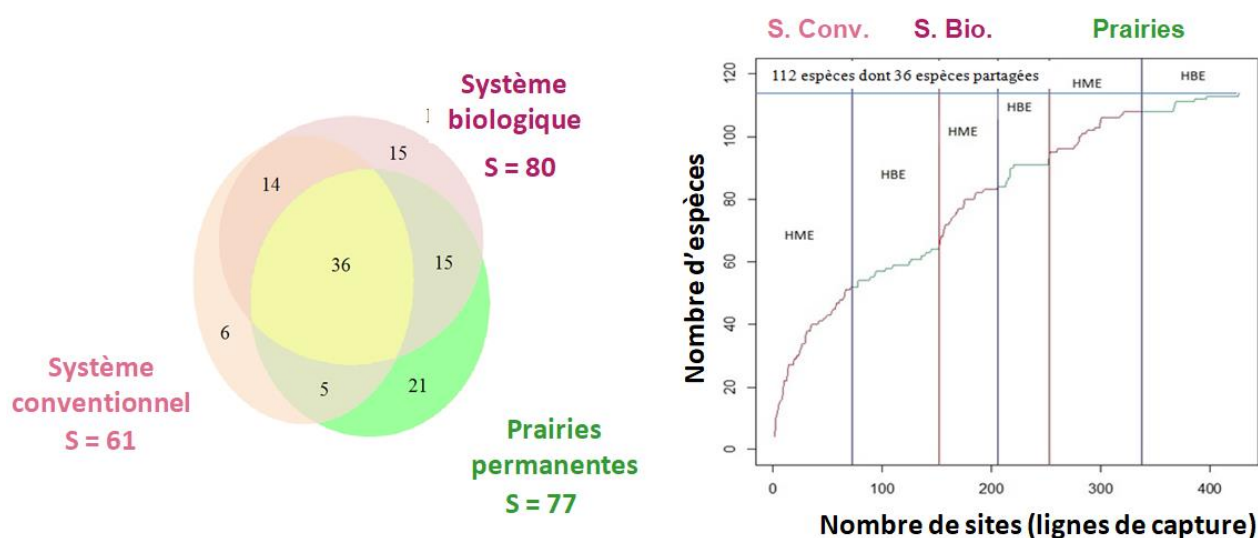


Figure 22333: Richesse spécifique par agrosystème et courbe d'accumulation des espèces contactées au sein des haies en « mauvais état de conservation » (HME, en rouge) et des haies en « bon état de conservation » (HBE, en vert) dans les trois systèmes du bassin versant du Léguer.

L'agro-écosystème « haie/parcelle adjacente » accueille des communautés carabiques différentes en fonction des pratiques agricoles. Les prairies favorisent les espèces forestières. Les systèmes cultivés biologiques, en lien avec un couvert herbacé intra-parcellaire plus fourni, en hébergent davantage que les systèmes conventionnels. Chaque système et chaque typologie de haie, dans le paysage contribue à enrichir la biodiversité des sites. L'hypothèse est vérifiée ; une hétérogénéité de composition et de configuration élevée (pluralité des systèmes agricoles) associée à une hétérogénéité des usages et des pratiques élevée devant être recherchée (effet positif sur la richesse spécifique globale).

2.3 Les facteurs influençant la biodiversité au niveau du paysage

Le paysage est un espace continu et, par conséquent, il est intéressant d'avoir les mesures (métriques paysagères) en tout point du paysage. En pratique, on ne fait les mesures que sur des points situés à une certaine distance les uns des autres. Les effets du paysage en un point donné proviennent de structures situées à une certaine distance que les analyses doivent déterminer. Si on est dans une haie, l'effet brise-vent des haies à l'entour sera limité à quelques centaines de mètres. Pour prendre en compte cet effet distance, on utilise des fenêtres de taille différentes. Ce sont les portions de paysage autour du point de mesure.

Ici, seuls les principes généraux et les résultats seront présentés. Les détails méthodologiques sont donnés dans le document « Guide méthodologique pour l'analyse des structures paysagères et des continuités écologiques » qui accompagne ce rapport.

2.3.1 Une étape préalable aux diagnostics des paysages : la construction de la cartographie de l'occupation du territoire

La cartographie de l'occupation du sol joue un rôle essentiel à la fois comme source d'informations sur la composition et la structure des paysages (carte de base) et comme produit dans les documents d'urbanismes. La construction de cette cartographie est compliquée car elle compile des couches d'information obtenues avec des méthodes disparates. Les informations contenues dans cette carte déterminent les résultats des analyses spatiales. Or il n'existe, actuellement, aucune carte réellement adaptée.

Un des objectifs de ce projet a été de produire cette carte.

3.2.1.1 Les données mobilisées pour la carte d'occupation du territoire

Afin de réaliser les analyses paysagères et de continuités, une cartographie de l'occupation du sol du territoire est réalisée à partir de différentes données sources. La précision de cette cartographie dépend des enjeux liés à son élaboration et de la surface à cartographier. Elle doit prendre en compte les éléments du paysage pouvant participer aux continuités écologiques et ce, pour chaque sous-trame étudiée.

Des bases de données nationales et privées ont été utilisés :

- La BD TOPO IGN (*d'après le Centre de ressources Trame verte et bleue*): c'est une base de données à l'échelle de 1/25 000ème et projetée en RGF93/Lambert 93, décrivant de manière vectorielle les éléments et infrastructures du territoire. Les deux versions de cette base de données cartographient les infrastructures linéaires de transport, le réseau de transport d'énergie, le réseau hydrographique, les bâtiments, l'occupation du sol par la végétation arborée et les limites administratives. La version 2018 a été téléchargée sur le site de l'IGN pour le département du 22.
- Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) : instauré par la Politique Agricole Commune (PAC) et administré par l'Agence de Services et de Paiement (ASP), le RPG cartographie au 1/5000ème et projette en RGF93/Lambert 93 les parcelles agricoles déclarées par les exploitants. Chacune de ces parcelles est renseignée par les types de cultures pratiquées, ainsi que par les surfaces correspondantes. La version de 2017 a été utilisée.
- Le Mode d'Occupation du Sol (MOS) : issu du travail de l'ADEUPa, un bureau d'étude finistérien, c'est un outil cartographique évolutif qui s'appuie à la fois sur le croisement de données publiques disponibles à l'échelle cadastrale et sur l'analyse de photographies aériennes. Les données mobilisées étant, pour la plupart, disponibles à une fréquence annuelle, le MOS de l'ADEUPa permet un suivi régulier de l'évolution de l'occupation du sol. Il est particulièrement bien adapté à l'identification des éléments urbains. La version de 2018 disponible à l'échelle de LTC et de Guingamp-Paimpol Agglomération a été utilisée.
- L'inventaire des zones humides et des cours d'eau sur le territoire : c'est un inventaire cartographique issu de données de terrain. Ce travail a été réalisé en interne par les différents EPCI.

3.2.1.2 La méthodologie de construction de la carte

L'analyse des continuités écologiques et la lecture des paysages s'appuie sur des données de type raster. Cela nécessite de travailler avec des image (ou raster). Chacun des pixels de cette image vont contenir une information propre. Il est nécessaire d'obtenir une occupation du sol dans ce format. Les différentes couches de données géographiques sont en format vectoriel. Comme les additions de couches sont plus fiables en format raster (la valeur d'un pixel de la couche A remplace celle du pixel de la couche B), il est nécessaire de convertir les couches vectorielles en format raster avant tout traitement d'agglomération de couches.

Lors de la rasterisation, la résolution de la carte, c'est-à-dire la taille du pixel, doit être suffisamment fine pour pouvoir représenter avec précision la forme des éléments les plus petits et en conserver la continuité. La taille de la cellule raster est donc fixée à 5m. Toutes les couches raster possèdent la même résolution spatiale afin de pouvoir se superposer ensuite.

Le MOS a été utilisé comme couche de base car il renseigne sur l'occupation du sol sur l'ensemble du territoire mais sa précision, notamment dans les zones rurales, ne permet pas de l'utiliser sans la compléter de données plus fiables. Dans l'ordre de superposition (la couche n découpe et comble les espaces créés sur la couche n+1), les couches suivantes ont été utilisées pour enrichir le MOS :

1. Le RPG est utilisé pour identifier les prairies temporaires ou permanentes et les cultures non prairiales déclarées à la PAC. Cette couche découpe le MOS et remplace les entités supprimées.
2. Les données sur la végétation ligneuse issue de la BDTOPO de l'IGN ont permis de cartographier les boisements, les haies, les vergers et les landes/friches. Tous ces éléments sont représentés par des polygones
3. Les cours d'eau ont été classés par ordre de Strahler et sont intégrés en surfacique à l'occupation du sol.
4. Les zones humides sont utilisées comme masque des couches précédentes : elles découpent et s'imposent aux habitats avec qui elle se superpose la mention « humide ».
5. La voirie est issue de la BDTOPO de l'IGN et a été classée par « importance » (typologie de l'IGN traduisant le passage sur le tronçon). Un traitement par dilatation a été opéré afin de transformer cette couche de polygones en polygones grâce à la largeur de la voirie qui est renseignée. Par défaut, celle-ci a une taille minimale de 5m de large en raison des traitements envisagés sur cette carte. Cette donnée est gardée pour l'analyse des continuités écologiques.

La couche ainsi formée est ensuite découpée avec les limites du bassin versant du Léguer. Cette découpe n'est pas faite en amont car il peut être nécessaire d'augmenter le territoire d'analyse pour prendre en compte les continuités écologiques sur les territoires adjacents.

3.2.1.3 Résultats : analyse des continuités et des paysages

La carte d'occupation du sol ainsi obtenue permettra aux opérateurs de terrain de mesurer des métriques paysages ou des continuités écologiques, dans le but de comprendre les facteurs paysagers ou locaux qui influencent la biodiversité liée au bocage.

2.3.2 Les métriques paysagères

Les connaissances acquises sur la Zone Atelier Armorique et aux cours de différents projets de recherche de l'INRAe mettent en avant l'intérêt de métriques relatives 1) aux paysages 2) au microclimat et 3) aux relations avec l'usage des parcelles adjacentes aux haies. Ceci renvoie à un certain nombre de caractéristiques structurales (figure 2.3.2.1).

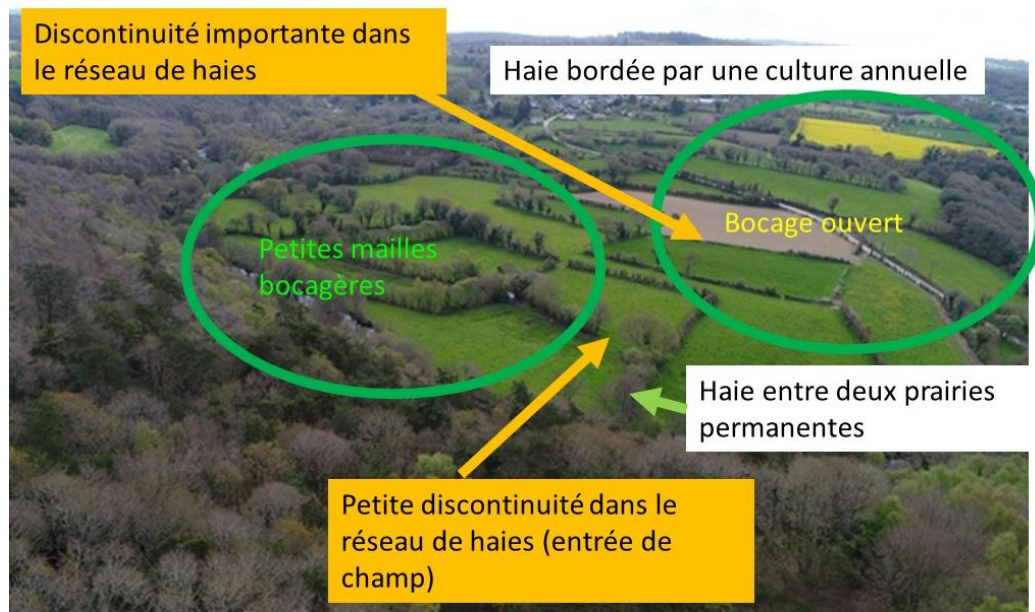


Figure 2.3.2.1 : caractéristiques structurales prises en compte pour définir les métriques paysagères utilisées pour expliquer la distribution des carabes forestiers

Métrique 1 : les écopaysages : quand on parcourt un territoire, on remarque le passage entre des paysages différents, plus ou moins boisés, avec plus ou moins de prairies, etc. Pour définir des actions en faveur de la biodiversité, il est utile de définir ces différences, de constituer des unités appelées ici « écopaysages ». Ces unités sont définies par des méthodes statistiques de classification basées sur les types d'occupation du sol.

Métrique 2 : le grain bocager : les carabes forestiers ou de lisières ont besoin d'un environnement paysager proche de la forêt, c'est-à-dire avec de l'ombrage et peu de vent. Ce dernier diminue l'humidité, une caractéristique des forêts. Comme il n'est pas possible de faire des mesures de microclimat, pour des raisons pratiques, une métrique, le grain paysager a été élaborée. Elle permet de mieux caractériser les conditions paysagères que la seule densité de haies.

Métrique 3 : l'interface : c'est une mesure de la longueur d'interface entre les haies et les différents usages des parcelles. Les prairies permanentes sont une interface favorable car d'une part, il n'y a pas de travail du sol qui déborde plus ou moins sur la haie et, d'autre part, l'usage des pesticides est rare.

Ces métriques peuvent être calculées avec le plugin QGIS "Chloe - métriques paysagères" développé dans le cadre de ce projet et dont la manipulation technique est expliquée dans le guide méthodologique « géomatique ».

2.3.2.1 Les écopaysages

Quatre cartes d'écopaysages ont été produites en utilisant des fenêtres (unité d'échantillonnage de l'occupation du sol) de taille différente (0,5 ; 1 ; 2 et 3 km) (figure 3.2.1).

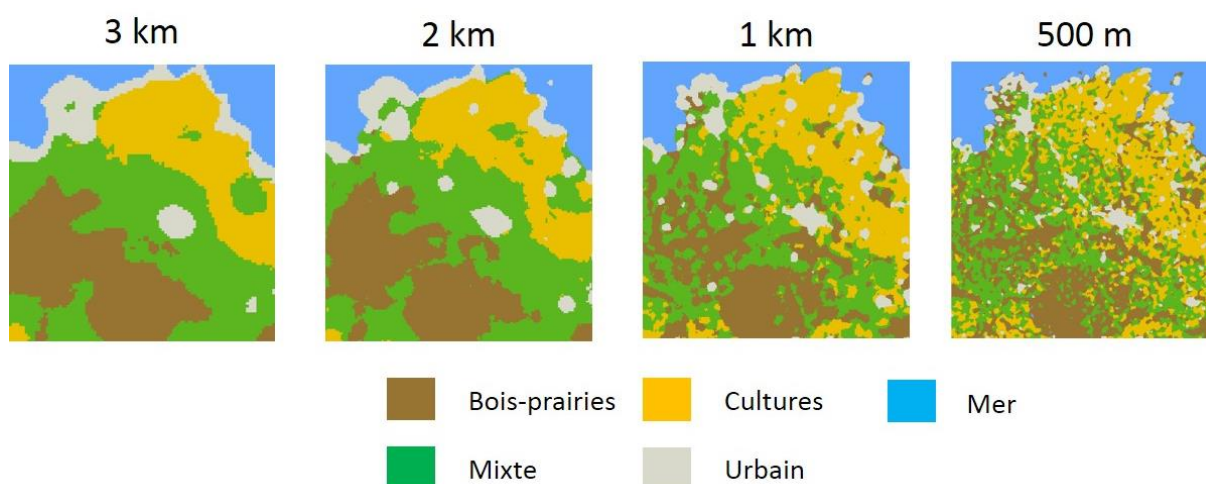


Figure 2.3.2.1: Cartes des types d'écopaysages de Lannion Trégor Communauté et Guingamp Paimpol Agglomération à différentes échelles d'analyse.

Tableau 2.3.2.1.: composition des écopaysages à 3km

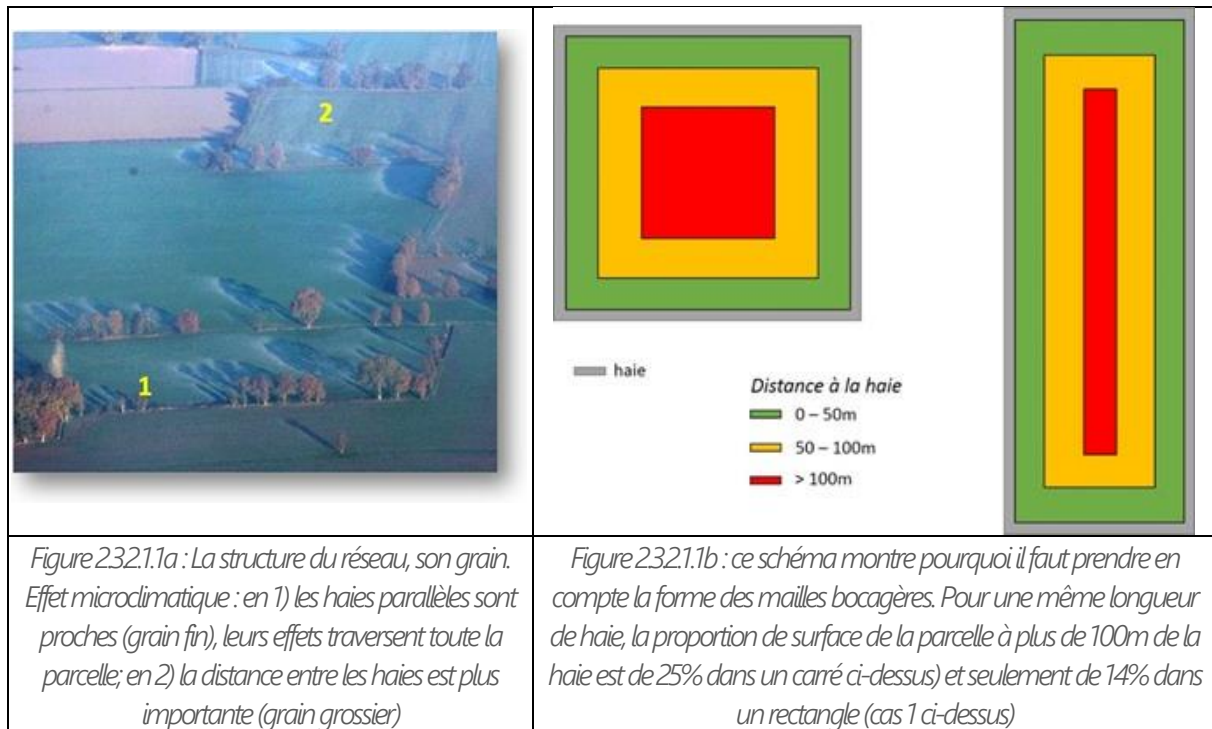
t y p e	type	littoral	bâti	cult été	cult hiver	bois	prairie
1	mixte	0	4	13	12	28	25
2	cultures	4	10	19	24	12	12
3	mixte agri	0	7	17	15	17	20
4	mer	88	5	0	0	0	0
5	bâti	8	21	8	8	20	15

Par construction plus les fenêtres d'analyse sont grandes, moins les écopaysages sont détaillés. Il apparaît que des fenêtres de 3 km produisent des unités qui peuvent constituer une base pour différencier le territoire. Les autres cartes peuvent être utilisées pour avoir des points de vue locaux.

2.3.2.1 Le grain bocager

Les observations de terrain (figure 2.3.2.1a), les mesures de vitesse du vent, d'humidité et les modèles microclimatiques montrent l'influence du maillage bocager sur le microclimat. Dans les paysages réels, la notion de maille bocagère est relative du fait des ruptures dans le réseau. Pour

mesurer les effets microclimatiques du bocage, une métrique paysagère a été élaborée : le grain bocager. Il est basé sur la proportion de surface d'un paysage à plus de 100 mètres d'une haie. Ceci prend en compte simultanément la densité de haies et la forme du maillage (figure 2.3.2.1.1b). Le grain est donc un indice variant de 0 (la totalité de la surface analysée est boisée) à 1 (pas de boisement).



2.3.2.2 Les interfaces

En intégrant le réseau de haies dans une carte d'occupation du sol, on peut évaluer la longueur des différentes interfaces entre les haies et les diverses cultures. Cela permet d'appréhender l'influence de l'hétérogénéité des systèmes agricoles sur la biodiversité liée au bocage.

2.3.3 La relation entre carabiques forestiers et métriques paysagères

2.3.3.1 Les écopaysages : diagnostic des capacités d'accueil des carabes forestiers à l'échelle du paysage

Les différents écopaysages ont une capacité d'accueil des carabiques forestiers différentes. Les résultats (tableau 2.3.3.1.1) montrent un gradient décroissant du nombre d'espèces et de l'activité-densité en carabes forestiers dans les haies. Plus l'écopaysage contient une proportion d'éléments naturels ou semi-naturels élevée, plus le nombre d'espèces forestières et leur abondance sont élevées. A contrario, les écopaysages les plus cultivés favorisent les espèces de milieux ouverts, agricoles. L'identification des écopaysages permet la traduction d'une signification écologique avec le modèle « carabes forestiers ». Ils peuvent être considérés comme des indicateurs de répartition potentielle des espèces.

Tableau 233.1.1: Richesse et activité-moyenne / haie des espèces de carabidés forestiers par classe d'écopaysage.

Ecopaysages (500 m)	Richesse forestière Moyenne / haie (Sf)	Activité-densité forestière moyenne / haie(Ad)
1 - Bois, Landes	5.6	21.5
2 - Bois, prairies	4.7	18.9
4 - Cultures printemps, prairies	4.1	11.8
5 - Cultures printemps et hiver	2.9	7.75
6 - Espaces urbanisés	2.5	5.75

2.3.3.2 Le grain explique la distribution des habitats pour les carabes forestiers en contexte bocager

Les investigations montrent que le grain bocager influence le peuplement carabique ; la répartition des affinités des espèces est confirmée par cette approche par taille de grain du paysage. Ainsi, un grain fin (paysage « fermé ») permettra au paysage de contenir et de préserver des espèces à affinité forestière tels *Poecilus vernalis* ou *Pterostichus madidus* tandis qu'un grain grossier (paysage « ouvert ») favorisera les espèces agricoles comme *Poecilus cupreus* ou *Amara consularis* (figure 2.3.3.1). Le grain est donc susceptible d'être un indicateur de répartition des espèces à « affinité connue » et/ou permet de renseigner l'affinité « paysage ouvert/paysage fermé » pour les espèces d'affinité inconnue.

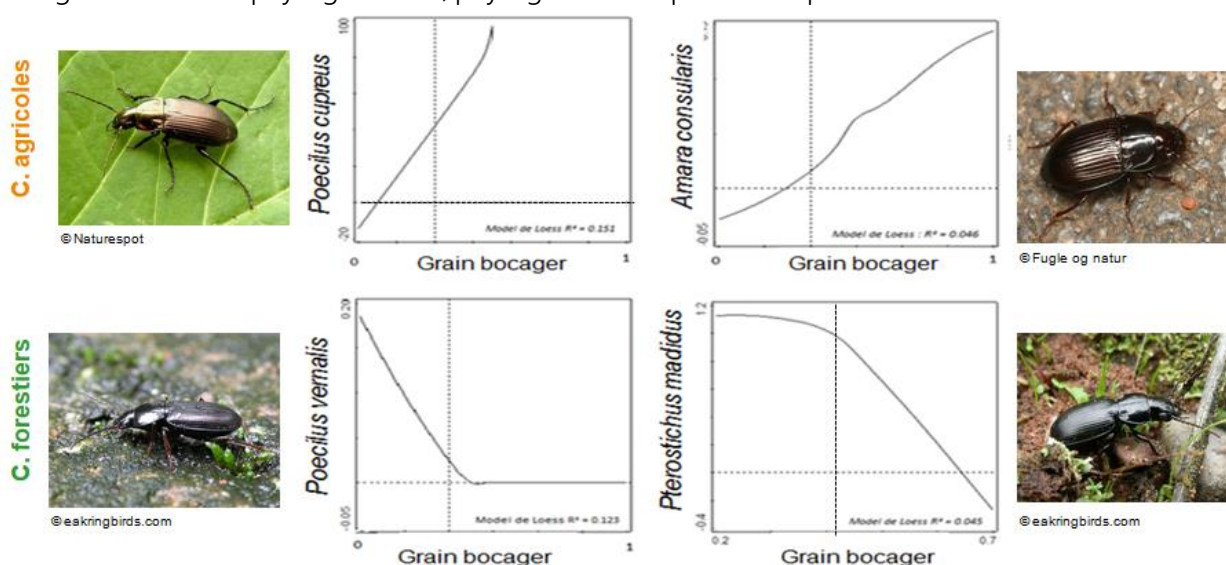


Figure 233.1 : Evolution de l'activité-densité de quatre espèces de coléoptères carabiques en fonction du grain bocager. En haut, une espèce agricole, *Poecilus cupreus* et une espèce à l'écologie indéterminée, *Amara consularis*. En bas, deux espèces forestières, *Poecilus vernalis* et *Pterostichus madidus*.

Le caractère « fermé » ou « ouvert » d'un paysage est défini en analysant la répartition des carabes forestiers ou de la flore forestière avec les valeurs de grain. Cela permet d'identifier des valeurs « seuil » de grain bocager au deçà des quelles, la probabilité de trouver des espèces forestières est faible.

La cartographie du grain bocager et la représentation de ces valeurs seuils permet d'identifier les zones où la maille bocagère est fonctionnelle pour les carabes forestiers ou la flore forestière (figure 2.3.3.2).



Figure 2.3.3.2: Carte des classes du grain bocager

Ces résultats soulèvent de nombreuses questions et permettent d'identifier une hypothèse de travail : l'abondance des carabes forestiers dépend de la relation entre le grain bocager et l'état de la haie. Une haie en excellent état dans un bocage à grain grossier accueille-t-elle un peuplement carabique forestier plus abondant et, *a contrario*, une haie dégradée dans un paysage bocager à grain fin est-elle encore fonctionnelle pour ces taxons ?

2.3.3.3 Le diagnostic de la qualité du bocage d'après l'étude des interfaces agricoles et du grain bocager

A partir du grain bocager et de l'identification des interfaces agricoles, un modèle permettant d'évaluer la qualité du bocage en tant qu'habitat a été construit.

Le modèle carabes a été établi dans le cadre d'un stage master. Il se base sur des données issues du programme d'étude « carabes » sur le site de Pleine-Fougères de la Zone Atelier Armorique. Il s'agit du grain bocager, des interfaces agricoles et des données sur les carabes.

Le grain bocager et l'identification des interfaces agricoles sont issus de l'analyse de cartes d'occupation du sol. Ces dernières proviennent d'une part des cartes d'occupation du sol produites annuellement par le laboratoire de géographie LETG (Littoral, Environnement, Télédétection et Géomatique) de Rennes, d'autre part des cartes du réseau bocager établit en polygones par LETG ou en polygones par l'IGN (Institut National Géographique). Une carte en polygones représente les haies par des lignes sans tenir compte des petites trouées (moins de 10 m) qui sont incluses dans la ligne. C'est la représentation la plus courante. Dans la représentation en polygones d'IGN, ce sont les projections au sol des houppiers (canopée) qui sont cartographiées. Dans ce cas, toutes les trouées apparaissent comme des vides. La figure 2.3.3.3.1

donne des exemples de représentation. Il s'agissait de tester quelle mode de représentation cartographique est le plus explicatif de l'abondance des carabes.

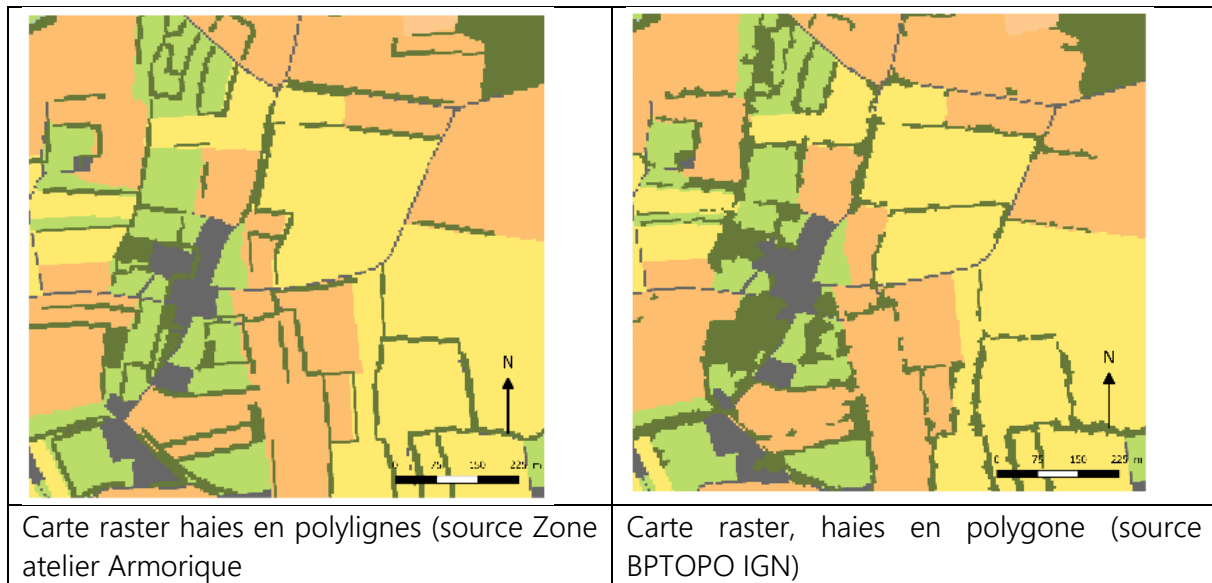


Figure 23331 : cartes raster résolution 5m

Les données carabes sont issues de piégeages réalisés pendant sept années sur la Zone Atelier Armorique, d'avril à octobre, dans 10 haies de trois paysages bocagers très différenciés (figure 2.3.3.2). Les abondances des carabes forestiers ont été extraites et cumulées. De telles données ne sont disponibles que dans les opérations de recherche à long terme et permettent de prendre en compte les fluctuations interannuelles. Ceci permet comparer les données de la Zone Atelier Armorique avec les données carabes récoltées dans le cadre du projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer ».

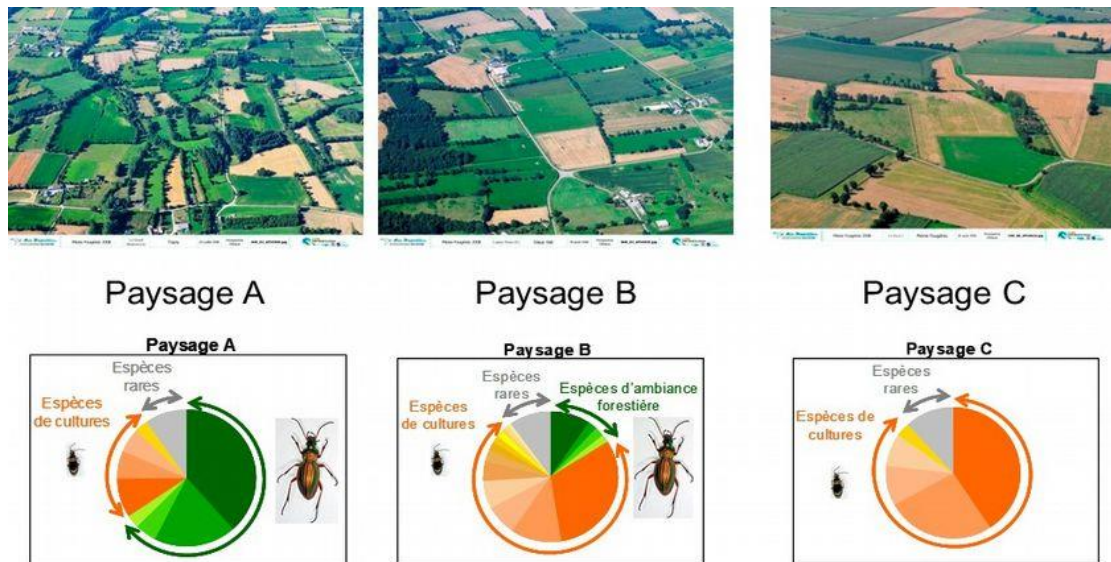
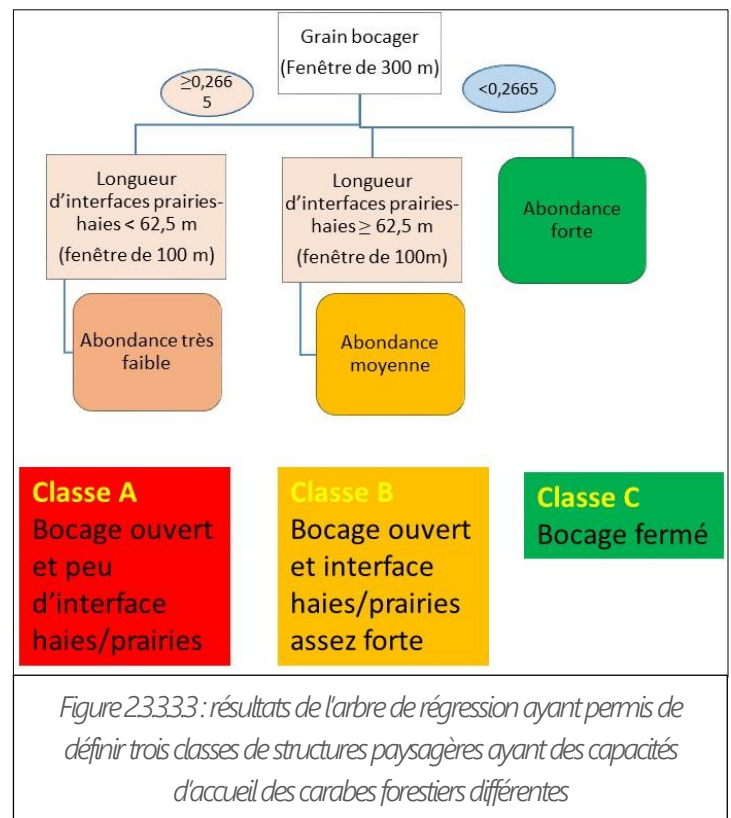


Figure 23332 : Proportion d'espèces de carabes, auxiliaire de culture, dites « forestières » et d'espèces de carabes dites « de culture » dans des paysages bocagers du plus fermé (A), au plus ouvert (C). Source : Zone atelier Armorique

Résultat : qualité du paysage et abondance des carabes forestiers sur le site de Pleine-Fougères

L'abondance des carabes forestiers dépend à la fois du grain bocager et de l'utilisation de la parcelle adjacente : ils sont plus abondants dans les grains bocagers fins (calculés dans des fenêtres d'analyse circulaire de 300 m de diamètre, soit une surface d'environ 9ha autour du point d'échantillonnage).

Cet effet est plus fort si la haie échantillonnée est adjacente à une prairie permanente (figure 2.3.3.3). L'analyse statistique est faite avec un arbre de régression qui partitionne les échantillons en classes. Ces différentes classes correspondent à des environnements de qualité différentes de « favorable » (classe C) à « moyennement favorable » (classe B) et « peu favorable » (classe A). La cartographie de ces résultats permet de distinguer ces classes sur un territoire.



Test sur le Léguer

Pour tester la validité du modèle, les échantillons de carabes collectés sur le Léguer ont été distribués dans les classes de paysage définies à Pleine-Fougères. Le résultat est très significatif comme le montre la figure 2.3.3.4. Il n'y a pas ou très peu de carabes forestiers dans la classe « bocage ouvert ».

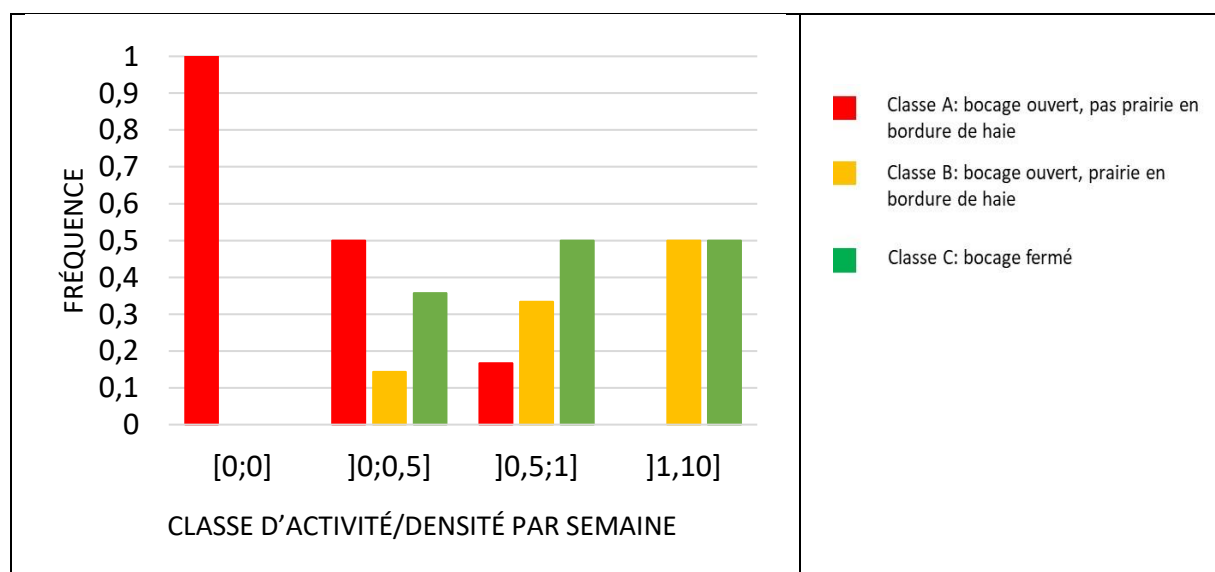


Figure 2.3.4.4 abondance des carabes forestiers dans les divers types de paysages bocagers sur le Léguer. L'abondance est la moyenne par semaine de piégeage.

Le modèle permet par une analyse structurale du paysage de définir les zones avec une probabilité nulle ou faible d'avoir des carabes forestiers (figure 2.3.3.5). Par ailleurs, d'autres facteurs comme la qualité de la haie, non prise en compte ici, vont intervenir (cf chapitre 3)

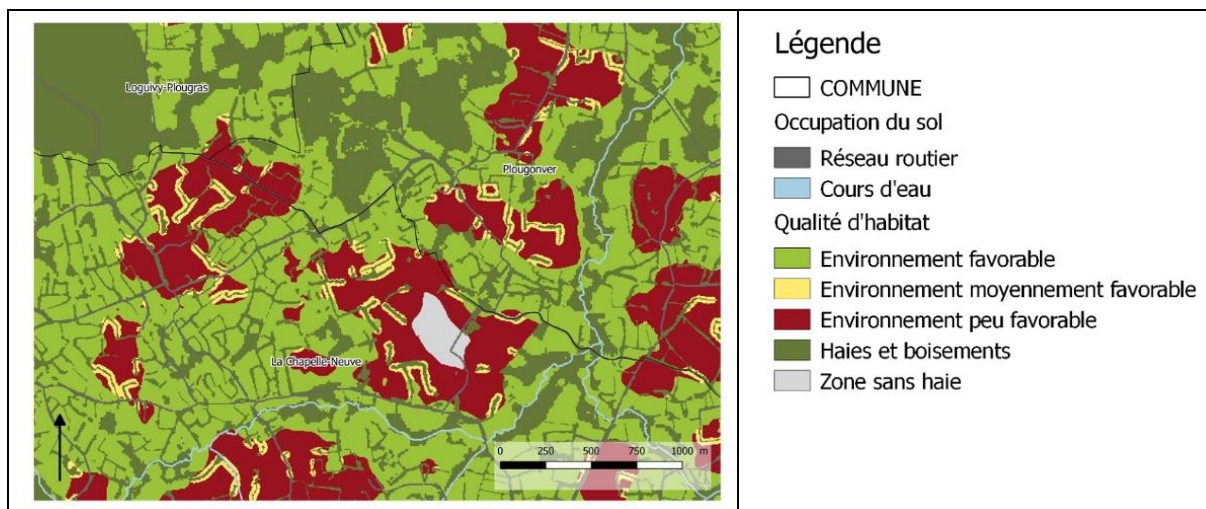


Figure 2.3.3.5: cartographie de la qualité du paysage pour les carabes forestiers

Sur la figure 2.3.3.5, on note que les environnements « peu favorables », c'est-à-dire les haies en paysage ouvert, bordées par des prairies peuvent constituer des continuités d'habitat pour traverser des paysages ouverts. Ceci permet de différencier des zones pour penser la planification pour la biodiversité sur un territoire (figure 2.3.3.6)

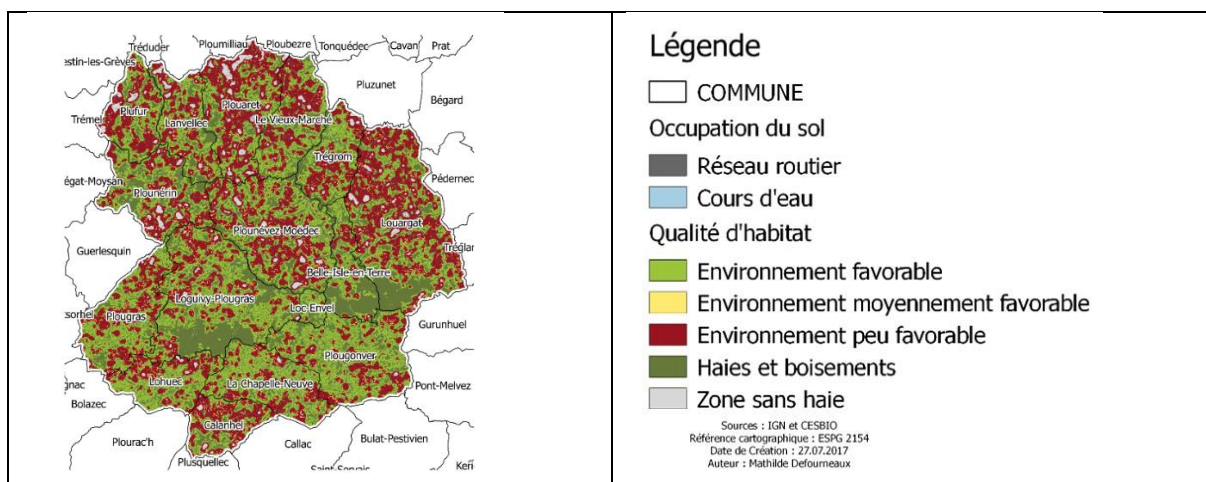


Figure 2.3.3.6: cartographie de la qualité du bocage sur un ensemble de communes du Léguer

Il est aussi possible de cartographier les haies des exploitations dans les différents états du réseau bocager. Ceci permettra de montrer la « responsabilité » des agriculteurs dans le fonctionnement de ce réseau et combiner paysage et PGDH.

2.4 L'habitat des carabes forestiers : la résultante d'interactions positives entre qualité de la haie et qualité du paysage

Les variations de l'abondance des carabes forestiers avec les valeurs de grain bocager ou la qualité écologique de la haie appréciée par les variables descriptives du PGDH (chapitre 3) ne sont pas linéaires. Ces variables permettent de noter la qualité biologique de la haie sur 100, ce score est appelé note PGDH. L'observation des données montre un effet de seuil ; une valeur au-delà ou en deçà de laquelle les différences d'abondance sont importantes (figure 4.2.10). La mise en œuvre d'un arbre de régression a permis d'obtenir les valeurs « seuil » qui montrent un optimum d'accueil pour les espèces forestières pour les haies ayant une note PGDH supérieure à 54 (haie en bon état de conservation) et une valeur de grain inférieure à 0,33 ; l'interaction entre les deux variables expliquant 39% de la variation de l'activité-densité. Une forte interaction existe entre les échelles « haie » et « paysage ». L'habitat des carabes forestiers est à la fois la haie et le paysage environnant. Les mêmes effets ont été observés avec la richesse spécifique.

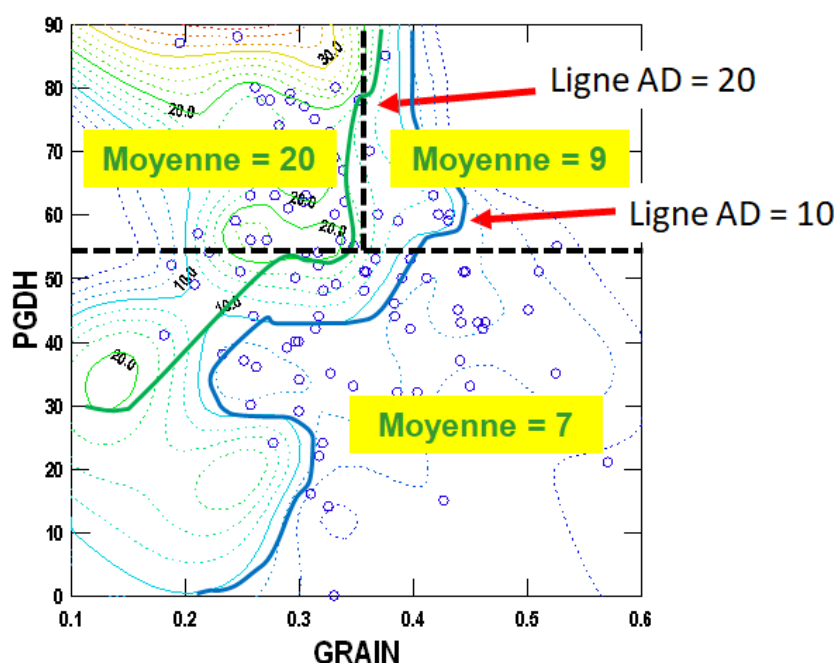


Figure 4.2.10 : Effet combiné du grain bocager et de la qualité des haies (note PGDH) sur l'activité-densité (AD) des carabes forestiers.

Des haies notées favorablement (*aka*, dont l'état de conservation écologique est bon) dans un paysage bocager à grain fin accueillent une richesse et une activité-densité en carabidés forestiers supérieures, d'autant en système prairial. Inversement, des haies notées défavorablement (*aka*, dont l'état de conservation écologique est mauvais), dans un paysage à grain grossier auront les plus faibles richesses spécifiques d'espèces forestières et des abondances pauvres, d'autant plus en système cultivé conventionnel. En paysage à grain grossier, l'accueil optimal des espèces forestières (continuités écologiques dysfonctionnelles, modification des conditions micro-climatiques) sera difficilement compensé par une haie en bon état de conservation. Les trois conditions, que sont l'état de la haie, le grain paysager et l'agrosystème, déterminent la capacité d'accueil du paysage pour les espèces forestières.

2.5 Conclusion sur l'analyse de la diversité des communautés carabiques

Les outils développés, Grain bocager et Plan de Gestion Durable des Haies (PGDH), sont pertinents pour percevoir la fonctionnalité de la haie et du bocage d'une exploitation agricole dans son paysage (figure 2.5.1). Ils permettent de conforter les gestionnaires dans leur préconisation. Pour résumer :

- Les écopaysages décrit comme majoritairement constitués de bois et de landes (hétérogénéité importante) accueillent une diversité de carabidés forestiers plus importante → Conserver l'intégrité de cet écopaysage « réservoir » et assurer la dispersion des espèces par la conservation ou la restauration de « corridor » vers d'autres écopaysages.
- Un paysage bocager dense ($G < 0.33$) est favorable aux espèces forestières. Un paysage bocager à grain grossier banalisera la composition du peuplement en favorisant les espèces à affinité agricole → Conserver ou restaurer une maille bocagère fine en priorisant la connectivité.
- Les agrosystèmes discriminent les peuplements. Des niveaux d'hétérogénéités de composition et de configuration élevées sont à privilégier à l'échelle du paysage → Diversifier les systèmes et la nature des cultures. Encourager un parcellaire en mosaïque.
- Le bon état de la haie est essentiel pour l'accueil et la survie des espèces à affinité forestière dans la matrice agricole ; la haie sur talus, avec un ourlet herbacé, large, pluristratifiée, et plurispécifique, continue, avec des micro-habitats nombreux étant un optimum → Adapter les mesures de gestion à l'état de la haie et aux orientations durables définies par le gestionnaire. Faire perdurer les mesures conservatoires ou ré-orienter les actions de gestion vers une réhabilitation des fonctionnalités attendues.

Les trois conditions (état de la haie, grain bocager, agro-système) déterminent la capacité d'accueil du paysage.

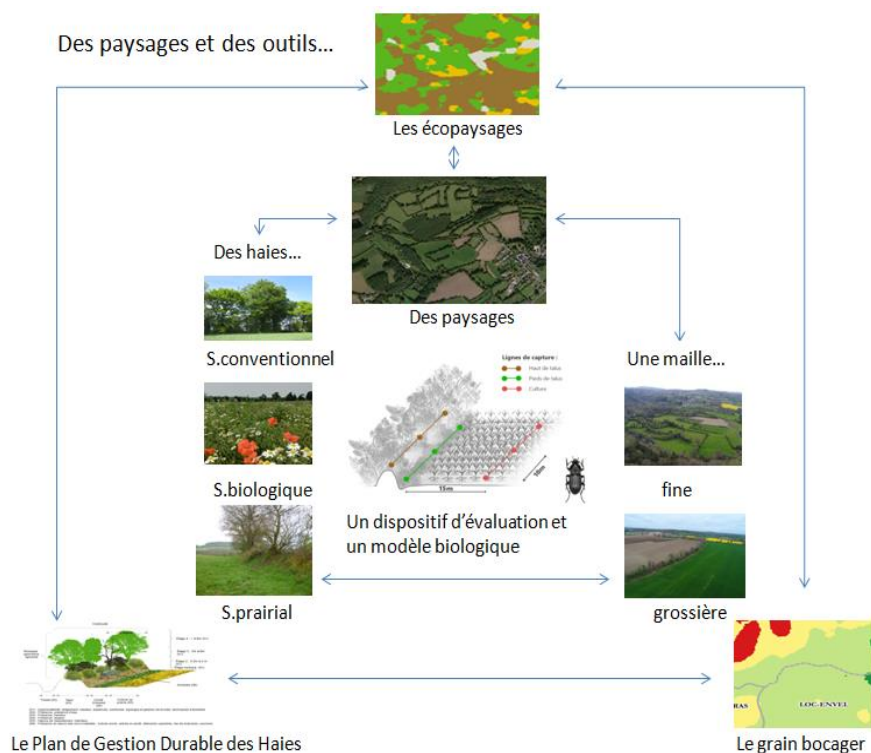


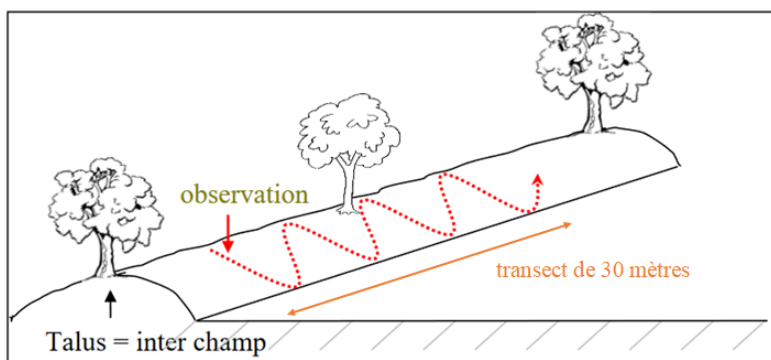
Figure 2.5.1 : synthèse des effets des différents facteurs étudiés sur la diversité des carabiques

2.6 L'étude de la flore : confirmation des résultats « Carabes »

Cette partie est une synthèse d'un stage de master 2 d'ingénierie écologique encadré par la FDC 22, par l'INRAe UMR BAGAP et par LTC.

Afin de confronter les résultats « Carabes » aux réponses écologiques d'autres groupes taxonomiques et ainsi confirmer, ou non, leur caractère bioindicateur dans les paysages bocagers, la flore a été étudiée en suivant les mêmes méthodes et en appliquant les mêmes analyses que l'étude des communautés carabiques (cf partie 2.2).

Des inventaires floristiques ont été réalisés dans 113 haies ayant fait l'objet de relevés carabiques (voir carte, figure 2.2.2.1, inventaires carabiques) et ont eu lieu en avril 2019 et en juin 2018 et 2019. Les inventaires ont été menés en collaboration le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB). Les relevés ont été réalisés en prospectant 30 mètres linéaires au milieu de la haie et sur une bande d'une largeur variable, du milieu de la haie à la parcelle agricole. Pour chaque espèce, était attribué un coefficient d'abondance-dominance (Braun-Blanquet) (figure 2.6.1).



source: Jean-Luc Roger (INRA)

Figure 2.6.1 : méthode de prospection lors des relevés botaniques sur les haies inventoriées

Les analyses ont porté sur les espèces végétales forestières car la gestion écologique des haies doit permettre aux espèces sylvestres de vivre dans le bocage, de s'y reproduire et d'échanges des gènes entre populations. Souvent vivaces, elles sont caractérisées par leur tolérance aux faibles conditions de luminosité (ombre et humidité). Elles présentent par ailleurs des capacités limitées de colonisation du fait du mode de dispersion de leur diaspores (pollen ou semences). Ces caractéristiques participent à rendre ce groupe d'espèces particulièrement sensible aux impacts externes (agriculture, diminution et fragmentation de leur habitat etc.). Les haies, selon leur état de conservation, représentent ainsi un habitat boisé potentiel qui peut participer à leur conservation dans la matrice agricole.

Au total 287 espèces végétales ont été identifiées lors des inventaires (28 espèces par haie en moyenne) dont 32 espèces à affinité forestière et 45 espèces de lisière. Les résultats issus de l'étude ont confirmé que les peuplements floristiques se différencient principalement selon :

- la situation géographique, la densité et la qualité du maillage bocager (grain),
- le système agricole et l'utilisation de produits phytosanitaires dans la parcelle adjacente,
- la structure de la haie dépendante des modalités de gestion appliquées (note PGDH).

Pour les espèces à affinité forestière, les haies représentent un habitat potentiel dans les paysages agricoles bretons et peuvent rester fonctionnelles. Elles seront favorisées (richesse spécifique et

abondance supérieure) dans les haies adjacentes à une prairie, les haies non traitées et les haies larges avec des étages arbustifs et arborés continus, sur talus haut, avec un ourlet végétatif d'une largeur supérieure à 50 centimètres. Les effets des différentes variables (histoire du paysage, densité bocagère, culture de gestion, etc.) se conjuguent et déterminent la répartition et l'abondance de ce groupe d'espèces.

En plus d'apporter de nouveaux éléments pour la gestion des bocages, les analyses des données floristiques permettent d'obtenir des résultats sur les facteurs influençant la répartition des espèces à affinités forestières qui corroborent ceux issus des analyses des données carabiques (figure 2.6.2). Cela confirme que la haie remplit ses rôles biologiques pour la faune et la flore à la double condition « grain bocager favorable et gestion de la haie adaptée ».

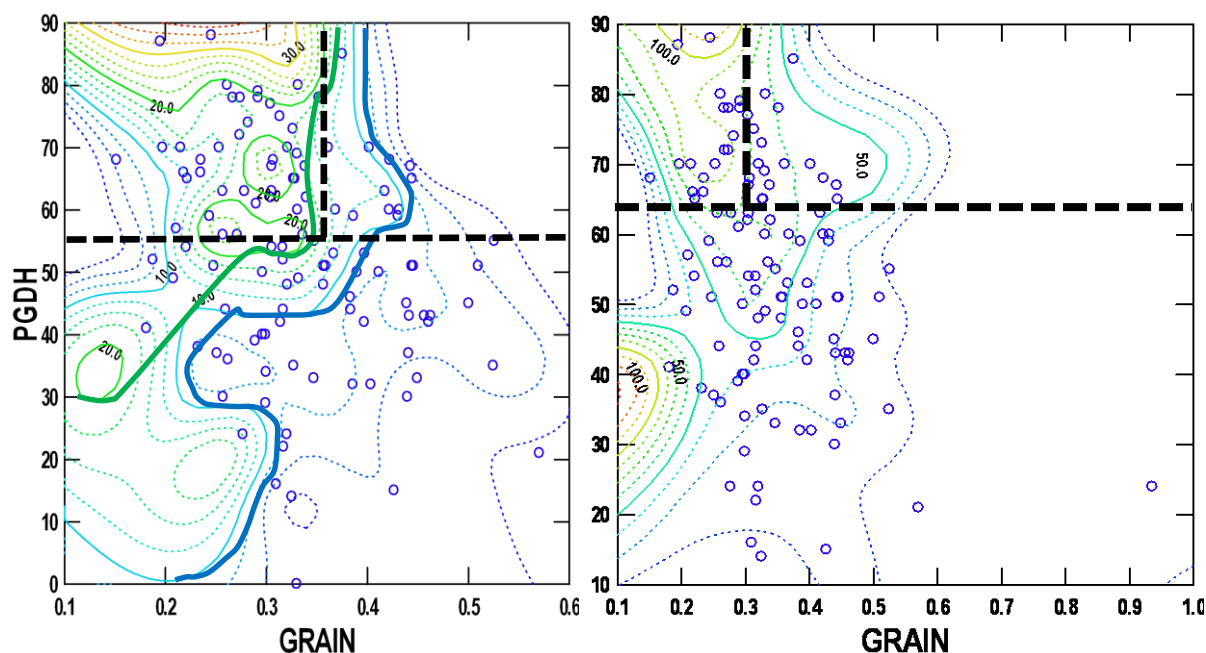


Figure 2.6.2 : Effet combiné du grain bocager et de la qualité des haies (valeurs PGDH) sur l'activité-densité (AD) des carabes forestiers (à gauche) et sur l'abondance des espèces floristiques à affinités forestière (à droite).

De plus, les données floristiques ont permis de valider scientifiquement les variables et la pondération utilisées pour caractériser les haies lors de la réalisation de plans de gestion durable des haies (voir chapitre 3).

Contribution du projet à l'apport et la diffusion de données naturalistes

Le programme, à l'issue des quatre années d'inventaires biologiques au sein des 116 haies réparties dans les six sites d'étude bretons, a permis d'apporter :

- 14389 données appartenant à 135 espèces pour les coléoptères carabiques au sein de l'Observatoire régional des invertébrés continentaux de Bretagne, porté par le GROUPE d'Étude des Invertébrés Armoricaux (GRETIA), VivArmor Nature et Bretagne Vivante;
- 3851 données floristiques appartenant à 287 espèces au sein de la plate-forme régionale des données naturalistes et de la base de données du Conservatoire botanique national de Brest (CBNB).

Les données sont accompagnées des métadonnées. Les échantillons des taxons d'invertébrés non ciblés (culots des pièges Barber) ont été conservés (données datées et géo-référencées) et sont à dispositions des personnes ou des structures intéressées. Ainsi, un spécialiste des Curculionidae (famille des charançons) a, a posteriori, déterminé 407 individus appartenant à 35 espèces.

3. Outil opérationnel de gestion et d'évaluation de la qualité d'une haie : le Plan de Gestion Durable des Haies

Cette partie décrit l'élaboration d'un outil de diagnostic et d'évaluation de la biodiversité des haies d'une exploitation agricole dans son paysage et des éléments d'amélioration par la gestion. Ce travail s'est accompagné d'une revue de la connaissance bibliographique sur les intérêts des différents compartiments qui constituent une haie pour la biodiversité (tous taxons). L'accent a été mis sur les facteurs qui déterminent la présence des espèces forestières ou liées aux arbres et à l'ambiance forestières (ombre et humidité) dans la matrice agricole ; la haie, servant d'habitat permanent ou temporaire (rôle de corridor) à ces espèces, permet la continuité (échanges de populations) entre les espaces naturels « réservoirs de biodiversité ». Dans le but de construire des méthodes de gestion durables des haies, les données bibliographiques ont été confrontées à des données de terrain locales.

Les analyses des inventaires naturalistes (parties 2.2 et 2.6) et la revue de la connaissance bibliographique ont permis d'intégrer un module « Biodiversité » aux anciens Plans de Gestion du Bocage (PGB) qui ne prenaient pas en compte la biodiversité dans leur préconisation.

3.1 Le bocage, un capital arboré à renouveler

A l'origine, la haie est une construction : l'homme a édifié des talus et planté arbres et arbustes en linéaire. De son entretien dépend la préservation de cette architecture. Cette pratique était autrefois réalisée pour les besoins en bois ou de clôture des animaux. La modernisation de l'agriculture, depuis le développement de la mécanisation, a eu pour effet une simplification et une homogénéisation des paysages, une fragmentation des habitats et une diminution de la proportion d'éléments semi-naturels dont les haies en espace agricole. Ces conséquences sont identifiées, pour partie, comme responsables du déclin de la biodiversité agricole.

En Bretagne, région peu forestière, le bocage structure les paysages et représente l'un des habitats semi-naturels les plus menacés. Sa conservation représente un enjeu fort dans le maintien de la biodiversité liée à l'arbre ou à l'ambiance forestière dans la matrice agricole.

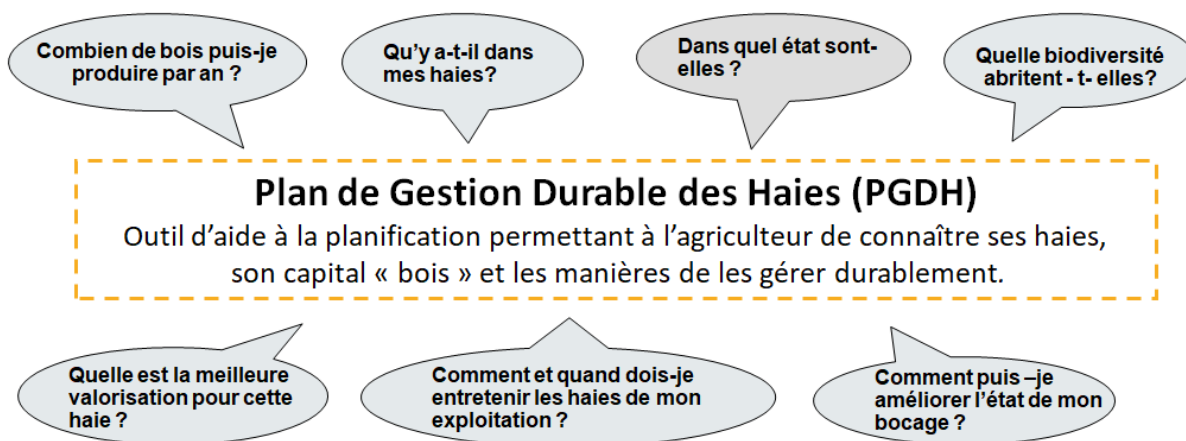
Les haies maintenues jusqu'ici (186 000 km de haies en Bretagne en 2008) connaissent toujours un déclin, accéléré par la destruction du bocage (agrandissement de la taille des parcelles), par des pratiques d'entretien et d'usages dégradants en l'absence d'encadrement de filières haie/bois, par le vieillissement de ligneux non-régénérés et enfin par désintérêt. Les haies récemment plantées souffrent parfois, elles aussi, de mauvaise gestion par manque d'appropriation des bonnes pratiques par les agriculteurs. Considérablement réduites, elles ne remplissent plus leurs fonctions écosystémiques. Seule une gestion durable et appropriée des haies peut permettre le maintien de leurs fonctionnalités : protection de l'eau, de la biodiversité, stockage de carbone...

Les savoir-faire dont chaque paysan était doté se sont étiolés. Des outils et un accompagnement technique semblent nécessaires pour réapprendre à gérer et valoriser la haie.

Depuis quelques années, les potentialités des bocages en matière de « bois énergie » sont par ailleurs redécouvertes. La filière s'est structurée dans les territoires. Elle rassemble agriculteurs, communes, collectivités intercommunales, revendeurs sous différentes formes administratives, pour investir dans l'équipement de bâtiments privés ou collectifs de chaudières à bois déchiqueté (énergie renouvelable). Ces initiatives fédératrices permettent de valoriser la production de bois issu du bocage (économie locale non délocalisable) et d'enrayer l'érosion du linéaire de haies (gestion durable de la ressource). Selon les territoires, des milliers de tonnes de bois issu du bocage sont nécessaires annuellement et correspondent à l'exploitation de centaines de kilomètres de haies. Les agriculteurs affiliés ont souvent l'obligation d'établir un plan de gestion sur leur exploitation assurant une logique de gestion durable de la filière locale d'approvisionnement en bois garantissant suivi, traçabilité et qualité.

3.2 Accompagner l'agriculteur dans sa ré-appropriation du bocage

Le conseiller « bocage » joue un rôle essentiel pour aider l'agriculteur à reconstituer ses connaissances en matière de haies, dont une partie s'est perdue dans la génération actuelle : savoir pratiquer, appliquer et vulgariser des enseignements de dendrologie et de sylviculture est la clé de la gestion durable et permet de combler le déficit de connaissance oubliée. L'accompagnement peut ainsi consister en une (re)découverte des valeurs forestières, énergétiques, écologiques, paysagères des arbres et des haies de l'exploitation.



12

Figure 3.2.1 : Exemple de questions qu'un agriculteur, gestionnaire de haies, est susceptible de se poser et auxquelles le PGDH doit répondre.

Pour accompagner ce conseil, la réalisation d'un plan de gestion du bocage (PGB) s'avère nécessaire. Il correspond à un outil de planification et de gestion durable qui a pour but d'aider l'agriculteur à connaître son patrimoine bocager (diagnostic initial) et à le gérer de façon pérenne et viable économiquement (figure 3.2.1). L'outil utilisé sur le bassin versant du Léguer depuis 2002 s'appuie sur une analyse cartographique répondant à la préoccupation de la préservation de la ressource en eau et des sols et à une description sylvicole (évaluation du gisement) de l'intégralité des haies de l'exploitation maîtrisées par l'exploitant.

L'objectif auquel a répondu le projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications sur le bassin versant du Léguer » a consisté à intégrer au plan de gestion des haies un module d'évaluation du potentiel d'accueil de la biodiversité à l'échelle de la haie puis à l'échelle de l'exploitation. L'outil, après intégration de ce module et de solutions de gestion intégratives de la biodiversité, est devenu le Plan de Gestion Durable des haies (PGDH).

3.3 Objectifs du PGDH

Dans sa conception, l'outil doit répondre à différentes préoccupations. Il doit permettre de prouver la durabilité des modes de gestion préconisés par les structures en charge de la gestion des bocages. Il est à destination des conseillers agro-forestiers et des gestionnaires que sont les agriculteurs, les propriétaires ou les collectivités pour les guider dans la pertinence des paramètres relevés et leur interprétation. Il a pour objectif de leur apporter la compétence nécessaire pour assurer la gestion durable de leurs linéaires. Il doit s'appuyer sur des critères simples d'appropriation qui permettent à des non spécialistes d'apprécier la capacité d'accueil de la biodiversité en plus de l'évaluation du gisement sylvicole. L'outil doit être peu chronophage dans sa mise en œuvre et peu coûteux ; les outils informatiques utilisés devant être développés sur des logiciels libres.

L'outil permet différentes approches spatio-temporelles. Il s'applique à la haie, niveau de gestion opérationnelle courante, et il prend tout son sens à l'échelle de l'unité de gestion, l'exploitation agricole. Il priorise et organise les actions de gestion par périodes quinquennales.

Par le relevé de paramètres intégrateurs de données, il permet la réalisation d'une mire d'objectifs permettant à l'exploitant de situer les forces et les faiblesses de ses haies en termes d'accueil de la biodiversité et d'intégrer cette préoccupation dans la durée. Les liens entre les indicateurs relevés et la biodiversité réellement présente doivent être établis.

3.4 La forme de l'outil

Un recensement exhaustif de la biodiversité de la haie étant trop chronophage, une approche alternative « indirecte » a été développée. Elle consiste à centrer le diagnostic sur des attributs « clés » de la haie qui ont montré leurs caractères pratiques et leur efficacité pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion courante.

La méthode retenue s'inspire de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) adapté aux milieux forestiers. Il consiste en un relevé indirect de biodiversité par une description de facteurs liés au contexte du peuplement ligneux (continuité temporelle de l'état boisé, milieux rocheux, milieux aquatiques) et de facteurs liés à la gestion (notions de micro-habitats et de niche écologique).

Les partenaires de ce programme ont souhaité que l'indicateur contienne une information claire sur l'état de la biodiversité pour évaluer les effets de la gestion et donner des pistes d'actions (niveau opérationnel courant) par rapport à des objectifs de biodiversité adaptés au paysage local (respect identitaire) et conforme au potentiel biogéographique. L'indicateur est fondé sur des connaissances scientifiques et son appropriation par le plus grand nombre d'acteurs est aisée (sans compétence taxonomique spécifique, hormis l'identification des typologies de haies et des essences ligneuses et semi-ligneuses). Il a été prévu que la méthode soit diffusée par la formation, l'information et toutes autres actions de communication. Les personnels des structures en charge

de la gestion du bocage (communautés d'agglomération ou de communes, syndicats mixtes de gestion, chambres d'agriculture, associations, personnels et administrateurs de SCIC, agriculteurs, ...) étant les cibles pressenties.

L'outil est pertinent, ergonomique, peu chronophage, compréhensible par les gestionnaires que sont, majoritairement, des agriculteurs. Il est devenu une pièce maîtresse de la certification de la filière « bois bocage énergie » mise en place au niveau national avec la création du label de gestion durable baptisé « Label Haie » inauguré officiellement par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES) et le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA), le 4 octobre 2019.

Optimisation de la forme de l'outil

La récolte de données, qui se faisait jusqu'à présent sur grilles « papier », a été optimisée par l'usage d'une tablette tactile de terrain (outil nomade) afin d'effectuer une saisie unique des données et un prétraitement des données automatisé. Cette dernière dispose d'un GPS pour se localiser et identifier les haies ; des logiciels cartographiques QGIS et PostGIS/PostgreSQL intégrés permettent de retracer les tronçons de haies et de saisir les données via une application dédiée.

Des scores sont attribués à la haie. L'ensemble des variables descriptives renseigne des classes attributaires qui permettent par la suite de produire la carte de l'état des haies de l'exploitation (carte des scores PGDH) et les cartes thématiques (*i.e.* critère par critère). Le développement de l'outil informatique de saisie a été confié au service informatique (Système d'Information Informatique) de Lannion Trégor Communauté auquel a collaboré le géomaticien de la Fédération Départementale des Chasseurs.

La construction de l'indicateur : le choix des critères (variables descriptives)

Le choix des critères (variables descriptives) repose sur une recherche de données bibliographiques récentes (synthèse transmise à la Région Bretagne) sur les facteurs reconnus favorables à l'accueil d'un maximum de taxons sans aucune préférence et sur les spécificités des typologies des haies des bocages (entités de gestion). La fonctionnalité écologique attendue des haies dans leurs paysages est d'assurer des biotopes correspondant aux habitats permanents ou temporaires (corridor de déplacement) des espèces forestières ou liées aux arbres dans la matrice agricole. La haie, dans son réseau, doit permettre les échanges entre populations subdivisées d'un « réservoir » à un autre en réponse à la fragmentation des espaces forestiers.

A l'échelle de la haie, qui correspond à un niveau de gestion opérationnelle courante, le PGDH repose sur la description de facteurs clés pour lesquels des classes discriminantes (notion de présence/absence, critères qualitatifs ou mesures quantitatives aisées), ne présentant pas d'ambiguïté, ont été définies et auxquelles des notes hiérarchisées entre elles sont attribuées. Le choix des définitions et des seuils se basent sur des connaissances scientifiques lorsqu'elles existent ou, en l'absence, à « dire d'expert ». A l'instar de la méthode IBP, un « équilibre a été recherché entre une simplification pour l'utilisateur et la complexification pour mieux évaluer la capacité d'accueil de la biodiversité ».

En 2013, une exploitation pilote située sur la commune de Trégrom a servi de base à la détermination des critères retenus. Cent soixante-cinq haies ont été décrites durant trois semaines.

En 2016, 3 PGDH « tests » sur 3 exploitations situées sur les communes de Loguivy-Plougras et Bulat-Pestivien ont été réalisés (436 haies décrites) afin d'affiner le choix des critères, la définition des classes et la pondération. L'opérationnalité de l'outil a nécessité de nombreux tests sur le terrain et d'échanges entre les partenaires du programme, et avec le service informatique de LTC.

Une harmonisation (*i.e.* calage) des approches descriptives de chacun des critères a été effectuée entre les partenaires du programme afin de limiter l'effet observateur.

La méthode a vocation à être vulgarisée. Afin de pouvoir être adaptée aux autres paysages bocagers bretons voire nationaux, elle prend en compte tous les types de haies et utilise le référentiel national sur la typologie des haies établi par l'AFAC-Agroforesteries (2017). A partir de 2018, l'outil a été déployé (extension de son domaine d'utilisation) chez des exploitants d'autres secteurs en Bretagne, en Basse Normandie et dans les Pays de la Loire. Les retours ont permis de corriger certaines variables descriptives ou modalités au sein de ces variables. L'outil reste évolutif ; des adaptations et des améliorations pourront être apportées au gré des utilisations et du déploiement.

3.5 Valorisation des données « PGDH »

La somme pondérée donne une valeur (un score) à la haie. Les valeurs cumulées permettent d'obtenir une valeur « écologique » à l'échelle de l'exploitation, éventuellement à l'échelle de l'ilot agricole. L'objectif n'est pas de hiérarchiser ou de comparer les exploitations entre elles mais de dresser un état, diagnostiquer une situation à une date (année n) et envisager un suivi diachronique de l'exploitation (année $n + x$ années) pour identifier les tendances d'évolution par variable. Les valeurs de point données aux modalités ont été choisies à l'issue de l'analyse bibliographique. Elles tiennent compte de :

- i, l'importance du compartiment pour la biodiversité ;
- ii, la menace de conservation de ce compartiment dans un « bon » état écologique, en lien avec des pratiques courantes de gestion dégradantes ;
- iii, des possibilités d'amélioration par application d'une gestion différenciée.

Pour chacun des critères, 3 à 5 classes pertinentes ont été définies et un coefficient pondérateur est attribué à chacune des classes ; de 0 point, situation défavorable, à 20 points pour une classe déterminante très favorable.

Pour chaque haie, la note attribuée est multipliée par sa longueur. Pour chaque variable, les notes moyennes sont obtenues en cumulant les valeurs de chaque haie. La note, à l'échelle de l'exploitation, est établie en sommant les notes des variables et en réalisant une moyenne.

Des représentations graphiques permettent de positionner visuellement la capacité d'accueil de la haie et/ou de l'exploitation (figure 5.6.1.2).

L'interprétation des résultats traduisant la fonctionnalité du compartiment puis de la haie dans sa globalité pour l'accueil de la biodiversité est réalisée par variable, puis pour l'ensemble de l'exploitation.

3.6 Résultats

En sus de constituer un corridor écologique reconnu, la haie constitue un espace « réservoir », un habitat à part entière pour de nombreuses espèces.

Les recherches bibliographiques ont permis, à l'échelle de la haie, de manière intrinsèque, le choix de 9 critères (figure 3.6.1) divisés en classes (modalités). Ils constituent des éléments déterminants pour l'existence d'une haie vive (micro-biotopes) et sont déterminant pour l'accueil des espèces liées à l'arbre ou aux microclimats afférents.

Ci-dessous, pour trois variables descriptives, sont expliqués brièvement les intérêts écologiques qu'elles présentent pour la biocénose, une explication de la façon de relever le critère sur le terrain et la pondération appliquée par modalité (tableau 3.6.1). Un exemple de restitution de l'information telle qu'elle figurerait dans un rapport final de restitution au gestionnaire est présenté au chapitre 3.6.3. L'ensemble des critères est décrit dans le mémoire de fin d'études de D. Rolland (2020).

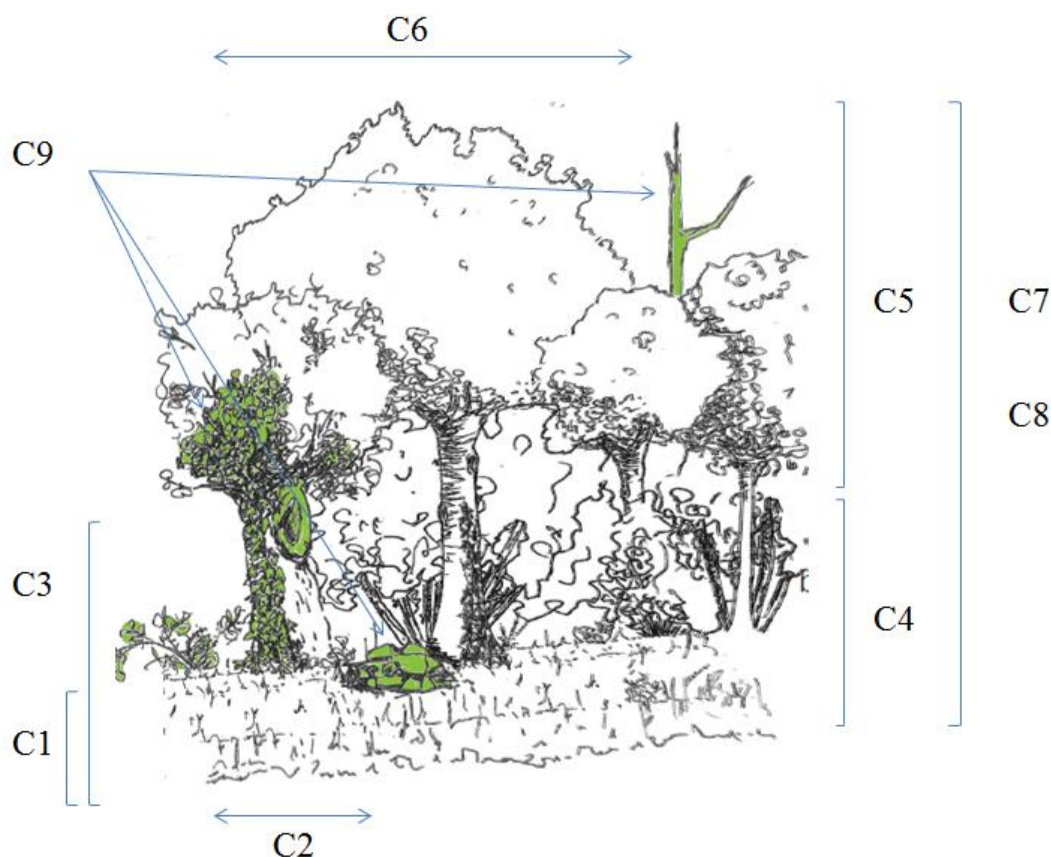


Figure 3.6.1 : Schéma d'une haie et des critères relevés lors de la réalisation d'un plan de gestion durable du bocage. C1 = Embase ; C2 = Ourlet enherbé ; C3 = Lianes présentes dans étage 1 et 2 ; C4 = Présence et continuité des étages 1 et 2 ; C5 = Présence et continuité des étages 3 et 4 ; C6 = Largeur de la canopée ; C7 = Diversité des essences ; C8 = Espèces d'intérêt local ; C9 = Habitats spécifiques.

Tableau 3.6.1 : les pondérations ont été établies sur 100 points, 45 points pour la partie basse de la haie, son implantation, 45 points pour les étages de la haie et 10 points pour les micro-habitats.

<u>IMPLANTATION DE LA HAIE</u>	<u>45</u>
<u>points</u>	
Morphologie du pied de la haie	30 points
C1 : Embase de la haie	
C 2 : Ourlet enherbé	
Gestion du pied de la haie	15 points
C 3 : Lianes présentes dans étages 1 et 2	
<u>STRUCTURE VERTICALE ET HORIZONTALE</u>	
<u>45 points</u>	
Morphologie de la haie	35 points
C 4 : présence et continuité étage 2	
C 5 : Présence et continuité étages 3 et 4	
C 6 : Largeur de la canopée	
<u>Les essences</u>	10 points
C 7 : la diversité des essences	
C 8 : les espèces d'intérêt territorial	
<u>MICRO-HABITATS</u>	<u>10</u>
<u>points</u>	
C 9 : nombre de micro-habitats (fossés, éléments rupestres, cours d'eau, terriers, bois morts, arbres à cavités, arbres habitats, les lianes dans étage 3-4...)	

3.6.1 Présentation des critères, deux exemples

Critères 4 et 5 : stratification - présence des étages (déterminés par la hauteur et leur continuité)

Les étages ou strates sont définis selon la hauteur des végétaux par rapport à la surface du sol et s'inspire de la classification de Raunkier (1934). Ils contribuent à caractériser l'organisation verticale de la haie. Pour les haies, le terme d'étage est préféré. La présence d'une discontinuité verticale marquée permet de distinguer les étages.

La continuité horizontale (%) est évaluée. Elle est déterminante pour la circulation des espèces forestières dans les haies, certaines ayant une réticence à s'aventurer en dehors de la couverture boisée (phototropisme négatif). La structure de la végétation (étagement et continuité verticale), du fond du fossé à la cime des arbres, est un facteur important permettant d'expliquer la plus ou moins grande abondance des espèces dans une haie. Le nombre de strates influent aussi bien sur la qualité des habitats de la haie (microclimat, abris...), que sur la quantité d'habitats disponibles (volume de végétation, hétérogénéité...), ou la qualité et la quantité des ressources disponibles. Des espèces sont inféodées, plus ou moins nettement, à une structure végétale ou à des strates de végétation. Les haies composées de trois étages (buissonnant dense, arbustif et arborescent) abriteront le plus grand nombre d'espèces.

S'assurer que la haie possède une couverture arborée continue verticalement et horizontalement est indispensable pour permettre les échanges méta-populationnels à travers la matrice agricole.



Figure 3.6.1.1 : délimitation des étages (stratification) dans une haie

Quatre étages sont identifiés (figure 3.6.1.1) :

- i, l'étage 1 correspond à l'étage herbacé (< 0.3 m) constitué de thérophytes, géophytes et hémicryptophytes, des plantes non ou à peine ligneuses ou de la litière;
- ii, l'étage 2 (de 0.3 à 2 m) est constitué de végétaux herbacés hauts, de chaméphytes (buissons, colonies, sous-arbrisseaux, arbrisseaux, plantes sous-frutescentes), de nanophanérophytes ainsi que les branches basses des arbustes ou des arbres et des lianes. La physionomie de cet étage correspond à une formation mixte plus ou moins dense et difficile à pénétrer ;
- iii, l'étage 3 (de 2 à 7 m) à la présence de phanérophytes tels les arbustes hauts, les jeunes arbres et des parties basses des arbres ;
- iv, l'étage 4 (> 7 m) correspond aux méso et macro-phanérophytes, les arbres dominants et co-dominants.

La continuité, pour les étages 2, 3 et 4, est appréciée selon la proportion occupée par l'étage le long du tronçon de haie examiné (exemple pour étages 3 et 4 dans tableau 3.6.1.1). Pour l'évaluer, il faut s'éloigner de la haie, la découper en quartile (quatre parties d'égales longueurs), percevoir le taux d'occupation par quartile et le cumuler pour l'évaluer sur la longueur de la haie. Les 5 classes retenues sont suffisamment larges pour éviter les confusions. Ces critères sont ceux pour lesquels la pondération est la plus importante ; la couverture arborée correspondant à l'existence même de la haie. La qualité des autres compartiments dépend naturellement de cette architecture.

Tableau 3.6.1.1 : Modalités et pondération du critère 5 – présence et continuité des étages 3 et 4

Pondération	Classes – présence et continuité des étages 3 et 4
0	sans objet
0	< 25%
2	25 - 50%
5	50 - 75%
10	> 75%

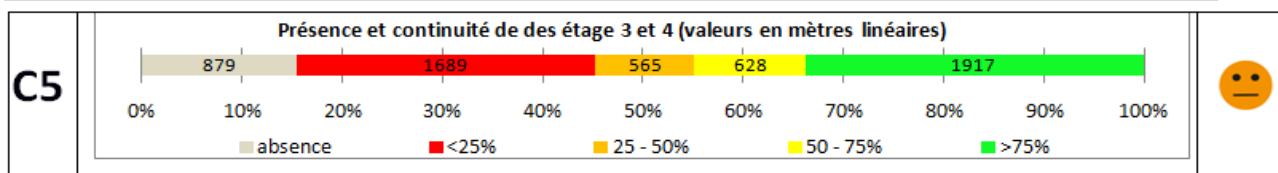


Figure 3.6.12 : Exemple de valorisation de la donnée. Les valeurs correspondent aux relevés d'informations sur une exploitation du bassin versant du Léguer. Pour tous les graphiques, la valeur figurant au sein de chaque classe correspond au linéaire de haies de l'exploitation présentant la caractéristique, en mètres.

3.6.2 Quantification de la signification écologique des scores du « Plan de Gestion Durable des haies »

Les valeurs de PGDH ont été croisées, à l'aide de tests statistiques, avec les données des inventaires carabiques et floristiques (calcul des indices de composition) réalisés dans 113 haies réparties dans 6 sites d'études situés dans les 4 départements bretons, afin de percevoir la significativité des relations, l'hypothèse étant que les haies avec une valeur de PGDH élevée révèle une présence et une abondance en espèces forestières supérieures.

Pour les carabes, les tests de corrélation réalisés sur les indices de composition (richesse spécifique, activité-densité qui traduit l'abondance, la diversité, ...) montrent une significativité pour l'activité-densité des espèces forestières. Plus la haie obtient une forte valeur de points PGDH, plus les carabes forestiers sont nombreux (figure 3.6.2.1).

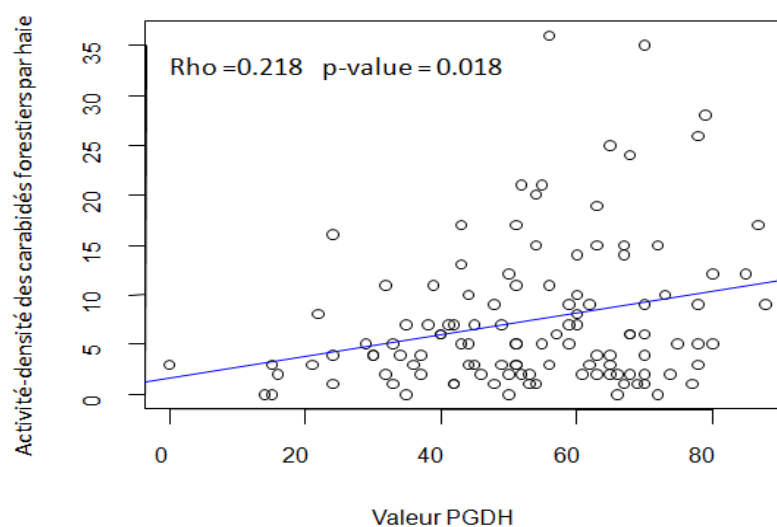


Figure 3.6.2.1 : Corrélation entre l'activité-densité des carabidés forestiers dans les haies AC et les valeurs PGDH des 113 haies inventoriées (3 haies furent détruites entre les inventaires carabiques et la description PGDH).

Pour la flore, une significativité est observée pour deux communautés floristiques. Plus les haies ont une valeur de points élevée moins le nombre d'espèces de « friche » (espèces considérées adventices) observé est important; *a contrario*, plus le nombre et l'abondance des espèces forestières, espèces sciaphiles, augmentent, (figure 3.6.2.2a et 3.6.2.2b).

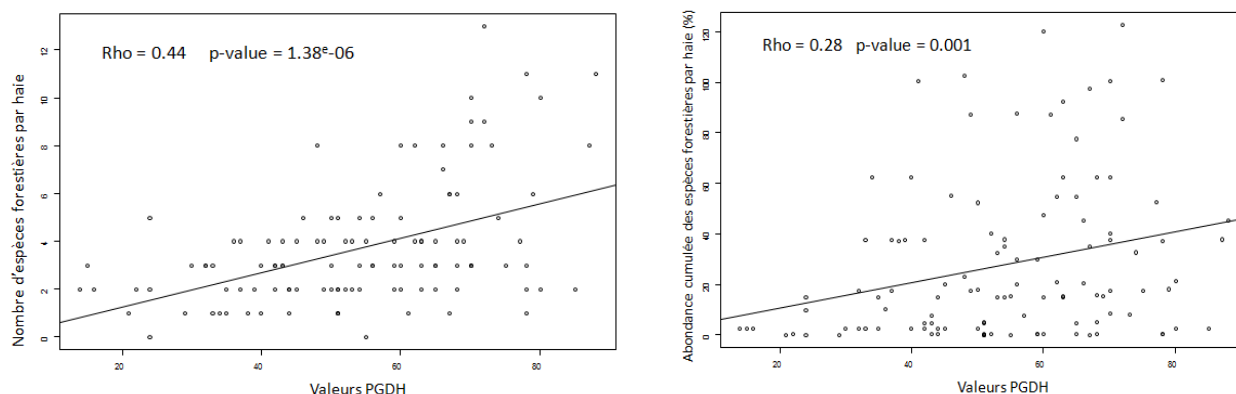


Figure 3.6.2.2: Corrélation entre la richesse (a) et l'abondance cumulée (b) floristique forestière et les valeurs PGDH des 113 haies inventoriées.

Le résultat démontre que les scores attribués aux haies prédisent l'abondance des carabes forestiers ainsi que la richesse et l'abondance de la flore forestière dans la haie. Les variables, leurs modalités et les grilles de notation du PGDH sont scientifiquement validées.

3.6.3 Déroulement et étapes de réalisation d'un PGDH

Le phasage du PGDH a été élaboré au sein du groupe de travail national d'experts qui réalisent des plans de gestion, animé par l'association Française de l'arbre champêtre et de l'agroforesterie (AFAC-Agroforesteries) et l'Assemblée permanente des Chambres d'agriculture (APCA) dans le cadre du projet « Label'Haie » auquel l'équipe du projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer » a collaboré. L'objectif a été d'homogénéiser les méthodes existantes et d'uniformiser les attendus de ce type d'outils et les indicateurs associés dans les bases de données descriptives.

La réalisation d'un plan de gestion se déroule en cinq étapes.

1 - Une préparation au préalable avec l'agriculteur

Lors d'un premier entretien avec l'exploitant où le plan de gestion et ses objectifs lui sont présentés, les haies qu'il gère (en tant que propriétaire ou locataire) sont identifiées. Les caractéristiques de son exploitation sont relevées ainsi que les modalités de gestion actuelles de ses haies et les objectifs qui l'amènent à réaliser un PGDH. La réglementation qui s'applique aux haies lui est rappelée.

2 - Des supports cartographiques digitalisés

Avant d'engager la phase « relevés de terrain » et pour la faciliter, il est nécessaire de numériser au bureau l'exhaustivité des haies de l'exploitation que l'exploitant a en gestion. Des informations peuvent, dès cette étape, être renseignées dans l'application (interfaces, situation topographique, orientation par rapport à la pente).

3 - Le diagnostic des haies par une prospection sur le terrain

Les informations du PGDH sont saisies sur le terrain grâce à une tablette. Les éléments relevés sont : *i*, les haies et les interfaces boisées quand la lisière est bien différenciée en terme de gestion ; *ii*, les petits bosquets (moins de 50 ares) ; *iii*, les éléments linéaires construits comme les talus enherbés (*i.e.* non arborés) caractéristiques de certains bocages.

La saisie se fait de manière simplifiée sur des interfaces thématiques pour la plupart des indicateurs à renseigner (suggestion des réponses *via* des boîtes à cocher et des listes déroulantes). Il suffit de sélectionner la polygone correspondante à la haie se trouvant devant soi générant l'ouverture automatiquement d'une fenêtre de saisie comprenant des onglets thématiques. Ces onglets (voir ci-dessus) reprennent les thèmes du

PGDH : descriptions, essences, entretien, biodiversité, travaux de gestion, travaux d'amélioration. Les neuf critères « biodiversité » sont relevés. Le temps estimé pour décrire intégralement une haie, 35 variables sylvoécologiques, est de 5 minutes, souvent le temps de longer la haie ; l'inventaire exhaustif des essences étant le plus long à réaliser (prospection). Le gain de temps est évalué à 25%.

Lors des relevés, les atteintes à la haie sont notifiées. Les usages inappropriés d'outils de gestion sont pris en compte. Un abattement est appliqué si le constat des dégradations est avéré sur certains compartiments. L'observation d'espèces allochtones à caractère envahissant (Espèces Exotiques Envahissantes, EEE) est relevé et intégré dans la liste à cocher des atteintes et dégradations observées sur la haie. Ce dernier point est discuté avec l'exploitant pour que des mesures soient prises.

4 - Importation des données et rédaction du rapport de synthèse

Une fois au bureau, les données sont importées automatiquement dans la base PostGIS via une synchronisation. Des indicateurs complémentaires sont calculés automatiquement dans la base. Sur cette base, un rapport est généré automatiquement, avec des graphiques, un atlas cartographique et l'analyse générale des résultats (système *reporting* automatique), soit un gain de temps évalué à 40%. Le technicien complète ensuite le document par des commentaires personnalisés liés à l'expertise qu'il apporte.

5 - Restitution et conseil à l'exploitant

Il est important que cet état des lieux soit partagé avec l'exploitant « au pied des haies » au moins sur une partie (reconnaissance des types de haies et des modalités techniques). Ce temps permettra d'envisager l'utilisation de cet outil de gestion et de travailler avec l'agriculteur sur les suites qu'il souhaite lui donner.














L'outil PGDH est utilisable depuis février 2020 pour la phase de terrain. Le rapport pré-rédigé, calibré et optimisé, et le système de rapportage automatique des données, est disponible depuis avril 2020.

Extraits de restitution du module « biodiversité »

L'intérêt est de faire valoir au premier coup d'œil les forces et les faiblesses des compartiments des haies de l'exploitation en lien avec la biodiversité.

Le tableau 3.6.3.1, dans lequel figurent les notes par variable descriptive, est conservé par l'opérateur réalisant le PGDH. Il est transformé en une version simplifiée remise à l'exploitant où ne sont représentés que les smileys, indicateurs visuels permettant de situer l'exploitation en soulignant les critères sur lesquels l'exploitant doit progresser.

Tableau 3.6.3.1 : représentation des notes du PGDH par critères et par cumul pour l'exploitation. Les valeurs sont extraites d'un plan de gestion réalisé sur le bassin versant du Léguer.

Groupes de critères	Critères	Notes	Repère visuel	Moyenne
Morphologie du pied de la haie	C1 - Embase	11.7/15		22/45 9.7/20 
	C2 - Ourlet	5.8/15		
Gestion du pied de la haie	C3 - Lianes	4.5/15		
Morphologie de la haie	C4 – Etage 2	5.3/13		21/45 8.8/20 
	C5 – Etages 3 et 4	8.1/13		
	C6 – Largeur haie	2.9/9		
Essences	C7 - Essences	3.1/5		
	C8 – Essences locales	1.5/5		
Habitats spécifiques	C9 - Micro-habitats	2.5/10		2.5/10 5/20 
Moyenne de l'exploitation		45.4/100	= 9/20	

Interprétation des critères à travers un exemple et préconisations de gestion

Critère 5 : stratification - présence des étages 3 et 4 et leur continuité

☹ Dans l'exemple présenté ci-dessus, une partie des haies de l'exploitation sont moyennement stratifiées. Les haies avec une continuité écologique satisfaisante ne sont pas suffisamment présentes. Une partie des haies sont surexploitées ou sur-entretenu. Les modalités de gestion appliquées à ces compartiments d'intérêt majeur sont impactantes pour l'accueil des espèces liées aux arbres. Des améliorations dans la conduite sylvicole sont à apporter pour les réhabiliter (diminution de la pression d'entretien). Les étages 3 et 4 qualifient la haie. Leur continuité horizontale, rôle de corridor, est déterminante pour la présence et la circulation des espèces forestières dans les haies ; une discontinuité de ces étages peut compromettre de manière irréversible le fonctionnement inter-populationnel. La présence des étages structure la végétation (étagement et continuité verticale du sol à la cime des arbres). Elle permet l'abondance des espèces dans une haie. Le nombre d'étages influe sur la qualité (microclimat, abri, ...) et la quantité d'habitats disponibles. Toutes les fonctions attendues d'une haie (nourriture, abri, lieux de reproduction, ...) dépendent des étages supérieurs.

Cet exemple illustre la démarche et traduit les objectifs du PGDH qui sont d'optimiser la production de bois en tenant compte des singularités territoriales tout en conciliant la préservation de la faune et flore.

3.7 Conclusion et perspectives

Le PGDH permet une description de la haie en tant qu'habitat total ou partiel pour la faune et la flore sauvage. Il doit assurer sur le long terme l'existence des espèces liées aux arbres dans l'espace agricole. Les exigences d'un maximum de taxons a été pris en considération. Il évalue en conséquence la présence potentielle de ces espèces dans les haie de l'exploitation. La haie en tant qu'élément structurant d'un réseau doit également assurer la perméabilité des paysages en tant que corridor écologique pour assurer les flux d'espèces d'un espace boisé à un autre.

L'observation des critères est aisée et peut être réalisée, pour l'essentiel des situations, sans avoir à pénétrer à l'intérieur de la haie. Pour les habitats spécifiques, leur caractérisation est simple puisque seul leur occurrence (présence/absence) est relevée. En termes de compétences naturalistes, la méthode ne sollicite essentiellement qu'une compétence en dendrologie.

Le PGDH, outil pédagogique, contribue à faire évoluer le diagnostic et les pratiques courantes de gestion durable et d'entretien des haies. Il attire l'attention des gestionnaires sur les facteurs importants pour la biodiversité ordinaire, trop souvent méconnue ou sous-estimée.

En accompagnement du plan de gestion, un guide de préconisation de gestion durable des haies, produit par l'AFAC-Agroforesteries, est remis à l'exploitant. Le document, sous une forme ludique, en sus des conseils de gestion sylvicoles assurant la durabilité de la haie, présente dans le détail, compartiment par compartiment, leur intérêt pour la biodiversité (intégration de la revue bibliographique réalisée dans le cadre de ce travail).



L'ensemble des données « PGDH » produites en France seront hébergées dans une base de données unique au sein de l'Institut National de l'Information Géographique et

Forestière (IGN) dans le cadre du « label Haie », pour lequel la réalisation d'un PGDH à l'échelle de l'exploitation est obligatoire. Les données pourront servir au dispositif national de suivi des

bocages conduit par l'IGN et L'Office Français de la Biodiversité (OFB). Des points restent à travailler pour être en conformité avec le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD).

L'outil est susceptible d'évoluer au gré d'adaptations géographiques (typologie de haies, essences rencontrées, pratiques localisées, etc.). Un module pour l'évaluation du stockage de carbone sur l'exploitation est en réflexion, sans perdre de vue qu'un trop grand nombre de paramètres relevés peut compliquer l'identification des priorités d'actions.

Des formations à l'appropriation de cet outil à destination des professionnels des structures en charge de la gestion des bocages vont être déployées à partir d'octobre 2020 avec la Région Pays de la Loire (CFPPA d'Angers – Le Fresne). L'issue de cette formation débouchera sur l'obtention d'un agrément obligatoire, le PGDH constituant une base sur laquelle va reposer le « Label Haie ».

Intégrateur et composite, le PGDH est conforme au développement durable attendu dans les exploitations agricoles et les filières de commercialisation de bois. Il est en phase avec l'axe 4.3 du Plan National de Développement de l'Agroforesterie qui est « d'améliorer la valorisation économique des productions de l'agroforesterie de manière durable, de mettre en place des plans de gestion durable des systèmes agroforestiers, et de promouvoir la reconnaissance « bois agro-forestier géré durablement » ». Le PGDH puis la labellisation permettent à l'agriculteur de renouveler une ressource en biomasse, lui offrent l'opportunité de faire reconnaître ses pratiques créatrices de bénéfices environnementaux au sein des filières économiques durables, et d'accéder potentiellement à des dispositifs d'aides via des Paiements pour Services Environnementaux (PSE) dont la définition est en cours.

4. Les modèles de continuités écologiques : outil d'aide à la planification et à la prise de décisions

Le projet « Connaissance de la biodiversité liée au bocage sur le bassin versant du Légier » a permis le développement d'un outil de cartographie des continuités écologiques dans le cadre des politiques de définition de la Trame Verte et Bleue. Cet outil utilise la modélisation des mouvements potentiels des espèces d'intérêt au sein des paysages. Le modèle est basé sur les habitats potentiels de bonne qualité de l'espèce et sur la plus ou moins grande facilité à traverser des occupations du sol qui ne sont pas des habitats ou des habitats potentiels de moindre qualité. Cela permet de mesurer la viabilité des habitats à accueillir des populations sur le long terme en comparant la somme des surfaces connectées avec le domaine vital de l'espèce cible.

Deux espèces ayant des exigences écologiques différentes (figure 4.1) ont été étudiées : un coléoptère carabique, la Féronie noire, caractéristique des bocages et des haies denses, et un papillon, le Myrtil, qui utilise les espaces herbacés prairiaux. La Féronie noire a une très faible capacité de déplacement, de l'ordre de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Le Myrtil se déplace plus, en dépassant rarement la centaine de mètres. Leur intérêt est 1) d'utiliser des habitats très différents, voire antagonistes, 2) d'être relativement abondant et 3) d'avoir des populations qui peuvent être gérées à l'échelle communale.

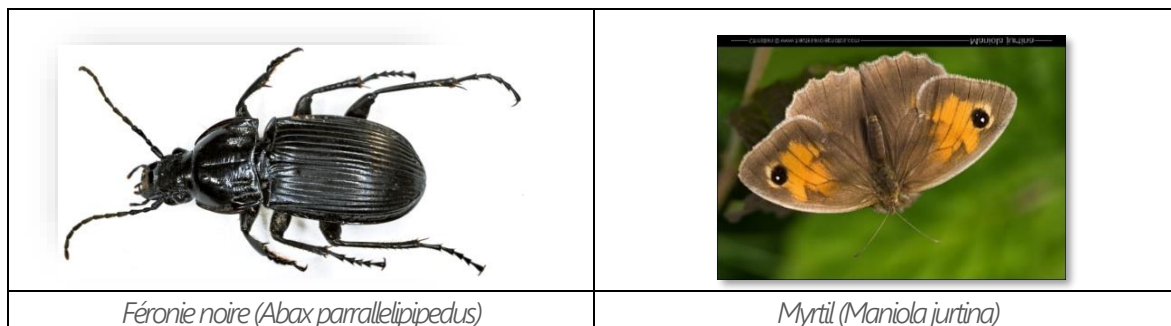


Figure 4.1 : les deux espèces modèles

4.1 Les continuités pour la Féronie noire

Pour définir les continuités pour une espèce, il faut une carte de ses habitats. Pour la Féronie noire, ce sont les éléments boisés du paysage (bois et haies). Dans le modèle de continuité, une haie est définie comme un fragment boisé du réseau bocager qui ne comporte pas de trouée. Trois classes de haies (figure 4.1.1) ont été distinguées en fonction d'éléments importants de leur qualité en tant qu'habitat pour les espèces forestières :

- Les haies situées dans un grain bocager fin,
- Les haies situées dans un grain grossier adjacentes aux prairies,
- Les haies situées dans un grain grossier adjacentes à des cultures non prairiales,

Les obstacles à la circulation sont les espaces ouverts (cultures, routes etc.). Ils ont été pris en compte dans la modélisation du déplacement de la Féronie noire.


	<p>Trois classes de haies</p> <p>1-haies dans grain favorable (avec bordure peu favorable)</p> <p>2-haie dans grain défavorable mais bordée de prairie</p> <p>3-haie dans grain défavorable non bordée de prairie</p>
---	---

Figure 4.1.1 : extraits de carte de la qualité d'habitat des haies produite au cours de l'analyse

La connectivité des fragments de haie de « bonne qualité » a été simulée (figure 4.1.2). La figure 4.1.2a montre une carte des « fragments de bois et haies », c'est-à-dire les agrégats de pixels adjacents (habitats continus). Ensuite, figurent les agrégats quand l'espèce d'intérêt peut aller d'un fragment à l'autre en franchissant 20m en ligne droite (distance euclidienne) (figure 4.1.2b).

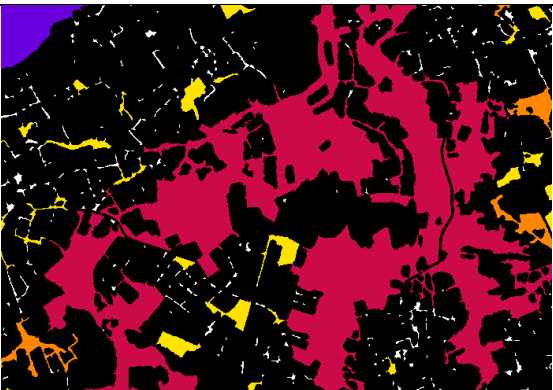

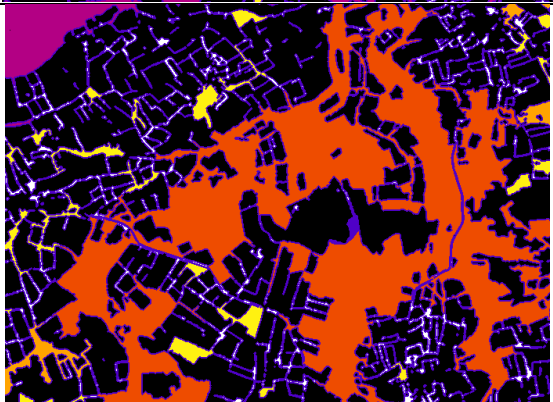
	<p>a) Carte des fragments de bois et haies</p>
	<p>b) Agrégats selon distance euclidienne (pas de coût de déplacement)</p>
	<p>c) Agrégats selon distance avec coût de déplacement</p>

Figure 4.1.2 : extraits de cartes de simulation de la connectivité. Chaque couleur correspond à des classes de taille d'agrégat (ensemble d'habitats connectés entre eux) ou de fragment d'habitat isolé.

Le troisième extrait de carte représente une simulation de la connectivité pour la Féronie noire dans laquelle un coût de déplacement a été pris en compte (appelé « friction ») entre les pixels de haie et de bois (figure 4.1.2c).

Ce modèle basé sur la Féronie permet de modéliser les continuités écologiques ; il constitue une base dans le cadre d'un travail de construction d'une trame verte.

4.2 Les continuités pour le Myril

Cette espèce des milieux herbacés pérennes (prairies, bandes enherbées) permet d'illustrer des processus relatifs à la connectivité au sein d'un paysage bocager. La figure 4.2.1 représente les continuités entre éléments herbacés, en estimant que les Myrtils peuvent se déplacer de 70 m. Outre les prairies, deux autres types de milieux herbacés linéaires ont été pris en compte : les bandes enherbées le long des haies et les berges des routes. Bien que n'occupant qu'une surface limitée, ces éléments jouent un rôle important dans la connectivité du paysage pour la multitude d'insectes liés à ces milieux. Pour cette espèce, les milieux boisés (bois, haies) constituent des obstacles importants ; les cultures sont également défavorables à son déplacement.

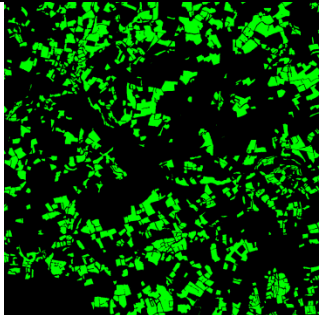
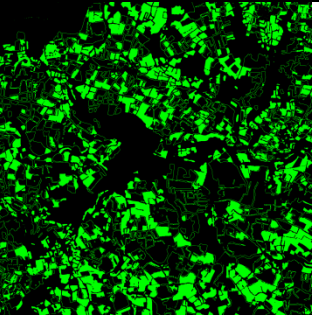
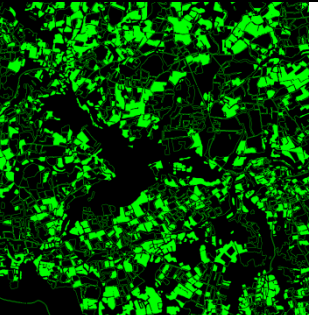
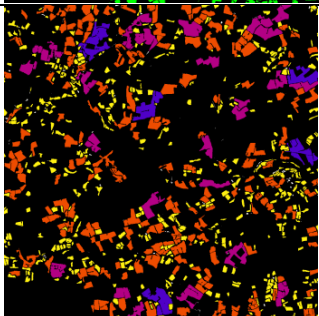
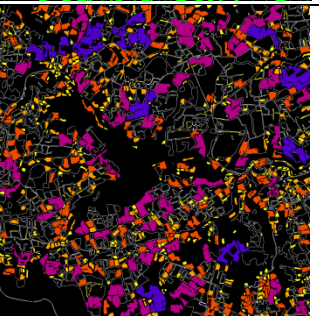
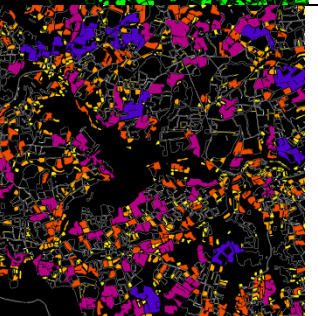
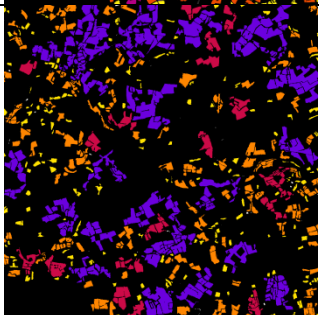
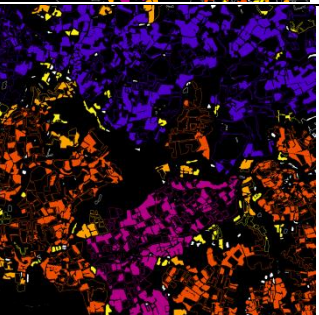
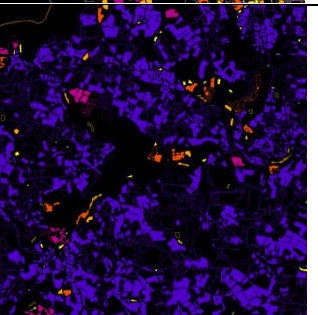
Carte	Parcelles de prairies	Prairies + bords de haies et bois	Prairies + bords de haies et bois + bord de route
Prairie			
Les fragments de milieux herbacés			
Les continuités intégrant les obstacles au mouvement pour des capacités de déplacement de 70 m			

Figure 4.2.1 : synthèse des analyses des continuités pour le Myrtil. Les couleurs correspondent à des classes de taille des agrégats. Ces classes ont été choisies pour la présentation et varient selon les cartes

Ces cartes montrent une grande fragmentation des agrégats de pixels, même avec l'ensemble des bordures. L'ajout de bordure montre qu'une distance euclidienne de 70 m permet de connecter tous les éléments prairiaux. En passant aux distance fonctionnelles qui prennent en compte la plus ou moins grande difficulté à passer d'une tache de prairie à une autre, l'importance des bordures apparaît. Les éléments prairiaux forment des agrégats de plus en plus grands.

La figure 4.2.2 est un exemple de résultat de diagnostic des continuités écologiques pour le Myrtil. Une telle carte permet de spatialiser les agrégats d'habitats fonctionnels et d'identifier les habitats déconnectés. Elle est la base des réflexions de la mise en place d'aménagement en faveur des continuités écologiques.

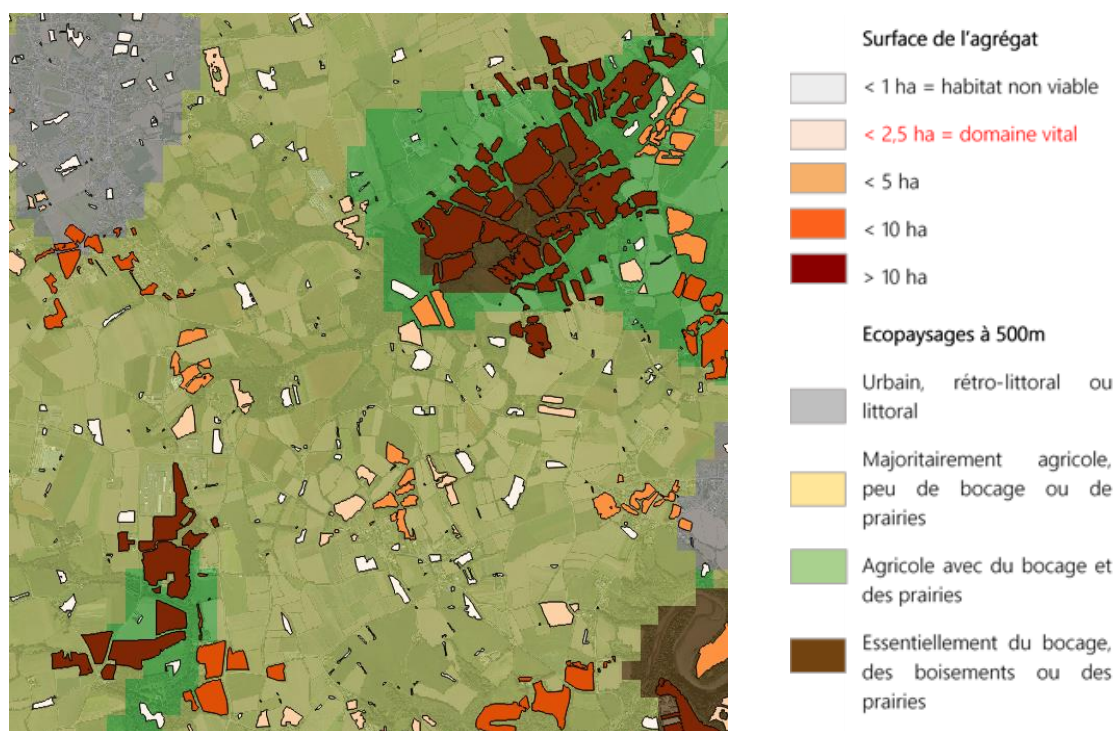


Figure 4.2.2 : Diagnostic des continuités écologiques du Myrtil (*Maniola jurtina*) et de la viabilité des habitats (prairies permanentes) connectés à accueillir une population. Plus une tâche d'habitat est foncée, plus elle est jugée fonctionnelle pour l'accueil d'une population à long termes.

4.3 Mise en place de scénarios d'aménagement dans les modèles de continuités écologiques : des outils d'aide à la décision

Les choix d'aménagement et de gestion pour maintenir et restaurer la biodiversité d'un territoire sont multiples, parfois antagonistes ; leurs effets sont difficiles à évaluer *a priori*. La modélisation développée dans le cadre du projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer » aide à tester une diversité de scénarios dont on peut évaluer les conséquences, dans la limite de la précision des modèles.

Ce sujet a été abordé de façon préliminaire dans ce projet. Trois questions ont pu être traitées :

- 1) quelles conséquences de la gestion écologique des talus nus en secteur légumier pour le Myrtil ;
- 2) quelles conséquences de l'arasement de certaines catégories de haie et
- 3) comment améliorer la connectivité du paysage en ayant des bandes enherbées au pied des haies.

4.3.1 Quelles conséquences potentielles de la gestion écologique des talus nus pour le Myrtil

Les outils de diagnostic des continuités écologiques se basent sur une carte d'occupation des sols et des données écologiques précises. La modification de l'occupation du sol ou des données écologiques du modèle de déplacement permettent :

- D'identifier l'importance relative de chaque typologie de l'occupation du sol. Par exemple, si l'on considère les talus enherbés comme habitats (figure 4.3.1.1) et pas uniquement comme corridors (figure 4.2.2) pour le Myrtil, on peut évaluer le rôle des talus enherbés et de leur bonne gestion écologique pour les continuités écologiques du Myrtil.

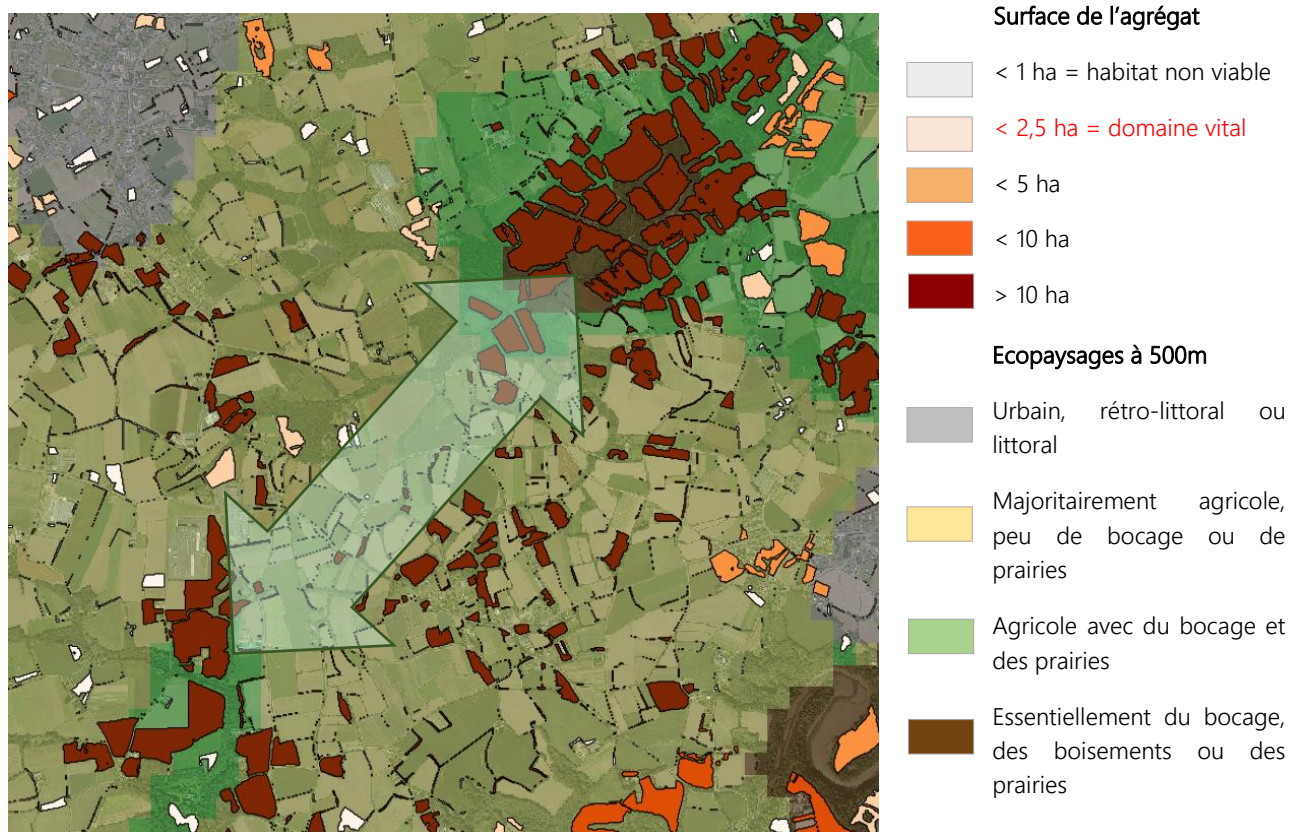


Figure 4.3.1.1 : Diagnostic des continuités écologiques du Myrtil (*Maniola jurtina*) et de la viabilité des habitats (prairies permanentes et talus enherbés) connectés à accueillir une population. Plus un agrégat d'habitat(s) est forcé, plus elle est jugée fonctionnelle pour l'accueil d'une population à long termes. La double-flèche verte correspond à la restauration des continuités écologiques entre deux agrégats fonctionnels (figure 6.2.1) par la bonne gestion des talus enherbés.

Une attention particulière est à porter au fait que les outils développés ici permettent un diagnostic des continuités écologiques dans la limite des connaissances cartographiques disponibles ; ils doivent s'accompagner de données de terrain précises (état des habitats, gestion,...) et de vérifications ponctuelles pour valider les modèles.

4.3.2 Quelles conséquences potentielles de l'arasement de haies sur les connectivités pour la Féronie noire ?

Les haies les plus à risque d'arasement sont les haies intra-parcellaires (arasement de la haie pour agrandir les parcelles) et celles en bordures de routes (arasement de la haie pour élargir la route). Les scénarios présentés ci-dessous sont caricaturaux ; dans une réflexion d'aménagement réelle, ils peuvent être affinés, ajustés. Pour évaluer les conséquences de ces scénarios pour la Féronie noire, les catégories d'environnement (ou habitat) « favorable » ; « moyennement favorable » et « peu favorable » définies par le modèle carabe (§ 4.2.3) ont été utilisées.

Cas 1 : simulation de la suppression de toutes les haies en bord de route sur le bassin versant du Léguer (figure 4.2.1.1)

	Habitat favorable avant simulation	Habitat favorable après simulation	Habitat moyennement favorable après simulation	Habitat peu favorable après simulation
Habitat favorable avant simulation	73,30%	8,25%		18,45%
Habitat moyennement favorable avant simulation	0,00%	79,55%		20,45%
Habitat peu favorable avant simulation	0,04%	0,01%		99,95%

Figure 4.3.1.1 : évolution de la situation des haies avant et après la simulation de l'arasement de toutes les haies le long des routes

Parmi les haies initialement diagnostiquées favorables, une majorité des surfaces de haies a été maintenue en l'état : 73,30% est conservé en tant qu'habitat favorable. 79,55 % des haies moyennement favorables avant la simulation sont conservés en habitat moyennement favorable et 99,95 % restent en haie peu favorable. La surface totale de zones peu favorables augmente de 461,8 ha, soit de 40% après simulation. Retirer les haies présentes en bord de route augmente la proportion d'habitats non favorables dans le paysage. L'arasement de toutes les haies de bord de route du bassin versant du Léguer aurait des conséquences importantes sur la connectivité du réseau bocager (Figure 4.3.1.2). Le nombre de continuités (agrégats de haies) varie différemment selon la capacité de dispersion des espèces. Pour de très faibles capacités de dispersion (10 m), on observe une diminution du nombre d'agrégats. Pour une capacité de dispersion de 50 m, le nombre d'agrégats augmente. Ceci peut être interprété de la façon suivante : l'arasement des haies le long des routes supprime une grande quantité de petits fragments de haies, ce qui augmente la distance entre les haies restantes. Par conséquent les habitats des espèces ayant des capacités de dispersion de 50 m sont fragmentés.

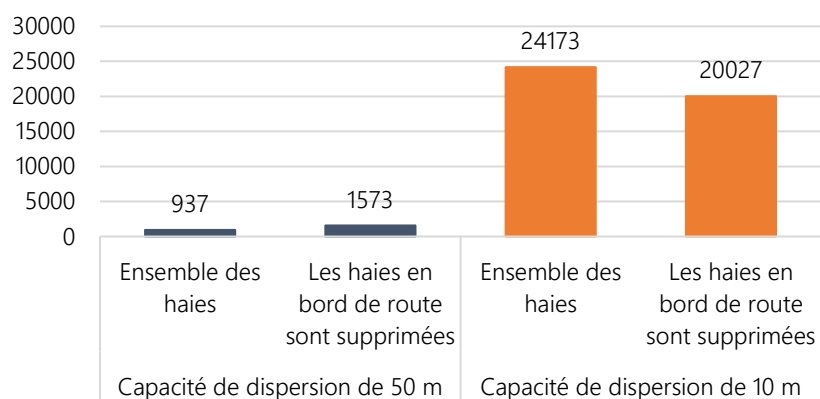


Figure 4.3.12: Nombre d'agrégats de boisement sur le bassin versant du Léguer dans le cas où toutes les haies en bord de route sont supprimées

Donc, il y a un enjeu fort de maintien des haies de bords de routes car elles ont un rôle clé dans le maintien des populations à faible ou moyenne capacités de dispersion. En effet, soit elles sont elles-mêmes des habitats, soit elles connectent des habitats plus larges.

Cas 2 : simulation de la suppression des haies entre les parcelles de culture ou haies intra-parcellaires (figure 4.3.1.3)

Dans ce scénario, on supprime 40% des haies situées entre deux parcelles de culture. La figure 4.3.1.3 en montre les conséquences.

	Habitat favorable avant simulation	Habitat favorable après simulation	Habitat moyennement favorable après simulation	Habitat peu favorable après simulation
Habitat favorable avant simulation	99,23	0,39		0,38
Habitat moyennement favorable avant simulation	4,10	92,30		14,87
Habitat peu favorable avant simulation	3,65	6,03		90,32

Figure 4.3.1.3: évolution de la situation des haies dans les divers contextes paysagers après arasement

Dans le cas où on arase 40% des haies présentes en interface culturale, parmi les haies qui n'ont pas été arasées, 99% des surfaces de haies sont maintenues comme étant des environnements favorables, 92 % des haies sont maintenues comme étant des environnements moyennement favorables et 90% comme étant des environnements peu favorables.

Dans un cadre d'aménagement réel, ce résultat serait à contextualiser via une étude "Ecopaysagère" (cf. partie Ecopaysage), qui permettrait de préciser l'environnement paysager dans lequel se trouve le projet. Un écopaysage "boisé" souffrirait peu d'un arasement localisé de haies intra-parcellaires, tout comme un écopaysage "ouvert" serait peu impacté par la disparition d'une haie isolée. Par contre, dans un écopaysage présentant une situation intermédiaire (cultures, prairies, boisement), ces haies intra-parcellaires peuvent jouer les rôles i) d'habitat pour les espèces à faible capacité de dispersion et ii) d'élément de réseau pour des espèces à moyenne capacité de dispersion.

4.3.3 Est-ce possible d'optimiser l'aménagement de bandes enherbées le long des haies?

Le Myrtil utilise les prairies comme habitat. Les éléments boisés forment des barrières à son déplacement. Il peut les longer, notamment en utilisant les bandes enherbées en pied de haie comme habitat. Les agrégats d'habitats (prairies ou bandes enherbées connectées entre elles pour le Myrtil) sont considérés favorables quand ils font au moins 2 hectares et dont les fragments sont séparés au maximum de 70 mètres.

Que se passerait-il si des bandes enherbées le long de toutes les haies bordées de cultures étaient mises en place systématiquement ? Cette étude est prospective et consiste à injecter sur le territoire un habitat favorable à l'espèce. Dans ce scénario d'aménagement, il a un effet positif tant sur la quantité d'habitats que sur la connectivité entre ceux-ci.

Ainsi, dans la figure 4.3.2.1 le scénario "A." passe progressivement de 0% d'aménagement de bande enherbées en pied de haie à 100% d'aménagement. La surface de prairie en habitat favorable et la robustesse des agrégats (ie leur bonne connectivité interne) s'améliorent linéairement avec l'aménagement. Est-il possible d'optimiser ces aménagements et de hiérarchiser les secteurs où il est le plus favorable à la connectivité pour le Myrtil ?

Dans le scénario B., une méthodologie spatialisée a été mise en place et consiste à aménager en priorité les bandes enherbées qui auront potentiellement le plus fort impact sur la robustesse globale des habitats du territoire. Dans ce scénario, 20% d'aménagement réalise 50% du potentiel de robustesse.

Dans le scénario C, une méthodologie spatialisée a été mise en place et consiste à aménager en priorité les bandes enherbées qui auront potentiellement le plus fort impact sur la surface globale des habitats du territoire. Cela montre que peu d'aménagement est nécessaire pour atteindre un bon état de continuités entre les prairies

Le scénario D permet de simuler les effets combinés des scénarios B et C et de montrer que l'aménagement réfléchi de bandes enherbées sur au moins 40% des haies permet d'obtenir des résultats satisfaisant tant pour la continuité écologique que pour la taille des agrégats.

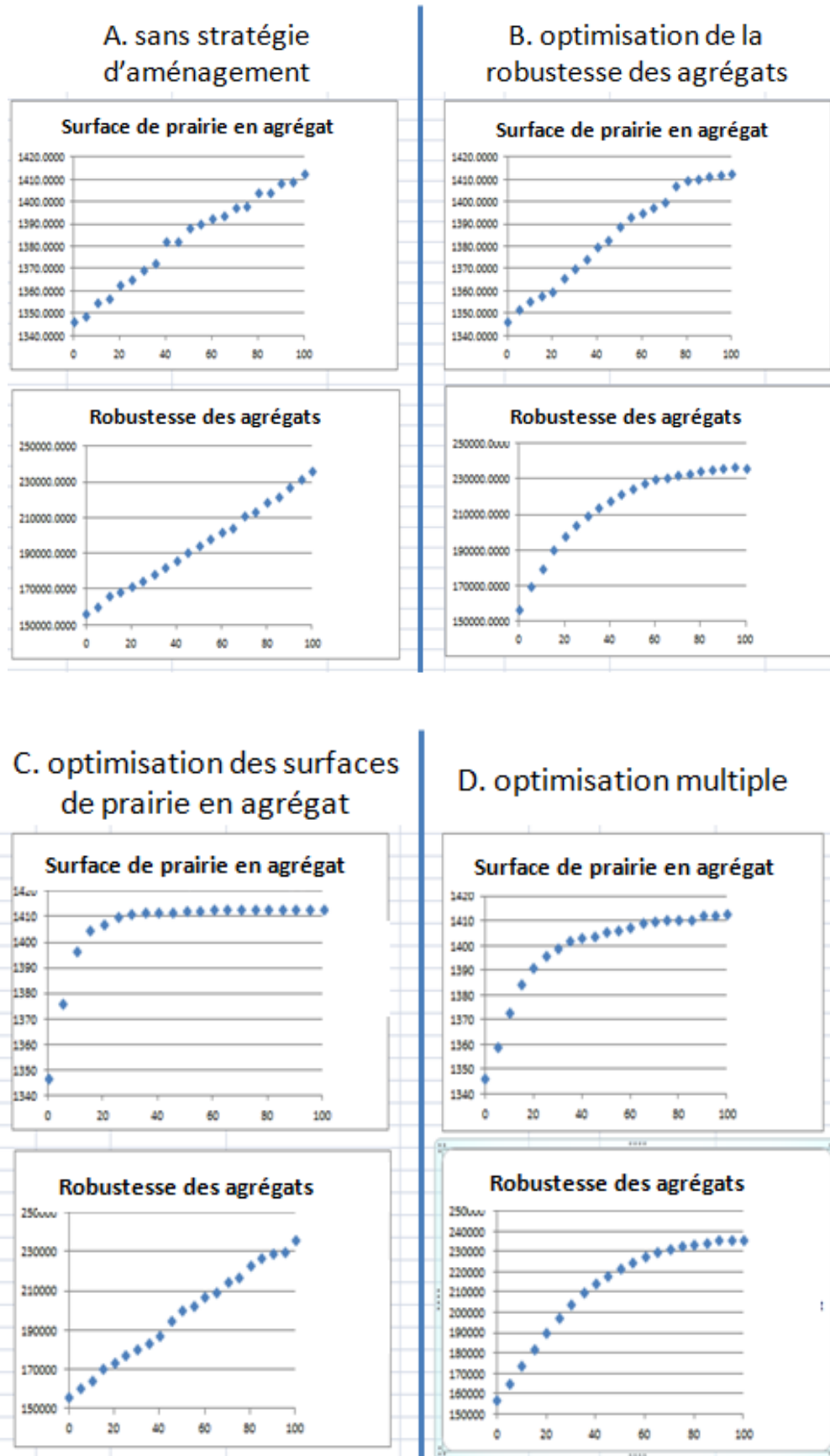


Figure 4.321 : différent scénarios d'aménagement des bandes enherbées avec ou sans optimisation de critères écologiques.

4.4 L'utilisation de ces méthodes pour définir la TVB dans le SCoT et le PLUi

Les éléments constitutifs de la TVB peuvent être diagnostiqués et traduits à différents niveaux. Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) se construit à l'échelle régionale, le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) à l'échelle des paysages et le Plan Local d'Urbanisme communal ou intercommunal (PLUi(ii)) doit identifier les éléments de la TVB à l'échelle parcellaire. La définition d'une stratégie en faveur de la biodiversité et de la TVB par une collectivité territoriale nécessite des données naturalistes et cartographiques à différentes échelles afin de permettre leur traduction dans les documents de planification.

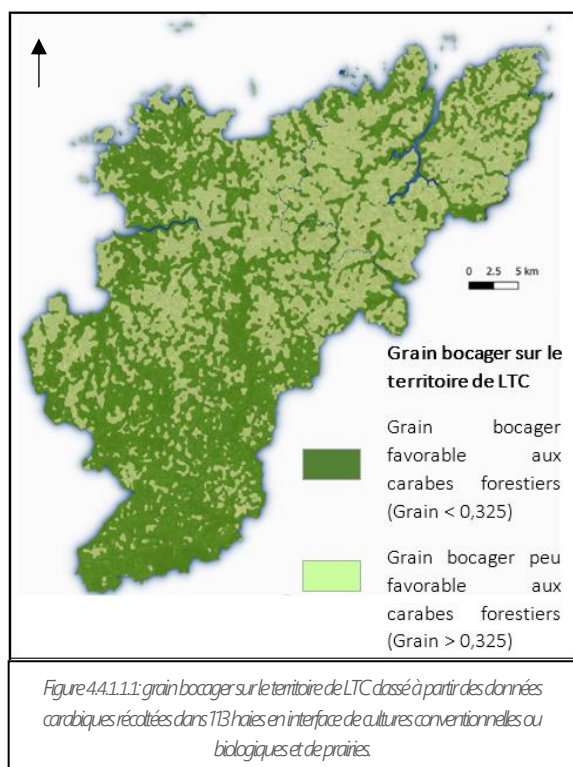
Les outils présentés dans ce document peuvent permettre à des Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) de prendre en compte la TVB et la biodiversité dans leur SCoT et leur PLUi. Des exemples de leurs utilisations sont détaillés ci-après et sont issus du travail de Lannion-Trégor Communauté.

4.4.1 Les écopaysages comme outil d'aide à la décision et de diagnostic du potentiel d'accueil de la biodiversité à l'échelle des paysages

4.4.1.1 Dans le cadre du SCoT

Le SCoT est un outil de planification stratégique à l'échelle d'un territoire. Il doit identifier de larges zones partageant des enjeux identiques et auxquels des stratégies spécifiques sont appliquées. Le SCoT est un document transversal qui traite notamment d'environnement. L'élaboration du SCoT de LTC s'est fait avant le diagnostic des écopaysages. Afin d'identifier des

zones partageant les mêmes enjeux environnementaux, un travail de cartographie de l'occupation du sol a été réalisé. Les milieux naturels non ruraux (landes littorales, milieux marins, estran, ...) ont été protégés dans le SCoT à partir de l'occupation du sol, tandis que les milieux ruraux ont été traités afin de discriminer des paysages distincts. Seul l'exemple du bocage sera développé ici. Le bocage a été analysé à travers l'étude du grain bocager en identifiant, à l'aide des données naturalistes locales, les zones dont le grain bocager traduit un bocage accueillant pour les espèces forestières. La cartographie du grain (figure 4.4.1.1.1) a permis de discriminer, à l'aide d'autres données environnementales, différents paysages sur le territoire de LTC (figure 4.4.1.1.2). Cela a demandé d'important moyens temporels et d'analyses cartographiques (un mois de collaboration entre experts en environnement et géomaticiens). La carte



des écopaysages a été réalisée après l'élaboration des éléments graphiques du SCoT. La comparaison de ces deux cartes (figure 4.4.1.1.2) a montré l'intérêt de la définition des écopaysages : les deux méthodes de production de carte permettent d'identifier sensiblement les mêmes territoires et les mêmes enjeux environnementaux.

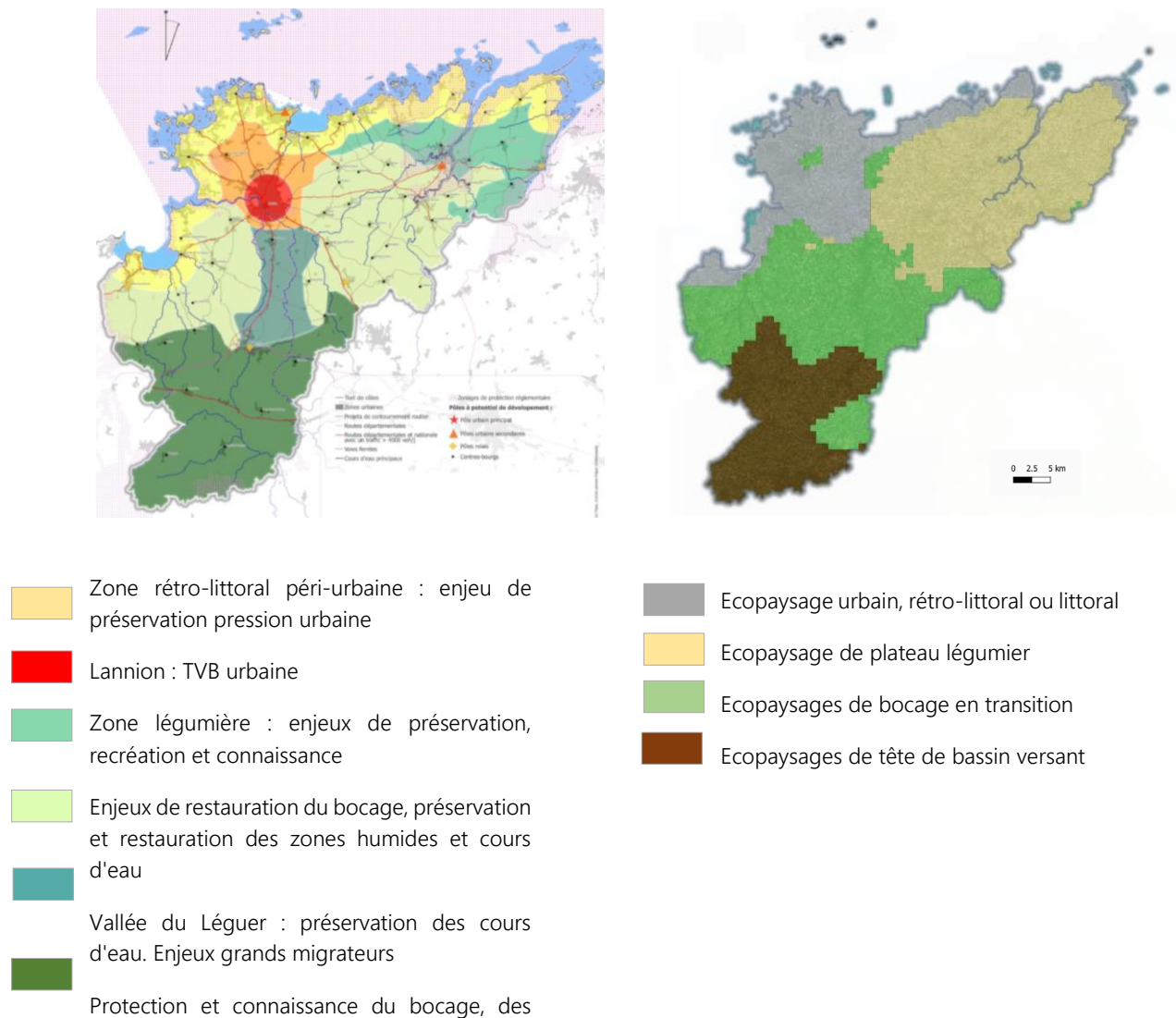


Figure 4.4.1.1.2: les enjeux environnementaux identifiés dans le SCoT de LTC (à gauche) et les écopaysages définis dans des fenêtres carrées de 3km de côté sur le territoire de LTC (à droite).

La méthode de production des écopaysages demandant moins de temps d'analyses et de traitements (1 à 2 jours pour une personne formée), elle permet de faire un suivi diachronique des écopaysages et peut être appliquée à grande échelle. Cela permet, dans le cadre de l'élaboration d'un document de planification environnemental, de prendre en compte des échelles englobantes, essentiel pour identifier les enjeux territoriaux et diagnostiquer la responsabilité d'un territoire à conserver ses paysages.

4.4.1.2 Dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie « Biodiversité »

Dans la continuité de son SCoT, Lannion-Trégor Communauté a décidé d'élaborer une stratégie en faveur de la biodiversité sur deux ans (2019-2020). Cette stratégie doit être construite dans le cadre de deux projets : un Atlas de la Biodiversité Intercommunale (ABI) et le diagnostic des continuités écologiques à l'échelle parcellaire sur son territoire (projet « TVB »). La construction de cette stratégie est en cours ; la carte des écopaysages, développées dans le cadre du projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer », a été utilisée comme un cadre de réflexion pour ces deux projets :

- L'Atlas de la Biodiversité Intercommunale s'est servi de la cartographie des écopaysages pour déterminer les paysages où la connaissance naturaliste est faible et y prévoir des actions spécifiques de production de données. Un travail d'identification des espèces inféodées à chaque écopaysage est programmé et est un enjeu important pour la mise en place d'actions cohérentes en faveur de la biodiversité. Cela permettra de prioriser les actions par écopaysage et par milieu.
- La description approfondie de chaque écopaysage permet d'identifier les éléments d'occupation du sol qui en sont caractéristiques. Cela permet de hiérarchiser et de spatialiser les enjeux de continuités liés à chaque sous trames de la TVB. Par exemple, un écopaysage caractérisé par un bocage serré aura des enjeux de conservation des continuités écologiques pour les espèces forestières ou liées au bocage alors qu'un écopaysage caractérisé par un bocage éparé aura un enjeu de restauration du bocage ou de valorisation d'autres éléments d'occupation du sol qui le caractérisent, comme des bandes herbeuses.
- Le projet « TVB » a été animé, en partie, par écopaysages, car ces derniers permettent d'avoir un cadre homogène de réflexion sur les enjeux d'un territoire en termes d'occupation du sol et de configuration spatiale des éléments qui le composent, ainsi que de la biodiversité qui y est associée. L'animation de groupes de travail par écopaysage a permis aux acteurs du territoire voulant s'engager dans une démarche de construction du programme « TVB » d'identifier les écopaysages (et donc les groupes de travail) qui les intéressaient spécifiquement et ainsi regrouper autour d'une même table, les acteurs de l'écopaysage. Durant ces différents groupes de travail, une description de l'écopaysage (photographies aériennes ou paysagères) et de sa biodiversité, l'état des lieux des continuités écologiques, les différents scénarios d'évolutions de l'occupation du sol ainsi que les enjeux locaux ont été présentés.

4.4.2 Les outils de diagnostic des continuités écologiques dans les documents d'urbanisme

4.4.2.1 *L'utilisation du diagnostic initial des continuités écologiques dans le PLUi*

La cartographie des habitats connectés ainsi que la surface de chaque agrégat obtenus grâce aux outils développés dans le cadre du programme « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer » ont alimenté le projet « Identification et mise en œuvre d'actions en faveur des continuités écologiques » porté par LTC. Ils servent à la prise en compte des continuités écologiques dans le futur Plan Local d'Urbanisme intercommunal de la collectivité.

Les éléments ci-après sont des pistes de réflexions évoquées lors de rencontres traitant du sujet de la trame verte et bleue dans les documents d'urbanisme et qui ne tiennent pas nécessairement en compte de la pluridisciplinarité du PLUi.

La cartographie brute des continuités écologiques nécessite une traduction pour être incluse dans les documents d'urbanisme. Cette traduction passe par la prise en compte des moyens de protection disponibles dans le PLUi ou par le développement de nouveaux outils. Par exemple, le PLUi peut protéger des éléments facilement identifiables sur une carte (espaces de vie des espèces), comme une haie, un talus ou un milieu naturel au titre de la loi paysage ou en tant que zone Naturelle TVB. En revanche, les espaces de déplacements sont plus complexes à traiter car ils s'imposent à d'autres occupations du sol et ne peuvent pas être clairement délimités sur une carte. La mise en place de règles générales sur une zone (comme une OAP sectorielle) est un outil de protection des zones de déplacements mais peut s'avérer complexe dans l'écriture des règles. Les outils de protection des continuités écologiques du prochain PLUi de LTC n'ont pas encore été décidés et sont en cours de construction.

Une des priorités du PLUi est de protéger des espaces naturels fonctionnels pour les espèces cibles TVB. Ces espaces sont facilement cartographiables avec les outils de continuités écologiques (figure 4.2.2). La question de la restauration des continuités écologiques est plus complexe car elle nécessite de faire des choix politiques. La stratégie temporaire qui semble être adoptée par Lannion-Trégor Communauté est de reconnecter les habitats déconnectés proches de tâches d'habitats fonctionnels sans nécessairement chercher à reconnecter ces dernières entre elles. Cela permettrait une recolonisation progressive des habitats naturels sans miser sur d'importants travaux de restauration des continuités écologiques, de tels travaux pouvant être envisagés lorsqu'un enjeu local est identifié (passage à loutre par exemple).

Il est important de préciser que le PLUi ne permet pas, à lui seul, d'établir une stratégie biodiversité efficace à l'échelle de la communauté d'agglomération (à titre d'exemple, le PLUi peut identifier des zones naturelles à conserver mais ne peut pas y imposer de formes de gestions vertueuses). Il est essentiel de co-construire un programme d'actions en faveur de la biodiversité devant compléter et soutenir le règlement du PLUi et son application. La prise en compte des continuités écologiques devant, à l'aide des outils du PLUi, permettre d'identifier des secteurs à enjeux où l'implantation d'un projet d'aménagement pourrait être incompatible avec des enjeux

«Biodiversité» et permettre d'appliquer la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) et la stratégie de zéro imperméabilisation nette d'ici 2024, adoptée par LTC.

4.4.2.2 La mise en place de scénarios : un outil prospectif efficace dans le cadre de projet d'aménagement

Le diagnostic initial des continuités écologiques sur un territoire permet d'identifier les continuités écologiques à l'aide d'une carte d'occupation du sol caractérisant le territoire à un instant précis. La dynamique d'évolution réelle de l'occupation du sol est une variable complexe à prendre en compte dans le diagnostic des continuités écologiques. Cela demanderait de cartographier précisément les changements d'occupation du sol en temps réel et en tous points du territoire (cela inclus, la gestion des habitats, la coupe rase de boisement, la fauche ou le pâturage de prairies permanentes, ...).

Bien qu'il ne semble pas, aujourd'hui, envisageable d'atteindre un tel niveau de précision, certaines modifications de l'occupation du sol peuvent être simulées en les implémentant dans la carte d'occupation du sol servant à obtenir le diagnostic des continuités écologiques. Cette capacité à simuler des changements d'occupation du sol permet de faire des études d'impacts dans le cadre de projets d'aménagement. Cela constitue un outil d'aide à la décision efficace pour les gestionnaire d'espaces naturels ou pour les organismes qui instruisent des projets d'aménagement.

Afin de pouvoir émettre un avis « Biodiversité » complet sur un projet d'aménagement, les données de continuités écologiques doivent être complétées par des données de terrain, pour d'une part pour vérifier la présence d'habitats à enjeux forts et d'autre part diagnostiquer la présence d'espèces à enjeux de conservation.

5 Une ébauche de bilan et de perspectives de cette recherche-action

Ce projet a permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur la biodiversité des bocages et de développer des méthodes d'aide à l'aménagement et à la gestion. Il aura alimenté la réflexion sur la durabilité des bocages et apporté une réflexivité sur le travail de recherche.

5.1 Les apprentissages

Dans un dispositif alliant gestionnaires et chercheurs, plusieurs modes de fonctionnement sont possibles :

- 1) l'expertise, dans ce cas les chercheurs disent ce qu'il faut faire, en fonction de leurs connaissances ;
- 2) le transfert, les connaissances scientifiques sont transmises aux gestionnaires qui les utilisent dans leurs pratiques ;
- 3) la co-construction de connaissances pour l'action, le groupe s'engage à produire des solutions au problème à traiter en articulant la diversité des connaissances scientifiques, empiriques, techniques, opérationnelles etc. que possède chaque membre de l'équipe.

C'est cette dernière option qui a prévalu dans le projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer ». Nous avons dû apprendre à travailler ensemble, apprendre à revisiter nos connaissances pour en produire de nouvelles, adaptées aux questions concrètes d'aménagement.

Ce processus d'apprentissage a concerné les participants au projet, et les partenaires l'ayant accompagné (DREAL, Région Bretagne, IGN).

5.1.1 Le bocage

Objet central, objet banal. Mais quand on veut analyser les facteurs qui contrôlent sa biodiversité, quand on veut l'aménager, le gérer, comment le représente-t-on ?

Tout d'abord, la représentation du réseau de haies. Il existe de multiples façon de le cartographier ces réseaux. Ce fut une des discussions majeures du début du projet (mémoire de Audrey Mercie)

Première discussion : les haies doivent-elles être représentées symboliquement par des lignes (grand majorité des cas) ou par des polygones, comme le fait IGN, avec des trouées, des largeurs variables ? « Les haies, ce qui est intéressant, c'est de mesurer leur densité » / « je sais, mais pour un écologue, les haies ont des trouées, des densités de végétation variable, donc il faut une représentation en polygones de végétation ». La discussion s'est conclue grâce à des tests permettant de juger de la pertinence de l'une ou l'autre représentation pour expliquer la biodiversité (modèle de Mathilde Defourneaux, dans les résultats des liens carabes-paysage). Le mode « polygones », plus réaliste et plus explicatif, a été retenu.

Deuxième discussion : Comment mesurer la fonctionnalité du réseau de haies ? Si la densité, pour une étendue donnée, semble une évidence, ce n'est pas la variable la plus explicative de la biodiversité. Le grain bocager est un meilleur prédicteur. Il fait ressortir les zones ouvertes. « Des zones ouvertes dans le bocage le mieux conservé de Bretagne ? ». C'est ce qu'on peut observer sur le terrain. On a, ici, l'exemple d'un des intérêts de l'analyse géomatique des paysages. Elle peut mettre en évidence des structures spatiales qu'on ne perçoit pas, qu'on peut refuser de lire dans le paysage.

Troisième discussion : peut-on dire que parce qu'une haie a disparu si elle n'apparaît plus sur une photo aérienne ? la réponse est non. Le mode de récolte du bois peut faire disparaître entièrement les strates boisées (cas de cépées de noisetier), ou ne laisser que des troncs (cas des ragosses, des têtards. Ceci a conduit l'IGN à modifier son protocole de suivi des bocages. Ce protocole prévoit une prise de vue aérienne tous les trois ans ; il a été décidé que si une haie n'apparaît plus à un moment donné, on attend trois ans de plus pour voir si elle n'a pas repoussé.

Quatrième discussion : mettre une note pour la qualité d'une haie en tant que structure plus ou moins favorable à la biodiversité, est-ce bien rigoureux ? Cette multitude de critères issus d'une revue biblio et de l'expérience, ces classes pondérées, agrégées, quelle validité par rapport à une approche analytique partant de l'observation de la biodiversité ? Oui, cette approche a été validée par des observations de biodiversité indépendantes. La littérature scientifique contient bien de l'information utilisable. Combinée à une expertise de terrain, cette information devient un support d'évaluation.

Cinquième discussion : les trouées de la carte des haies en polylignes sont occupées par une végétation herbacée sur talus, continue. Il a fallu la réintroduire dans la cartographie pour analyser les continuités écologiques.

Sixième discussion : évolution de la réflexion sur le fait d'avoir des haies de bonne qualité partout ? L'idée de départ est de favoriser un bocage fonctionnel partout. Or dans certains paysages où le bocage est déjà dégradé, l'intérêt de vouloir absolument le restaurer est à interroger. Les efforts pourraient plutôt être axés sur le maintien de ce qui est encore présent en terme de qualité intrinsèque de la haie et en terme de réseau bocager fonctionnel. Cela pose la question des enjeux à viser : conservation et/ou restauration ?

L'hétérogénéité est nécessaire, même dans le bocage. L'échelle de la haie et du paysage est importante à prendre en compte. « Une haie en bon état dans un paysage de bocage ouvert, sera potentiellement moins fonctionnelle d'un point de vue continuité qu'une haie dégradée dans un paysage de bocage fermé dans lequel le réseau est conservé ». Le bocage, c'est un paysage qui est constitué d'un réseau de haies et d'une mosaïque de cultures.

5.1.2 Les écopaysages

Première discussion : « c'est super le livret sur les écopaysages en Nouvelle-Aquitaine, pourquoi ne pas faire la même chose en Bretagne ? ». Les écopaysages n'avaient pas été un point d'entrée du projet. Depuis, les travaux sur ce sujet ont été développés.

Deuxième discussion : suite à la présentation des écopaysages : « Mais, c'est ce qu'il nous fallait, ça correspond à ce que nous obtenons après des jours et des jours penchés sur les cartes pour le SCoT ». Ce passage par le travail manuel était-il une obligation pour bien appréhender l'intérêt des écopaysages, résultat d'une analyse statistique rapide ? Nous le pensons et l'intégrons dans les formations sur les écopaysages.

Troisième discussion : Quel est le lien entre écopaysages et biodiversité ? Comment s'en saisir ? Les écopaysages, définis à 3km, accueillent des espèces spécifiques et traduisent des enjeux liés à l'habitat et aux connectivités entre ces derniers. Ils donnent un cadre conceptuel pour travailler différents compartiments du paysage.

5.1.3 Les continuités écologiques

Première discussion : un grain bocager fin implique-t-il nécessairement des haies connectées ? Est-ce qu'un grain grossier se traduit par une absence totale de continuités ? La construction d'un modèle de déplacement du carabe nous a permis de mettre en valeur des haies dans un paysage ouvert qui connectent deux espaces de forte densité bocagère. Ce modèle nous a aussi permis de constater que même à des grains très fins, des barrières au déplacement sont toujours présentes.

Il y a une grande confusion entre connectivité structurale et connectivité fonctionnelle. La connectivité structurale ce sont « des haies traversant des paysages ouverts et connectant des paysages à grain fin ». Mais fonctionnellement, il ne se passe rien car les carabes forestiers ont des capacités de déplacement très faibles et les populations de ces carabes ne survivent pas dans les haies de paysage ouvert. La haie de paysage ouvert n'est pas fonctionnelle. Le problème est une erreur basique dans le modèle. Ce dernier considère que toutes les haies sont des habitats, alors qu'il a été montré et remontré que ce n'est pas le cas des haies des paysages ouverts (INRA).

Oui, il peut y avoir des discontinuités dans les paysages fermés. Mais cette fermeture produit un environnement favorable aux carabes forestiers dans les haies. Comme les populations peuvent survivre plusieurs décennies dans des haies déconnectées, cela aide à la résilience (INRA).

Deuxième discussion : Comment valoriser la bande enherbée de pied de haie ? La mise en place d'un modèle de dispersion du Myrtil nous a permis de mettre en avant le rôle des bandes enherbées dans un paysage bocager. Au-delà de son rôle de corridors pour les papillons, il est un habitat pour des espèces liées au bocage (vipère péliade, carabes de lisières, ...).

5.2 Durabilité et résilience des bocages

Quelles sont les propriétés écologiques des bocages sur le long terme ? Pas sûr que nous ayons la réponse. Même si nous ne regardons que la biodiversité, le projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer » montre, une nouvelle fois, que la richesse en espèces d'un territoire dépend d'une pluralité de

facteurs paysagers (état des haies, des réseaux de haies, des types de cultures (Blé/ prairie permanente), des modes de culture (Bio/ conventionnel) distribués spatialement. Sans compter les différenciations biogéographiques qui ne sont pas des objets de gestion. Ceci a conduit à élargir la question de la durabilité des bocages à l'ensemble des paysages d'un territoire, via la production de documents de planification (SCoT, PLUi). Ici, nous nous restreignons à un aspect de la biodiversité, celui qui est à l'origine du projet : le pool des espèces forestières et de lisières qui ne peuvent survivre durablement dans les parcelles agricoles.

Dans quelles conditions trouve-t-on les espèces forestières et de lisières ? :

Les relevés de coléoptères carabiques, groupe emblématique des conditions forestières dans les bocages, confirment que la présence et l'abondance de ces espèces dépend à la fois des conditions dans la haie et dans le paysage (microclimat). La qualité de la haie a été évaluée par le PGDH et celle du paysage par le grain bocager. On a vu (chapitre 4.3) que les interactions entre les deux variables environnementales sont fortes

Quels sont les facteurs de résilience assurant la durabilité des populations des espèces forestières et de lisières ? :

Ces réseaux de haies avec un niveau élevé de biodiversité produisent du bois. C'est-à-dire que périodiquement (9-15 ans), au moment des travaux d'entretien de la haie, la densité de végétation des haies décroît brusquement. La qualité locale de l'habitat est fortement dégradée. Simultanément, le rôle brise-vent, donc l'effet microclimatique, est presque réduit à néant. Les effets positifs de l'interaction haie/ paysage montrés ne peuvent exister que parce que toutes les haies d'un secteur ne sont pas l'objet de récolte de bois le même hiver. Les résultats obtenus sont dépendants de l'organisation spatiale du réseau de haie (grain) et de la permanence d'une certaine quantité de haies matures assurant un effet microclimatique. Cette hétérogénéité spatio-temporelle est illustrée par la photo figure 5.2.1.

Nous avons maintenant un modèle opérationnel qui donne des bases pour une gestion durable du bocage. C'est-à-dire qui assure sa résilience. L'intérêt de ce modèle est de mettre en évidence le fait que les fluctuations liées aux dynamiques des états des haies ne sont pas un obstacle à cette durabilité. Cela suppose de rester dans certaines limites, que nous devons mieux définir dans des travaux ultérieurs.



Figure 5.2.1 : hétérogénéité de l'état des haies

La figure 5.2.2 représente ces fluctuations et les risques (abandon, perte du caractère bocager) liés au fait que ces fluctuations conduisent à la perte du caractère bocager.

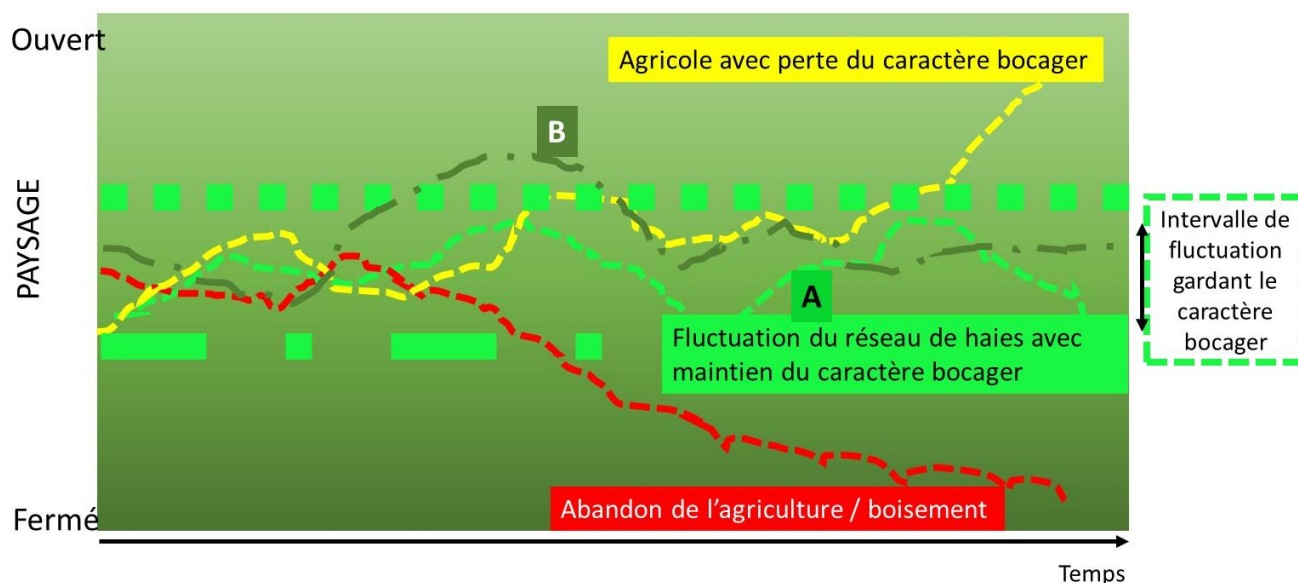


Figure 5.2.2 : fluctuations et leurs conséquences au sein d'un bocage

5.3 Reboucler vers la recherche

Les parties précédentes montrent que le projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer » a été une activité co-ordonnée, co-construite. Ceci implique que nous montrions quels ont été ou quels sont, au moins potentiellement, les retours vers la recherche. Quelles sont les nouvelles questions, les nouvelles approches, les nouvelles méthodes, les nouveaux points de vue, concepts qui découlent de cette collaboration ?

5.3.1 Les représentations cartographiques

Nous avons pu mesurer, à plusieurs occasions, combien cette question est complexe.

Il y a la question des sources, de la représentation d'éléments tangibles, visibles du paysage au moment de la cartographie, et de la représentation d'un système fonctionnel. C'est le cas pour les haies, représentées par la canopée des arbres. Les talus herbeux ne figurent pas sur les cartes et pourtant ils sont là présents. Il faut les ajouter par modélisation.

Un autre aspect, que nous n'avons que peu explorer, est celui de la dynamique des éléments du paysage, notamment la succession des cultures qui comprend des prairies de plus ou moins longue durée. Même temporaires, ces prairies ont des propriétés écologiques différentes des cultures annuelles. Par exemple un sol non perturbé pendant deux à trois ans offre des lieux de nidification pour les abeilles solitaires. Le couvert herbacé est un lieu de mouvement pour de nombreux insectes, micromammifères. Les haies, du fait de la récolte de bois, peuvent être un obstacle à la circulation de parcelle à parcelle certaines années, d'autres non. L'incorporation de ces dynamiques dans les modèles de connectivité reste un chantier ouvert.

5.3.2 La pluralité des échelles de contrôle de la biodiversité

C'est un phénomène au cœur de l'écologie du paysage. Le projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer » a mis en évidence la diversité spatiale des pools d'espèces de carabiques au sein d'une région, la Bretagne, relativement homogène. C'est un facteur à prendre en compte, en plus des échelles haie/ parcelle/ paysage dès que l'on travaille sur un territoire relativement étendu.

Nous travaillons actuellement sur un niveau particulier de contrôle, l'écopaysage.. L'hypothèses est que ces unités permettent de différencier des espaces avec un potentiel différent d'accueil de la biodiversité. Les écopaysages seraient alors des unités d'aménagement et de gestion, ce qui a pu être mis en évidence dans le cas du ScoT de Lannion-Trégor Communauté.

5.3.3 La durabilité écologique des paysages

Nous avons vu dans la partie « résultats » que nous avons une meilleure compréhension de la façon dont la gestion du bocage assure sa durabilité. Une perspective est de reprendre cet exemple pour la replacer dans le cadre général des théories de la résilience, afin de déboucher sur une réflexion globale de la durabilité des paysages agricoles.

5.3.4 Le rôle des scénarios pour étudier les options de planification

En soit, l'utilisation de scénarios n'est pas nouvelle, cependant elle est, à notre connaissance, peu ou pas utilisée dans la TVB. Ici, la simulation de divers modes d'implantation de bandes enherbées le long des haies ouvre des perspectives nouvelles pour la définition de politiques « biodiversité ».

5.3.5 L'articulation entre paysage et exploitations agricoles

Nous n'avons fait qu'effleurer le sujet (chapitre 4.2). C'est un sujet important du fait de la diversité des systèmes de production et de territoires d'exploitation. D'une part le potentiel « paysage et biodiversité » diffère selon les exploitations, d'autre part les agriculteurs ont des attitudes, des objectifs différents en matière d'environnement. Explorer les possibilités techniques des rôles que peuvent jouer des exploitations au sein d'un paysage est un projet de recherche à poursuivre, en combinant modélisation et observation.

5.3.6 Pour aller plus loin : quelques pistes de recherche-action

Un réseau qui ne demande qu'à être animé s'est construit ; le nombre de sollicitations sur le thème de la gestion du bocage en faveur de la biodiversité pour de la sensibilisation « grand public » ou des partenariats techniques allant grandissant.

Comment approcher la biodiversité du bocage de mon territoire ?

Les structures en charge de l'aménagement du territoire sont dans l'attente d'un processus de diagnostic permettant de percevoir la qualité de la biodiversité et analyser le fonctionnement écologique afin d'identifier la Trame Verte et Bleue ; le résultat, bien que théorique, leur permet d'alimenter la connaissance et la réflexion lors de la rédaction des documents d'urbanisme. Leur apporter des réponses était l'objectif de ce projet.

Les structures envisagent souvent de démarrer leur réflexion en procédant à des inventaires carabiques avant d'avoir clairement défini le contexte dans lequel elles se trouvent ou les questions auxquelles elles souhaitent réellement répondre. La première motivation est d'apporter des arguments pour convaincre les gestionnaires de haies d'appliquer des règles de gestion durables et plus « conservatrices » de l'intégrité des fonctionnalités plutôt que de raisonner, à une échelle supérieure, la gestion du bocage.

Le protocole de relevés appliqué pour la capture des carabes est chronophage, notamment pour la détermination des espèces et l'analyse des données. Avant d'envisager un plan d'échantillonnage, les questions auxquelles l'aménageur veut répondre doivent être bien posées. Les conditions de recrutement des haies en dépendent : que souhaite-t-on comparer ? Haies en bon état de conservation *versus* haies dégradées pour percevoir les effets « gestion » ? Géographiquement, dans quel type de paysage ? Paysages à grain fin *versus* paysages à grain grossier ? Dans quel système agricole ? Conventionnel *versus* biologique ? Quelles interfaces haies/parcelle (occupation du sol) ? Cultures *versus* Prairies ? Autant de question qui doivent être clairement posées préalablement au recrutement des haies.

Avec le recul et l'expérience acquis avec ce projet, il apparaît logique de commencer la démarche en procédant à une analyse du territoire sur lequel le diagnostic est envisagé. La production de cartes permet d'éclairer et d'orienter des choix pour les inventaires. Quels types d'écopaysages sont présents sur mon territoire d'étude ? Dans quelles gammes de grain bocager ? Mon paysage bocager est-il fonctionnel pour les espèces forestières (identification des sous-trames et leur continuité) ? Et pour les espèces inféodées aux prairies ou aux landes ? Quels types d'actions de gestion nous voulons mener sur notre bocage ? Des actions de conservation ou des actions de réhabilitation/restauration ? L'analyse des documents cartographiques facilite la compréhension du fonctionnement du paysage.

La superposition des cartes des réseaux de haies des exploitations agricoles, idéalement avec les notes « PGDH » qui traduisent la qualité des haies, sur les différentes cartes produites (écopaysages, grain bocager, continuité forestière, continuité prairiale, ...) permet d'orienter la structure en charge de l'aménagement du territoire dans ses choix (visualisation des secteurs en disfonctionnement et identification de la responsabilité des exploitations (figure 5.3.6.1) dans l'existence ou non des continuités écologiques). Cette démarche permet de passer de la gestion des haies à la gestion des bocages. La diversité des situations des exploitations agricoles et l'articulation entre elles montrent la complexité des cas auxquels l'aménageur de territoire devra faire face. Cette approche mérite d'être approfondie.

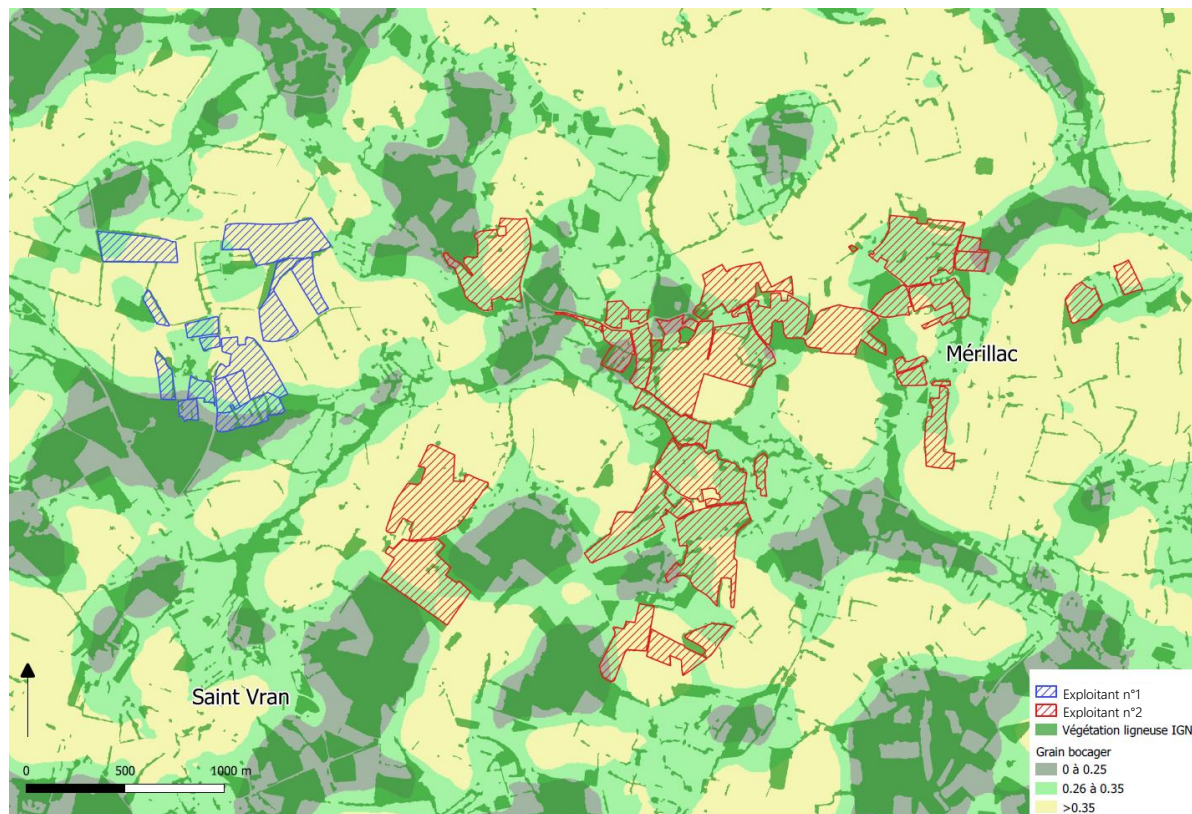


Figure 5.3.6.1 : Superposition des parcelles des exploitations agricoles sur la carte du grain bocager.

« Chloé - métriques paysagère » et concepts associés (Ecopaysage et connectivité)

Développé à l'INRAé par et pour la recherche depuis les années 1990, l'outil « Chloé » se base sur les concepts développés en écologie du paysage. Depuis 2015, l'INRAé effectue un travail de transfert vers les acteurs de « terrain » en partenariat avec le CAUE de Nouvelle-Aquitaine, et plus récemment dans le cadre du projet « Connaissance de la biodiversité liée au complexe bocager et applications pratiques sur le bassin versant du Léguer ». Cela consiste en la mise en place de *plug-in* sous QGIS, logiciel libre et *open source* largement utilisé par les structures en charge de l'aménagement des territoires. Il s'agit d'un programme informatique faisant office de « pont » entre le logiciel et les acteurs de terrain.

L'INRAé continue de développer les concepts (écopaysages, métriques paysagères, modèles de connectivité) et les outils informatiques associés (nouveaux algorithmes, nouvelles fonctionnalités, amélioration des performances) en les adaptant aux nouveaux besoins. Afin de démultiplier le nombre de personnels au sein des structures capables de mettre en place les différents *process* permettant d'établir les analyses géomatiques des territoires, l'INRAé propose de diffuser en Bretagne une formation sur les continuités écologiques et l'approche « écopaysagère ». Par ailleurs, il serait souhaitable de monter un projet dédié au maintien du pont QGIS porté par l'INRAé (et partenaires) afin d'assurer la pérennité du transfert Recherche/Action.

La gestion de la biodiversité à des échelles territoriales allant de l'exploitation agricole à l'EPCI puis à la Région

Notre programme a mis en lumière la diversité régionale de la biodiversité ; selon le secteur biogéographique et sous l'effet des différents filtres biotiques, abiotiques ou liés aux actions de gestion et d'aménagement, les communautés animales ou végétales diffèrent.

Il existe un lien fort entre les outils de l'action publique en matière de biodiversité (pas que la TVB) et une recherche action. Transférer des résultats de recherche académique ne suffit pas. Les collaborations entre les structures de recherche et les gestionnaires de territoire sont à promouvoir. La compréhension des effets de gestion de la dynamique spatiale de l'état des haies et les incidences sur les variables paysagères régulant la biodiversité est à travailler et à envisager de manière collective : la gestion des haies dans les exploitations affiliées aux SCIC de type «Bocagenèse» va dorénavant s'appuyer sur les Plans de Gestion Durable des haies et le label «Label Haie». La dynamique de gestion des haies (planification des actions) sera à réfléchir au sein de la TVB pour une efficience fonctionnelle.

A partir de l'automne 2020, des formations à la réalisation des PGDH vont avoir lieu. Coordonnées par l'AFAC-Agroforesteries, elles seront réalisées dans un premier temps au sein du CFPPA du Frêne à Angers. Une discussion est en cours avec la Région Bretagne pour un site breton de formation. La fédération départementale des chasseurs des Côtes d'Armor participe à l'élaboration du programme de formation.

Le modèle « coléoptères carabiques » a encore de la connaissance à livrer

Les inventaires carabiques menés dans le cadre de ce programme ont été réalisés au sein de six territoires répartis dans les quatre départements bretons, en système céréaliier ou prairial, en agriculture conventionnelle ou biologique, dans des gammes de grain bocager relativement fins. L'examen du jeu de données incite à compléter les inventaires dans des haies en bon état écologique dans des paysages à grain grossier (valeurs supérieures à 0.6) comme il semble pertinent d'inventorier dans des haies dégradées dans des paysages à grain fin.

La comparaison intersites des peuplements carabiques a montré des différences de composition faisant percevoir des effets biogéographiques importants, l'Elorn étant très différent des autres. Compléter sur d'autres secteurs serait à envisager (figure 5.3.6.2).

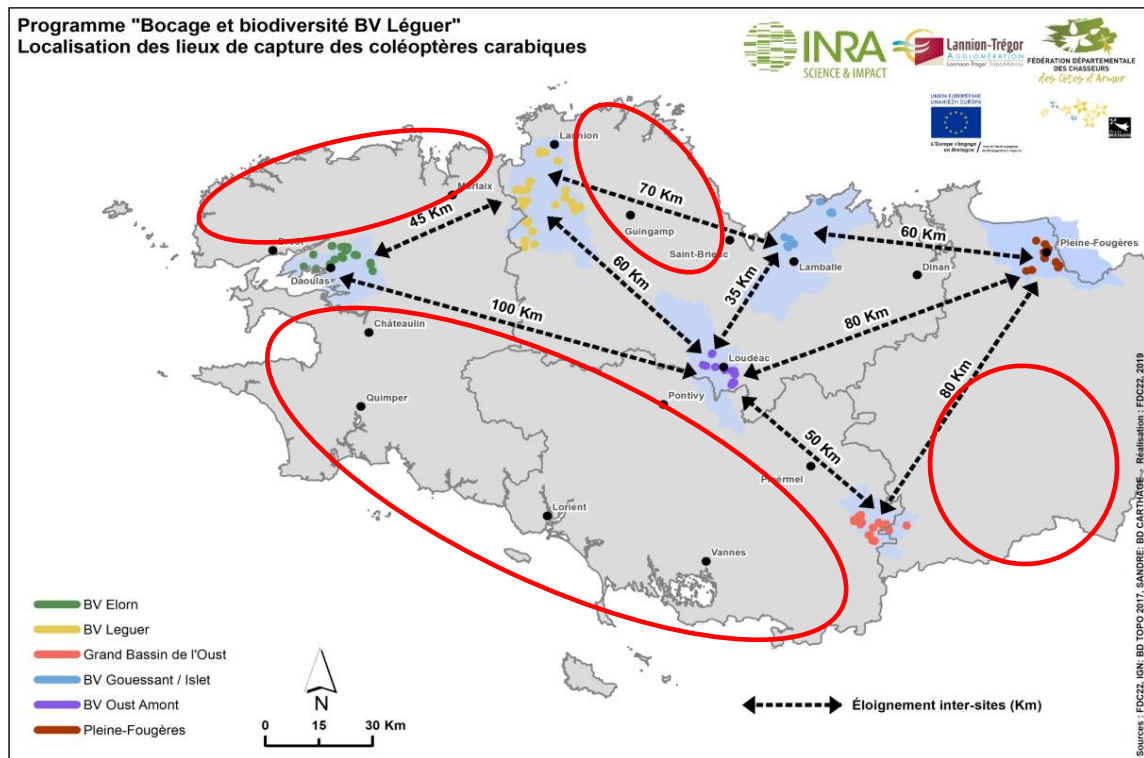


Figure 53.62 : Localisation des sites d'étude et des sites potentiels d'inventaires pour compléter le jeu de données

Des sollicitations récentes émanent des secteurs légumiers (Trégor, Bas Léon). Très peu d'informations naturalistes ou écologiques existent sur cet écopaysage qui présente des formes de bocage singulières (talus enherbé, embroussaillé, haies isolées, ...) dans des conditions climatiques particulières (haies très exposées au soleil, au vent et aux embruns). Par ailleurs, ces zones sont délaissées par les naturalistes et les actions environnementales y sont peu développées par rapport aux autres paysages. Il y existe néanmoins des enjeux de biodiversité évidents (2450 espèces observées sur les 6000 connues sur le territoire de Lannion Trégor Communauté dont 400 uniquement inventoriées dans cet écopaysage) et des acteurs connus pour appliquer une méthode validée (Union des Coopératives de Paimpol et Tréguier, exploitants impliqués dans des actions de reconstitution du bocage, ...). Envisager un programme recherche/action avec les acteurs locaux pour améliorer la connaissance du fonctionnement écologique des secteurs légumiers et mener des actions d'amélioration de la qualité de cet écopaysage par des actions de gestion différenciées apparaît pertinent, d'autant que la profession légumière est en transition ou en conversion de leurs techniques culturelles.

Autant de nouveaux projets à construire pour la gestion et l'aménagement de nos paysages bocagers...