

Université de Caen – Basse Normandie

Master ECOCAEN 1^{ère} année " *Gestion et valorisation agro-environnementale* "

Mention SECC " *Sciences des Environnements Côtiers et Continentaux* "

Romain Dautresire

Travaux d'Études et de Recherches

Cartographie de bocage par photo-interprétation sur des secteurs de Basse-Normandie



Paysage bocager bas-normand (Source : DREAL)

Maître de stage : Sophie Lardilleux

Professeur référent : Philippe Laine

Promotion 2013-2014

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de ce stage et particulièrement les personnes suivantes :

Sophie Lardilleux, chargé de mission Trame Verte et Bleue – PNR – Agriculture, pour son accueil, son encadrement, ses relectures attentives et pour m'avoir fait partager ses connaissances tout au long de ce stage.

Julien Defenouillère, chargé de mission administration et valorisation des données, pour m'avoir formé à l'utilisation du logiciel QGIS, pour la relecture du protocole, et à son soutien constant durant l'exploitation des données.

Mathilde Duhamel, étudiante en Master 2 AGIRE à l'Université de Caen, travaillant aussi sur la thématique du bocage pour sa bonne humeur et notre coopération dans nos travaux respectifs.

À toute l'équipe du **Service Ressources naturelles Mer et Paysage** de la DREAL Basse-Normandie pour leur sympathie et leur disponibilité durant ses deux mois de stage.

Ces deux mois de stage ont été très agréables et très enrichissants.

Sommaire

I. Contexte de l'étude.....	13
1. Présentation de la structure d'accueil.....	13
A. Les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.....	13
B. La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Basse-Normandie.....	13
2. Le bocage.....	15
A. Définition et historique.....	15
B. Les enjeux liés à la préservation du bocage.....	17
B1. En terme écologique.....	17
B2. En terme paysager.....	19
B3. En terme économique.....	19
C. Notion de fonctionnalité.....	21
3. La Basse-Normandie.....	23
II. Matériel et méthodes.....	25
1. La démarche globale.....	25
2. Méthodologie.....	27
Étape 1 - Travail préparatoire.....	27
Étape 2 – Organisation du territoire.....	27
Étape 3 – Digitalisation des linéaires.....	29
Étape 4 – Détermination du poids des angles.....	31
Étape 5 – Calcul des indices.....	33
L'indice linéaire I(Li).....	35
L'indice de cohérence I(Co).....	37
III. Résultats.....	39
Analyse régionale.....	39
Indice linéaire.....	39
Indice de cohérence.....	39
Analyse départementale.....	41
Indice linéaire.....	41
Indice de cohérence.....	43
Cartographie de la dynamique bocagère.....	45
IV. DISCUSSION.....	47
CONCLUSION.....	49
Références bibliographiques.....	51
Références internet.....	53

Abréviations

CRBN : Conseil Régional de Basse-Normandie

COVADIS : Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie.

SAU : Surface Agricole Utile

SIG : Système d'Information Géographique

SNB : Stratégie Nationale pour la Biodiversité

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Écologique

SRMP : Service Ressources naturelles Mer et Paysages

TVB : Trame Verte et Bleue

QGIS : Quantum Geographic Information System

INTRODUCTION

La préservation de l'environnement et notamment de la biodiversité sont aujourd'hui des enjeux importants pour le développement durable de nos sociétés. Suite aux déséquilibres naturels (pluies acides, trous dans la couche d'ozone) et aux catastrophes (déforestation, marées noires, Tchernobyl) mis à jour depuis les années 70, l'Homme a pris conscience de l'urgence de mettre en place une solidarité planétaire pour faire face aux grands bouleversements des équilibres naturels.

En 1992, un sommet planétaire avait été organisé à Rio de Janeiro et avait réuni 178 délégations. Ce sommet reste – encore aujourd'hui – un grand pas en avant dans le développement durable de nos sociétés. Il avait défini pour la première fois le concept et l'importance de biodiversité. Le sommet de Rio mettait ainsi en place une déclaration sur l'environnement et le développement qui comprenait 27 principes précisant le contenu du développement durable, ainsi qu'un agenda d'action pour le 21^e siècle (Agenda21). Ces engagements environnementaux furent adoptés par la signature de 173 pays à la Convention de la Diversité Biologique (CDB) (www.developpement-durable.gouv.fr). À partir de ce sommet, de plus en plus de conférences (Oslo, Copenhague) et d'engagements (Protocole de Kyoto) ont insisté sur des enjeux de protection de l'environnement à l'échelle internationale.

En 2004, dans un contexte de préservation de l'environnement toujours plus grandissant, la France – signataire à la CDB – s'est dotée d'une stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) révisée en 2011. Celle-ci cherche à faire émerger un engagement d'acteurs divers et variés, à toutes les échelles territoriales, en vue de préserver et restaurer, renforcer et valoriser la biodiversité, et afin d'en assurer l'usage durable et équitable. (Évaluation environnementale du SRCE – DREAL – CRBN)

En 2007, le gouvernement français organise le Grenelle de l'Environnement. Basé sur des rencontres et des concertations avec des élus, des scientifiques, des représentants des syndicats et des associations, le Grenelle visait à prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable. Deux lois en découlent : la Loi Grenelle I et la Loi Grenelle II. L'une étant une loi d'orientation du Grenelle et l'autre étant une loi d'application introduisant notamment deux outils de politiques publiques : la Stratégie de Création des Aires Protégées (SCAP) et la Trame Verte et Bleue (TVB).

La trame verte et bleue est l'engagement phare du Grenelle de l'Environnement et une mesure pour les outils d'aménagement du territoire qui visent à (re)constituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle du territoire national, pour permettre aux espèces animales et végétales, de circuler, de s'alimenter, de se reproduire et de se reposer. En d'autres termes, d'assurer leur survie, et permettre aux écosystèmes de continuer à rendre à l'Homme leurs services. Les continuités écologiques s'inscrivent dans la TVB et correspondent à l'ensemble des zones vitales (réservoirs de biodiversité) et des éléments (corridors écologiques) qui permettent à une population d'espèces de circuler et d'accéder aux zones vitales. La trame verte et bleue est ainsi constituée des réservoirs de biodiversité et des corridors qui les relie. (www.developpement-durable.gouv)

Parmi les milieux composant ces continuités écologiques, les structures bocagères occupent une place importante. Le phénomène de régression du bocage dans la région bas-normande, et en France, est connu. Jusque dans les années 80, il n'avait jamais fait l'objet d'une quelconque estimation en Basse-Normandie. À ce titre, la DREAL (DIREN à l'époque) débute en 1985 une étude statistique de la dynamique bocagère.

L'objectif de mon stage est d'actualiser les indicateurs de la dynamique du maillage bocager bas-normand déjà calculés sur la base de données de 1972, 1984, 1998, 2006, avec les données de 2010. Dans un premier temps, il s'agit de mettre à jour les linéaires de haies sous logiciel SIG. Puis dans un second temps, le calcul d'indicateurs simples qui estimeront l'état du maillage bocager. Cette estimation permettra de connaître les tendances d'évolution du bocage bas-normand et d'aider à l'orientation des politiques publiques environnementales.

I. Contexte de l'étude

1. Présentation de la structure d'accueil

A. Les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

Les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) sont des services déconcentrés du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE) et de l'égalité des territoires et du logement (METL) présents dans chaque région de France. Cet organisme résulte de la fusion en 2009 de la Direction Régionale de l'Équipement (DRE), de la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) et de la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN). Ainsi la DREAL a hérité des compétences de toutes ses anciennes structures et possède de nombreuses missions dont :

- L'élaboration et la mise en œuvre des politiques de l'État en matière d'environnement, de développement et d'aménagement durables.
- L'intégration des principes et objectifs de développement durable dans la mise en œuvre des actions conduites par l'État.
- L'évaluation ou faire évaluer l'impact environnemental de ces actions.
- L'assistance aux autorités administratives dans leur rôle d'autorité environnementale sur les plans, programmes et projets.
- La promotion de la participation des citoyens dans l'élaboration des projets du ministère ayant une incidence sur l'environnement ou l'aménagement du territoire.
- La contribution à l'information, la formation et l'éducation des citoyens aux enjeux du développement durable.

B. La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Basse-Normandie

La DREAL Basse-Normandie (DREAL BN) assume, comme toutes les DREAL, des missions dédiées à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement et est divisée en plusieurs services, subdivisés en divisions. Dans le cadre d'un travail porté sur la dynamique bocagère, les personnes compétentes sont affectées au SRMP (Service Ressources naturelles Mer et Paysages) dans la division Biodiversité.

La DREAL BN, en comparaison aux autres régions, se trouve dans la région la plus bocagère de France, et possède un lien fort avec la mer avec plus de 400 km de côtes. Elle a notamment en charge la mission Mont Saint-Michel, qui suit sous divers aspects (transport, paysage, biodiversité) l'opération de rétablissement du caractère maritime du Mont.

2. Le bocage

A. Définition et historique

Plusieurs définitions caractérisent ce qu'est un paysage bocager selon le domaine de compétence (Géographique, Scientifique, Artistique, etc.) dans lequel on se situe.

D'un point de vue scientifique, le bocage est un paysage ayant pour caractéristique la présence de réseaux, de structures linéaires de végétaux ligneux (Baudry et al., 2003). En complément de cette définition, on peut préciser que le milieu bocager est une mosaïque de parcelles agricoles (prairies et/ou cultures) entourées par un réseau de haies connectées les unes avec les autres. La fonctionnalité de ce maillage varie selon la structure et l'hétérogénéité de ses haies.

Le bocage est un paysage dit semi-naturel, car l'Homme l'a façonné et modifié au cours du temps selon ses besoins. Les premières haies sont apparues à l'époque gallo-romaine. Les premiers bocages apparaissent au Moyen-Âge. (Brunet, 2001). Les haies entourent les parcelles cultivées et les protègent des animaux d'élevage, le bétail étant itinérant à cette période. Le bocage a donc pour premiers rôles, la délimitation des parcelles et la fonction d'exclos. Au cours du temps, cette fonction d'exclos se reconvertira en enclos. Les animaux dorénavant parqués dans des prairies entourées de haies sur talus. Le 19^e et le 20^e siècle marquent l'apogée du bocage en matière de densité.

À partir des années 1950, un fort recul du bocage s'amorce, dû à diverses causes. La haie devient une gêne et une charge supplémentaire pour les agriculteurs : les haies occupent une surface potentiellement cultivable, abritent divers ennemis des cultures, demandent un entretien régulier, et constituent un obstacle au progrès agricole. L'utilisation d'engins agricoles, de taille de plus en plus grande, nécessitent de plus grandes parcelles. L'extension des exploitations agricoles et la diminution de la main-d'œuvre favorisent l'abandon de l'entretien des talus et des haies. Celles-ci ayant par ailleurs perdu leur intérêt économique pour l'agriculteur (fourrage, combustible). Les

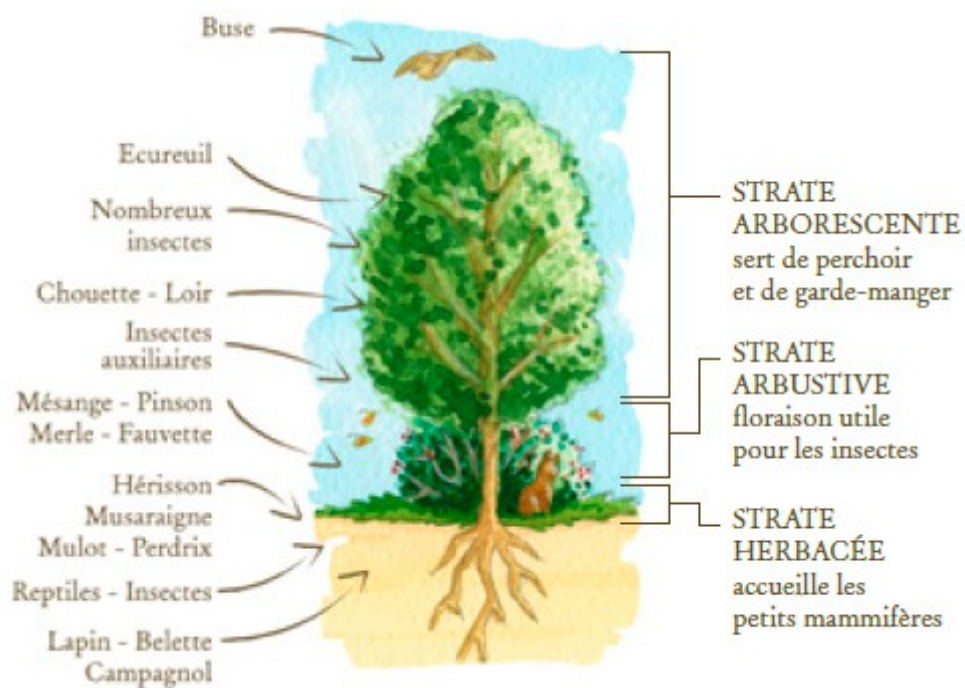


Fig.1 – Biodiversité de la haie (*Source : CG Calvados, Guide technique des haies*)

clôtures végétales sont remplacées par des clôtures de fils barbelés. Les abattages individuels anarchiques ont été aussi destructeurs que les opérations de remembrement. La Politique Agricole Commune de la Communauté Économique Européenne dans les années 1980 ne fait qu'accroître le mouvement de transformation du paysage bocager.

B. Les enjeux liés à la préservation du bocage

Les indicateurs calculés jusqu'en 2006 montrent que jusqu'à cette période, le linéaire de haies est en diminution, et que le maillage est de moins en moins cohérent. Pourtant, la préservation des paysages bocagers comporte de nombreux enjeux :

B1. En terme écologique

Les haies participent au fonctionnement écologique du territoire et abritent de nombreuses espèces animales et végétales (**Figure 1**) qui s'y reproduisent, s'y reposent, et l'utilisent comme un espace de refuge, de source de nourriture et de dispersion dans l'environnement.

Les maillages bocagers recèlent et maintiennent une importante richesse dans les milieux :

– Une richesse floristique

Les maillages bocagers regroupent en grande partie des essences ligneuses (chêne, hêtre, frêne, aubépine, châtaignier, etc.) mais aussi des herbacées. Par conséquent, l'un des premiers critères pour qu'une haie soit considérée comme étant de bonne qualité est qu'elle soit composée de différentes strates (herbacée, arbustive, arborée).

– Une richesse faunistique

La haie est utilisée par tous les groupes faunistiques :

- **Mammifères** : Campagnols, Mulots, etc.
- **Oiseaux** : Rapaces, Moineaux, Pinsons, Pics, etc.
- **Reptiles** : Serpents, Lézards.
- **Amphibiens** : Tritons, Crapauds, Grenouilles.
- **Mollusques** : Cloportes
- **Insectes** : Lépidoptères, Coléoptères, Orthoptères, Hyménoptères, etc.
- **Micro-organismes**

Les linéaires sont occupés à tous les niveaux de colonisation (sol, litière, humus, feuillage, tiges, hautes branches) et pour toutes les formes d'alimentation (détritivores, herbivores, granivores, insectivores, carnivores). Les espèces des haies ne sont généralement pas

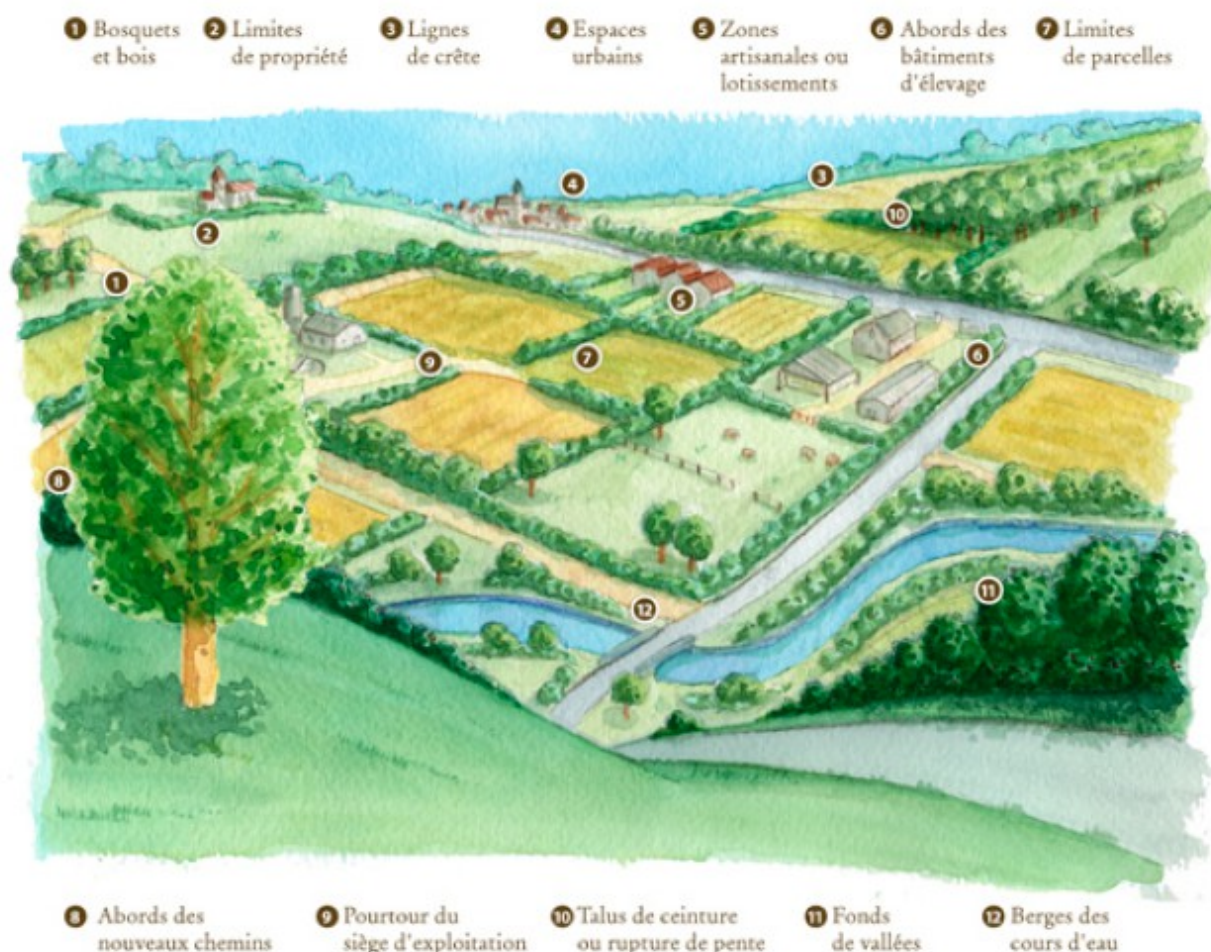


Fig.2 – Paysage identitaire des bocages (*Source : CG Calvados, Guide technique des haies*)

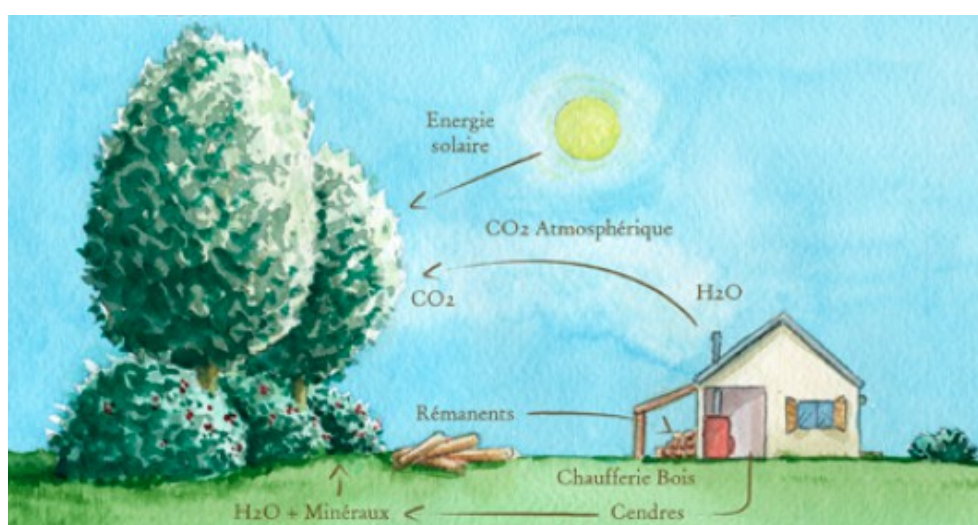


Fig.3 – La haie, une source d'énergie (*Source : CG Calvados, Guide technique des haies*)

spécifiques, car elles sont principalement liées aux milieux proches (Baudry, 2004). Cependant, il ne faut pas oublier la présence d'espèces inféodées au bocage, comme la Pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*), ou des espèces présentes dans de vieux arbres à cavités comme le Pique-prune (*Osmoderma eremita*) ou les chiroptères.

B2. En terme paysager

L'arbre et la haie jouent un rôle fondamental dans les paysages bas-normands. Rares sont ceux qui en sont dépourvus en dehors des bordures littorales dominées par le vent ou suivies de cordons dunaires aux sables instables et des prés-marais inondés l'hiver (Brunet et al., 2001). Les linéaires de haies sont des traits caractéristiques du paysage rural (**Figure 2**). C'est un paysage que l'Homme a façonné au cours des siècles, un trait culturel ancré dans le mode de vie normand. Ce qui amène à la caractérisation des bocages comme étant un paysage identitaire.

Le paysage bocager est un patrimoine naturel, apprécié pour son esthétisme. Cet esthétisme est appuyé par la dimension récréative qu'offre ce paysage avec des activités humaines comme la marche/course à pied, le cyclisme, la peinture, la photographie, etc. Le paysage bocager fait donc l'objet de certains vœux de conservation afin de le transmettre aux générations futures.

B3. En terme économique

Compartimentation et Abris

À l'origine édifié comme des exclos, le paysage bocager s'est, par la suite, transformé en enclos pour les animaux d'élevage. Mais les haies jouent aussi un rôle de protection contre l'ensoleillement (ombrage) et les précipitations pour le bétail.

Production de bois

Les linéaires de haies, suivant la rotation des strates ou le mode de traitement des arbres (arbres têtards), confèrent une production de bois de chauffage (**Figure 3**). Ce trait a longtemps été l'un des atouts principaux du maintien des haies. L'importance de ce rôle a évolué au cours du temps, par l'intensification de l'agriculture et l'utilisation d'énergies plus puissantes et peu onéreuses (pétrole). Aujourd'hui encore on relève un degré d'importance quasi-identique. On note tout de même un regain d'intérêt, dans les années 2000, de la part des politiques publiques pour les énergies renouvelables (Ex : *Subvention pour l'installation d'un poêle ou d'une chaudière à bois*).

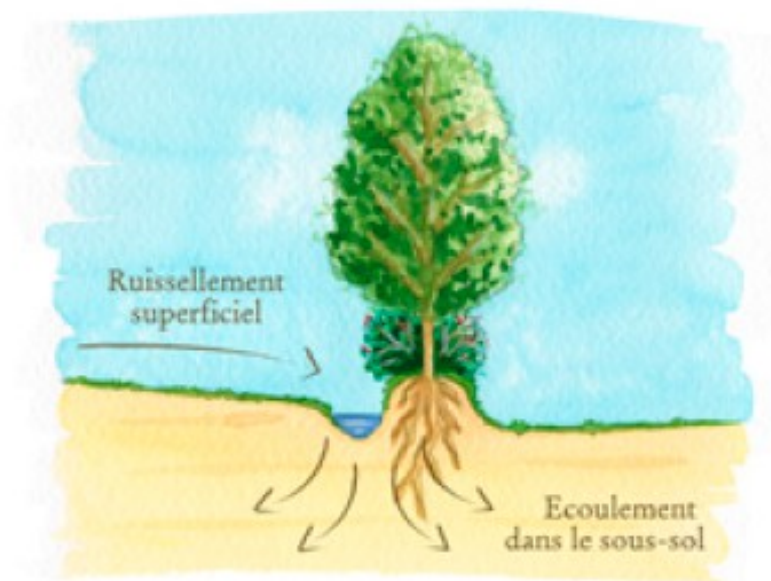


Fig. 4 – Régulation hydraulique de la haie (Source : CG Calvados, *Guide technique des haies*)

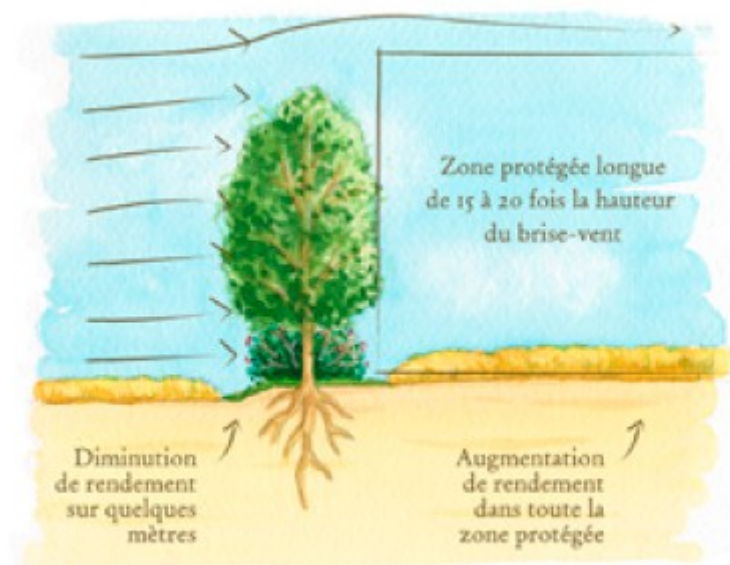


Fig.5 – Effet brise-vent de la haie (Source : CG Calvados, *Guide technique des haies*)

Régulation hydraulique

Le ruissellement des eaux de pluies sur les terres peut être un problème important en terme agricole et de qualité des eaux. En effet, le ruissellement d'eau de cultures peut conduire à des pollutions en pesticides dans les cours d'eau présents en fond de vallée. Le rendement agricole peut tout aussi être touché par une faible rétention d'eau dans le sol. Un effet rapide de ruissellement sur une croûte de battance aura conduit les eaux de pluie vers le plus proche cours d'eau, au lieu d'alimenter les besoins d'une plante. La présence de linéaires de haies dans les parcelles agricoles permet de palier à ces problèmes environnementaux (**Figure 4**).

Conservation des sols

Le rôle majeur des haies, exposé devant la profession agricole, a toujours été son rôle de lutte contre l'érosion des sols. L'écoulement des eaux peut conduire à l'érosion de la couche de terre cultivable, des glissements de terrain pouvant ravager des parcelles, victimes de leur trop grande taille, de leur localisation et leur degré de pente. L'enracinement des haies permet, pour lutter contre ce phénomène d'érosion, de stabiliser le sol et de limiter les écoulements d'eau (**Figure 4**).

Effet Brise-Vent

Selon les modes de traitement et les essences, la haie peut filtrer jusqu'à stopper net des courants d'air. Le caractère brise-vent d'une haie dépend de sa hauteur, des essences qui la compose et de sa densité. L'effet brise-vent est bénéfique pour les cultures sous de nombreux climats et quelle que soit leur structure (Baudry, 2003). De plus, l'effet des haies sur la production d'herbes permet aux plantes de garder leurs stomates ouvertes dans des conditions hydriques contraignantes (vent asséchant) (**Figure 5**).

C. Notion de fonctionnalité

Le bocage a pour fonction d'assurer la circulation des espèces, et le maintien d'équilibres entre celles-ci. Sur le plan hydrologique et hydraulique, la présence du bocage ralentit l'évacuation de l'eau vers les cours d'eau, limitant les inondations en aval et assurant le maintien de ressources en eau potable l'été dans les secteurs puisant dans les nappes superficielles (massif armoricain). Le milieu prairial représente une ressource alimentaire pour la faune (pollen, insectes, vers, etc.), aussi le bocage n'est-il pleinement fonctionnel qu'associé majoritairement à des prairies permanentes. Moins ces prairies reçoivent d'intrants (fertilisants et pesticides), plus leur potentiel écologique est fort. La richesse écologique bocagère est aussi liée aux milieux associés (mares, talus, fossés. Etc.)

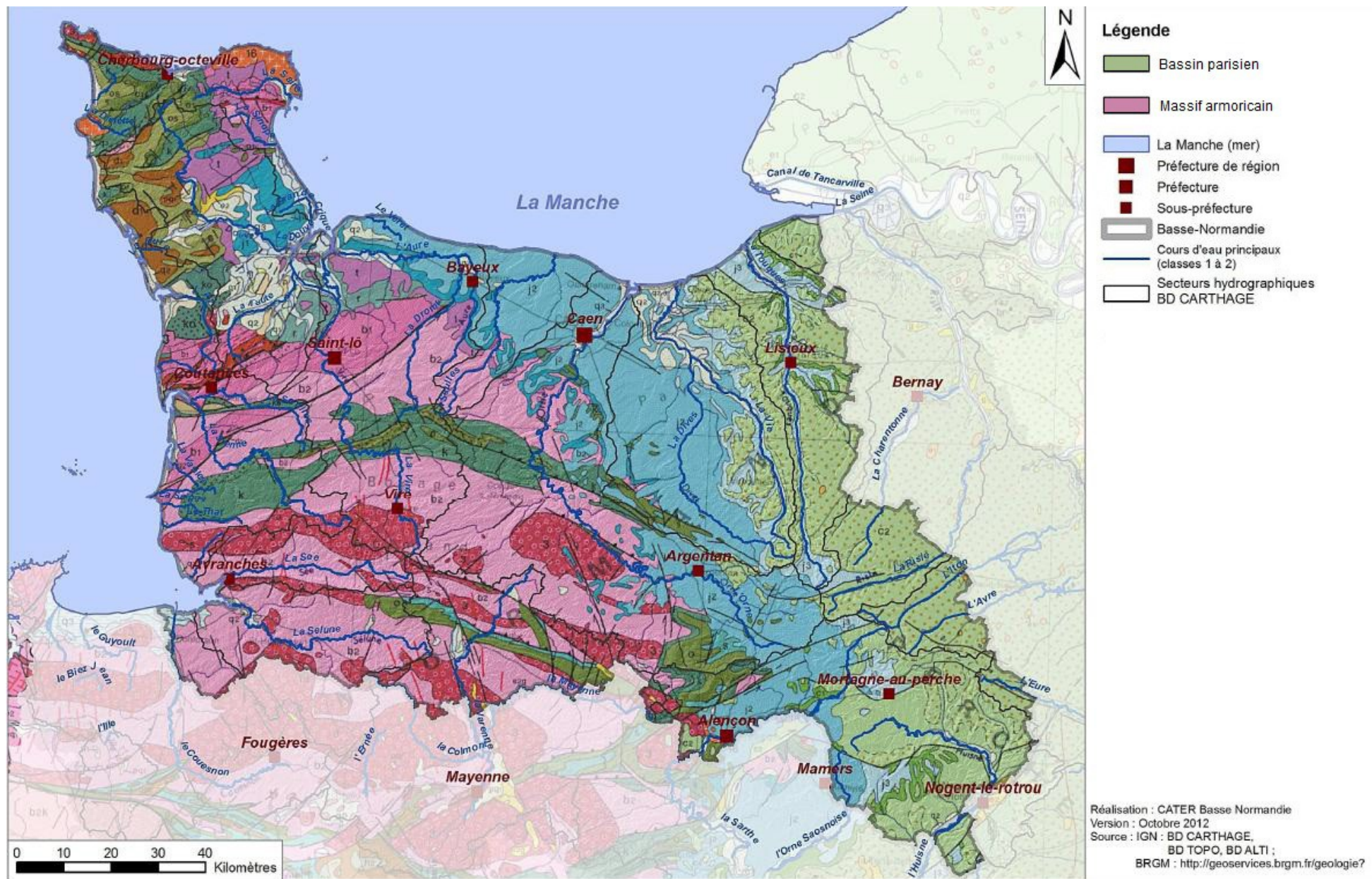


Fig.6 – Carte géologique de Basse-Normandie (Source : <http://geoservices.brgm.fr/geologie/>)

Les conditions de la fonctionnalité du bocage sont les suivantes :

- des haies en bon état, y compris au pied (entretien respectueux de la végétation herbacée), composées d'essences locales et variées, de plusieurs strates, avec des sujets d'âges différents. Plus elles comportent d'essences et de strates, plus les haies sont fonctionnelles.
- des haies localisées au bon endroit : en rebord de plateau, en bord de chemin, en bord de cours d'eau (ripisylve), perpendiculaires au sens de la pente (lutte contre l'érosion).
- des haies connectées : des mailles de 4 à 6 ha permettent de maintenir la fonctionnalité (sous la réserve de vérification des conditions précédentes)
- certaines sont remarquables : vieux arbres et/ou à cavités, arbres têtards, haies de part et d'autre d'un chemin creux, haies sur talus, bandes boisées (SRCE Basse-Normandie, décembre 2013).

3. La Basse-Normandie

L'appartenance de la Basse-Normandie au domaine biogéoclimatique « atlantique » lui procure des conditions écologiques (pluviométrie, température) favorables à la vitalité de la nature. De plus, la région se situe à cheval entre le bassin géologique parisien (teintes vertes) et le massif armoricain (teintes roses) (**Figure 6**). Ces caractéristiques géologiques, climatiques et écologiques permettent à la Basse-Normandie d'abriter une grande diversité de milieux et d'espèces (Évaluation environnementale du SRCE, décembre 2013). Cette diversité se résume en trois différents systèmes :

- un **système complet de cours d'eau et de zones humides**, développé et diffus (26 000 km de rivières et ruisseaux, 8,5 % de territoire en zones humides petites ou grandes) qui relie l'intérieur et le littoral.
- Un **système littoral important** (2e région française, avec 471 km de côtes, un marnage exceptionnel de 15 m, des estrans variés et parmi les plus étendus du monde).
- Un **système arboré très riche**, recelant des ensembles bocagers uniques en Europe (en moyenne 8 km de haies / km² et 46 % de surface agricole en prairie permanente).

La Basse-Normandie est la région française où le bocage est à la fois le plus diversifié et le plus étendu (4 % du territoire bas-normand contre une moyenne nationale de 2 %). On y distingue plusieurs types de bocage :

- le **bocage composé de hautes haies de chênes et de frênes** avec de grandes parcelles,



Fig.7 – Carte de délimitations des différents Pays de Basse-Normandie
(Source : <http://draaf.basse-normandie.agriculture.gouv.fr>)

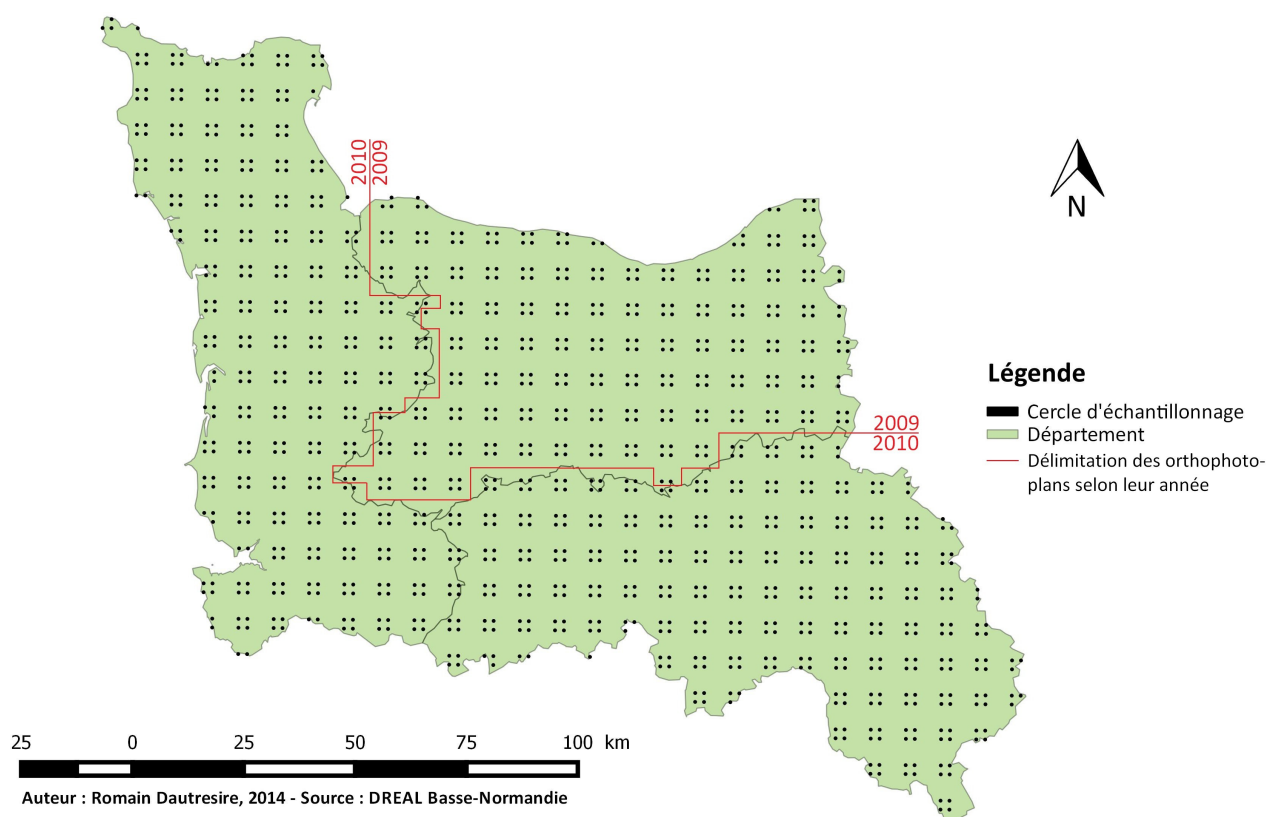


Fig.8 - Localisation des cercles d'échantillonnage

présent dans le bocage du Bessin (**Figure 7**).

- le **bocage très fermé**, typique du Clos du Cotentin (**Figure 7**) par exemple, aux haies sur talus clôturant de petites parcelles.
- Le **bocage « collinaire »** que l'on peut retrouver dans le Pays d'Auge émaillé de vergers (**Figure 7**).

La Basse-Normandie est aussi la région française dont le bocage est le plus dense, malgré une réduction notoire depuis les années 70 et la suppression de 2 700 km de haies par an en moyenne (Profil environnemental régional version provisoire, 2012).

II. Matériel et méthodes

1. La démarche globale

La mission de ce stage est la mise à jour d'indicateurs de la dynamique bocagère en Basse-Normandie. La démarche consiste à digitaliser les linéaires de haies sous logiciel de système d'information géographique (SIG) en s'appuyant sur des orthophotoplans¹ datant de 2009 et de 2010. Toute la Basse-Normandie ne pouvant être entièrement prospectée par souci de temps et de coût, l'estimation des haies est effectuée de manière statistique.

Un échantillonnage établi par Elise Vadaine, en 2002, permet d'analyser 1179 cercles de 300 m de rayon répartis régulièrement sur toute la région et par grappe de 4 (**Figure 8**). Le recensement des haies dans ses 1179 échantillons permet de caractériser l'état du réseau bocager par le calcul d'un indice linéaire et d'un indice de cohérence. L'évolution de ces deux indices est analysée à l'échelle régionale et départementale.

Les résultats statistiques sont ensuite extrapolés sur une carte régionale de Basse-Normandie, permettant la visualisation de l'état du maillage bocager sur la région et de façon plus pédagogique.

1 Photographies aériennes dont les déformations dues aux reliefs et à la perspective ont été corrigées.

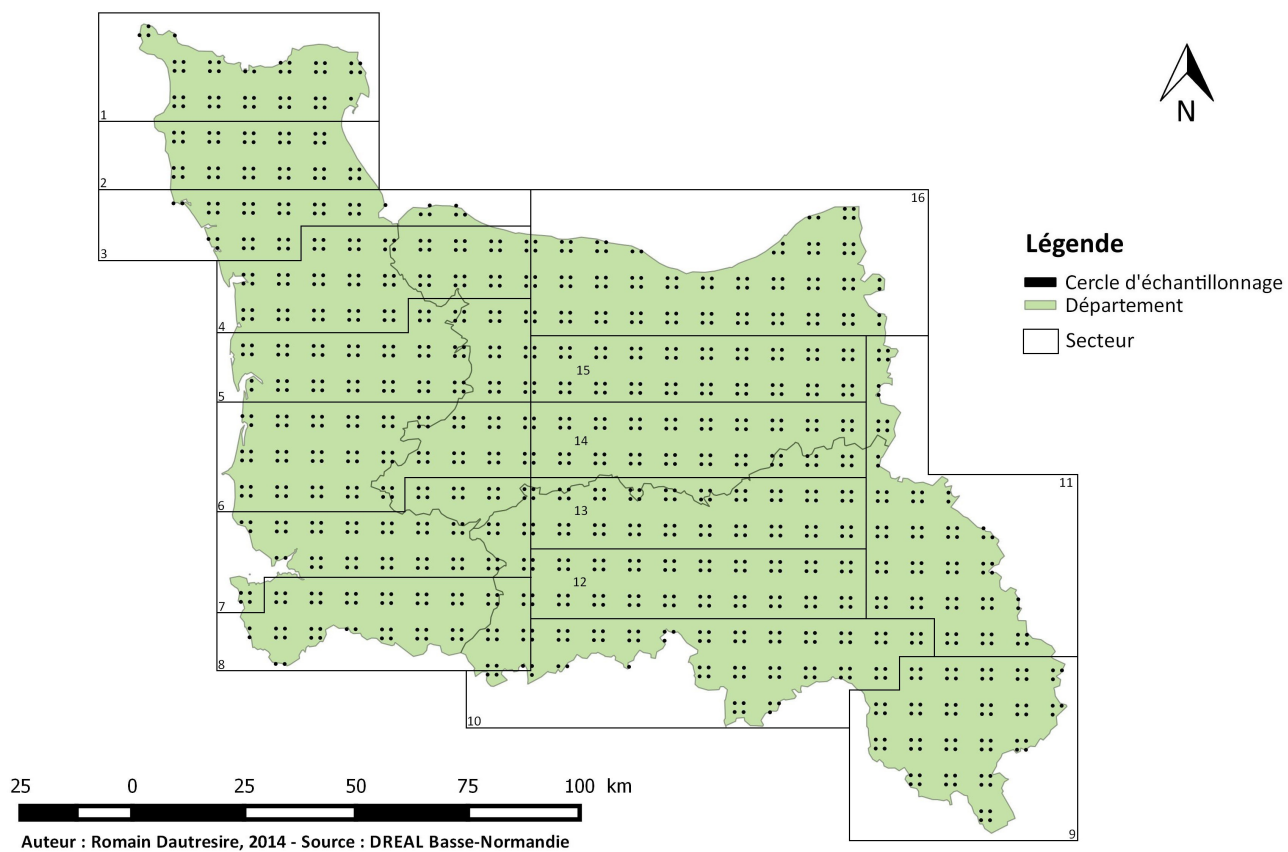


Fig.9 – Organisation de la digitalisation en 16 secteurs

2. Méthodologie

Étape 1 - Travail préparatoire

La digitalisation² des haies se fait sous logiciel SIG. Les systèmes d'information géographique (SIG) sont des logiciels de cartographie qui permettent la collecte, la gestion, la manipulation et l'affichage de données de terrain géoréférencées en vue de résoudre des problèmes d'aménagement et de gestion. Ces logiciels sont construits autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Un système de requêtes cartographiques adapté permet la conception des cartes et bases de données cartographiques.

À l'origine, l'étude s'effectuait sous le logiciel MapInfo. Le logiciel devenant obsolète et la circulaire du premier ministre du 19 septembre 2012 incitant à l'utilisation de logiciels libres, les services de l'État et plus particulièrement le MEDDE ont décidé d'utiliser le logiciel QGIS. De plus, la transition sur QGIS et la mise en place de la COVADIS a nécessité une actualisation du protocole de travail, à savoir :

- La revue de la nomination des champs par les normes COVADIS, une commission interministérielle qui a pour but de standardiser les données géographiques les plus fréquemment utilisées.
- La réduction du nombre de couches. Le protocole sur MapInfo comptait un nombre de couches important. De plus, beaucoup d'informations étaient redondantes d'une couche à une autre.

Étape 2 – Organisation du territoire

Le territoire de la région est divisé en 16 secteurs (**Figure 9**) pour établir un calendrier de digitalisation des haies. Chaque secteur compte généralement 80 cercles d'échantillonnage et représente une journée de travail.

Les orthophotoplans à disposition ne sont pas tous de la même année. Les photos aériennes du département du Calvados (14) datent de 2009, et celles des départements de la Manche (50) et de l'Orne (61) datent de 2010. Afin d'avoir l'estimation des linéaires de haies la plus récente possible, le travail a commencé par les orthophotoplans de 2010. Cela a permis de minimiser les données datant de 2009 sur le département du Calvados (**Figure 8**).

² En géomatique, la digitalisation est un processus consistant à transformer les informations contenues sur un document graphique en données vectorielles (lignes, points, polygones).

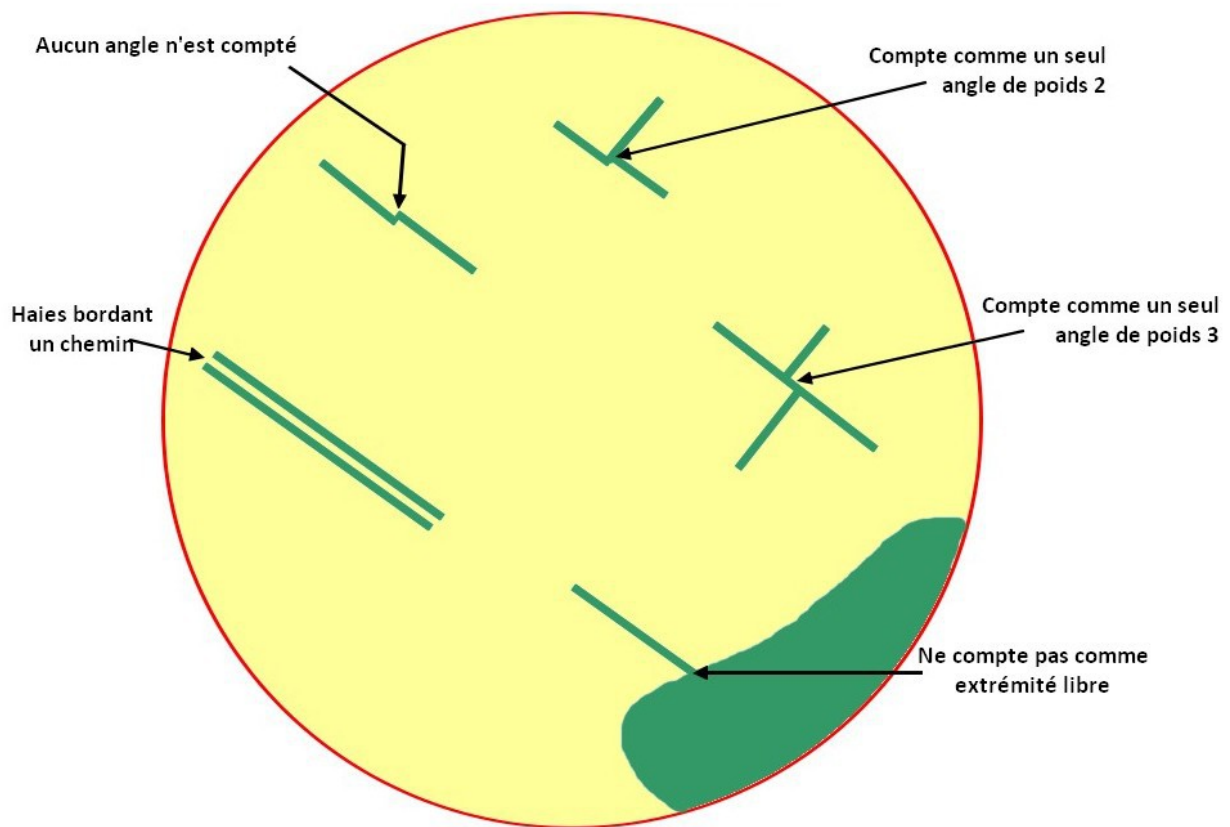


Fig.10 – Règles de photo-interprétation

Étape 3 – Digitalisation des linéaires

Les couches SIG revues et le travail sur le territoire organisé, la digitalisation des haies par photo-interprétation peut commencer sur la couche *L_BOCAGE_HAIES_L_2010_R25.shp*. Elle doit être réalisée aussi rigoureusement que possible. La subjectivité de l'opérateur rentrant en ligne de compte, des règles de photo-interprétation ont été fixées pour que les haies soient recensées de la même façon que les années précédentes. Le travail d'Elise Vadaine en 2002 prévoyait en effet la poursuite de l'étude et l'utilisation du protocole par différentes personnes.

Les règles de photo-interprétation sont les suivantes (Figure 10) :

- Ne sont comptées que les formations linéaires visibles à la photo-interprétation : de longueur supérieure à 20 m.
- Considérer un seul segment de haie s'il n'y pas d'interruption de plus de 20 m.
- Un angle dans une haie est considéré comme une intersection lorsqu'il est inférieur à 135°.
- Une intersection ne pouvant être considérée comme le vestige d'un réseau bocager ancien n'est pas comptabilisée. *Ex : La plupart des méandres de cours d'eau ; Haie formant un virage et non un angle, etc.*
- Les intersections consécutives sont dissociées si elles sont distantes de plus de 20 m. Dans le cas contraire, elles sont confondues.
- Les lisières de bois ne sont pas comptabilisées. En revanche, on recense les haies en périphérie des bois et des fourrés, qui sont visibles et bien distinctes.
- N'est pas comptée comme extrémité libre une haie aboutissant sur un bois ou une forêt.
- Deux haies parallèles qui bordent une route ou un chemin sont relevées individuellement lorsqu'elles sont visibles toutes les deux.

Le protocole devant reposer sur une digitalisation de qualité et s'adapter au passage de QGIS, des règles de digitalisation se sont ajoutées aux règles de photo-interprétation :

- La digitalisation est effectuée selon un modèle topologique et d'accrochage. Elle permet de joindre des lignes entre-elles. Cela va permettre de déterminer les intersections et le calcul de l'indice de cohérence.

Menu > Préférences > Options d'accrochage

*Sélectionner la couche *L_BOCAGE_HAIES_L_2010_L_R25.shp* recueillant les haies.*

Cocher « Activer l'édition topologique ».

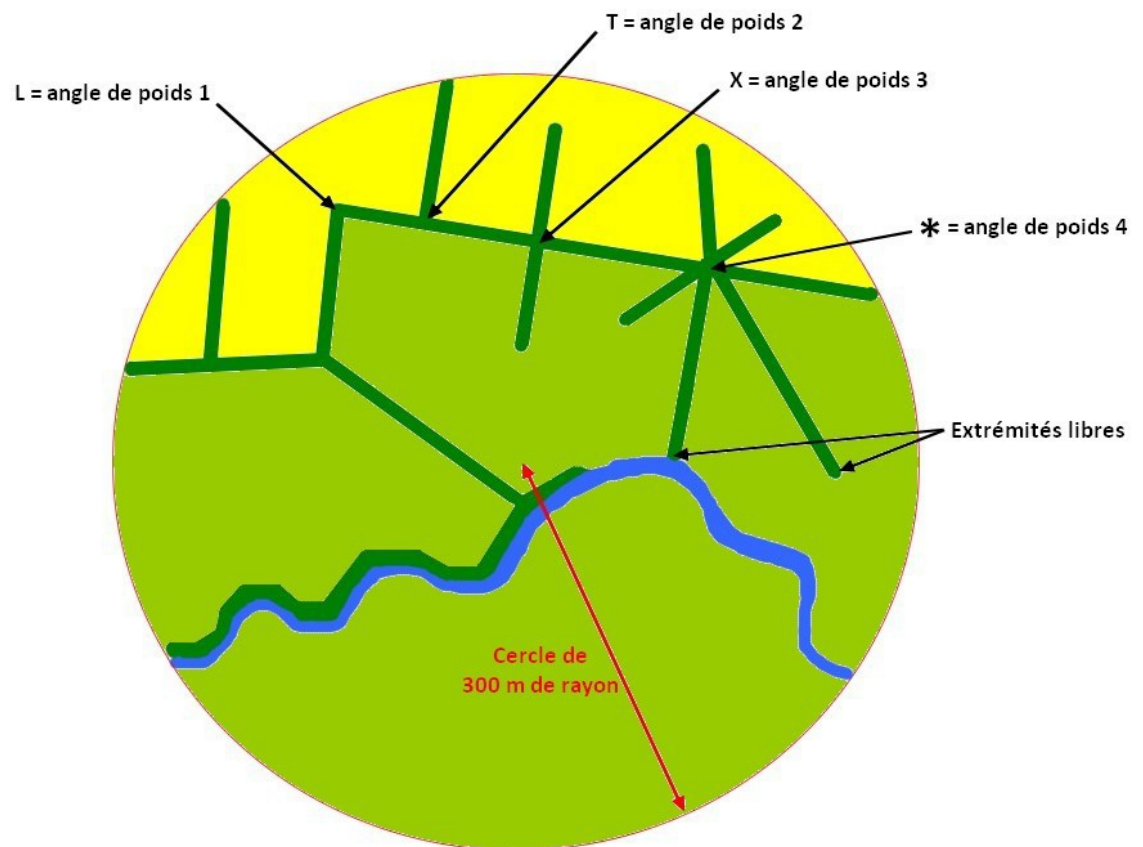


Fig. 11 – Détermination du poids de chaque connexion

Cocher « Activer l'accrochage sur les intersections ».

Indiquer une tolérance de 12.

- La table attributaire de la couche recueillant tous les linéaires est vidée de tous ses champs pendant le recensement des haies. Les informations de chaque haie, de chaque cercle, est renseigné à la fin de la digitalisation. Cela permet un gain de temps pendant la digitalisation.
- Les couches vectorielles localisant les intersections (angle2006.tab) et les extrémités (xtremite2006.tab) des linéaires de haies n'ont pas été reproduites dans cette année d'étude. Néanmoins, indispensables au calcul de l'indice de cohérence, ces couches ont été remplacées par une extraction de nœuds qui fait paraître les connexions entre les haies.
- Les haies connectées aux espaces boisés sont marquées par un ajout d'une ou deux lignes. Ces lignes sont de la plus petite taille possible pour éviter de surestimer les linéaires de haies présents dans un cercle d'échantillonnage, et démontrent la structure du maillage :
 - > Deux lignes sont ajoutées à une extrémité de haie reliée à une forêt.
 - Une ligne est ajoutée à une extrémité de haie reliée à un bois.

Le choix de cette distinction est justifié par l'étendue de l'espace boisé et à sa capacité de dispersion dans le territoire.

Étape 4 – Détermination du poids des angles

Chaque intersection représente une importance dans la structure du maillage bocager. Toutes les intersections n'ont cependant pas le même poids, car elles font rentrer un nombre différent de haies. Appelées angles dans le rapport d'Elise Vadaine, les intersections sont toutes recensées. Cette détermination est très importante, puisqu'elle rentre dans le calcul de l'indice de cohérence. A chaque angle est associé un « poids » (**Figure 11**) qui dépend du nombre de branches constituant l'intersection :

- **Angle de poids 1** : intersection de 2 haies.
- **Angle de poids 2** : intersection de 3 haies.
- **Angle de poids 3** : intersection de 4 haies.
- **Angle de poids 4** : intersection de plus de 4 haies.

Pour déterminer le poids de chaque angle, on procède à deux opérations successives : une extraction de nœuds et un tampon d'union :

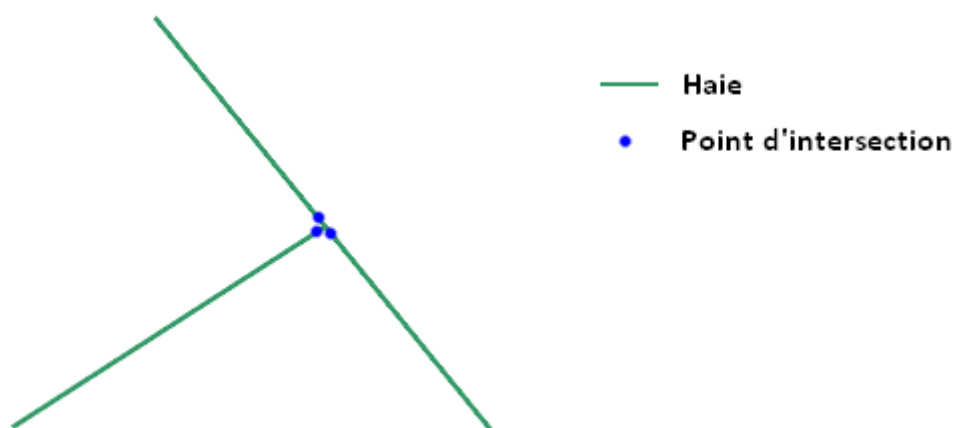


Fig.12 – Principe de l'extraction de nœuds

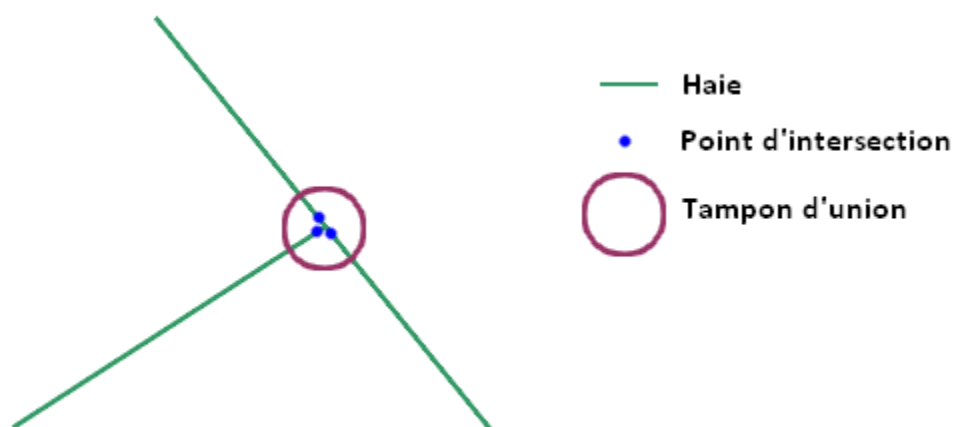


Fig.13 – Principe du tampon d'union

L'extraction de noeuds

Menu > Vecteur > Outils de géométrie > Extraction de nœuds.

Couche : L_BOCAGE_HAIES_2010_L_R25.shp

Shapefile de sortie : L_EXTRACT_NOEUDS_2010_P_R25.shp

Explication : Cette opération va permettre de faire apparaître chaque intersection par la visualisation d'un point. L'extraction conduit à la production d'un point par haie concernée pour chaque intersection (**Figure 12**).

Le tampon d'union

Menu > Vecteur > Outils de géoréférencement > Tampon(s)

Distance tampon : 1 m

Cocher « Union des résultats sur tampon »

Couche : L_EXTRACT_NOEUDS_2010_P_R25.shp

Shapefile de sortie : L_UNION_NOEUDS_2010_P_R25.shp

Explication : Un point est produit par haie et par intersection. Ce qui conduit à des superpositions de points pour une seule et même intersection. Afin d'obtenir le nombre de haies se croisant dans une intersection, on réalise une seconde opération : un tampon d'union. C'est une surface qui englobe les différents points d'intersection (**Figure 13**) dans un rayon d'un mètre. On détermine ainsi le nombre de haies se croisant pour chaque intersection. L'attribution du poids de chaque intersection (angle) se fait ensuite par la création d'un nouveau champ. On calcule le Poids = Nombre de haies se croisant dans l'intersection – 1.

Étape 5 – Calcul des indices

Cette étude utilise un moyen de caractériser le maillage bocager, sans porter de jugement de valeur. Ce protocole estimant l'état d'un maillage bocager ne renseigne pas sur la qualité des linéaires de haies : nombre de strates, hauteur des arbres, essences, occupation du sol avoisinante, etc. Le calcul de deux indices permet simplement, mais objectivement, de caractériser l'état du bocage en Basse-Normandie en 2010.

Préalablement, on joint la couche des cercles (*L_BOCAGE_CERCLES_2010_S_R25.shp*) avec la couche des haies (*L_BOCAGE_HAIES_2010_L_R25.shp*). On obtient ainsi la couche définitive (*L_BOCAGE_INDICES_2010_S_R25.shp*) que l'on va enrichir de nouveaux champs pour calculer nos deux indices :

L'indice linéaire I(Li)

Il caractérise la longueur de haies du bocage. Les données brutes dont nous disposons sont les longueurs de haies, en mètres, comprises dans les cercles.

$$I(Li) = \frac{\sum L_j}{\sum S_j}$$

L_j : Longueur totale de haies comprises dans le cercle j en km
 S_j : Surface du cercle j en km²

La détermination de l'indice débute par la somme de toutes les longueurs de haies contenues dans chaque cercle d'échantillonnage. Un tableau croisé dynamique, sous Excel ou Calc, permet d'ouvrir les données de la couche des haies et de sommer toutes les longueurs de haies contenues dans un cercle.

Puis, sur la couche, on crée le nouveau champ IND_LIN. Dans la calculatrice de champ, on entre la formule :

"LG_H_CERCL" / (\$area/1000000)

Cette formule est la formule appliquée de I(Li) et est exprimé en km de haies par km².

Enfin, une interpolation est exécutée pour produire la carte de l'indice linéaire avec un gradient de couleur vert.

Menu > Raster > Interpolation > Interpolation

Méthode d'interpolation : Pondération par Distance Inverse (IDW)

Taille de la cellule en X : 250 m

Taille de la cellule en Y : 250 m

Fichier de sortie : L_BOCAGE_INDLIN_2010_S_R25.tif

L'indice de cohérence I(Co)

Il est basé sur un rapport établi entre le nombre d'extrémités libres et le nombre de connexions entre les haies. La méthode repose sur le comptage des extrémités libres E et des angles (intersections de haies). À chaque angle est associé un « poids » P qui, pour rappel, dépend du nombre de branches constituant l'intersection.

$$I(Co) = \frac{\sum A_j}{\sum A_j + \sum E_j} \times 100$$

A_j : Somme des angles affectés de leur poids dans le cercle j
 $A_j = 1w + 2x + 3y + 4z$
w : nombre d'angles de poids 1
x : nombre d'angles de poids 2
y : nombre d'angles de poids 3
z : nombre d'angles de poids 4

E_j : Nombre d'extrémités libres dans le cercle j

Le calcul de l'indice de cohérence nécessite une extraction de nœuds et la mise en place d'un tampon d'union (**Etape 4**).

La sortie des données est ensuite retraitée dans un tableau croisé dynamique sous Excel ou Calc. Afin de déterminer le nombre d'angles de chaque type, dans chaque cercle.

Enfin, une interpolation est exécutée pour produire la carte de l'indice de cohérence avec un gradient de couleur rouge.

Menu > Raster > Interpolation > Interpolation

Méthode d'interpolation : Pondération par Distance Inverse (IDW)

Taille de la cellule en X : 250 m

Taille de la cellule en Y : 250 m

Fichier de sortie : L_BOCAGE_INDCOH_2010_S_R25.tif

Tab.I – Statistiques des linéaires de haies.

		1972	1984	1998	2006	2010
Calcul I(Li)						
Total linéaire	km	4234,50	3539,20	2617,80	2433,66	2297,30
Surface cercles	km ²	329,30	329,30	329,30	329,30	329,30
Indice linéaire	km/km²	12,86	10,75	7,95	7,39	6,98
Perte	km/km ²	0,00	2,11	2,80	0,56	0,41
Perte régionale	km	0,00	37138,27	49215,02	9835,53	7283,44
Perte régionale par an	km		3094,86	3515,36	1229,44	1820,86
Restant depuis 1972	%	100,00	83,58	61,82	57,47	54,25
Perte depuis 1972	%	0,00	16,42	38,18	42,53	45,75
Vitesse de perte	%		16,42	21,76	4,35	3,22

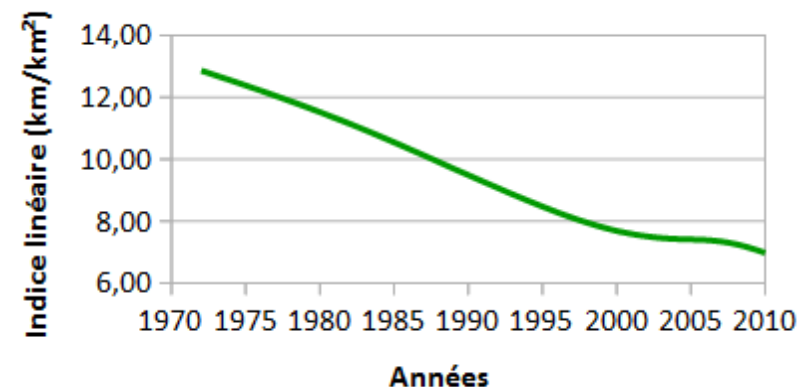


Fig.14 - Indice linéaire régionale au cours du temps

Tab.II – Statistiques de la cohérence des haies.

		1972	1984	1998	2006	2010
Calcul I(Co)						
Nb d'extrémités		10331	11767	11692	13979	42847
E		10331	11767	11692	13979	42847
Nb d'angles de poids 1		9906	8968	6881	6932	6986
Nb d'angles de poids 2		19885	14616	8135	6476	5969
Nb d'angles de poids 3		1626	979	558	329	380
Nb d'angles de poids 4		21	11	4	1	6
A		54638	41181	24841	20875	20088
Indice de cohérence	%	84,10	77,78	68,00	59,89	31,92
Perte	%	0,00	6,32	9,78	8,10	27,97
Restant depuis 1972	%	100,00	92,48	80,85	71,22	37,95
Perte depuis 1972	%	0,00	7,52	19,15	28,78	62,05
Vitesse de perte	%		7,52	11,63	9,64	33,26

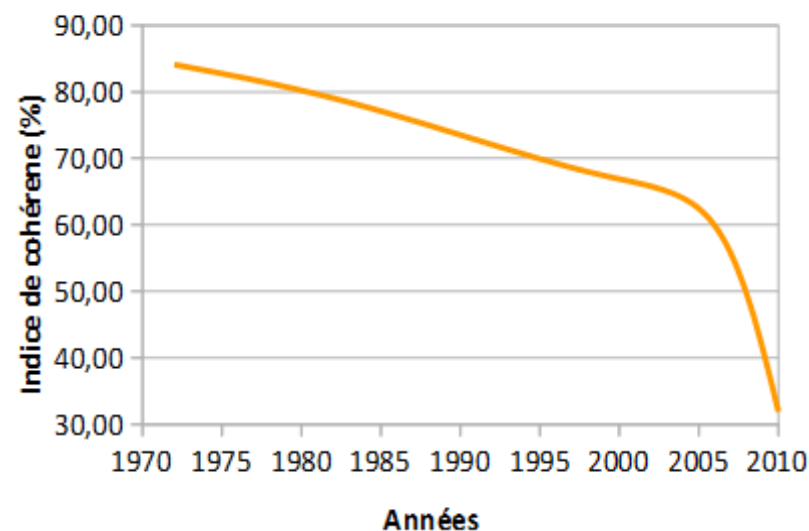


Fig.15 - Indice de cohérence régionale au cours du temps

III. Résultats

Analyse régionale

Indice linéaire

Rappel : La densité d'un réseau de haies jugée satisfaisante est de 10km/km².

À échelle régionale, le linéaire de haie a largement régressé. Cette régression a connu une forte croissance de 1972 à 1998, et a ensuite ralenti (**Figure 14**). Les résultats de 2010 valident cette tendance. Les linéaires de haies continuent de décroître, mais le degré de perte reste faible. Il a par ailleurs diminué pour la période 2006-2010 (3,22 %) par rapport à la période 1998-2006 (4,35 %). La perte des linéaires est estimée aujourd'hui de l'ordre de 45 % (**Tableau I**), ce qui signifie que la moitié des haies depuis 1972 ont disparus. Le linéaire total perdu reste impressionnant : on évalue une suppression de 1820 km de haies par an sur l'ensemble de la région.

Indice de cohérence

Rappel : Plus l'indice de cohérence tend vers 100%, plus le maillage bocager est structuré.

Depuis 1972, le maillage bocager en Basse-Normandie a perdu 62% de sa cohérence (**Tableau II**). La perte des connexions entre les haies était variable selon les années. La période entre 1998 et 2006 paraissait encourageante en raison du ralentissement de la perte de l'indice de cohérence. L'année 2010 ne confirme pas cette tendance et enregistre la plus grande disparition de connectivités depuis 1972 (**Figure 15**).

Tab. III – Estimation de la densité de haies dans le département du Calvados (14)

		1972	1984	1998	2006	2010
Calcul I(Li)						
Total linéaire	km	1091,70	927,10	679,30	640,76	624,18
Surface cercles	km ²	102,90	102,90	102,90	102,90	102,90
Indice linéaire	km/km²	10,61	9,01	6,60	6,23	6,07
Perte	km/km ²	0,00	1,60	2,41	0,37	0,16
Perte départementale	km	0,00	8874,64	13360,49	2077,94	893,93
Perte départementale par an	km		739,55	954,32	259,74	223,48
Restant depuis 1972	%	100,00	84,92	62,22	58,69	57,18
Perte depuis 1972	%	0,00	15,08	37,78	41,31	42,82
Vitesse de perte	%		15,08	22,70	3,53	1,52

Tab. IV – Estimation de la densité de haies dans le département de la Manche (50)

		1972	1984	1998	2006	2010
Calcul I(Li)						
Total linéaire	km	1964,10	1671,70	1184,30	1114,87	1062,97
Surface cercles	km ²	112,10	112,10	112,10	112,10	112,10
Indice linéaire	km/km²	17,52	14,91	10,56	9,95	9,48
Perte	km/km ²	0,00	2,61	4,35	0,62	0,46
Perte départementale	km	0,00	15488,59	25817,85	3677,75	2749,17
Perte départementale par an	km		1290,72	1844,13	459,72	687,29
Restant depuis 1972	%	100,00	85,11	60,30	56,76	54,12
Perte depuis 1972	%	0,00	14,89	39,70	43,24	45,88
Vitesse de perte	%		14,89	24,82	3,53	2,64

Tab. V – Estimation de la densité de haies dans le département de l'Orne (61)

		1972	1984	1998	2006	2010
Calcul I(Li)						
Total linéaire	km	1178,70	940,40	754,20	678,03	610,15
Surface cercles	km ²	114,30	114,30	114,30	114,30	114,30
Indice linéaire	km/km²	10,31	8,23	6,60	5,93	5,34
Perte	km/km ²	0,00	2,08	1,63	0,67	0,59
Perte départementale	km	0,00	12723,93	9942,07	4067,06	3624,42
Perte départementale par an	km		1060,33	710,15	508,38	906,11
Restant depuis 1972	%	100,00	79,78	63,99	57,52	51,76
Perte depuis 1972	%	0,00	20,22	36,01	42,48	48,24
Vitesse de perte	%		20,22	15,80	6,46	5,76

Analyse départementale

Indice linéaire

Au cours des 40 dernières années, les linéaires de haies ont constamment diminué, malgré un ralentissement remarqué depuis 1998. Les résultats de l'orthophotoplan de 2010 confortent la tendance ressentie depuis 1998 sur les trois départements composant la région bas-normande.

Le département de la Manche présente la plus forte densité de haies (9,48 km/km²) en comparaison des deux autres territoires bas-normands (**Tableau IV**). Ce constat est valide depuis le début de l'étude. Entre 2006 et 2010, la Manche a néanmoins perdu 687 km de haies par an.

L'Orne montre à l'inverse les statistiques les plus faibles des 3 départements depuis 1972 (**Tableau V**). Une légère exception existe en 1998, avec un indice linéaire de 6,60 km/km² égal à celui du Calvados. De plus, l'Orne est le département ayant enregistré la plus forte disparition de haies pour l'année 2010, avec 906 km de haies perdues par an. Ce département est aujourd'hui le moins bocager de Basse-Normandie.

Enfin les indices linéaires pour le département du Calvados se situent entre ceux du département de la Manche et du département de l'Orne (**Tableau III**). Il est important de souligner qu'il s'agit du département pour lequel l'érosion a été la moins forte depuis 2006, avec une diminution de la densité bocagère de 223 km par an.

Tab. VI – Estimation de la cohérence des haies dans le département du Calvados (14)

	1972	1984	1998	2006	2010
Calcul I(Co)					
Nb d'extrémités	2608	3148	2955	3599	11104
E	2608	3148	2955	3599	11104
Nb d'angles de poids 1	2373	2225	1666	1660	1666
Nb d'angles de poids 2	4321	3172	1750	1363	1415
Nb d'angles de poids 3	304	206	120	67	122
Nb d'angles de poids 4	9	6	2	0	0
A	11963	9211	5534	4587	4862
Indice de cohérence %	82,10	74,53	65,19	56,03	30,45
Perte d'année en année %	0,00	7,57	9,34	9,16	25,58
Vitesse de perte %		7,57	1,77	-0,18	16,43

Tab. VII – Estimation de la cohérence des haies dans le département de la Manche (50)

	1972	1984	1998	2006	2010
Calcul I(Co)					
Nb d'extrémités	4382	4893	5271	6288	18653
E	4382	4893	5271	6288	18653
Nb d'angles de poids 1	4454	4079	3140	3332	3374
Nb d'angles de poids 2	11193	8670	4652	3752	3311
Nb d'angles de poids 3	1036	594	344	205	206
Nb d'angles de poids 4	10	4	1	0	4
A	29988	23217	13480	11451	10630
Indice de cohérence %	87,25	82,59	71,89	64,55	36,30
Perte %	0,00	4,66	10,70	7,34	28,25
Vitesse de perte %		4,66	6,05	-3,37	20,91

Tab. VIII – Estimation de la cohérence des haies dans le département de l'Orne (61)

	1972	1984	1998	2006	2010
Calcul I(Co)					
Nb d'extrémités	3341	3726	3466	4092	13090
E	3341	3726	3466	4092	13090
Nb d'angles de poids 1	3079	2664	2075	1940	1946
Nb d'angles de poids 2	4371	2774	1733	1361	1243
Nb d'angles de poids 3	286	179	94	57	52
Nb d'angles de poids 4	2	1	1	1	2
A	12687	8753	5827	4837	4596
Indice de cohérence %	79,16	70,14	62,70	54,17	25,99
Perte %	0,00	9,01	7,44	8,53	28,19
Vitesse de perte %		9,01	-1,57	1,09	19,65

Indice de cohérence

De manière générale, les indices de cohérence des trois départements ont véritablement chuté. Les années précédentes, la perte concernant l'indice de cohérence était de 8% en moyenne. Cette étude 2010 voit une perte évaluée à 27% en moyenne.

En parallèle avec les résultats sur l'indice linéaire, la Manche présente le plus fort indice de cohérence (36,30 %) en comparaison des deux autres territoires bas-normands (**Tableau VII**) en 2010, et depuis 1972. Néanmoins, avec 28,25 % de perte entre 2006 et 2010, le département de la Manche est celui qui a perdu le plus de connectivité entre ses haies.

Avec une cohérence de 25,99 %, l'Orne est le département dont le bocage est le plus morcelé, et ce depuis 1972 (**Tableau VIII**). Il en résulte que le réseau de haies dans l'Orne est le moins structuré de Basse-Normandie.

Enfin les indices de cohérence pour le département du Calvados se situent entre ceux du département de la Manche et du département de l'Orne (**Tableau VI**). Le Calvados est le département qui a conservé le plus de connexions à travers son réseau de haies avec une perte entre 2006 et 2010 de 25,58 % contre 28,25 % pour la Manche et 28,19 % pour l'Orne.

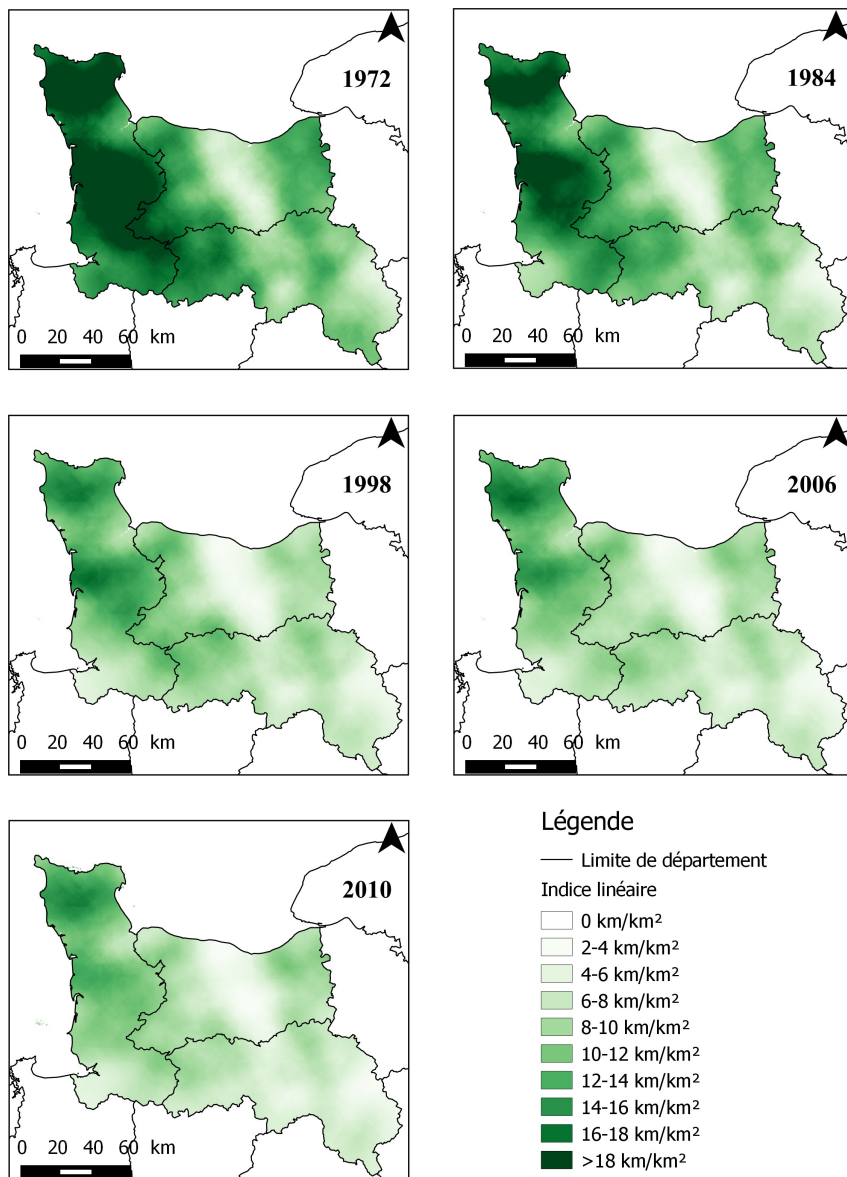


Fig.16 - Analyse statistique de densité de haies

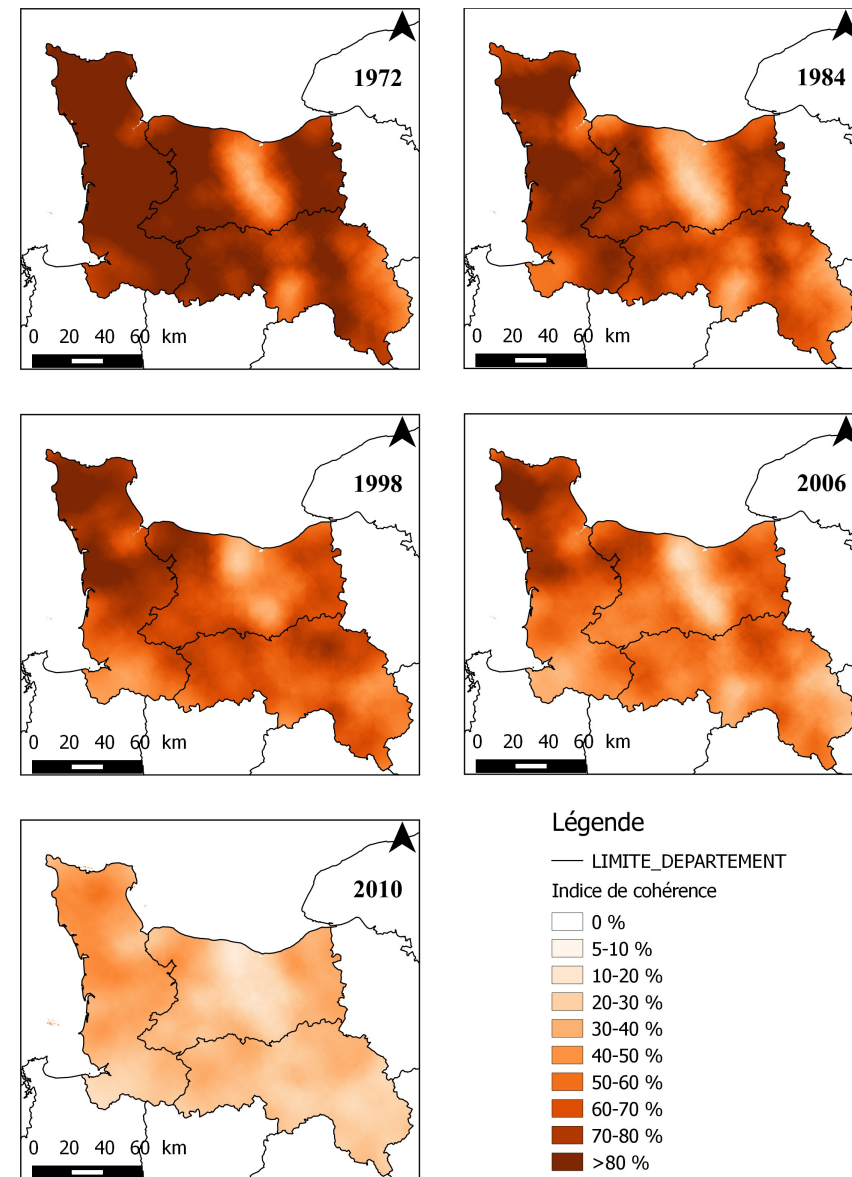


Fig.17 - Analyse statistique de cohérence bocagère

Cartographie de la dynamique bocagère

Le calcul des indices linéaires et des indices de cohérence ont permis non seulement une appréciation quantitative du bocage bas-normand mais aussi la production de cartes. Ces dernières ont pour objectif d'être plus explicites que les tableaux de résultats et montrent les tendances d'évolution du bocage (voir **Figures 16 et 17**).

Ces cartes n'ont pas pour vocation de discriminer finement les territoires où l'on pourrait qualifier le bocage comme étant en déclin. La maille d'échantillonnage, définie en 2002, a été établie pour l'estimation de l'état de conservation du bocage soit fiable pour des territoires de plus de 2000 km². Ainsi, l'emploi de ces cartes n'est correctement adaptée que pour des territoires de la taille d'un grand Pays ou d'un département. Le but principal des deux rendus cartographiques est d'observer l'évolution générale de la dynamique bocagère sur l'ensemble de la région.

IV. DISCUSSION

Au cours des dernières décennies, sous l'influence de nouvelles pratiques agricoles, le bocage a été progressivement déstructuré. De plus, la surface de prairies permanentes a diminué au profit de plus grandes parcelles cultivées. Les prairies permanentes représentaient 80% de la SAU en 1970 contre 46% en 2006 (Évaluation environnementale du SRCE – CRBN).

Concernant l'indice linéaire, le ralentissement de sa régression a été confirmée. A priori, le département du Calvados est jugé spontanément le moins bocager de Basse-Normandie, à cause de l'image de la plaine de Caen dominée par les cultures. Pourtant ce territoire compense cette zone de vide par des zones plus riches en bocage, comme dans le Pays d'Auge (**Figure 7**).

Au niveau de l'indice de cohérence, l'année 2010 marque une chute énorme des pourcentages. Ceci s'explique en partie un changement opéré sur le protocole. En effet, les haies séparées de moins de 20 m étaient considérées comme connectées, sans prendre en compte l'occupation du sol, notamment le réseau routier. Ainsi, il n'était pas rare de voir des haies connectées alors qu'elles étaient séparées par des routes importantes (départementales, nationales, voire autoroutes) les années d'étude précédentes. Jugeant que le réseau ne pouvait être connecté dans ces conditions (d'autant que la distance était proche de la limite des 20 mètres), seules quelques départementales et routes de campagnes étaient estimées comme non nuisibles à la cohérence des haies. Néanmoins, cette baisse des indices de cohérence s'explique principalement par la poursuite des arrachages de haies ponctuels.

Par ailleurs, en s'intéressant de plus près au département de l'Orne, on s'aperçoit que ces indices linéaires et de cohérence sont les plus faibles. Néanmoins, en comparaison avec le département du Calvados, on observe un réseau de haies mieux réparti sur l'ensemble du territoire. La question est donc de savoir : est-il plus intéressant d'avoir des zones plus réduites et très bocagères ou un territoire plus vaste avec une densité plus faible ?

Enfin, le département de la Manche reste le territoire le plus bocager de Basse-Normandie et de France, avec néanmoins une baisse constante des indices linéaires et de cohérence.

CONCLUSION

L'existence du bocage, milieu et paysage typique de Basse-Normandie, est hautement dépendante de sa gestion par l'Homme qui l'a façonné. Le maintien de ces services dépend du bon état de conservation du maillage bocager.

Les résultats de cette étude viennent conforter les orientations du Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE). Ce dernier a défini des zones d'action prioritaire reliant le massif armoricain et le bassin parisien (**Figure 6**). Enfin, la préservation du bocage qu'il recommande est le maintien de haies connectées, quitte à voir le maillage s'élargir en raison de l'évolution des pratiques agricoles.

La problématique du bocage est un fort enjeu régional. Pour qu'elle soit davantage prise en compte, une digitalisation complète de la région Basse-Normandie serait à envisager, voyant que l'échantillonnage ne permet pas une analyse locale de l'état bocager. L'intérêt de ce travail mettrait à disposition aux communes et aux communautés de communes leurs réseaux de haies. Les communes pourraient ainsi davantage protéger leur bocage en les insérant dans leurs Plans Locaux d'Urbanisme (PLU).

Références bibliographiques

- ◆ Barr CJ, Gillespie MK (1999). Estimating hedgerow length and pattern characteristics in Great Britain using Countryside Survey data. Hedgerow Conservation: Policy, Protection and Evaluation Meeting. Vol.60 : pp. 23-32
- ◆ Baudry J, Jouin A (2003). De la haie aux bocages. Organisation, dynamique et gestion. 435 p.
- ◆ Brunet P, Girardin P (2001). Inventaire régional des paysages de Basse-Normandie, Tome 1. 323 p.
- ◆ Chen S (2010). Quantifying Landscape Connectivity: A GIS-based Approach. World Academy of Science, Engineering and Technology Vol.46
- ◆ Conseil Régional de Basse-Normandie (2013) – Schéma régional de Cohérence Écologique de Basse-Normandie : Diagnostic du territoire et identification des enjeux régionaux relatifs aux continuités écologiques. 160 pages
- ◆ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Basse-Normandie (2012) – Profil environnemental régional, Composante Biodiversité, version provisoire 2012.
- ◆ Geosignal (2010). Analyse statistique de la dynamique bocagère en Basse-Normandie à partir de l'orthophoto-plan de 2006. 21 pages
- ◆ Initiatives Durables RCT (2012). Évaluation environnementale du Schéma Régional de Cohérence Ecologique de Basse-Normandie. 288 pages
- ◆ Mondolfo T. (Sept., 1985). Les indicateurs de l'état et de l'évolution du bocage. 62 pages
- ◆ Parc naturel régional Normandie-Maine (2008). Charte 2008-2020 Parc naturel régional Normandie-Maine. 146 pages.
- ◆ Taylor PD, Fahrig L, Henein K, Merriam G. (Dec., 1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. Oikos Vol.68 : pp. 571–573.
- ◆ Vadaine E (2002). Appréciation quantitative de l'évolution du paysage bocager – Mise au point d'un indicateur de la dynamique bocagère. 65 pages

Références internet

- ◆ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Basse-Normandie, consulté en avril 2014
<http://www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr/>
- ◆ GéoInformations – Espace interministériel de l'information géographique, consulté en mai 2014.
<http://portail-ig.metier.i2/la-covadis-r425.html>
- ◆ Guide d'élaboration d'une base de données géoréférencées de suivi du maillage bocager, consulté en avril 2014.
<http://www.cordialeproject.eu/>
- ◆ Guide des haies, consulté en mai 2014.
<http://www.calvados.fr/>
- ◆ Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, consulté en avril 2014
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/>
- ◆ Plateforme Régionale Territoires & Développement Durable Midi-Pyrénées, consulté en avril 2014.
<http://www.territoires-durables.fr/SRCE>
- ◆ Orientation pour l'usage des logiciels libres dans l'administration, consulté en mai 2014.
http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2012/09/cir_35837.pdf

Résumé

Mots-clés : Bocage, Photo-interprétation, Indice, Linéaire, Cohérence

Dans les années 80, la régression du bocage dans la région bas-normande est connue mais n'a jamais fait l'objet d'une quelconque estimation. Or, les réseaux de haies offrent de nombreux services écologiques et permettent aux populations d'espèces de circuler dans leur environnement (corridors écologiques). À ce titre, la DIREN avait débuté, en 1985, une étude cartographique de la dynamique bocagère. Cette estimation fut reconduite 4 fois (1972, 1984, 1998, 2006) et a démontré que les milieux bocagers n'ont jamais cessé de diminuer. Près de 40 % des linéaires de haies de la région ont disparu entre 1972 et 2006. Ce mémoire est le recueil d'un travail porté en 2014 au sein de la DREAL Basse-Normandie. L'objectif fut l'actualisation de l'état du maillage bocager en 2010. L'appréciation quantitative du bocage a été effectuée par un échantillonnage statistique réparti sur toute la région. La photo-interprétation sous logiciel SIG et le calcul de deux indices (linéaire et cohérence) ont permis la production de cartes illustrant l'état du maillage bocager. Ce travail a donc estimé si la régression des milieux bocagers se poursuit encore et permettra d'orienter les politiques publiques environnementales sur les secteurs les plus sensibles.

Abstract

Keywords : bocage, photo interpretation, index, shelves, coherence.

It is a known fact that there was a decrease of the bocage in Basse-Normandie in the 1980's but it had never been a subject of any assessment though. Well, the system of hedges offer numerous ecological services allowing populations of species to circulate within their surroundings (ecological passageways). In this capacity, the DIREN had started a mapping study of the dynamics of the bocage in 1985. This assessment has been renewed four times (1972, 1985, 1998, 2002) and showed that bocage surroundings have never really decreased. About 40% of the shelves of hedges in the region disappeared between 1972 and 2002. This dissertation gathers the research done within the DREAL in Basse-Normandie, in 2014. Its purpose was the updating of the state of the network bocage in 2010. The quantitative estimation of the bocage has been made by a statistical sampling spread over the whole region. Photo interpretation under software program SIG and the calculation of two indexes (shelf and coherence) have permitted the production of maps illustrating the state of the bocage networking. This work estimated if the decline of bocage environment keeps going and if it does, it will allow to direct the environmental public policies towards the most sensitive sectors.