

Spécialité "Agronomie"
Spécialisation Agronomie-Environnement

Mémoire de fin d'études

Formation ingénieur Agrosup Dijon
Formation initiale

CARACTERISATION DES BOCAGES DE BOURGOGNE AU REGARD DES ENJEUX DE BIOMASSE ET DE BIODIVERSITE

(Stage d'avril à septembre 2013)

Amandine LECA

3^{ème} année

Etienne GAUJOUR
Maître de mémoire

David MICHELIN
Maître de stage
Chargé de mission Biodiversité
Alterre Bourgogne
9 Bd Rembrant 21 000 DIJON

Mémoire de fin d'études

Formation ingénieur Agrosup Dijon
Formation initiale



Spécialité Agronomie
Spécialisation Agronomie-Environnement



CARACTERISATION DES BOCAGES DE BOURGOGNE AU REGARD DES ENJEUX DE BIOMASSE ET DE BIODIVERSITE

Amandine LECA

3^{ème} année

Tuteur:
Etienne

Maître de stage:
David MICHELIN
Chargé de mission Biodiversité
Alterre Bourgogne
9 Bd Rembrant 21 000 DIJON

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement David Michelin, mon maître de stage, ainsi qu'Etienne Gaujour, l'enseignant tuteur de ce stage, pour leur aide, leurs conseils et le temps qu'ils m'ont accordé.

Ensuite, je remercie chacun des membres de l'équipe d'Alterre Bourgogne pour leur accueil chaleureux et leurs nombreux conseils.

Mes remerciements s'adressent à tous les membres du groupe de travail pour leurs conseils, leurs remarques constructives et les informations et documents qu'ils m'ont fournis.

J'adresse aussi mes remerciements à Christine Fant, professeur de statistiques appliquées à AgroSup Dijon ainsi qu'à Ludovic Journaux, maître de conférence à AgroSup Dijon, pour leur aide précieuse lors des analyses statistiques.

Enfin, j'adresse une pensée à ma famille et mes amis pour leur soutien et leurs encouragements.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	2
TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
LISTE DES ABREVIATIONS	6
INTRODUCTION	7
1 PRESENTATION DE L'ETUDE	8
1.1 LE BOCAGE, UNE NOTION A DEFINIR	8
1.2 CONTEXTE GENERAL	8
1.2.1 HISTOIRE ET DYNAMIQUE DU BOCAGE	8
1.2.2 LE BOCAGE, UN MILIEU MULTIFONCTIONNEL UNIQUE	9
1.2.3 BOCAGE ET POLITIQUES PUBLIQUES	11
1.3 PRESENTATION DU COMMANDITAIRE ET DE SA DEMANDE	13
1.3.1 ALTERRE BOURGOGNE, AGENCE REGIONALE POUR LE L'ENVIRONNEMENT ET LE DEVELOPPEMENT SOUTENABLE	13
1.3.2 LES ATTENTES DU COMMANDITAIRE ET LA PROBLEMATIQUE ASSOCIEE	13
2 METHODOLOGIE	16
2.1 DEMARCHE GENERALE	16
2.2 ELABORATION DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE	16
2.2.1 METHODE UTILISEE POUR L'ETUDE DE L'OREB EN 2001	17
2.2.2 ADAPTATION DE LA METHODE A NOTRE ETUDE	19
2.3 CARTOGRAPHIE DES ELEMENTS PAYSAGERS	23
2.3.1 A PARTIR DES DONNEES IGN	23
2.3.2 COMPLEMENT ET VALIDATION PAR DES PROSPECTIONS DE TERRAIN	24
2.4 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES	26
2.4.1 A L'ECHELLE DU SITE ECHANTILLON	26
2.4.2 A L'ECHELLE REGIONALE	28
3 RESULTATS	30
3.1 ETAT ECOLOGIQUE ET POTENTIEL DE BIOMASSE DES HAIES BOURGUIGNONNES	30
3.1.1 EVOLUTION DES BOCAGES DE BOURGOGNE SUR LA PERIODE 1940-2013	30
3.1.2 CARACTERISATION ECOLOGIQUE DU BOCAGE	33

3.1.3	DESCRIPTION DES DONNEES DE GISEMENT EN BOIS	35
3.2	DISTRIBUTION REGIONALE DES POTENTIALITES DU BOCAGE EN BOURGOGNE	37
3.2.1	TPOLOGIE DES BOCAGES	37
3.2.2	CARACTERISATION DES CLASSES	39
3.2.3	REPRESENTATION DE LA REPARTITION DES TYPES OBTENUS EN BOURGOGNE	40
4	DISCUSSION	43
4.1	BIAIS ET LIMITES DE L'ETUDE	43
4.2	PERSPECTIVES	45
4.2.1	RELATIVES A L'ETUDE EN ELLE MEME	45
4.2.2	RELATIVES AUX SUITES A DONNER A CETTE ETUDE	46
	CONCLUSION	48
	LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	49
	ANNEXES	52

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 – EVOLUTION MOYENNE DU LINEAIRE TOTAL DE HAIES ENTRE LES TROIS PERIODES DE PROSPECTION	30
FIGURE 2 - EVOLUTION COMPAREE DU LINEAIRE TOTAL DE 1940 A 2013	30
FIGURE 3 - EVOLUTION MOYENNE DE L'INDICE BOCAGES ENTRE LES TROIS PERIODES DE PROSPECTION ...	31
FIGURE 4 - EVOLUTION COMPAREE DE L'INDICE BOCAGES DE 1940 A 2013.....	31
FIGURE 5 – REPARTITION DES VALEURS DE L'INDICE BOCAGES POUR LES 47 SITES	33
FIGURE 6 - LINEAIRES DES HAIES EN FONCTION DE L'INDICE BOCAGES	33
FIGURE 7 -REPARTITION DU TAUX DE RECOUVREMENT ET DE LA FREQUENCE DE RENCONTRE DES ESPECES VEGETALES	34
FIGURE 8 - REPARTITION DES VALEURS DE LA RICHESSE SPECIFIQUE POUR LES 47 SITES	35
FIGURE 9 - INDICE BOCAGES EN FONCTION DE LA RICHESSE SPECIFIQUE.....	35
FIGURE 10 - REPARTITION DE LA VALEUR DE BIOMASSE MEDIANE POUR LES 47 SITES	35
FIGURE 11 - LINEAIRE TOTAL EN FONCTION DE LA BIOMASSE	36
FIGURE 12 - GRAPHE DES INDIVIDUS ISSU DE L'ACP.....	37
FIGURE 13 – GRAPHE DES VARIABLES ISSU DE L'ACP.....	37
FIGURE 14 - GRAPHE DES VARIABLES ISSU DE L'ACP 2	38
FIGURE 15 - GRAPHE DES INDIVIDUS ISSU DE L'ACP.....	38
FIGURE 16 - DENDROGRAMME ISSU DE LA CAH SUR LES RESULTATS DE L'ACP 2.....	39
FIGURE 17 - GRAPHE DES INDIVIDUS ISSU DE LA CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE	39
FIGURE 18 - SYNTHESE DES INFORMATIONS D'INDICE BOCAGES ET DE BIOMASSE POUR LA CARACTERISATION DES CLASSES.....	40
FIGURE 19 – RADAR INDIQUANT LES ESPECES VEGETALES POUR LES 8 CLASSES.....	40
FIGURE 20 –CARTE DE LA BOURGOGNE PRESENTANT LA REPARTITION DES 8 CLASSES ET DES 3 GRANDS TYPES DE BOCAGES.....	42
TABLEAU 1 - REPARTITION DES SITES A ECHANTILLONNER EN FONCTION DES OTEX DE BOURGOGNE	20
TABLEAU 2- REPARTITION DES SITES ECHANTILLONS AU REGARD DES DIFFERENTS TYPES DE CRITERES D'ECHANTILLONNAGE.....	22
TABLEAU 3 - LISTE DES PRINCIPALES ESPECES VEGETALES RENCONTREES DANS LES HAIES CHAMPETRES DE BOURGOGNE.....	26
TABLEAU 4 - DEFINITIONS DES DIFFERENTS TYPES DE LINEAIRES BOIS.....	28
TABLEAU 5 – CLASSEMENT DES 34 COMMUNES SELON LE TYPE D'EVOLUTION DE L'IB ENTRE 1998 ET 2013	32
TABLEAU 6 - CHANGEMENTS DE CLASSE DE QUALITE BIOLOGIQUE DU BOCAGE AYANT EU LIEU ENTRE 2001 ET 2013	32
TABLEAU 7 – NOMBRE DE SITES DANS LES CLASSES DE QUALITE BIOLOGIQUE.....	33
TABLEAU 8 – LISTE MODIFIEE DES ESPECES APRES LE TRAVAIL DE TERRAIN	34
TABLEAU 9 – REPARTITION DES COMMUNES PAR CLASSE	38
TABLEAU 10 – CARACTERISATION DES CLASSES PAR LES CRITERES INDICE BOCAGES ET BIOMASSE	39
TABLEAU 11 - SYNTHESE DES INFORMATIONS DE COMPOSITION FLORISTIQUE POUR LA CARACTERISATION DES CLASSES.....	40

LISTE DES ABREVIATIONS

BCAE : Bonnes Conditions Environnementales
BRF : Bois raméal fragmenté
CLC : Corine Land Cover
CRPF : Centre Régional de la Propriété Forestière
CRPF : Centre Régionaux de la Propriété Forestière
DDT : Directions départementales des territoires
DRAAF : Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt
EBC : Espace Boisé Classé
FRCB : Fédération Régionale des Chasseurs de Bourgogne
IB : Indice Bocages
IFN : Inventaire Forestier National
IGN : Institut National de l'Information Géographique et Forestière
MAE : Mesures Agro-Environnementales
MAEt : Mesures Agro-Environnementales territorialisées
ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage
OREB : Observatoire Régional de l'Environnement de Bourgogne
OTEX : Orientation Technico-économique des Exploitations Agricoles
PAC : Politique Agricole Commune
PHAE : Prime Herbagère Agro-Environnementale
PLU : Plan Local d'Urbanisme
PNR : Parc Naturel Régional
RARE : Réseau des Agences Régionales de l'Energie et de l'Environnement
RPG : Registre Parcellaire Graphique
SAU : Surface Agricole Utile
SET : Surface en Elements Topographiques
SNB : Stratégie Nationale pour la Biodiversité
SRB : Stratégie Régionale pour la Biodiversité
SRCAE : Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie
TVB : Trame Verte et Bleue

INTRODUCTION

La haie est dite « *haja* » en latin médiéval du IX^{ème} siècle, « *häck* » en suédois moderne, « *hecke* » en allemand, « *haag* » en ancien néerlandais et « *hag* » pour le mot moderne. Ce bref aperçu étymologique des mots désignant la haie en diverses langues européennes fait ressortir l'existence d'une racine commune très ancienne. Ainsi, le bocage fait partie intégrante d'une multitude de civilisations agraires et ne doit son existence qu'au travail de l'Homme qui l'a façonné pendant des siècles.

Depuis les années 1960-1980 on assiste au déclin à propos du bocage français et européen. Les chiffres parlent d'eux mêmes : sur les 100 dernières années le linéaire est passé en France de 2 millions de kilomètres à environ un demi million aujourd'hui (Foutel et Guilbaud 2006). Cette évolution du bocage est directement liée aux changements du paysage agricole au cours de l'histoire, le bocage étant lié aux fonctions données à la haie et à l'évolution des pratiques agricoles (Baudry et Jouin 2003, OREB 2001).

Si aujourd'hui il y a une volonté de plus en plus forte de maintenir et restaurer ce paysage qui pourrait sembler archaïque, c'est que de nouveaux intérêts prédominent autour du bocage. En effet, avec les nouvelles exigences en matière d'environnement et de développement durable promues par le Grenelle de l'environnement, les nombreuses potentialités du bocage en terme de protection de la qualité de l'eau, de préservation de la qualité des sols, de stockage de carbone ou encore de bois énergie apparaissent comme une alternative intéressante face à une agriculture intensive qui présente aujourd'hui de nombreux signes de faiblesse. Enfin, le bocage est de plus en plus considéré comme un élément patrimonial, marqueur d'une culture, d'un territoire ou d'usages récréatifs (Liagre 2006, Morin 2011).

Le bocage étant un milieu multifonctionnel, des mesures en sa faveur émergent dans de nombreux domaines tels que la biodiversité, l'environnement, l'agriculture ou l'énergie. Cependant, il existe trop souvent un manque de cohérence entre les diverses mesures proposées pour la préservation du bocage. On comprend alors la volonté des acteurs Bourguignons d'associer leurs compétences pour organiser et développer des actions en faveur du bocage qui soient cohérentes à l'échelle de la région. C'est ainsi qu'est né en 2007 le Réseau bocages de Bourgogne, animé par Alterre Bourgogne (l'Agence Régionale pour l'environnement et le développement soutenable en Bourgogne).

Dans le but de contribuer au maintien, à la restauration et à la valorisation du maillage bocager bourguignon, Alterre Bourgogne en partenariat avec le Réseau bocages de Bourgogne a voulu réaliser une étude visant à caractériser les bocages de Bourgogne au regard des enjeux de biodiversité et de biomasse dans l'optique d'améliorer l'aide à la décision.

Dans premier temps, nous nous appliquerons à définir les notions de bocages et de haies qui conduiront à l'exposition du contexte de l'étude, à la présentation de la structure l'ayant encadré, au sujet du stage, de sa problématique et de la démarche suivie. Dans une seconde partie nous présenterons la méthodologie élaborée pour répondre aux objectifs. Puis nous exposerons dans une troisième partie, les résultats de la caractérisation des bocages Bourguignons, à savoir la description des différents types de bocages mis en évidence ainsi qu'une ébauche de la cartographie régionale de ces types. Enfin, dans une dernière partie, nous discuterons les résultats, les limites de l'étude et de la méthode et nous proposerons quelques perspectives par rapport au travail réalisé.

1 PRESENTATION DE L'ETUDE

Cette partie va exposer le contexte de l'étude, présenter le commanditaire et définir la demande. Elle va aboutir à la problématique et aux objectifs du travail puis à une brève présentation de la stratégie appliquée.

1.1 LE BOCAGE, UNE NOTION A DEFINIR

Les bocages sont définis différemment selon le rapport que l'on entretient avec eux. De ce fait, l'écologue, le géographe ou l'habitant n'auront pas la même définition du bocage ce qui conduit à des descriptions nombreuses et variées. De plus, les bocages peuvent se trouver sous des formes très différentes, avec un inventaire de fonctions assez large, ce qui complexifie davantage leur caractérisation. Baudry en collaboration avec Jouin dans le livre *De la haie aux bocages – Organisation, dynamique et gestion* (2003), propose une définition large du terme *bocages* « paysage ayant pour caractéristique la présence de réseaux de structures linéaires de végétaux ligneux, que ce soit des haies « traditionnelles », des rideaux brise-vent ou des haies spontanées issues de l'absence d'entretien des clôtures ».

La haie est l'élément constitutif principal d'un bocage. Or, la définition de la haie pose également un problème terminologique. Même si la plupart des auteurs s'accordent à définir la haie comme « un alignement d'arbres, d'arbustes ou d'arbrisseaux », rien ne spécifie le type d'espèces ou encore le nombre d'arbres, pour que la structure puisse être appelée « haie » (Baudry 2003).

Il est donc nécessaire pour la suite de l'étude de préciser ce qui sera considéré comme un bocage. Nous utiliserons deux définitions données par Baudry ; la définition large de « bocages » citée précédemment et nous qualifierons la haie comme « une structure linéaire constituée au moins partiellement de ligneux, et gérée ».

1.2 CONTEXTE GENERAL

1.2.1 HISTOIRE ET DYNAMIQUE DU BOCAGE

En général, les paysages de bocage sont associés à des activités agricoles de type polyculture-élevage. Le bocage est donc présent dans de nombreux pays du monde comme en Afrique, en Asie du Sud-Est ou en Amérique du Sud. En France, les grandes régions bocagères se situent principalement dans l'ouest (Basse Normandie, Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes) et le centre du pays (Limousin, Bourgogne). Les autres régions françaises sont également concernées par la présence de bocage mais en états plus ou moins relictuels (Morin 2011). Toutes les civilisations agraires ont su, depuis le néolithique, tirer profit des haies et c'est au fil des siècles que les bocages se sont développés et ont évolué. Les nombreuses fonctions ont été et/ou sont toujours la délimitation de la parcelle, la clôture, la production de bois, la production de fourrage, la protection contre le vent ou encore la maîtrise de la circulation de l'eau (De Solan et Rantier 2004). La grande diversité dans la structure et la composition des haies s'explique donc par des origines géographiques et des fonctions variées.

En Bourgogne, les haies apparaissent au Moyen Age. Elles sont généralement constituées de branchages tressés et permettent de séparer les terres arables des prairies. Ce n'est qu'au cours du XIXème siècle que les bocages se structurent, notamment pour le cloisonnement des prairies rendu nécessaires avec l'émergence de l'élevage bovin. Les bocages bourguignons sont à leur apogée au XXème siècle pendant l'entre deux guerres.

Les transformations que va connaître l'agriculture à la fin des années 60 vont contribuer à un recul important des bocages. Ce changement s'explique en partie par le progrès des sciences et techniques dans un contexte d'après guerre marqué notamment par la pénurie alimentaire et les politiques de reconstruction du pays. La haie a été considéré comme un obstacle à l'agrandissement des parcelles, à la mécanisation et donc à l'augmentation de la taille des exploitations. Avec le remembrement, un grand nombre de

haies ont donc été arrachées et non remplacées (OREB 2000, Liagre 2006). L'évolution de la réglementation et des politiques publiques avec l'assouplissement des baux ruraux et les mécanismes d'aide aux agriculteurs proposés par la PAC (Politique Agricole Commune) vont fortement accélérer la régression des bocages (OREB 2000). Lors des premiers textes d'application des règlements européens, les surfaces agricoles arborées n'étaient pas éligibles aux primes de la PAC ce qui a eu pour conséquence leur arrachage massif. Enfin, les haies ont été victimes de l'évolution des repères culturels, elles sont vues comme le vestige archaïque d'un mode de gestion de l'espace.

Cette même tendance se retrouve dans toute l'Europe. Philippe Pointereau lors des premières rencontres nationales de la haie champêtre en 2006, a montré la progression de l'arbre dans les espaces agricoles d'Europe. Au temps des romains, la surface des éléments linéaires boisés s'élevait à 25 millions d'hectares et a atteint près de 60 millions d'hectares en Europe à son apogée. Au XXème siècle elle n'a cessé de régresser. En 2004, le linéaire des haies avait diminué de 14% en Irlande, 23% en Grande Bretagne. Le linéaire de haies en France est passé de 1 244 110 km à 707 605 km, soit une diminution de 43%, entre les deux premiers cycles de l'Inventaire Forestier National (IFN) séparés de 12 ans, ce qui revient à une perte annuelle d'environ 45 000 km de haie entre 1975 et 1987 (Pointereau et Coulon 2006). Il restait en France en 2004, 617 000 ha de haies représentant 1,1% du territoire national et 2,1% de la surface agricole utilisée ainsi que 302 000 ha d'arbres épars (hors haies) représentant 0,5% du territoire national et 1% de la surface agricole utilisée (Pointereau 2006). A l'échelle régionale, la tendance est la même. En 2008, la DRAAF Bretagne a montré que le linéaire bocager total s'élevait à 182 500 km alors qu'il était de 207 400 km en 1996. La baisse par rapport à 1996 est de 12 % soit - 1,1 % en rythme annuel (Agreste Bretagne 2010).

En Bourgogne, un dispositif d'observation des évolutions des bocages a été mis en place en 2001 par l'Observatoire Régional de l'Environnement de Bourgogne (aujourd'hui Alterre Bourgogne). Les résultats obtenus confirment une tendance lourde, à savoir, une diminution des linéaires de haies, une déstructuration des réseaux bocagers ainsi qu'une évolution de la structure des haies liée à leur entretien mécanisé et au non-remplacement des arbres morts ou abattus. Le linéaire de haies en Bourgogne a ainsi diminué en moyenne de 38% en une cinquantaine d'années (OREB 2001).

1.2.2 LE BOCAGE, UN MILIEU MULTIFONCTIONNEL UNIQUE

De par son organisation complexe, le bocage cumule diverses fonctions : agricoles, environnementales, culturelles et économiques qui en font un système unique.

1.2.2.1 BOCAGE ET AGRICULTURE

La haie est un allié potentiel pour les agriculteurs qui le souhaitent ayant depuis toujours, été utilisées pour leurs nombreuses fonctions agronomiques. Leur rôle de brise-vent et donc de régulation des paramètres climatiques au niveau local ou micro-régional a une influence positive sur les productions agricoles (Baudry 2003, Liagre 2006). Une haie dont les essences sont bien choisies et l'implantation bien étudiée (vents dominants, exposition, terrain, milieu) permet d'augmenter les rendements agricoles d'au moins 6%, compensant largement les pertes de surfaces cultivées en bordure de haie (Bradu et Laulanie 2009). Même si une haie va héberger quelques ravageurs de cultures, elle va favoriser davantage les auxiliaires : les insectes pollinisateurs nécessaires aux cultures mais aussi les prédateurs des ravageurs. Ces derniers représentent un atout intéressant pour trouver naturellement des parades face à aux agressions des ravageurs et ainsi pour diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires. Les haies permettent également de protéger les cultures et le bétail contre les conditions météorologiques défavorables. De plus, en cas de forte sécheresse, comme en 2003 et 2005, le feuillage des arbres peut jouer un rôle tampon dans l'approvisionnement en fourrage (Baudry 2003, Liagre 2006). Les agriculteurs envisagent beaucoup cette pratique car ils vont avoir à faire face de plus en plus fréquemment à de tels aléas.

1.2.2.2 BOCAGE ET BIODIVERSITE

Les espèces animales et végétales ne sont pas strictement inféodées aux haies. Toutes les espèces présentes dans celles-ci proviennent d'autres habitats proches comme les prairies, les landes et les forêts (Baudry 2003, Peyrton *et al* 2013). Les haies constituent, au sein du milieu « bocage », un élément indispensable pour la biodiversité. Elles permettent à de nombreuses espèces d'accomplir tout ou partie de leur cycle annuel. L'intérêt des haies n'est donc pas négligeable pour de nombreuses espèces puisqu'elles leur offrent un refuge face aux rigueurs climatiques ou à la prédation, un lieu de nourriture, de reproduction ou de halte migratoire (Dodet et Eberhart 2005, Peyrton *et al* 2013). Le bocage, suivant l'état de son réseau, assure aussi une fonction de corridor permettant les déplacements des individus et les échanges entre populations.

Concernant la conservation des sols, la haie limite le phénomène de ruissellement des eaux de surface et donc d'érosion des sols grâce aux racines profondes des arbres qui consolident les sols. Ainsi, elle favorise le dépôt des éléments emportés lors des épisodes pluvieux afin qu'ils soient conservés à l'intérieur de la parcelle. En outre, la haie contribue à l'épuration de l'eau et donc à la préservation de sa qualité (Baudry 2003, Liagre 2006). Les haies limitent le transfert hydrique des éléments chimiques (phosphore, azote et produits phytosanitaires) en excès et contribuent ainsi à réduire la pollution des cours d'eau et des nappes phréatiques (Dodet et Eberhart 2005, Bradu et Laulanie 2009). De plus, les pertes de produits phytosanitaires par voie aérienne ou volatilisation seraient moins importantes en système bocager qu'en plaine (Liagre 2006). Dans le contexte de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, il est important de souligner que les éléments du bocage tels que les haies, bosquets, ripisylves, prairies et arbres isolés participent de la même façon que les forêts au stockage du carbone présent dans l'atmosphère (Morin 2011).

1.2.2.3 BOCAGE ET ENERGIE

Avec un pétrole bon marché de 1950 à 2000, la haie a perdu une fonction essentielle et traditionnelle: la production de bois de chauffage (Liagre 2006). Cependant, dans le contexte actuel et avec la hausse continue du prix des énergies fossiles, la rentabilité du bois énergie est relancée (Baudry 2003, Bossis 2008). Le bois des haies, arbres isolés et bosquets représente un gisement avec un intérêt local reconnu dont l'utilisation en circuit court en fait un atout économique important. Il constitue une source d'énergie locale, naturelle et renouvelable. Que ce soit à l'échelle d'une exploitation agricole ou d'une commune, son utilisation sous forme de bûches, de plaquettes ou de granulés permet d'avoir une autonomie énergétique très appréciable (Liagre 2006, Peyrton Guerrier Servant et Salvi 2013). Au niveau national, les espaces boisés non forestiers fournissent de 10 à 20% de l'approvisionnement domestique en bois énergie et les arbres de haute tige peuvent être récoltés comme bois d'œuvre. (Aubineau et Marchandea 2011). De plus, l'organisation de filières courtes de valorisation du bois de haies est créatrice de nombreux emplois locaux (Morin 2011).

1.2.2.4 BOCAGE ET PAYSAGE

Le paysage bocager fait souvent partie intégrante de l'identité d'un territoire et contribue à son attractivité ; les parcs naturels régionaux (PNR) situés en région bocagère en sont une illustration. Les haies structurent le paysage, elles représentent un attrait touristique et apportent une plus-value au cadre de vie des territoires. La qualité paysagère d'un territoire favorise le tourisme rural. De ce fait, le bocage contribue au développement de l'économie locale (OREB 2000, Morin 2011).

Les haies jouent donc un rôle non négligeable en terme de préservation du patrimoine naturel. La forte régression des bocages provoque un bouleversement de l'équilibre des milieux naturels et impacte les activités liées aux aspects paysagers ainsi que l'économie construite autour de la gestion des bocages (Liagre 2006).

1.2.3 BOCAGE ET POLITIQUES PUBLIQUES

1.2.3.1 BOCAGE ET POLITIQUES AGRICOLES

De nombreux dispositifs et mesures nationaux ainsi que régionaux existent aujourd'hui en faveur du bocage. Cependant, ils ne lui sont pas tous spécifiques. Le bocage étant un écosystème multifonctionnel, il est concerné, souvent indirectement, par un grand nombre de politiques publiques touchant des domaines variés. Le manque de cohérence entre les outils de préservation du bocage est alors un frein pour atteindre les objectifs escomptés.

Ces politiques n'ont pas toujours existées, elles se sont multipliées avec la prise de conscience des conséquences environnementales de la diminution du patrimoine bocager.

Ce n'est qu'en 2011, soit 20 ans après la Politique Agricole Commune de 1992 qui a pris pour la première fois en compte des aspects environnementaux, qu'un amendement est venu préciser la prise en compte des éléments bocagers pour les règles d'admissibilité des aides PAC. Avant cela, le fait de posséder des éléments bocagers sur ses terres agricoles constituait, pour la plupart des agriculteurs, un manque à gagner proportionnel à la surface concernée par ces éléments paysagers. Des fonds Européens sont également accordés dans le cadre des mesures environnementales de la PAC. La PAC soutient l'agriculture par des aides directes conditionnées au respect, par l'exploitant, d'exigences réglementaires et de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE). C'est le premier pilier de la PAC.

Le second pilier concerne le soutien au développement rural et à l'environnement. Dans ce cadre, des Mesures Agro-Environnementales (MAE) sont déployées. Elles ont pour but de compenser les surcoûts et les manques à gagner générés par l'introduction sur les exploitations de pratiques plus respectueuses de l'environnement. Le bocage est indirectement concerné par certaines d'entre elles comme par exemple la Prime Herbagère Agro-Environnementale (PHAE) qui prend en considération le « maintien d'un paysage ». Le bocage peut être également pris en compte dans certaines Mesures Agro-Environnementales territorialisées (MAEt) permettant de répondre à des menaces localisées ou à préserver des ressources remarquables locales. Elles visent essentiellement à préserver ou rétablir la qualité de l'eau et à limiter la dégradation de la biodiversité.

La réforme de la PAC de 2013 confirme la volonté de proposer une PAC « plus verte » avec plus de 100 milliards d'euros à investir entre 2014 et 2020 pour aider l'agriculture à faire face aux défis de la qualité des sols, de l'eau, de la biodiversité et du changement climatique. Cette réforme stipule également que les agriculteurs devront veiller à ce que 5 % de leur surface soit en zones d'intérêt écologique à partir du 1er janvier 2015. Pour les Etats membres, peuvent par exemple être assimilés à une Surface en éléments topographiques (SET), les bandes tampons sans fertilisation ni pesticides, y compris les bandes tampons couvertes par les prairies permanentes pâturées ou fauchées, les hectares éligibles à l'agroforesterie, des bandes de terre admissibles le long des lisières forestières, les zones boisées... Cette réforme précise également que les Mesures Agro-Environnementales (MAE) seront renforcées.

1.2.3.2 BOCAGE ET POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

Les haies composant le bocage assurant une fonction de corridor, peut répondre aux enjeux liés aux continuités écologiques. Il a donc été identifié en ce sens dans les orientations nationales de la trame verte et bleue (TVB) ou trame écologique instaurées par le Grenelle de l'environnement et répondant aux objectifs de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) en faveur de la biodiversité. Les lois « Grenelle » précisent également la nécessité de disposer, à plus petite échelle, de schémas régionaux. La Bourgogne met actuellement en œuvre la stratégie régionale pour la biodiversité (SRB), articulée avec le schéma régional de cohérence écologique (SRCE), outil d'aménagement du territoire. Ces schémas prennent en compte les orientations nationales et identifient la Trame verte et bleue à l'échelle régionale. Le SRCE spatialise et hiérarchise les enjeux de continuités écologiques à l'échelle régionale, et il propose un plan d'action stratégique.

1.2.3.3 BOCAGE ET POLITIQUE ENERGETIQUE

Sur le plan énergétique, le Plan d'action national en faveur des énergies renouvelables fixe un objectif de 23% d'énergies renouvelables en France d'ici 2020. Cet objectif est repris à l'échelle de la Bourgogne dans le Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) avec par exemple l'orientation n°32 : « Préserver et développer le bocage et encourager l'agroforesterie en s'appuyant sur l'amélioration des connaissances ». L'utilisation du bois comme source d'énergie regroupe tous les avantages pour être un levier majeur de cette politique. Celui-ci représenterait actuellement environ 45% de la part de l'ensemble des énergies renouvelables au plan national et 83% en Bourgogne. Toutefois, cette estimation ne permet pas de distinguer la part de bois forestier du bois « agricole », qui est certes minoritaire en terme de volume mais qui a un potentiel fort compte tenu du linéaire de haies estimé à environ 40 000 kilomètres en Bourgogne (Alterre Bourgogne 2012).

1.2.3.4 BOCAGE ET URBANISME

La haie est également protégée d'un point de vue juridique. C'est le cas notamment en Suisse, en Grande Bretagne mais aussi en Espagne. En France, il existe des dispositions législatives et réglementaires qui s'inscrivent dans le code des politiques d'urbanisme, de préservation de l'environnement et de développement agricole. Parmi les outils de préservation réglementaire et conventionnelle relatifs aux politiques de conservation de l'environnement et de développement rural et agricole, on retrouve, entre autres, la protection des espaces boisés linéaires par arrêté préfectoral, le contrôle des destructions de haies dans le cadre du fermage ou encore l'identification des arbres et des haies lors des remembrements. La préservation du maillage bocager se retrouve aussi dans les documents d'urbanisme avec par exemple la possibilité de classer les arbres en Espaces Boisés Classés (EBC) dans les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) ou encore la nécessité de prévoir la réhabilitation des haies dans le cadre des travaux impliquant leur destruction.

1.2.3.5 BOCAGE ET TERRITOIRES

A plus petite échelle, il existe dans certains territoires des dispositifs d'aide à la plantation et/ou à l'entretien des haies portés par les collectivités locales (Conseils régionaux, Conseils généraux, communes, etc.). Des initiatives locales en faveur du bocage se développent dans toute la France mais les moyens mis en œuvre sont cependant très variables selon les départements et les régions.

En Bourgogne, différentes actions ont été entreprises dont, par exemple, le Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) et la Fédération Régionale des Chasseurs de Bourgogne (FRCB) ont mené, entre 2004 et 2006, le programme « Promouvoir l'arbre et la haie en Bourgogne ».

De plus, l'appel à projet « Bocage et paysages » du conseil régional de Bourgogne est lancé tous les ans depuis 2005 dans le cadre du Plan Bocage mis en place par la région Bourgogne dans le cadre de sa politique en faveur de la biodiversité. Il a pour objectifs d'encourager et de soutenir des initiatives de plantation et de restauration de trames bocagères s'inscrivant dans une réflexion globale d'aménagement du territoire.

1.2.3.6 BOCAGE ET FONCTION CYNEGETIQUE

Dans l'optique de protéger la faune sauvage et d'assurer une exploitation durable du gibier sur les terres agricoles, la convention Agrifaune a été signée en Saône et Loire en 2008. Elle est issue d'une convention de partenariat nationale établie en 2006 entre la fédération nationale des chasseurs, l'Assemblée permanente des chambres d'agriculture, l'Office national de la chasse et de la faune sauvage et la Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles. Le dispositif Agrifaune 71 vise la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques agricoles. Pour la mise en œuvre de ce dispositif, trois thèmes principaux ont été retenus dont le thème « Bocage » ou « Comment conserver des haies voire compenser leur disparition par d'autres éléments favorables à la faune ».

1.3 PRESENTATION DU COMMANDITAIRE ET DE SA DEMANDE

1.3.1 ALTERRE BOURGOGNE, AGENCE REGIONALE POUR LE L'ENVIRONNEMENT ET LE DEVELOPPEMENT SOUTENABLE

1.3.1.1 PRESENTATION GENERALE DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

Mon stage s'est entièrement déroulé à Alterre Bourgogne qui est à l'initiative du stage. Cet organisme au statut associatif type loi 1901 créé en 2006 a succédé à l'Observatoire régional de l'environnement en Bourgogne (OREB), lui même créé en 1993 et fait partie du Réseau des Agences Régionales de l'Energie et de l'Environnement (RARE). Ses financements proviennent majoritairement de l'Union Européenne, du Conseil Régional de Bourgogne, de la DREAL, de l'ADEME et des Conseils Généraux (Côte d'Or, Nièvre, Saône et Loire et Yonne). L'Agence se compose d'une quinzaine de personnes travaillant sur des thématiques environnementales variées (annexe 1). Elle a pour vocation de placer le développement durable au cœur de l'action publique en favorisant la mobilisation de tous les acteurs du territoire concerné ; chacun ayant un rôle à jouer en essayant au maximum de donner une cohérence à leurs actions. Pour ce faire trois axes stratégiques sont développés : l'observation de l'environnement et l'évaluation de politiques publiques, l'accompagnement de projets et l'éducation-formation. Ces axes se déclinent en plusieurs domaines aussi variés que l'énergie, les déchets, l'eau, la biodiversité, le changement climatique, le développement durable ou encore la mobilité.

1.3.1.2 LE RESEAU BOCAGE DE BOURGOGNE

De nombreux acteurs institutionnels de Bourgogne (élus du Conseil régional, Pays, Communautés de communes, administrations de l'environnement, de l'agriculture et de l'équipement, agences de l'eau, etc.) socioprofessionnels (fédérations de chasseurs, forestiers, chambres d'agriculture, etc.), de la recherche et associatifs ont souhaité en 2007, s'associer en réseau à l'échelle régionale pour former le Réseau Bocages de Bourgogne. Il s'agit d'une plateforme d'échanges d'expériences et de mutualisation des connaissances, qui a vocation à sensibiliser et à être force de proposition auprès des décideurs publics, socio-économiques et des citoyens.

Ce réseau, animé par Alterre Bourgogne, porte trois objectifs principaux qui sont :

- améliorer la connaissance sur le bocage (évolution de la trame verte, biodiversité, modes d'entretien et de valorisation)
- sensibiliser et mobiliser les acteurs clés (élus, agriculteurs, aménageurs...)
- valoriser les expériences pour favoriser l'action.

Ma mission de stage s'inscrit dans le cadre des actions d'amélioration de la connaissance du Réseau Bocage de Bourgogne. Le stage est encadré par un groupe de travail composé en grande partie de membres du réseau Bocage de Bourgogne. Ce groupe composé d'une quinzaine de personnes a pour mission de m'apporter de l'aide, des conseils et de valider ma méthodologie ; ces personnes ayant des connaissances et des compétences très variées en lien notamment avec le bocage. Leurs fonctions au sein de divers organismes, Conservatoire botanique national du bassin parisien, Chambres d'Agriculture, Centre régional de la propriété forestière de Bourgogne, DDT, Office National des forêts, DREAL, Conseil régional, Etc., m'apportent un large panel de points de vue ce qui me permet de cerner et de répondre le plus finement possible à tous les enjeux du stage.

1.3.2 LES ATTENTES DU COMMANDITAIRE ET LA PROBLEMATIQUE ASSOCIEE

1.3.2.1 OBJECTIFS ET PROBLEMATIQUE

Les problématiques environnementales émergentes conduisent à la proposition de nouvelles politiques publiques européennes et nationales en faveur de la préservation de l'environnement. La problématique du bocage est de plus en plus concernée par ces politiques, il y a donc un véritable intérêt environnemental et de réelles opportunités

financières pour tout projet de préservation et restauration du bocage permettant de concilier des objectifs environnementaux, écologiques et favorables à l'économie locale.

C'est dans cette optique qu'Alterre Bourgogne en partenariat avec le Réseau Bocages de Bourgogne, souhaite améliorer la connaissance sur le bocage dans l'optique d'aider à la décision en matière d'aménagement du territoire. Cette étude a aussi pour but d'améliorer la cohérence des politiques publiques relatives à la préservation de la biodiversité et au développement local des énergies renouvelables. L'agence a donc proposé un stage de fin d'étude pour répondre à cette demande de plus en plus forte de la part des acteurs bourguignons.

Finalement, la **problématique générale** de ce stage peut se formuler de la manière suivante :

Existe t-il une diversité bocagère en Bourgogne, comment est-elle répartie et quels en sont les caractéristiques d'un point de vue écologique et énergétique (production de biomasse) ?

Les objectifs de ce travail sont de caractériser le bocage bourguignon à partir de deux familles de critères :

- « Biodiversité » pour répondre aux enjeux de préservation de la biodiversité notamment des corridors écologiques
- « Gisement en bois » pour répondre aux enjeux de valorisation des ressources locales de bois de la haie et du développement de la filière locale d'énergies renouvelables.

Cette étude est d'autant plus intéressante que peu de travaux complets ont été réalisés en France dans l'optique précise de caractériser le bocage tout en combinant deux aspects : biodiversité et production de bois. Cette caractérisation du bocage va aider à développer une gestion durable de celui-ci et à coordonner des actions ayant des enjeux différents, mais potentiellement convergents.

Alterre Bourgogne a commandité en 2012 une étude préliminaire sur le bocage bourguignon dont un des objectifs était d'identifier les outils et moyens nécessaires pour mener une étude à l'échelle régionale. Le second objectif était d'identifier les difficultés méthodologiques et techniques rencontrées. Cette étude réalisée sur un territoire plus restreint : la Bresse bourguignonne, s'intitule "Vers une valorisation des bocages de Bourgogne - Cartographie, état des lieux et perspectives sur le territoire de la Bresse bourguignonne". Elle a été menée par les étudiants du Master 2 Espace Rural et Environnement (Promotion 2012/2013) de l'Université de Bourgogne en partenariat avec Agrosup Dijon. Ce travail était partagé en deux axes d'étude. Le premier visait à cartographier les éléments du bocage et le second cherchait à améliorer l'état des connaissances de ceux-ci et se déclinait en trois volets : écologique, énergétique et agricole. La finalité de cette étude a été la réalisation d'une typologie globale des bocages de la Bresse bourguignonne. Celle-ci a ensuite donné lieu à des propositions de haies à préserver en priorité pour être en mesure de soumettre aux acteurs locaux un entretien adéquat de celles-ci pour une meilleure valorisation du bocage.

1.3.2.2 HYPOTHESES DE TRAVAIL ET STRATEGIE APPLIQUEE POUR L'ETUDE

Les réseaux bocagers sont principalement entretenus par les agriculteurs pour les nombreux avantages qu'ils rendent encore localement: protection des troupeaux, limitation du phénomène de ruissellement des eaux de surface, clôture, etc. La présence et le mode de gestion des haies va prioritairement dépendre de l'activité agricole et varier selon le type de production qui détermine la fonctionnalité des haies (OREB 2000, Baudry 2003, Bossis 2008).

De ce fait, il est légitime de supposer que l'hétérogénéité des bocages bourguignons est due à l'hétérogénéité des orientations technico-économiques des exploitations agricoles.

Il sera également intéressant d'étudier la répartition des bocages selon les conditions pédoclimatiques et topographiques qui modèlent le paysage puisque comme cela a été mentionné précédemment, le bocage fait partie intégrante de la caractérisation du paysage

d'un territoire et a même une influence positive sur le développement de l'économie locale liée au tourisme (OREB 2000).

Les informations acquises lors des recherches bibliographiques, les échanges avec mon maître de stage ainsi qu'avec le groupe de travail encadrant le stage m'ont permis d'élaborer une stratégie pour mener à bien cette étude.

La première étape de mon travail est de définir un plan d'échantillonnage représentatif de la diversité bocagère du territoire bourguignon. Il a été décidé de se baser sur des sites définis dans le cadre de l'étude de 2001 ayant pour objectif de caractériser l'évolution du bocage en Bourgogne sur la période 1950-1998 (OREB 2001). Ce choix présente certains avantages: il nous permet de prolonger la période 1950-1998 de mesure et de caractérisation de l'évolution du bocage par les mesures obtenues sur la période 1998-2013. Cela donnera l'opportunité de continuer à suivre l'évolution future du bocage sur ces mêmes sites si de nouvelles mesures y sont effectuées. Un certain nombre de critères à relever, soit sur le terrain, soit sur la carte, ont été choisis et analysés. Le choix s'est fait de telle sorte à caractériser le bocage selon les aspects : biodiversité et gisement en biomasse. L'étude de la biodiversité est centrée sur les caractéristiques structurales du bocage (longueur, largeur, connexions, continuité, etc.), la qualité du maillage étant un gage d'enrichissement des biocénoses de la haie (Mondolfo 1985) ainsi que sur la diversité floristique qui est appréciée grâce à la notion de recouvrement des espèces végétales. En ce qui concerne l'étude de la faune, seuls les éléments structuraux du bocage sont relevés. En effet, le maillage bocager et la structure des haies sont des éléments déterminants pour la faune en lui apportant abri, nourriture, lieu de reproduction et de circulation (Baudry 2003, Dodet et Eberhart 2005, Liagre 2006). La durée de l'étude est ici un facteur limitant et il semblait difficile de faire des suivis à long terme pour caractériser la faune sachant que ce travail est chronophage. De plus, les résultats sont très variables selon les conditions de prospection et de bonnes connaissances faunistiques sont nécessaires. L'objectif retenu est donc surtout de cerner l'intérêt de la haie en tant que niche écologique grâce à des critères structuraux ayant un impact sur la reproduction, la nourriture ou encore l'habitat des espèces animales.

A partir des informations relevées, un indice de potentialité écologique du bocage, l'indice bocage (OREB 2001), est calculé et le gisement en bois est déterminé, cela pour chacune des zones échantillonnées.

Les informations recueillies sont ensuite traitées à l'aide d'un logiciel de statistiques et les résultats obtenus sont analysés. Cette analyse va conduire à l'élaboration d'une typologie des bocages basée sur des éléments concernant à la fois la qualité écologique du bocage et le potentiel de gisement en bois.

Cette typologie a pour finalité d'aider à la décision des pouvoirs publics et des acteurs du territoire (agriculteurs, élus locaux) en matière de gestion durable du bocage. Elle constitue en particulier, un cadre préalable à l'élaboration de plans de gestion durable du bocage dans les territoires bourguignons adaptés au regard des caractéristiques des différents types de bocages et des attentes des acteurs bourguignons.

2 METHODOLOGIE

2.1 DEMARCHE GENERALE

Ce stage repose sur un important travail bibliographique, une réflexion personnelle, des entretiens avec les membres du groupe de travail accompagnant le stage, un long travail de terrain puis de saisie, de traitement et d'analyse de données.

La recherche bibliographique a été une étape majeure pour :

- prendre connaissance du contexte de l'étude et formuler une problématique,
- rechercher et prendre connaissance des études existantes et des méthodologies utilisées pour des analyses paysagères et des études sur le bocage et les haies,
- définir une méthodologie répondant aux objectifs du stage.

La taille du territoire bourguignon étant vaste, 31 582 km², il paraît difficile compte tenu des moyens disponibles (temps, matériel,...), de recenser toutes les haies de l'ensemble de la région. Afin de répondre aux objectifs de l'étude dans le temps imparti, il a donc été décidé de mettre en place une méthode standardisée par un échantillonnage représentatif.

De nombreuses questions se sont posées lors de l'élaboration de la méthodologie :

Quel traitement statistique adopter: sondage systématique, aléatoire... ? Quelle taille et quelle forme choisir pour les échantillons ? Comment représenter la qualité du bocage et le gisement en bois ? Quels critères choisir pour qu'ils soient les plus adaptés à nos objectifs ? Comment exploiter les données recueillies ?

La méthodologie retenue s'organise en quatre étapes :

1. Elaborer un plan d'échantillonnage
2. Mettre en place un protocole pour les relevés cartographiques
3. Mettre en place un protocole pour les relevés de terrain
4. Choisir des méthodes de traitement des données

2.2 ELABORATION DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE

La première étape de la méthodologie consiste à élaborer un plan d'échantillonnage. C'est l'étape la plus importante car la fiabilité et la précision des résultats de l'étude vont dépendre de ce choix.

Pour avoir un échantillonnage qui soit le plus représentatif de la Bourgogne, quatre méthodes d'élaboration du plan d'échantillonnage détaillées en annexe 2 ont été envisagées.

- Méthode 1 : Echantillonnage de toute la Bourgogne aléatoirement et de façon homogène (Bossis 2006)
- Méthode 2: Echantillonnage stratifié : découpage de la Bourgogne en unités paysagères : (Bardet, Fedoroff, Causse et Moret 2008, DREAL Bourgogne 2009)
- Méthode 3 : Echantillonnage uniquement des zones bocagères (De Solan et Rantier 2004, Simon et Gsell-Epailly 2010, Etude du Master 2 espace Rural et Environnement sur le bocage de la Bresse Bourguignonne 2012)
- Méthode 4 : Echantillonnage basé sur 35 sites déterminés dans une étude sur le bocage de Bourgogne en 2001 (OREB 2001)

Leur étude comparative et les échanges avec les membres du groupe de travail sur leurs avantages et inconvénients respectifs ont permis de retenir la méthode 4 : Echantillonnage

basé sur 35 sites utilisés dans une étude sur le bocage de Bourgogne en 2001 (OREB 2001).

Mon étude va reprendre le travail réalisé par l'OREB et la méthodologie élaborée va être inspirée de la méthode utilisée en 2001 et présentée ci après.

2.2.1 METHODE UTILISEE POUR L'ETUDE DE L'OREB EN 2001

2.2.1.1 OBJECTIF DE L'ETUDE

En 2000, l'OREB (aujourd'hui Alterre-Bourgogne), en collaboration avec l'ENESAD (aujourd'hui AgroSup Dijon), a réalisé une étude visant à la mise en place d'un dispositif de suivi des évolutions spatiales, quantitatives et qualitatives des bocages en Bourgogne. L'objectif de cette démarche était d'analyser les évolutions du bocage au cours des dernières décennies et de proposer pour les années à venir un suivi de ces évolutions. Les tendances observées sont étudiées, interprétées puis présentées aux acteurs concernés afin de les sensibiliser aux transformations des bocages bourguignons. Les résultats révèlent une diminution des linéaires de haies (perte de 38% du linéaire de haies en une cinquantaine d'années sur les 35 communes étudiées), une déstructuration des réseaux bocagers (diminution globale du nombre de connexions et diminution des connexions complexes au profit de connexions simples et de non-connexions) ainsi qu'une évolution de la structure des haies liées à leur entretien mécanisé et au non-remplacement des arbres morts ou abattus (augmentation des haies traitées en haies basses et taillées chaque année).

2.2.1.2 LE PLAN D'ECHANTILLONNAGE

Le plan d'échantillonnage a été construit en deux temps :

- En décembre 1999, un échantillon de quatorze sites répartis sur treize communes a été défini.
- En 2001, le dispositif a été complété par l'ajout de vingt et un sites de façon à améliorer la représentativité de la région.

Les communes ont été sélectionnées en utilisant d'une part, la carte « Atlas des paysages » de la DREAL Bourgogne et, d'autre part, une méthode d'échantillonnage aléatoire sans remise.

La carte de la DREAL Bourgogne a été découpée en 365 mailles de 10km. Un échantillonnage aléatoire sans remise des numéros de mailles a été répété de façon à obtenir un nombre de mailles échantillonnées correspondant à 15 % du nombre total de mailles recouvrant la Bourgogne, soit 55 mailles. Puis une sélection a été réalisée de façon à exclure les territoires ne présentant pas de zones bocagères et à retenir au final, environ 25 mailles. Les communes retenues ont été sélectionnées de façon aléatoire dans ces mailles à partir des cartes IGN au 1/25 000. Puis un tri a été réalisé en fonction de la disponibilité des photographies aériennes. Enfin, un site échantillon de 100 hectares (2000 x 500 mètres) a été positionné à l'intérieur de chaque commune.

Trente-cinq sites composent aujourd'hui le dispositif d'observation des évolutions des bocages en Bourgogne : 9 en Côte d'Or, 8 en Nièvre, 11 en Saône-et-Loire et 7 dans l'Yonne.

2.2.1.3 CARTOGRAPHIE DES ELEMENTS BOCAGERS

La méthodologie utilisée dans ce travail s'est basée sur une méthode définie par Patrice Notteghem pour l'étude du bocage de la commune des Bizots en 1986 (Notteghem 1986) à partir de photographies aériennes. L'analyse des photographies aériennes permet de suivre l'évolution des réseaux bocagers, et notamment de mesurer les linéaires de haies hautes et de haies basses, le linéaire de haies arborées et de déterminer le nombre de connexions entre les haies.

Les relevés cartographiques des éléments bocagers de chacune des zones échantillon ont été réalisés à partir de photographies aériennes prises au cours de la période 1940–1998.

Les relevés des 14 sites étudiés en 2000 ont été établis à partir de trois photographies aériennes:

- une photographie aérienne datant de la période 1940-1955
- une photographie aérienne plus récente datant de la période 1990-1999
- une photographie aérienne datant d'une période intermédiaire

Les relevés des 21 sites étudiés en 2001 ont été réalisés uniquement à partir de deux photographies, la plus ancienne et la plus récente.

2.2.1.4 L'INDICE BOCAGES (IB)

Pour mesurer, évaluer et suivre dans le temps la qualité biologique du bocage, un indice a été élaboré à partir des données relatives au linéaire de haies, au type de connexions ainsi qu'au volume de végétation. Cet indice a été construit sur la base d'une étude menée en 1987 par M. P. Notteghem et intitulée « Incidences de la structure d'un bocage sur l'avifaune au cours d'un cycle annuel (Autunois/Charolais) ». Ce travail, portant sur le bocage d'une commune de Saône-et-Loire, Les Bizots, avait pour but d'étudier certaines relations entre l'avifaune et la structure du bocage et des haies au cours d'un cycle annuel. Il s'inscrivait dans la perspective d'une meilleure prise en compte des paramètres écologiques dans la gestion des bocages. Les résultats ont révélé l'importance de la structure du réseau bocager (connexions) et de la structure des haies sur l'avifaune totale et cela sur l'ensemble de l'année et en toutes saisons. L'abondance des espèces est plus élevée aux abords des connexions complexes et diminue lorsqu'on s'en éloigne. C'est sur ce constat que la construction de l'indice bocages, noté IB, repose. En effet, à partir de la proportion d'abondance d'espèces entre les différents types de connexions il a été possible d'attribuer un coefficient de pondération à chacune des connexions. De même, plus le volume de végétation est important (présence d'arbres, de buissons élevés) plus l'abondance des espèces va être importante. Ainsi, des surfaces arbitraires ont été attribuées aux différentes strates proportionnellement à leur volume de végétation et par conséquent à leur intérêt écologique. Par exemple, le volume d'arbres est multiplié par deux dans l'indice afin de lui donner plus de poids et la surface de haies hautes est considérée comme 8 fois supérieure à la surface de haies basses.

Il est important de souligner que cet indice dit « indice bocages » a été créé dans le but de proposer un outil simple d'utilisation. Par conséquent il ne prend pas en compte l'ensemble des critères jouant un rôle dans la valeur écologique du bocage. C'est donc un indice de potentialité écologique. Il reste malgré tout un indice intégrateur prenant en compte à la fois la structure du réseau de haies et sa relation avec l'avifaune.

2.2.1.5 AVANTAGES ET LIMITES

Cette méthode présente l'avantage d'être reproductible et nécessite des moyens matériels, techniques et humains relativement peu importants.

De plus, elle présente au moins deux avantages par rapport aux autres méthodes :

- les 35 sites échantillons en forme de rectangle de 500x2000m ont été sélectionnés de telle sorte à être représentatifs, à dire d'experts, du bocage bourguignon. Leur positionnement sur la base des cartes IGN au 25 000ème et des photos aériennes a été réalisé de manière à ne se trouver que dans des zones bocagères et ainsi éviter les zones urbanisées.
- la réalisation d'une étude comparative des résultats de 2001 et ceux de 2013 est possible et la prolongation du travail de suivi de l'évolution du bocage bourguignon au cours des années à venir est envisageable.

Cependant, l'utilisation de cette méthode présente une limite: les trente cinq sites définis en 2001 ne sont, aujourd'hui, peut-être plus aussi représentatifs du territoire bourguignon qu'il y a 10 ans.

2.2.2 ADAPTATION DE LA METHODE A NOTRE ETUDE

2.2.2.1 DEFINITION DU NOMBRE TOTAL DE SITES A PROSPECTER

Il est prévu de consacrer environ un mois et demi pour le travail de terrain, soit trente jours. Compte tenu des contraintes de temps, une réflexion pour estimer le nombre de sites prospectables sur une période de trente jours a été menée.

Les zones à échantillonner sont des rectangles de 100ha. Dans les régions bocagères de Bourgogne, la densité de haies maximale se trouve en Puisaye avec 52m/ha et la minimale est de 15m/ha sur le plateau bourguignon central (Repères 2005). En considérant une moyenne de densité des haies de 50m/ha en Bourgogne et en partant du fait qu'une personne marche à 5km/h, une heure sera nécessaire pour parcourir un site de 100 ha.

Il a donc été supposé qu'une demie journée serait nécessaire pour prospecter un site de 100 ha en prenant en compte les contraintes liées au trajet ainsi que les difficultés pour la délimitation de la zone et pour la prospection de terrain. D'après cette estimation, en trente jours, il sera possible de prospecter soixante sites. Pour garder une marge de manœuvre en cas de retard dans les prospections de terrain, il a été choisi de ne prendre que cinquante sites pour élaborer le plan d'échantillonnage.

2.2.2.2 REPARTITION DES SITES

Dans un premier temps, il semblait essentiel de se poser la question quant à la représentativité du plan d'échantillonnage réalisé par l'OREB en 2001. Pour apporter une réponse et si nécessaire ajouter ou supprimer des sites, la répartition des 35 sites a été confrontée à différentes données cartographiques : la carte des OTEX (orientation technico-économique), la carte des régions naturelles de Bourgogne, la carte des pays de Bourgogne et une carte de densité des bocages qui seront détaillées par la suite.

Pour cela, la carte de répartition des 35 sites échantillons de 2001 a été recréée numériquement à l'aide du logiciel Quantum Gis (QGIS) sous forme d'une couche vectorielle. Par contre, seulement trente quatre des trente cinq sites de l'étude de l'OREB ont pu être cartographiés, le dossier contenant les informations relatives au dernier site (commune de Bona dans la Nièvre) n'a pas été retrouvé dans les archives.

Il a été nécessaire de choisir des données sur lesquelles baser la construction du plan d'échantillonnage afin de le rendre le plus représentatif possible de la diversité des paysages bourguignons. L'étude portant sur la caractérisation des bocages, il semblait intéressant d'utiliser des données en lien avec la structuration du bocage. L'analyse des définitions des termes *bocages* et *haies* de Jacques Baudry (Baudry 2003), à savoir respectivement, « paysage ayant pour caractéristique la présence de **réseaux de structures linéaires de végétaux** ligneux, que ce soit des haies « traditionnelles », des rideaux brise-vent ou des haies spontanées issues de l'absence d'entretien des clôtures » et « structure linéaire constituée au moins partiellement de ligneux, et **gérée** » a fait ressortir trois notions clés : « végétaux », « réseaux » et « gérée ». Ces notions ont conduit aux choix de quatre critères de détermination du plan d'échantillonnage se déclinant sous la forme de données cartographiques.

Les explications relatives au choix des critères et à l'élaboration du plan d'échantillonnage sont détaillées ci-dessous.

→ 1^{er} critère d'échantillonnage : à l'aide des données relatives aux **caractéristiques technico-économiques des exploitations agricoles**. Utilisation de la carte des OTEX de 2010 réalisée par la DRAAF Bourgogne.

Dans l'optique de répondre au mieux à l'hypothèse que l'hétérogénéité des bocages est due à l'hétérogénéité des orientations technico-économiques des exploitations agricoles, il a été décidé de traiter ce critère en premier afin de lui donner plus de poids dans la répartition des sites.

Le terme « gérée » introduit la notion d'entretien des haies et indirectement de gestion des bocages. Les haies sont majoritairement entretenues par les agriculteurs car elles

constituent un élément structurant du paysage agricole et sont étroitement associées à l'activité agricole. Ce critère paraît donc intéressant pour caractériser le bocage et cela à l'aide de données d'occupation du sol. Pour ce faire il a été envisagé, dans un premier temps, d'utiliser les données Corine Land Cover (CLC). Cependant, ces données datent de 2006 et il se peut donc, qu'aujourd'hui, elles manquent de précision par rapport à la réalité de terrain. Il a été décidé d'utiliser la carte des OTEX communaux (DRAAF Bourgogne) ; l'OTEX étant une classification européenne des exploitations selon leur spécialisation et leur taille économique cartographiée à l'échelle de la commune (Agreste 2013). Il a ainsi été possible de connaître et de travailler à partir de la répartition des communes de Bourgogne selon la spécialisation prédominante des exploitations agricoles présentes dans chaque commune.

Les communes de Bourgogne sont classées en dix catégories d'OTEX : 35% sont en polyculture-polyélevage, 28% en grandes cultures, 18% en bovins viande, 10% en viticulture, 3,3% en bovins mixtes et 2,5% en granivores. Les OTEX, maraîchage et horticulture, fruits et autres cultures permanentes ainsi que autres herbivores, représentent moins de 2,5% des OTEX en Bourgogne.

Pour que le plan d'échantillonnage soit représentatif de la répartition des OTEX en Bourgogne, il a été choisi de répartir les 50 sites parmi les catégories d'OTEX selon les mêmes proportions que la répartition des OTEX en Bourgogne (tableau 1). Par exemple : 10% des communes de Bourgogne sont recensées en OTEX « Vignes », mon plan d'échantillonnage devra donc se composer de 10% de mes 50 sites dans cette même OTEX, soit 5 sites. Ce choix de répartition des sites par OTEX nous donne les valeurs suivantes : **18 sites en polyculture-polyélevage 14 en grandes cultures, 9 en bovins viande, 5 en viticulture et 1 en granivores.**

Pour un total de 50 sites, un pourcentage inférieur à 2,5% représente moins d'un site donc les OTEX concernées ne seront pas pris en compte. Par conséquent, le total de la répartition des OTEX en Bourgogne (tableau 1) n'est pas égal à 100%. Les résultats restant pratiquement identiques, les proportions de sites par OTEX ont été déterminées à partir des valeurs du tableau et non à partir des valeurs ramenées à 100%.

Avant de choisir l'emplacement définitif des sites, il a été nécessaire de prendre en compte la répartition des trente quatre sites de l'étude menée en 2001 par rapport aux OTEX (tableau 1). Avec 13 sites en polyculture-polyélevage soit 37%, 10 en grandes cultures soit 28,6%, 8 en bovins viande soit 22,8%, 2 en bovins mixtes soit 5,7% et 1 en maraîchage soit 2,8%, la répartition a été considérée comme représentative. L'ensemble des sites a donc été conservé pour cette étude.

Au final, il a donc été nécessaire d'ajouter seize sites, dont 5 en polyculture-polyélevage, 4 en grandes cultures, 5 en viticulture, 1 en bovins viande et 1 en granivores (annexe 3).

Nom OTEX	% de répartition en Bourgogne	Nombre de sites en 2001	% de répartition des sites de 2001	Nombre total de sites/ 50	Nombre de sites à ajouter
Polyculture et polyélevage	35%	13	37%	18	5
Grandes cultures	28%	10	28,6%	14	4
Bovins viande	18%	8	22,8%	9	1
Vignes	10%	0	0%	5	5
Bovins mixtes	3,3%	2	5,7%	2	0
Granivores	2,5%	0	0%	1	1
Maraîchage et Horticulture	1%	1	2,8%	1	0
TOTAL	94,5%	34	97%	50	16

Tableau 1 - Répartition des sites à échantillonner en fonction des OTEX de Bourgogne

Etant donné que les OTEX sont définies par commune, le choix des sites s'est d'abord fait à l'échelle des communes. Puis, pour restreindre le choix des communes, la carte des petites régions naturelles de Bourgogne a été utilisée.

→ 2^{ème} critère d'échantillonnage : à l'aide des données relatives au **contexte écologique**. Utilisation de la carte des petites régions naturelles de Bourgogne et des ensembles structuraux de 2008 réalisée par le Conservatoire National du bassin parisien.

En ce qui concerne la végétation, il m'a semblé intéressant de prendre en compte le maximum de critères pouvant influencer la composition floristique des bocages ainsi que leur forme. L'étude étant contrainte par le temps, utiliser la carte des petites régions naturelles de la Bourgogne (Bardet, Fedoroff, Causse et Moret 2008) a semblé être pertinent. En effet, cette carte illustre le découpage de la Bourgogne en cinquante huit régions naturelles. Elle présente l'avantage d'avoir été construite à partir de données géologiques, topographiques, climatiques, hydrographiques, paysagères et floristiques. De plus, les régions naturelles y sont regroupées en unités supérieures : les ensembles naturels (regroupement selon des critères géologiques, topographiques, etc.), eux-mêmes rassemblés dans les ensembles géologiques structuraux de Bourgogne. Pour finir, cette carte des régions naturelles donne un poids particulier aux caractéristiques physiques de la région.

Le plan d'échantillonnage se compose de 50 sites, or la Bourgogne est découpée en 58 petites régions naturelles. Il n'est donc pas possible de placer un site par région naturelle. Pour que la diversité paysagère soit tout de même prise en compte dans le plan d'échantillonnage, il est possible de se baser sur le découpage de la Bourgogne en unités supérieures, à savoir, en ensembles naturels et en ensembles structuraux. Les ensembles naturels sont issus d'un regroupement des petites régions naturelles selon des critères géologiques, topographiques, etc... et ils sont rassemblés en ensembles géologiques structuraux. L'objectif étant d'élaborer un plan d'échantillonnage le plus représentatif possible de la diversité des grandes régions naturelles de Bourgogne, ces trois niveaux d'organisation du territoire ont donc été pris en compte (annexe 4). Le choix des communes s'est fait en diversifiant les régions naturelles tout en considérant les ensembles naturels et par conséquent les ensembles structuraux et en tenant compte du positionnement des trente-quatre sites empruntés à l'étude de 2001. Pour finir, le positionnement de chaque site échantillon à l'intérieur de la commune s'est fait aléatoirement.

→ 3^{ème} critère d'échantillonnage : à partir des données relatives à la **densité et à la structure des haies**. Utilisation de la carte de la répartition de la densité du bocage de Bourgogne de réalisée en 2010 par le bureau d'étude Ecosphère dans le cadre de l'étude de TVB commanditée par le Conseil Régional de Bourgogne.

Enfin, pour avoir une première idée de la répartition des sites en fonction de l'état du bocage, une carte élaborée en 2010 par le bureau d'études Ecosphère dans le cadre d'un travail sur la Trame Verte et Bleue en Bourgogne a été utilisée (Simon et Gsell-Epailly 2010). Cette carte, au 1/100000, réalisée à partir des données d'occupation du sol (RPG et Corine Land Cover) et de la couche végétation de la BD Topo de l'IGN permet de mettre en évidence six types de bocages : bas dense, bas lâche, haut dense, haut lâche, humide dense et humide lâche. Les deux types de bocages humides ont été délimités à partir des zones humides qui présentent un réel intérêt pour de nombreuses espèces animales et végétales. C'est donc pour leur rôle de réservoirs de biodiversité, intéressant dans le cadre de la TVB, que ces types ont été décrits. Il a été choisi de ne pas prendre en compte dans cette étude la distinction des types de bocages humides au vu de leur faible proportion par rapport aux autres types. Toutefois, l'information relative à ces zones bocagères n'a pas été perdue car ces types ont été repartagés dans « bocage haut dense » et « bocage haut lâche », le bocage humide étant supposé être majoritairement du bocage haut.

La carte de densité du bocage, réalisée par Ecosphère, a permis de vérifier qu'il n'y avait pas une trop grande quantité de sites situés dans des zones sans bocages. Ce cas particulier aurait pu causer l'oubli d'un type de bocage (annexe 5). Cependant, il a tout de

même été choisi de considérer l'absence totale de bocage ou la présence de reliques d'un ancien bocage comme un type de paysage et par conséquent de ne pas supprimer tous les sites positionnés dans des zones sans bocages.

→ 4^{ème} critère d'échantillonnage : à partir des données relatives aux **territoires**.

Utilisation de la carte des pays de Bourgogne de 2013 réalisée par le Conseil Régional de Bourgogne.

Pour finir, sur les conseils du groupe de travail, un autre critère lié à l'existence de projets pouvant potentiellement porter des actions en faveur du maintien, de la restauration et de la valorisation des haies et du bocage, a été utilisé: la carte des pays de Bourgogne. Les pays peuvent avoir des compétences en matière d'aménagement du territoire. De ce fait, l'échelle des pays a été préférée à l'échelle de la commune ou même de la communauté de communes. En outre, cette échelle permet d'éviter d'avoir un trop grand nombre d'échantillons.

La répartition des 50 sites selon les quatre critères précédents est correcte au regard de la carte des pays car 17 des 18 pays de Bourgogne sont concernés (annexe 6).

Enfin, une étude plus fine des sites a été réalisée à partir des photographies aériennes a permis d'affiner l'élaboration du plan d'échantillonnage. En effet, les sites positionnés dans des zones urbanisées, des plans d'eau ou encore des forêts ont été déplacés dans des secteurs plus agricoles comme cela avait été fait au cours de l'étude menée par l'OREB en 2001.

2.2.2.3 PLAN D'ECHANTILLONNAGE DEFINITIF

Le plan d'échantillonnage se compose donc de 50 sites répartis sur toute la Bourgogne (Tableau 2). Ces sites sont positionnés, dans un premier temps, de telle sorte à être représentatifs de la diversité des orientations technico-économiques des exploitations agricoles (annexe 3). Ils sont présents dans 42 des 58 petites régions naturelles de Bourgogne ce qui nous ramène à 72%. De plus, un seul des 13 ensembles structuraux de Bourgogne n'est pas représentés (annexe 4), ce qui confère au plan d'échantillonnage une meilleure représentativité des critères paysagers.

Les deux tableaux en annexes 7 et 8 résument les modifications apportées au plan d'échantillonnage de 2001 pour le rendre plus complet au regard des ensembles structuraux, des régions naturelles et des OTEX.

Le détail des 50 sites avec leurs caractéristiques (nom de la commune, département, OTEX, région naturelle, ensembles naturels, ensembles structuraux et pays) est donné en annexe (annexe 9). La répartition définitive des 50 sites sur le territoire Bourguignon est illustrée sur la carte en annexe 10.

	Départements	OTEX	Régions naturelles	Ensembles structuraux	Ensembles naturels	Densité du bocage	Pays
Nombre total	4	10	58	13	25	4	18
Nombre représenté	4	7	42	12	20	4	17

Tableau 2- Répartition des sites échantillons au regard des différents types de critères d'échantillonnage

2.3 CARTOGRAPHIE DES ELEMENTS PAYSAGERS

2.3.1 A PARTIR DES DONNEES IGN

2.3.1.1 OUTIL ET DONNEES UTILISEES

Pour la cartographie, il a été choisi de suivre, comme pour l'étude de l'OREB, la méthode utilisée par Patrice Notteghem en 1986. Cette méthode consiste à répertorier avec le logiciel QGIS tous les éléments caractéristiques du bocage (linéaires de haies, connexions, arbres isolés,...) visibles sur les photographies aériennes (BD Ortho de l'IGN). Chaque type d'éléments paysagers relevé est saisi numériquement sur une couche vectorielle qui lui est propre puis toutes les données sont projetées dans le même système de projection, Lambert 93.

2.3.1.2 ELEMENTS PAYSAGERS RELEVES

Les éléments à relever au niveau cartographique ont été choisis pour leurs critères écologiques mais aussi pour leur potentialité en tant que ressource ligneuse.

Le choix des critères s'est fait à partir de mes recherches bibliographiques (OREB 2001, Rapport du Master 2 Espace Rural et Environnement 2012, Vadaine 2002 et Bossis 2008) mais aussi sur les conseils du groupe de travail. Les critères retenus sont détaillés ci-dessous :

- **Les haies**

Sont recensées : toutes les formations linéaires en bord de parcelle comportant de la végétation ligneuse. Seules les formations ligneuses d'une longueur de plus de 25m et d'une largeur maximale d'environ 15m (largeur de frondaison de deux arbres) sont comptées. Si une haie est interrompue sur une longueur supérieure à 20m (entre deux arbres ou entre deux structures ligneuses), deux haies sont comptabilisées. Les haies bordant un chemin sur chacun de ses deux côtés sont considérées comme deux entités distinctes lorsqu'elles sont visibles toutes les deux sur la photographie. Pour les haies interceptant les limites de mailles, seule la partie à l'intérieur de la maille a été prise en compte. Pour les haies en réseau, une nouvelle haie est déterminée à chaque intersection.

Les haies associées aux habitations ne sont pas prises en compte.

Sous le logiciel QGIS, une couche shapefile de type lignes est créée pour les haies. Dans la table attributaire, les haies sont numérotées en fonction du site échantillon et leur longueur est précisée.

- **Les connexions**

Chaque intersection entre les haies est relevée. Le nombre d'intersections représente le nombre de nœuds dans le réseau de haie c'est à dire le nombre de points où les haies s'entrecroisent.

Il existe différents types de connexions : une connexion en (L) assure les liens entre deux haies (si l'angle est proche de 90°), une connexion en (T) entre trois haies et une connexion en (X), entre quatre haies. La connexion (O) représente un cul de sac (extrémité libre). Chaque type de connexion est précisé dans la table attributaire

Une haie connectée à un bois, une forêt ou un bosquet, n'est pas comptée comme extrémité libre, mais comme une intersection haie - espace boisé.

A partir du logiciel QGIS, une couche shapefile de type points est créée pour les connexions.

- **Les espaces boisés**

Sont comptés en tant qu'espaces boisés, les formations végétales qui respectent simultanément les deux conditions suivantes : largeur supérieure à 15m sur la photographie soit la largeur d'une haie (envergure de 2 arbres) et surface supérieure à 375m² (15x25=surface minimale d'une formation ligneuse étant considérée comme une haie).

Les espaces boisés sont représentés comme des polygones sur la couche créée avec QGIS.

- **Les lisières de bois**

Les lisières sont des éléments importants du paysage bocager. Elles permettent de faire des transitions douces entre la forêt et le milieu adjacent. Tout comme les haies, elles jouent un rôle de corridor écologique et peuvent aussi avoir un effet source et/ou barrière pour la biodiversité avec de multiples implications pour la gestion agricole et sylvicole. Les lisières sont également une source potentielle de production de bois d'œuvre et de bois énergie. Elles sont représentées sous la forme d'une couche de lignes avec QGIS.

- **Les arbres isolés**

Le bocage se définit comme un réseau de haies et d'arbres champêtres isolés maillant l'espace agricole. Les arbres isolés constituent un élément remarquable des paysages agricoles dans de nombreuses régions. De plus, ils jouent un rôle écologique majeur pour la reproduction, le développement et les déplacements de certaines espèces. Leur présence est en outre, intéressante pour la production de bois et le stockage du carbone atmosphérique.

Ne sont comptés que les arbres isolés à l'intérieur ou en bordure d'une parcelle si cette dernière n'est pas entourée de haies.

Ils sont représentés sous la forme d'une couche de points créée avec QGIS.

- **Les étendues d'eau**

Ce groupe comprend les mares, marais, étangs et autres plans et retenues d'eau. Elles se regroupent toutes dans un même type d'écosystèmes : les eaux stagnantes. Les caractéristiques physico-chimiques particulières y déterminent la présence de communautés animales et végétales spécifiques. Les étendues d'eau bocagères participent donc à la préservation de la biodiversité et de la qualité de la ressource en eau.

Elles sont reportées sur la couche QGIS comme des polygones.

- **Les principaux cours d'eau**

Les cours d'eau offrent une diversité d'habitats et permettent le libre transport des sédiments et la libre circulation nombreuses espèces animales et végétales, aquatiques comme terrestres. Les berges sont parfois encore recouvertes d'une ripisylve, formation boisée buissonnante et herbacée, qui joue un rôle écologique important (habitats, corridor écologique, filtration de l'eau,...). Ces ripisylves sont recensées dans la couche « haie ».

Les cours d'eau sont reportés comme des lignes sur la couche QGIS.

2.3.2 COMPLEMENT ET VALIDATION PAR DES PROSPECTIONS DE TERRAIN

Un travail de terrain est venu corriger, compléter ou nuancer les informations cartographiques identifiées pour chaque site échantillon.

La prospection de terrain a consisté, pour chaque zone de 100ha, à relever pour toutes les haies :

- les données structurales : volume de végétation, linéaire, connexions, présence d'arbres
- les données texturales : composition floristique

Une fiche de terrain a été utilisée pour faciliter les prospections. Elle est présentée en annexe 11.

2.3.2.1 DONNEES STRUCTURALES

Les caractéristiques structurales du bocage correspondent à la morphologie du bocage et des haies. La biodiversité et la production de bois des haies sont liées à la densité du réseau, à la fermeture de son maillage et au type de gestion des haies, c'est pourquoi ces éléments ont été relevés.

Les données relatives aux types de connexion ainsi qu'aux linéaires, relevées à l'échelle cartographique ont été précisées lors des prospections de terrain.

Le relevé des arbres a été fait sous forme de quatre classes de densité des arbres :

- Haies non boisées
- Haies peu boisées : de 1 à 4 arbres de haute tige pour 100m de haies

- Haies boisées : plus de 5 arbres de haute tige pour 100m de haies

Pour obtenir les valeurs de gisement en bois des haies, il est nécessaire d'utiliser une méthode de cubage. De nombreuses méthodes existent dans la littérature. Cependant, elles demandent souvent de la technique, du matériel, des connaissances, de l'expérience et un temps de prospection supérieur au temps disponible dans le cadre de cette étude.

Pour des raisons pratiques, il a donc été décidé d'utiliser les résultats de l'étude intitulée « Etude d'opportunité sur l'utilisation du lamier à scie et sur la valorisation des produits d'entretien et d'exploitation des haies en Bresse Bourguignonne » et réalisée en 2013 par la Fédération Départementale des Chasseurs, la Chambre d'Agriculture, l'office National de la Chasse et de la Faune sauvage, le centre régional de la propriété forestière en Bourgogne ainsi que la FDSEA de Saône et Loire, dans le cadre du dispositif Agrifaune. Son objectif était d'évaluer la faisabilité d'un changement de pratiques de gestion des haies conditionné par les potentialités de production de biodiversité et de bois du bocage bressan. Ainsi les travaux engagés portent tout d'abord sur l'évaluation du potentiel biologique puis sur les potentiels de la production de bois des haies, des lisières de forêts et des ripisylves. Dans le cadre de ce travail, une typologie des haies a été proposée et les différents types ont été caractérisés du point de vue de la biodiversité et du gisement en bois (Peyrton, Guerrier, Servant et Salvi 2013). Les types de haies définis dans cette étude sont détaillés dans la **partie 1.4.1.2.**

La production de bois par type de haie a été le fruit d'une compilation de données. En effet, certaines haies ont été cubées sur pied et d'autres abattues afin d'affiner certains paramètres du cubage sur pied et de vérifier les résultats obtenus. Des données complémentaires ont également été relevées (âge de la haie et linéaire) pour obtenir des indicateurs de productivité par type de haies. Il nous est ainsi possible de connaître la productivité en bois par mètre linéaire pour 10 types de haies et 2 types de lisières.

Chaque haie inventoriée a été classée dans un type parmi ceux proposés dans cette typologie.

2.3.2.2 DONNEES TEXTURALES

Outre les aspects structurels, une haie se caractérise par sa composition floristique et faunistique. En effet, plus le nombre d'espèces végétales dans une haie est grand, plus les relations entre la faune et la flore vont être nombreuses ce qui va induire une plus grande complexité de l'écosystème (Baudry 2003, Liagre 2006, Bradu et Laulanie 2009).

Cependant, il a été décidé de limiter l'analyse de la végétation aux strates arborée et arbustive en prenant en compte les arbrisseaux et les lianes. Il a été décidé de ne pas tenir compte de la strate herbacée car, certes elle présente un intérêt écologique mais pas d'intérêt du point de vue du gisement en bois. De plus, l'inventaire des espèces de la strate herbacée a été considéré comme très chronophage et nécessitant de bonnes connaissances botaniques.

Aussi, pour faciliter la prospection de terrain et gérer au mieux la contrainte relative au temps, il a été décidé de ne relever que les espèces végétales de la liste suivante.

Cette liste (tableau n°3) contient les principales espèces d'arbres, d'arbustes, de lianes et d'arbrisseaux rencontrées dans les haies champêtres de Bourgogne.

Espèces arborées	Espèces arbustives	Espèces d'arbrisseaux	Espèces de lianes
<i>Aulne glutineux</i>	<i>Aubépine à deux styles</i>	<i>Ajonc d'Europe</i>	<i>Lierre commun</i>
<i>Cerisier à grappe</i>	<i>Aubépine monogyne</i>	<i>Buis</i>	<i>Clématite des haies</i>
<i>Charme</i>	<i>Bourdaine</i>	<i>Cornouiller mâle</i>	<i>Chèvrefeuille des haies</i>
<i>Châtaignier</i>	<i>Cerisier de Sainte Lucie</i>	<i>Cornouiller sanguin</i>	<i>Houblon</i>
<i>Chêne pédonculé</i>	<i>Cytise à grappes</i>	<i>Eglantier</i>	
<i>Chêne pubescent</i>	<i>Erable champêtre</i>	<i>Epine vinette</i>	

<i>Chêne sessile</i>	<i>Houx</i>	<i>Fusain d'Europe</i>	
<i>Cormier</i>	<i>Nerprun purgatif</i>	<i>Genêt à balai</i>	
<i>Frêne commun</i>	<i>Noisetier</i>	<i>Genévrier commun</i>	
<i>Frêne oxyphylle</i>	<i>Osier rouge</i>	<i>Groseillier à maquereau</i>	
<i>Merisier</i>	<i>Prunellier</i>	<i>Groseillier rouge</i>	
<i>Néflier</i>	<i>Saule à trois étamines</i>	<i>Groseillier sauvage</i>	
<i>Noyer</i>	<i>Saule cendré</i>	<i>Ronce commune</i>	
<i>Orme champêtre</i>	<i>Saule pourpre</i>	<i>Sureau à grappes</i>	
<i>Peuplier noir</i>		<i>Sureau noir</i>	
<i>Poirier sauvage</i>		<i>Troène commun</i>	
<i>Pommier sauvage</i>		<i>Viorne lantane</i>	
<i>Robinier faux-acacia</i>		<i>Viorne obier</i>	
<i>Saule blanc</i>			
<i>Saule marsault</i>			

Tableau 3 - Liste des principales espèces végétales rencontrées dans les haies champêtres de Bourgogne

Pour caractériser quantitativement la composition floristique des haies, un taux de recouvrement a été estimé. Ce taux correspond au rapport de la proportion du volume végétal occupé par une espèce sur le volume végétal total de la haie.

2.4 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

2.4.1 A L'ECHELLE DU SITE ECHANTILLON

2.4.1.1 CARACTERISATION DE LA QUALITE BIOLOGIQUE DU BOCAGE

L'intérêt biologique des haies dépend de leur état, de leur qualité écologique, déterminée par leur gestion, mais aussi de leur place dans la mosaïque agricole et dans le réseau de haies. En termes de biodiversité, la richesse d'un bocage repose sur la structure des haies, leur diversité mais aussi sur l'existence simultanée de plusieurs stades d'évolution des haies, sur leurs connexions entre elles ou avec d'autres éléments naturels comme les bosquets, les forêts mais aussi les rivières ou étendues d'eau. On peut distinguer des effets dus à l'intersection des haies, qui offrent une végétation plus dense, des effets de corridor qui permettent aux espèces de se déplacer d'une parcelle à l'autre et des effets de mosaïques dus à la géométrie et à l'utilisation des parcelles adjacentes.

La cartographie des éléments paysagers et les prospections de terrain ont permis de relever à la fois des données structurales du bocage (connexions, linéaires, cours d'eau,...) et texturales (composition floristiques). Une analyse floristique va permettre d'avoir une idée sur la diversité floristique des sites. Elle s'organise en trois étapes :

- détermination de la fréquence de rencontre des espèces végétales sur l'ensemble des sites (espèce présente ou non sur un site)
- estimation de l'abondance des espèces végétales via l'estimation du taux de recouvrement
- détermination de la richesse spécifique des 47 sites

La caractérisation de la qualité écologique du bocage va s'appuyer sur une partie de ces données. En effet, elle ne peut être prise en compte dans sa globalité pour déterminer les types de bocages. Les informations relatives aux cours d'eau et aux étendues d'eau ne seront donc pas traitées dans l'analyse des résultats.

Par conséquent, la qualité biologique du bocage va être caractérisée par deux critères :

- le taux de recouvrement des espèces végétales estimé pour chacune des haies rencontrées dans les différents sites soit l'abondance des espèces végétales par site

- l'indice bocages proposé en 2001 dans l'étude de l'OREB (OREB 2001). Cet indice mesure la qualité biologique du bocage. Sa construction repose sur l'idée que la qualité biologique d'un bocage dépend de trois facteurs :

- le volume de végétation (hauteur des haies et présence d'arbres)
- le maillage (degré de connectivité entre les haies)
- le linéaire de haies

Plus la valeur de ses facteurs sera élevée, plus la valeur de l'indice sera élevée et donc plus la qualité biologique du bocage sera importante.

Son intérêt réside dans sa simplicité et sa facilité d'utilisation. Un autre intérêt de cet indice est la possibilité de comparer dans le temps les mesures obtenues. Avec le calcul de cet indice, il est alors possible de connaître la tendance de l'évolution qualitative du bocage bourguignon pour les 70 dernières années.

La formule de cet indicateur est la suivante :

(Volume de végétation) x (indice maillage) / linéaire total
--

➤ **Volume de végétation = $V_{\text{Haies Hautes}} + V_{\text{Haies Basses}} + V_{\text{Arbres}} \times 2$**

Le facteur « volume des arbres » est multiplié par deux de manière à tenir compte et accentuer la valeur écologique des arbres qui dépasse la simple notion de volume : certaines espèces d'oiseaux et d'insectes n'ont, par exemple que les arbres pour niche écologique.

$$V_{\text{Haies Basses}} = \text{Surface}_{\text{Haies Basses}} \times \text{Linéaire}_{\text{Haies Basses}} \rightarrow V_{\text{HB}} = 1 \times L_{\text{HB}}$$

$$V_{\text{Haies Hautes}} = \text{Surface}_{\text{Haies Hautes}} \times \text{Linéaire}_{\text{Haies Hautes}} \rightarrow V_{\text{HH}} = 8 \times L_{\text{HH}}$$

D'après les résultats de l'étude de P. Notteghem liant la structure du bocage à l'avifaune, il avait été décidé de considérer la surface d'une haie haute comme 8 fois supérieure à la surface d'une haie basse (cf paragraphe 2.2.1.4).

$$V_{\text{Arbres}} = C_0 \times \text{Linéaire}_0 + C_{1-4} \times \text{Linéaire}_{1-4} + C_5 \times \text{Linéaire}_5$$

Les coefficients C sont des valeurs arbitraires (m²) qui ont été attribuées aux haies en fonction de la quantité d'arbres qu'elles contiennent.

- C₀: coefficient pour les haies non boisées, C₀ = 0 m²
- Linéaire 0 : linéaire de haies non boisées (m)
- C₁₋₄: coefficient pour les haies peu boisées, C₁₋₄ = 2 m²
- Linéaires 1-4 : linéaire de haies peu boisées (m)
- C₅: coefficient pour les haies boisées, C₅ = 5 m²
- Linéaire 5 : linéaire de haies boisées (m)

➤ **Indice maillage = $K_0 \times N_0 + K_L \times N_L + K_T \times N_T + K_X \times N_X$**

Les indices K reflètent la valeur écologique de chaque type de connexions. Ainsi, les connexions X ont une valeur plus élevée que les connexions L.

- K₀ : coefficient attribué aux non-connexions 0 ; K₀=1
- K_L : coefficient attribué aux connexions L ; K_L=3
- K_T : coefficient attribué aux connexions T ; K_T=5
- K_X : coefficient attribué aux connexions X ; K_X=7

- N₀ : nombre de non-connexions 0
- N_L : nombre de connexions L
- N_T: nombre de connexions T
- N_X: nombre de connexions X

Type de haies	Description du type	Intérêt pour la biodiversité	Gisement en bois
Type 1	Ancien emplacement de haie : traces de végétaux, talus, site désherbé et/ou broyé régulièrement. Haie basse.	Pas favorable	Production : 0
Type 2	Haie discontinue, fortement dégradée: (haie 1 strate). Haie basse.	Très peu intéressant	Production : 0 à 25% soit 0 à 0,11 stère/ml
Type 3	Haie type “ champignon ” : haie haute peu fournie à la base (< 1 à 2 m de large à la base), étroite et entretenue régulièrement à la base. Présence d’une strate arbustive ou arbustive/arborée uniquement. Hauteur, jusqu’à environ 15 m (haie 2 strates maximum)	Peu intéressant	Production : 25 à 50% soit 0,11 à 0,23 stère/ml
Type 3 bis	Haie basse rectangulaire < 1,5 m : haie généralement entretenue tous les ans (haie 1 strate)		
Type 4	Haie basse buissonnante : bien fournie sur toute la hauteur, d’une largeur égale ou supérieure à 2 m et d’une hauteur maximale de 5 m. éventuellement un début d’expression d’une strate arborée potentielle. Haie souvent jeune (haie 1 strate)	Intéressant	Production : 50 à 75% soit 0, 23 à 0,33 stère/ml
Type 5	Haie haute multi-stratifiée : Largeur comprise entre 1 et 2 m, hauteur supérieure à 5 m	Intéressant	Production : 100% soit 0,45 stère/ml
Type 6	Haie haute multi-stratifiée : Présence possible de gros arbres (ou cépées) ou de vieux arbres, d’arbres têtards ou morts.	Intéressant	Production : 100% soit 0,45 stère/ml
Type 7	Haie haute multi-stratifiée : Présence probable de gros arbres (ou cépées) ou de vieux arbres, d’arbres têtards ou morts. Largeur > 5 m et Hauteur > 5 m	Très intéressant	Production : 100% soit 0,45 stère/ml
Type A /13	Alignement d’arbres (1 strate). Haie haute.	Peu intéressant à intéressant	Production : 50 à 75% soit 0,23 à 0,33 stère/ml
Type R /14	Ripisylves. Haie Haute.	Intéressant à très intéressant	Production : 100% soit 0,45 stère/ml
Lisières de type 11	Lisières ouvertes et sans bas étage ni végétation buissonnante ou arbustive.	Très peu intéressant	Production : 50 à 75% soit 0,23 à 0,33 stère/ml
Lisières de type 12	Lisières fermées avec bas étage et / ou buissonnante ou arbustive.	Intéressant à très intéressant	Production : 50 à 75% soit 0,23 à 0,33 stère/ml

Tableau 4 - Définitions des différents types de linéaires boisés de la typologie utilisées

Une grille permettant de traduire les valeurs de l'indice en classe de qualité relative a été définie à l'époque en fonction des valeurs d'indice bocages obtenues pour les 35 sites étudiés:

Valeur de l'indice	Classe de qualité biologique
Plus de 6 000	Très élevée
De 4 000 à 6 000	Elevée
De 2 000 à 4 000	Moyenne
De 0 à 2 000	Faible

Cet indice, calculé pour la totalité des sites échantillonnés, a été noté indice bocages *terrain* (IBt). Sa différence avec l'indice bocages de 2001 (IB) est la prise en compte de données de terrain obtenues par le biais de prospections des haies. Le calcul de l'indice bocages en 2001 ne s'appuyait que sur des données relevées sur des photographies aériennes. Le nouvel indice est donc plus précis car il respecte mieux la réalité du terrain.

2.4.1.2 ESTIMATION DU GISEMENT EN BOIS DU BOCAGE

Le bocage se caractérise par la présence de haies boisées, d'arbres isolés mais aussi de lisières, ce qui lui confère un fort potentiel de production de bois (chauffage, bois d'œuvre, etc...). Or, au regard des enjeux environnementaux, le bois apparaît comme une ressource naturelle locale potentiellement valorisable notamment en bois énergie (plaquettes, granulé de bois) ou en bois raméal fragmenté (BRF), c'est pourquoi ce critère a été considéré dans cette étude.

L'estimation du gisement en bois s'est faite à partir des résultats de l'étude fournissant la production de bois pour différents types de haies (Peyrton *et al* 2013).

La typologie des haies utilisée est une typologie simple basée sur des critères de biodiversité : la hauteur, la largeur, la stratification des haies et la présence de gros et vieux arbres. Cette typologie comprend huit types de haies auxquels s'ajoutent quatre autres types, le type R pour les ripisylves, le type A pour les alignements d'arbres et deux types de lisières, 11 et 12. La description des types est accompagnée d'un qualificatif de valeur simple, relatif à leur intérêt pour la biodiversité (tableau n°4). Cette typologie précise également les types de haies relevés en tant « haies hautes » et ceux en tant que « haies basses ».

La majorité des haies cubées lors de la réalisation de ce travail étaient des haies multi-strates (types 5 et 6). Le cubage des autres types de haies n'a donc pas donné assez de résultats pour avoir des valeurs significatives, par conséquent, leur production a dû être extrapolée à partir des données des types 5 et 6. Pour ce faire, il a été considéré que le maximum de production est atteint pour une haie multi-stratifiée avec une valeur de 0,45 stère/mètre linéaire. La largeur de la haie n'est pas prise en compte car l'essentiel de la biomasse se situe au centre de la haie (1m de chaque côté en partant du centre de la haie).

Il en ensuite été estimé arbitrairement par les experts, qu'une haie buissonnante (type 4), une lisière (type 10 et 11) ou un alignement d'arbre (type A) produit 50 à 70% du volume de bois d'une haie multi-strates.

La haie champignon de type 3 produit 25 à 50% d'une haie multi-strates. Les haies discontinues de types 1 et 2 produisent 0 à 25% d'une haie multi-strates. Pour finir, les haies taillées au carré ne produisent pas de biomasse valorisable.

2.4.2 A L'ECHELLE REGIONALE

L'objectif est de caractériser le bocage à l'échelle régionale, à partir des données relevées à l'échelle de l'unité d'échantillonnage. Pour ce faire, il est possible de recourir à une analyse de données multivariées. Ce type d'analyses statistiques a pour caractéristique de s'intéresser à la distribution conjointe de plusieurs variables. Différentes approches sont possibles selon l'objectif recherché et la nature des variables. Dans notre cas, il s'agit d'une méthode descriptive car nous avons cherché à résumer et structurer l'information. Ensuite, au vu de la nature des données, il a été prévu de réaliser une Analyse en Composantes

Principales (ACP). En effet, que ce soit les données de recouvrements, les données de gisement en bois ou encore les valeurs de l'indice bocages, nous sommes en présence de données quantitatives donc il nous est possible de faire une ACP.

Lorsque l'on étudie simultanément un nombre important de variables quantitatives, 58 dans notre cas (une pour l'indice bocages, une pour la biomasse et 56 pour les recouvrements d'espèces végétales), la question se pose quant à la représentation sur un seul graphique de l'ensemble des données. La difficulté vient du fait que les individus étudiés ne sont plus représentés dans un plan (espace de dimension 2), mais dans un espace de dimension plus important, égale au nombre de variables. L'objectif de l'Analyse en Composantes Principales est de revenir à un espace de dimension réduite en déformant le moins possible la réalité. Pour cela, l'ACP transforme des variables corrélées en nouvelles variables décorrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales", ou axes principaux. Il s'agit donc d'obtenir le résumé le plus pertinent possible des données initiales en réduisant le nombre de variables ce qui permet de rendre l'information moins redondante.

Une fois que les données ont été traitées grâce à l'ACP, il nous est possible de réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Cette analyse a pour but de répartir les individus dans un certain nombre de classes. Initialement, chaque individu forme une classe, soit 50 classes. On cherche à réduire le nombre de classes par des itérations successives : à chaque étape, deux classes sont fusionnées, réduisant ainsi le nombre de classes. Les deux classes choisies pour être fusionnées sont celles qui sont les plus "proches" au regard des variables choisies pour l'analyse, en d'autres termes, celles dont la dissimilarité entre-elles est minimale.

Puis, afin de visualiser ces classes un dendrogramme peut être réalisé ; il s'agit de la représentation graphique d'une classification ascendante hiérarchique. Il se présente souvent comme un arbre binaire dont les feuilles sont les individus alignés sur l'axe des abscisses.

Les résultats de la CAH nous permettront donc de déterminer les types de bocages, chaque classe obtenue correspondant à un type, décrit et caractérisé par leur qualité biologique ainsi que leur gisement en bois.

Un des objectifs du stage est aussi d'identifier des territoires présentant des caractéristiques bocagères homogènes des points de vue biodiversité et gisement en bois. Autrement dit, il s'agit de localiser les types de bocages sur le territoire bourguignon. Pour cela, les résultats de la typologie vont être croisés avec les données cartographiques utilisées lors de l'élaboration du plan d'échantillonnage, à savoir, la carte des orientations technico-économiques des exploitations agricoles, la carte des petites régions naturelles de Bourgogne et des ensembles structuraux ainsi que la carte de densité du bocage.

Il sera ainsi possible d'avoir une idée sur le facteur le plus déterminant pour l'organisation des bocages à l'échelle régionale et d'apporter un élément de réponse à l'hypothèse de départ dans laquelle nous avons supposé que l'hétérogénéité des bocages bourguignons est principalement due à l'hétérogénéité des orientations technico-économiques des exploitations agricoles.

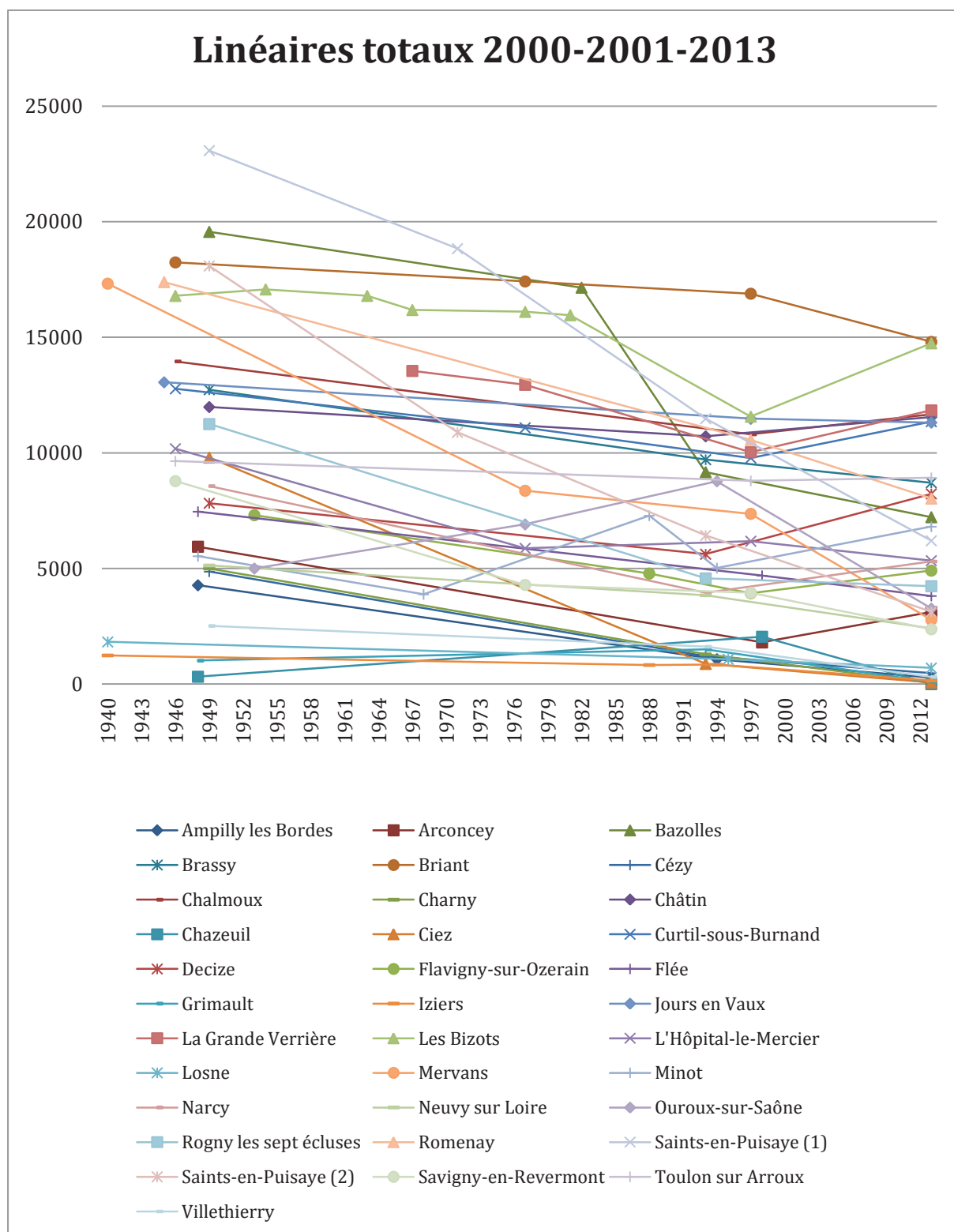


Figure 2 -Evolution comparée du linéaire total de 1940 à 2013

3 RESULTATS

En premier lieu, il est nécessaire de préciser que les méthodes utilisées au cours de l'étude ont parfois dû être modifiées par rapport à la méthodologie initialement prévue compte tenu des aléas rencontrés au cours des prospections de terrain.

Les modifications seront précisées et expliquées pour chaque étape du travail. Cependant, il convient de préciser d'ores et déjà que seulement 47 des 50 sites prévus dans le plan d'échantillonnage ont pu être prospectés sur le terrain, ce choix ayant été contraint par le temps ainsi que par le budget prévu pour l'étude.

3.1 ETAT ECOLOGIQUE ET POTENTIEL DE BIOMASSE DES HAIES BOURGUIGNONNES

3.1.1 EVOLUTION DES BOCAGES DE BOURGOGNE SUR LA PERIODE 1940-2013

Actuellement, le suivi de l'évolution des bocages en Bourgogne n'a été réalisé que jusqu'à l'année 1998 lors de la mise en place d'un dispositif d'observation des évolutions des bocages en Bourgogne par l'OREB en 2000 puis prolongé en 2001.

A partir des résultats obtenus, il nous est maintenant possible de connaître l'évolution du bocage bourguignon au cours des 70 dernières années.

3.1.1.1 EVOLUTION DU LINEAIRE TOTAL DE HAIES

L'étude de l'OREB de 2001 nous apprend que le linéaire de haies a diminué en moyenne de 38% en une cinquantaine d'années sur les 35 communes étudiées. Pour notre étude, seulement 34 de ces 35 sites ont pu être repris. Pour être en mesure de comparer les résultats, la commune manquante (Bona dans la Nièvre) a été retirée des analyses. On obtient donc une diminution de 35% du linéaire de haies sur 34 communes étudiées entre 1940 et 1998. Cette régression présente une grande disparité selon les communes : de 7% à 91%. On notera que 3 communes : Chazeuil, Grimault et Ouroux-sur-Saône, sont concernées par une augmentation des linéaires de haies.

Les résultats de 2013 indiquent que pour la période 1940-2013, le linéaire a diminué de 42%. Il y a donc toujours une régression du linéaire de haies même si, comme nous pouvons le voir sur la figure 1, la diminution sur les 15 dernières années a été moins importante qu'au cours de la période 1940-1998.

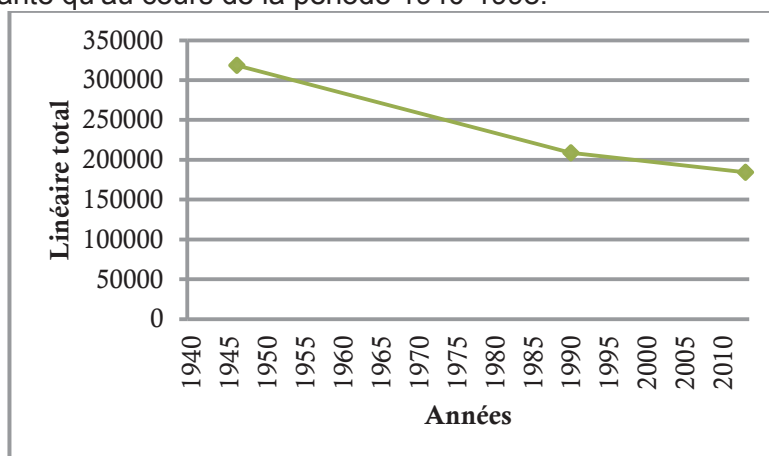


Figure 1 – Evolution moyenne du linéaire total de haies entre les trois périodes de prospection

Parmi les 34 communes étudiées (figure 2), 23 ont perdu du linéaire (63% au maximum et 1,5% au minimum). Parmi ces communes, 8 sont situées en OTEX grandes cultures, 11 en OTEX polyculture-élevage, 2 en OTEX Bovins viande, une en OTEX bovins mixtes et une en OTEX maraîchage horticulture. Il est également important de souligner que les 3 communes ayant eu une augmentation du linéaire des haies entre 1940 et 1998 ont toutes un linéaire

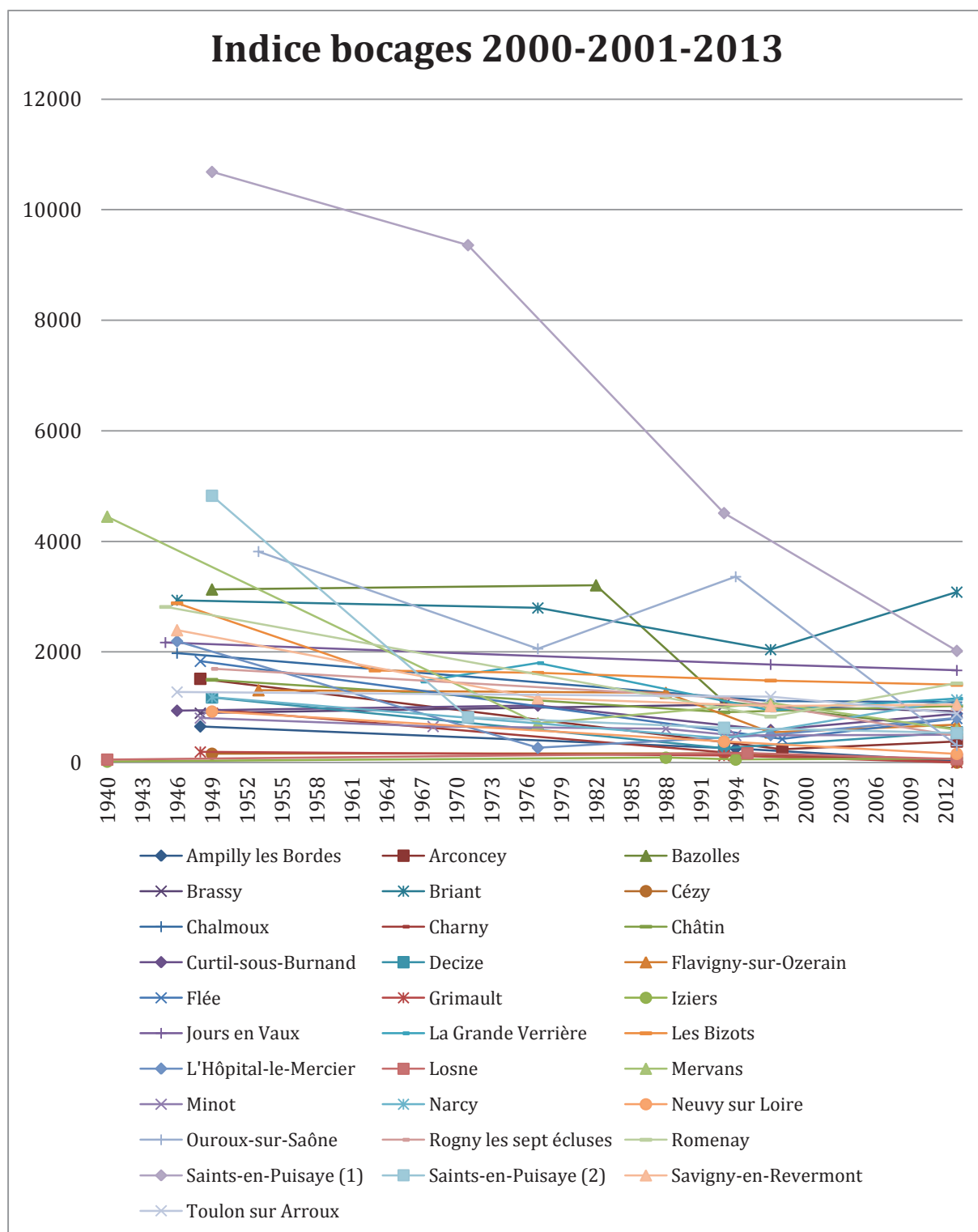


Figure 4 - Evolution comparée de l'indice bocages de 1940 à 2013

qui a nettement régressé depuis (perte de 63 à 100% du linéaire existant en 1998). Pour les 11 autres communes, on observe une augmentation moyenne de 8% du linéaire et atteignant au maximum 27% (pour la commune des Bizots); ces dernières sont pour la majorité situées dans des zones dites « bocagères » comme le Morvan et le Charollais où l'élevage bovin est fortement dominant. Cette tendance va à l'encontre de la tendance générale. Il serait donc intéressant de confirmer cette observation et si elle se confirme, de chercher à en connaître les raisons. Ce travail n'a pas pu être réalisé au cours du stage par manque de temps mais quelques hypothèses peuvent être proposées : des haies ont pu être replantées et/ou les haies ont été entretenues de manière plus durable.

Ce premier constat nous permet de mettre en évidence le contraste entre les zones d'élevage et les zones de grandes cultures. En effet, le bocage reste encore aujourd'hui très fortement lié à l'élevage bovin et maintenu par les éleveurs. Cependant, il est plutôt vu comme un obstacle à l'agrandissement des parcelles et à la mécanisation dans les régions de grandes cultures ce qui conduit encore très souvent à un arrachage des haies peu contrôlé.

3.1.1.2 EVOLUTION DE L'INDICE BOCAGES

Trois communes (Chazeuil, Ciez et Villethierry) n'ont pas pu être prospectées sur le terrain, l'indice bocages n'a donc pas pu être calculé et nous avons dû les retirer de l'étude afin de ne pas fausser la comparaison. Nous avons, comme précédemment, également retiré la commune Bona.

On constate que la majorité des communes sont touchées par une diminution d'en moyenne 55% de l'indice bocage entre 1940 et 1998 et cette diminution atteint 60% entre 1940 et 2013.

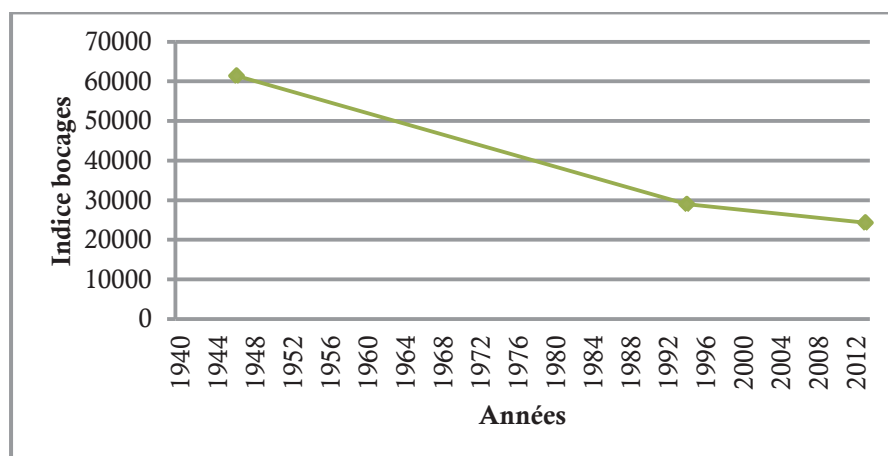


Figure 3 - Evolution moyenne de l'indice bocages entre les trois périodes de prospection

Nous pouvons toutefois constater sur la figure 3 que, comme pour l'évolution du linéaire de haies, la régression de l'indice bocages a ralenti ces 15 dernières années. Ces deux courbes suivent une même tendance générale sur les 70 dernières années ce qui met en évidence qu'il existe bien une corrélation positive entre l'indice bocages et le linéaire. Plus le linéaire régresse, plus l'indice bocages diminue.

En 2013, ce n'est plus seulement 4 communes qui sont concernées par une augmentation de l'indice mais 14 (figure 4). Pour 8 de ces 14 communes, cette augmentation peut être liée à l'augmentation de leur linéaire de haies. Pour les autres, même si le linéaire a diminué, l'augmentation de l'indice peut s'expliquer par une modification de la structure des haies (augmentation du nombre d'arbres, augmentation de la part de haies hautes, ...).

Les évolutions de l'indice bocages pour les 34 communes entre 1998 et 2013 sont résumées dans le tableau 5 :

Augmentation de l'IB	Diminution de l'IB
Arconcey, Briant, Châtin, Curtil sous burnand, Decize, Flavigny sur Ozerain, Flée, Iziers, La Grande Verrière, L'Hôpital le Mercier, Minot, Narcy, Romenay, Savigny sur Revermont	Ampilly-les-Bordes, Bazolles, brassy, Cézy, Chalmoux, Charny, Grimault, Jours en Vaux, Les Bizots, Losne, Mervans, Ouroux sur Saône, Rogny les sept Ecluses, Saints (1), Saints (2), Toulon sur Arroux

Tableau 5 – Classement des 34 communes selon le type d'évolution de l'IB entre 1998 et 2013

Le tableau suivant (tableau 6) présente pour les 34 sites les évolutions ou le maintien de chaque site dans les classes de qualité biologique du bocage pour la période 2001 et 2013.

Pas de changement de classe		Diminution d'une classe	
Faible	Moyenne	De moyenne à faible	De élevée à moyenne
Iziers, Grimault, Cézy Losne, Charny, Arconcey, Ampilly les Bordes, Decize, Neuvy sur Loire, Flée, Narcy, Minot, L'Hôpital-le-Mercier, Flavigny-sur-Ozerain, Curtil-sous-Burnand, Saints-en-Puisaye (2), Romenay, Châtin, La Grande Verrière Savigny-en-Revermont, Brassy, Mervans, Bazolles, Chalmoux, Rogny les sept écluses, Toulon sur Arroux, Les Bizots, Jours en Vaux	Briant	Ouroux-sur-Saône	Saints-en-Puisaye (1)

Tableau 6 - Changements de classe de qualité biologique du bocage ayant eu lieu entre 2001 et 2013

Cette diminution globale de l'indice « bocages » est à lier à la déstructuration des réseaux et à la diminution des haies hautes et des arbres de haute tige au sein des haies. Des conséquences de la dégradation du réseau et de la structure des haies telles que la diminution de la diversité des habitats, la diminution de l'abondance de nourriture et le morcellement des habitats expliquent l'appauvrissement de la faune et de la flore au sein des haies. Une autre conséquence de cette dégradation est la disparition d'un potentiel de production de bois valorisable en bois d'œuvre, en bois-énergie, plaquettes BRF, plaquettes paillage... Cette ressource n'est aujourd'hui plus négligeable car elle ouvre des perspectives et des solutions d'avenir pour la lutte contre l'effet de serre, pour la lutte contre la diminution des ressources non renouvelables, pour la préservation et la gestion durable des espaces boisés agricoles ainsi que pour la création d'emplois locaux.

En conclusion, il a donc été constaté que malgré son ralentissement ces 15 dernières années, la dégradation du bocage bourguignon se poursuit notamment dans les territoires de grandes cultures. Ce constat appuie l'hypothèse selon laquelle le phénomène de spécialisation de l'agriculture et des besoins de production continue, voire que le système grandes cultures est en expansion avec une augmentation de 6% de la SAU de en Bourgogne entre 2000 et 2010 (Agreste-DRAAF Bourgogne – Recensements Agricoles 2010-2000). En outre, cet état de fait renforce l'intérêt de poursuivre les efforts, notamment en matière de maintien, restauration et valorisation du bocage en particulier aux regards des enjeux de biodiversité et d'énergie.

Il est toutefois important de souligner que les résultats de la première étude (entre 1940 et 1998) manquaient de précision. En effet, une étude réalisée en 2004 (Bequain *et al* 2004) pour valider l'indice bocages obtenu par l'analyse des photographies aériennes montre que la méthode utilisée en 2001 génère jusqu'à 17,5% d'imprécision par rapport à la réalité du terrain. Ce résultat s'explique par la déformation du linéaire liée à l'utilisation de photographies noir et blanc non orthornormées ainsi qu'aux erreurs d'interprétation de la

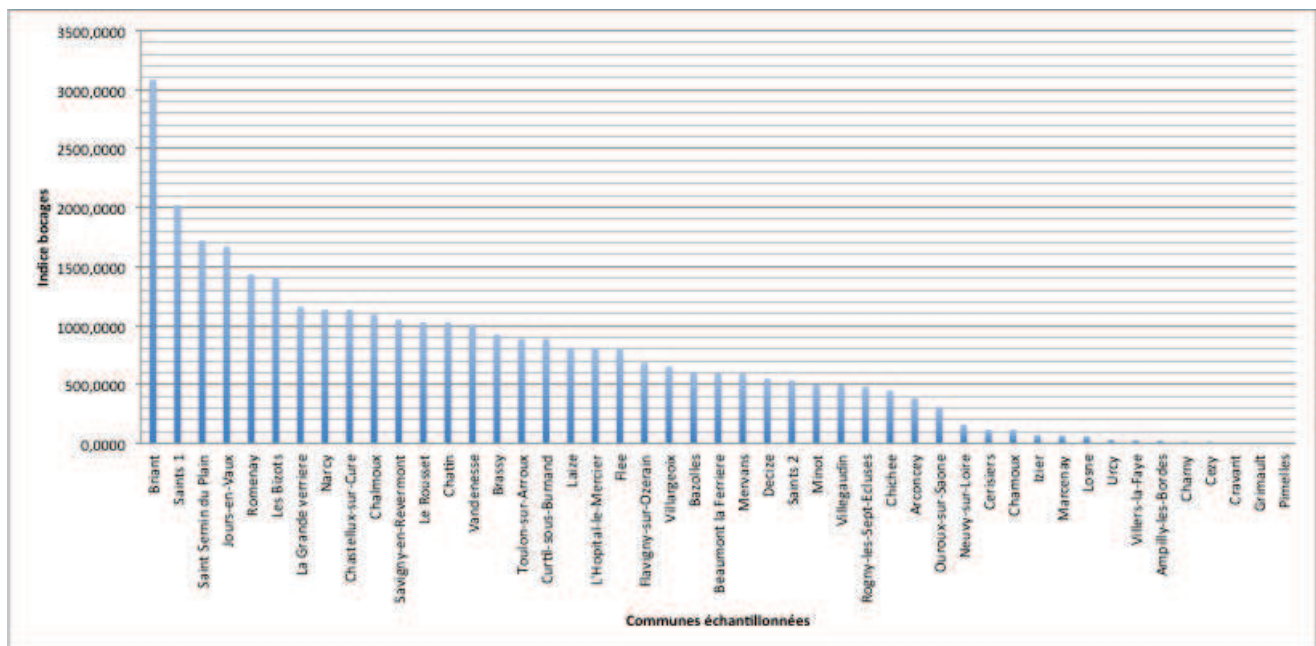


Figure 5 - Répartition des valeurs de l'indice bocages pour les 47 sites

stratification, des connexions et des bosquets sur photographies aériennes. Cependant, cette marge d'erreur est minime puisque la méthode génère tout de même 82,5% de données validées sur le terrain. La tendance générale à la baisse de la qualité écologique du bocage reste donc valable.

3.1.2 CARACTERISATION ECOLOGIQUE DU BOCAGE

3.1.2.1 DESCRIPTIONS DES DONNEES D'INDICE BOCAGES

Les sites 47 prospectés ont été répartis dans les classes de qualité biologique relative proposées par l'OREB en 2001 :

Valeur de l'indice	Classe de qualité biologique	Nombre de sites
Plus de 6 000	Très élevée	0
De 4 000 à 6 000	Elevée	0
De 2 000 à 4 000	Moyenne	2
De 0 à 2 000	Faible	45

Tableau 7 – Nombre de sites dans les classes de qualité biologique

Selon les critères de cette grille de classification, nous pouvons en déduire que seulement deux sites ont un bocage de qualité biologique qualifiée de moyenne alors que tous les autres ont un bocage de faible qualité.

La valeur maximale d'indice bocages est de 3082 et la valeur minimale est de 0 soit deux extremums très éloignés, d'où un écart type très important pour la série de données (écart type de 630 pour une moyenne de 693). Ceci est dû, comme nous pouvons le constater sur la figure 5, à la valeur maximale obtenue sur la commune de Briant qui se détache largement des autres sites. Ceci peut s'expliquer par un linéaire important de haies sur cette commune (4% du linéaire total) dont 55% sont des haies boisées.

Sur la figure 5 nous pouvons également constater que la distribution de l'indice bocages n'est pas homogène. En effet, il y a une proportion très importante de sites avec de faibles valeurs de l'indice bocages (10 sites ont un indice bocage compris entre 0 et 100 alors qu'il y en a 12 ayant des valeurs comprises entre 1000 et 2000), ce que traduit très bien la valeur assez faible de la médiane (592). Il y a donc de forte disparité entre les sites en ce qui concerne la variable indice bocages.

Il paraît intéressant de voir s'il existe une corrélation positive entre l'indice bocages et le linéaire de haies (sans le linéaire de lisières étant donné qu'il n'est pas pris en compte pour le calcul de l'indice bocages). Le résultat est présenté sur la figure 6.

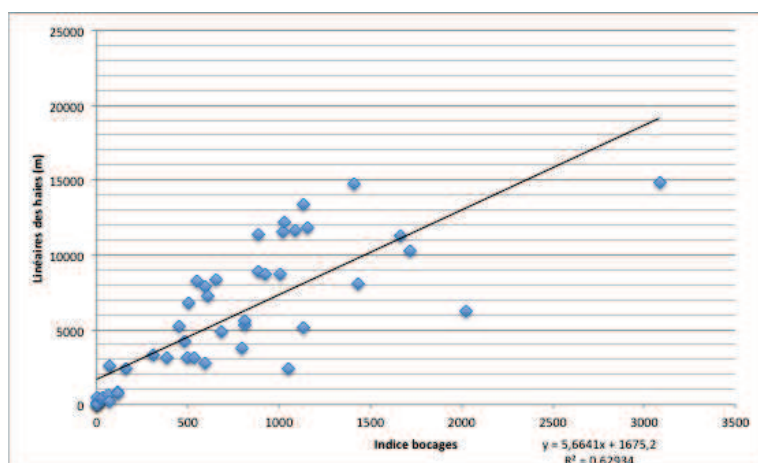


Figure 6 - Linéaires des haies en fonction de l'indice bocages

Espèces arborées	Espèces arbustives	Espèces d'arbrisseaux	Espèces de lianes
<i>Aulne glutineux</i>	<i>Aubépine sp</i>	<i>Ajonc d'Europe</i>	<i>Lierre commun</i>
<i>Cerisier à grappe</i>	<i>Bourdaie</i>	<i>Buis</i>	<i>Clématite des haies</i>
<i>Charme</i>	<i>Cerisier de Sainte Lucie</i>	<i>Cornouiller sp</i>	<i>Chèvrefeuille des haies</i>
<i>Châtaignier</i>	<i>Cytise à grappes</i>	<i>Eglantier</i>	<i>Houblon</i>
<i>Chêne sp</i>	<i>Erable champêtre</i>	<i>Epine vinette</i>	
<i>Cormier</i>	<i>Houx</i>	<i>Fusain d'Europe</i>	
<i>Frêne sp</i>	<i>Néflier</i>	<i>Genêt à balai</i>	
<i>Merisier</i>	<i>Nerprun purgatif</i>	<i>Genévrier commun</i>	
<i>Néflier</i>	<i>Noisetier</i>	<i>Groseillier sp</i>	
<i>Noyer</i>	<i>Osier rouge</i>	<i>Ronce commune</i>	
<i>Orme champêtre</i>	<i>Prunellier</i>	<i>Sureau sp</i>	
<i>Peuplier noir</i>	<i>Saule sp</i>	<i>Troène commun</i>	
<i>Poirier sauvage</i>		<i>Viorne sp</i>	
<i>Pommier sauvage</i>			
<i>Robinier faux-acacia</i>			
<i>Saule blanc</i>			
<i>Saule sp</i>			
<i>Conifères</i>			

Tableau 8– Liste modifiée des espèces après le travail de terrain

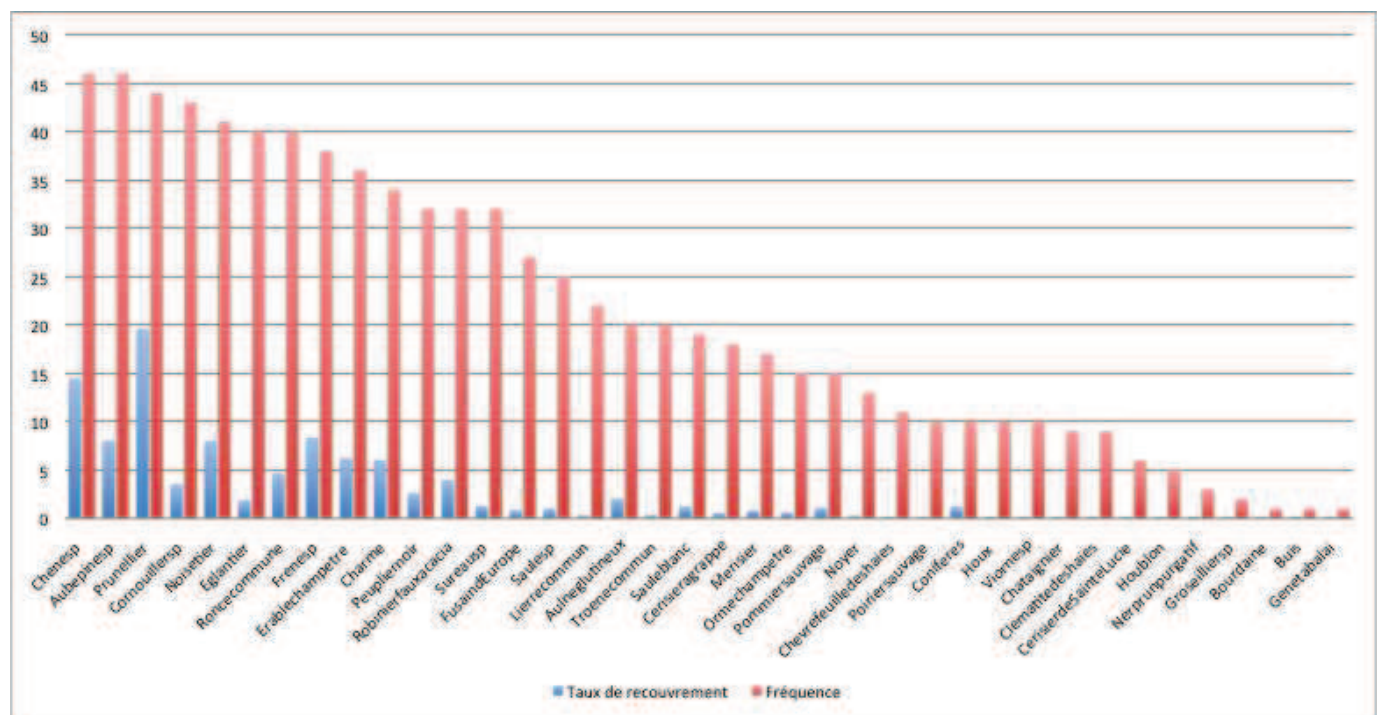


Figure 7- Répartition du taux de recouvrement et de la fréquence de rencontre des espèces végétales

En étudiant cette figure, nous remarquons que la corrélation entre les deux variables n'est pas très bonne ($R^2=0,6$). Même s'il semblait logique de penser que l'indice bocages était fortement corrélé au linéaire de haies, il apparaît ici que la valeur de l'indice est aussi très influencée par ses autres composantes, à savoir, la structuration du réseau, la présence de haies hautes et basses ainsi que d'arbres dans les haies.

Pour compléter les informations relatives à la qualité écologique du bocage et obtenues par l'analyse des données d'indices bocages, nous allons nous intéresser aux données de composition floristiques des haies.

3.1.2.2 DESCRIPTION DES DONNEES DES ESPECES VEGETALES

La liste des espèces à inventorier, proposées dans la méthodologie a été modifiée lors du travail de terrain. En effet, il m'a parfois été difficile de faire la distinction entre les différentes espèces d'un même genre. C'est pour cette raison que j'ai relevé sans distinction les espèces des genres Chêne, Frêne, Aubépine, Groseillier, Sureau et Viorne. Elles sont notées en rouge dans le tableau 8. En ce qui concerne le Saule, j'ai uniquement distingué le Saule blanc. Les autres espèces de Saule ont toutes été relevées sous l'appellation Saule sp.

Certaines espèces, le Cormier, le Néflier, la Cytise à grappes, l'Osier rouge, l'Ajonc d'Europe, l'Epine Vinette et le Genévrier commun n'ont été relevées sur aucun site (en bleu dans le tableau 8) et ont donc été retirées de l'analyse des données. Enfin, le groupe Conifères a été ajouté (en vert dans le tableau 8) car il a été rencontré de nombreuses fois dans les lisières.

Au final, l'analyse porte sur 38 espèces végétales.

La description des données de composition floristique s'organise en trois parties :

- l'analyse de la fréquence de rencontre des espèces végétales sur l'ensemble des sites (espèce présente ou non sur un site)
- l'analyse de l'abondance des espèces végétales via l'estimation du taux de recouvrement
- l'analyse de la richesse spécifique des 47 sites

La fréquence de rencontre des espèces végétales semble très diversifiée selon les espèces. En effet, comme nous pouvons le voir sur la figure 7, la diversité des possibilités est bien représentée. La moyenne (21,1) et le coefficient de variation élevé (14,6) confirment cette observation.

La fréquence maximale de rencontre d'une espèce végétale est atteinte par deux espèces, le Chêne et l'Aubépine, présentes sur 46 sites et suivies par le prunellier rencontré sur 44 des 47 sites. Ce résultat pour le chêne peut s'expliquer en partie par le fait que les trois espèces de Chênes susceptibles d'être rencontrées (sessile, pédonculé et pubescent) ont été relevées sans distinction. De plus, ce sont toutes trois des espèces assez commune en Bourgogne notamment le Chêne pédonculé appréciant plus spécifiquement les haies. L'Aubépine est une espèce très commune et qualifiée d'espèce à large amplitude écologique, il est donc logique qu'elle ait souvent été rencontrée. Le Prunellier est décrit comme une espèce pionnière pouvant être liée aux activités anthropiques anciennes (cultures, pâturages) et très commune à basse altitude. Ces deux dernières espèces sont connues pour coloniser les haies, les friches et les sous-bois.

Les espèces les moins fréquemment rencontrées sont le Genêt, le Buis, la Bourdaine et le Nerprun purgatif. Ce sont toutes des espèces communes en Bourgogne. Cependant, cette faible fréquence peut tout simplement s'expliquer par le choix aléatoire des sites. Elle peut aussi être liée aux conditions pédologiques particulières indispensables à certaines espèces. Le Nerprun purgatif par exemple, nécessite des sols calcaires. On ne le retrouve que sur trois communes parmi les 47 dont une dans l'Auxois située sur substrat calcaires et les deux autres dans le fossé bressan (sols marneux).

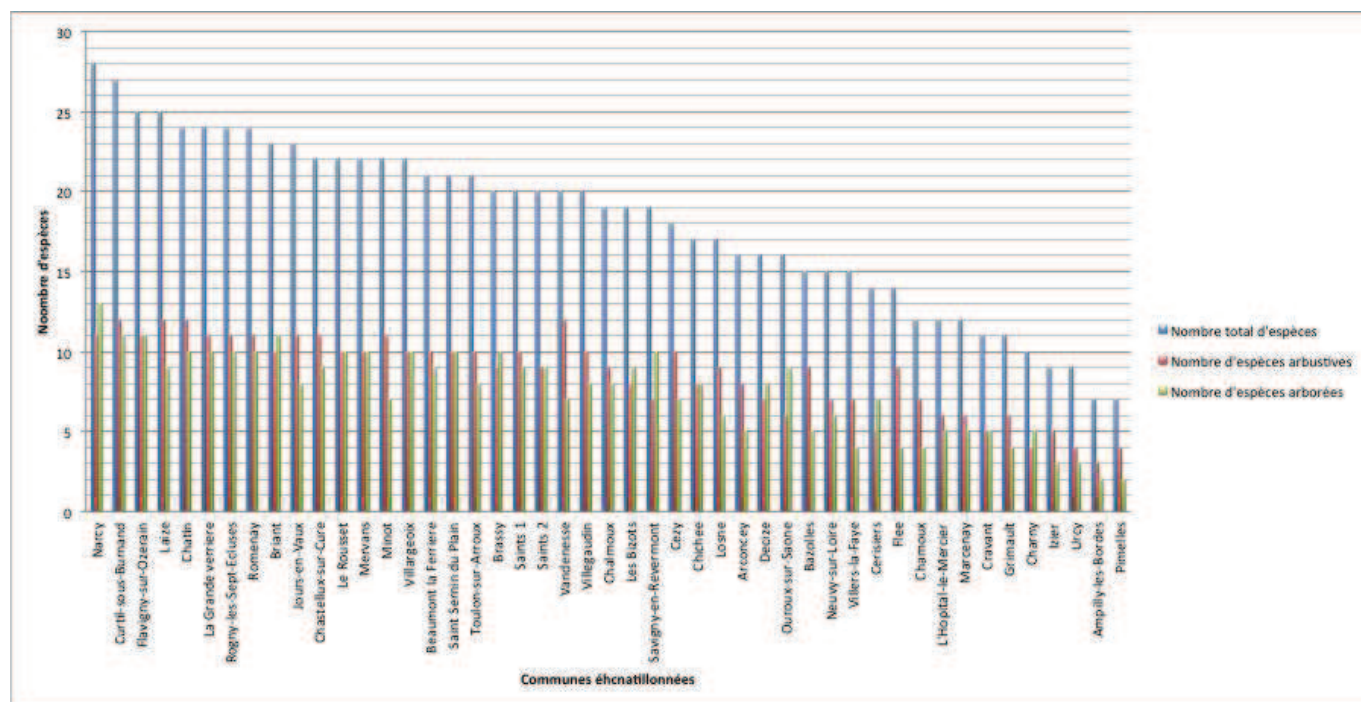


Figure 8 - Répartition des valeurs de la richesse spécifique pour les 47 sites

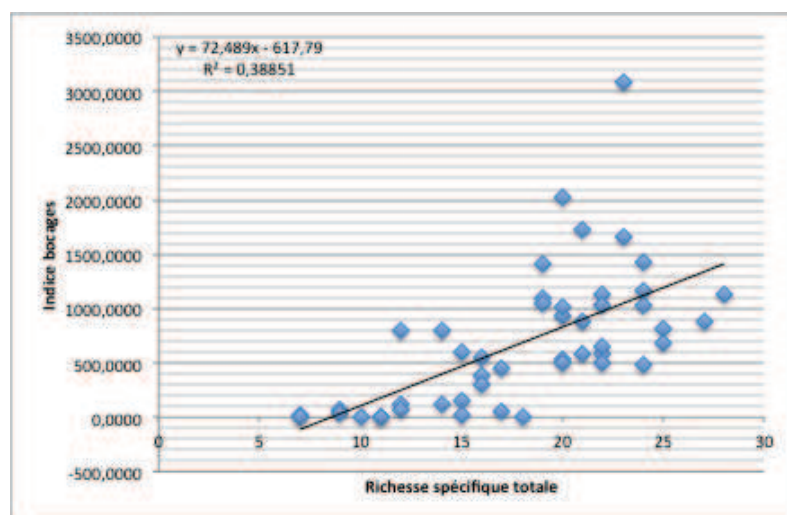


Figure 9 - Indice bocages en fonction de la richesse spécifique

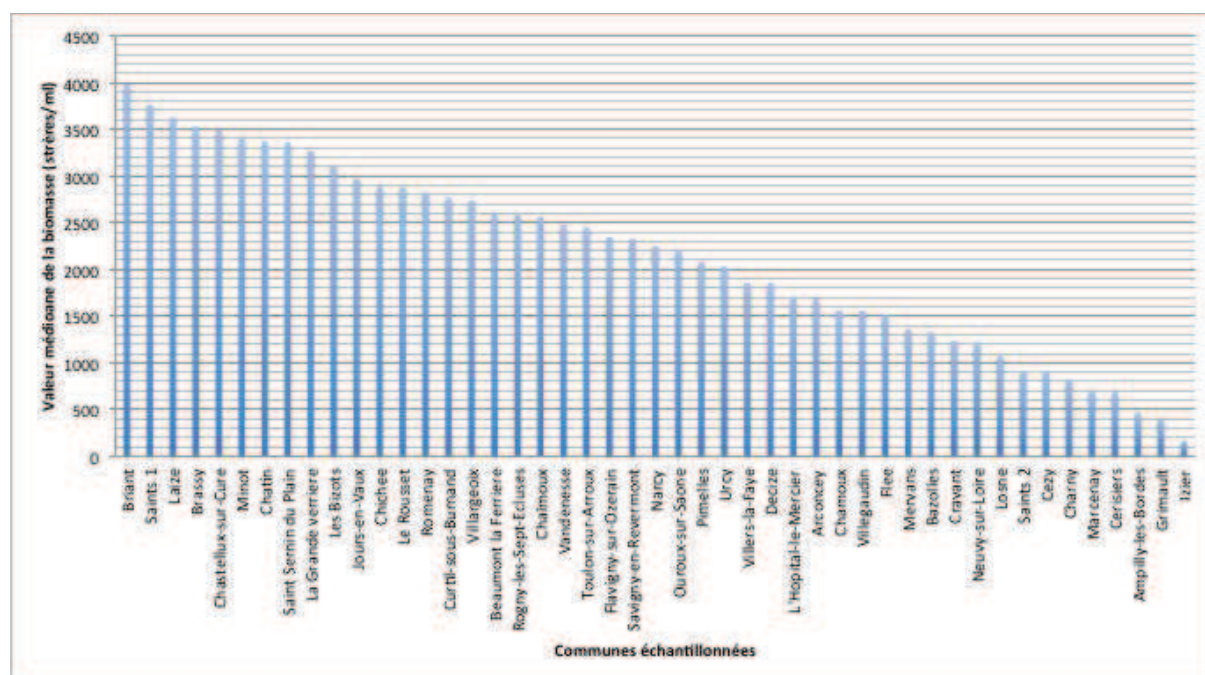


Figure 10 - Répartition de la valeur de biomasse médiane pour les 47 sites

La figure 7 nous montre aussi que, globalement, une espèce qui a une fréquence de rencontre élevée a aussi un taux de recouvrement important. Ce résultat voudrait dire que plus une espèce est fréquente sur l'ensemble des sites, plus son taux de recouvrement total va être important. Cependant, ce constat ne reflète pas la réalité étant donné que le taux de recouvrement traduit le volume occupé par une espèce par rapport au volume végétal total de la haie. Une espèce peut donc se rencontrer sur tous les sites mais en très faible abondance (un seul individu ou une espèce végétale avec un volume végétal très faible, une liane par exemple). Ce résultat peut être expliqué par le fait que les espèces les plus fréquemment rencontrées sont des espèces avec un important volume de végétation. Les valeurs des taux de recouvrement par espèce végétale ne sont pas très variées. En effet, comme nous pouvons le voir sur la figure 7, un grand nombre d'espèces ont un faible pourcentage de recouvrement ce qui traduit la faible valeur de la médiane (0,8%) alors que le maximum est de 19,6% et le minimum de 0,004%.

Nous allons maintenant étudier la distribution de la richesse spécifique par sites. Avec un maximum de 27, un minimum de 7, une moyenne très proche de la médiane (respectivement 18 et 19) et un coefficient de variation de 5,4 ; nous pouvons dire que la répartition de la richesse spécifique est assez homogène. Ce constat est visible sur la figure 8.

En s'intéressant à la richesse spécifique par strates (uniquement arborée et arbustives), nous pouvons constater que dans l'ensemble, les sites possèdent des espèces des deux strates en proportions à peu près identiques. On serait alors tenté de conclure que pour tous les sites, la majorité des haies rencontrées sont composées de ces deux strates. Cependant, il a été constaté sur le terrain que certaines espèces arborées peuvent se trouver à l'état de buissons (taille, jeune plant, rejets,...) dans une haie alors qu'une espèce arbustive, comme le noisetier par exemple, peut avoir évolué en arbre. Nous ne pouvons donc pas avoir d'informations précises quant à la stratification des haies en utilisant les résultats obtenus dans cette étude sur les compositions floristiques des haies.

3.1.2.3 CONCLUSION PARTIELLE

En conclusion nous nous sommes intéressés à la qualité biologique du bocage dans son ensemble en croisant les données relatives aux deux variables étudiées précédemment.

Le coefficient de corrélation obtenu sur la figure 9 nous indique que l'indice bocages et la richesse spécifique ne sont pas corrélés significativement. Un indice bocages élevé ne traduit pas forcément une bonne richesse spécifique et vice versa. Ce constat peut s'expliquer

3.1.3 DESCRIPTION DES DONNEES DE GISEMENT EN BOIS

Les valeurs de biomasse maximale et minimale ont été calculées pour chaque site. La valeur médiane a pu être déduite et c'est uniquement cette valeur qui va être utilisée par la suite.

Comme nous pouvons le voir sur la figure 10, la distribution des valeurs de biomasse est très homogène pour l'ensemble des 47 sites. Le coefficient de variation élevé traduit une grande diversité parmi les mesures obtenues. En effet, la valeur minimale de biomasse est égale à 161 stères (commune d'Izier) alors que la valeur maximale est de 3986 stères (commune de Briant).

La valeur de biomasse est corrélée au linéaire total du site ce que montre la figure 11 ($R^2=0,88$).

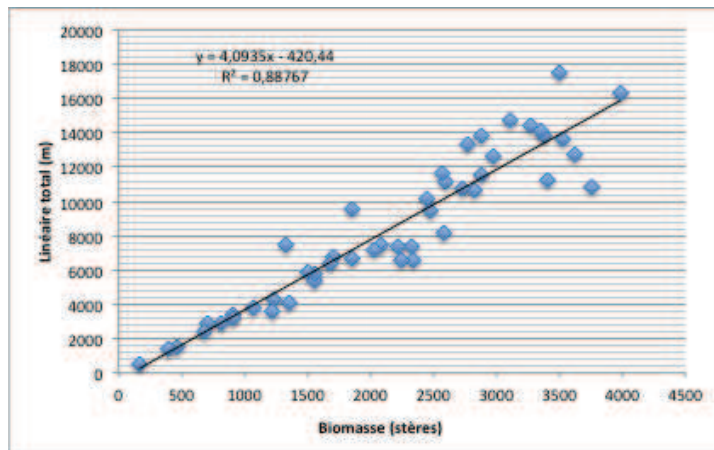


Figure 11 - Linéaire total en fonction de la biomasse

Cependant, la production de bois varie en fonction du type de haies ce qui peut conduire à des non-corrélations entre la biomasse et le linéaire (points éloignés de la droite sur la figure 11). La valeur du gisement en bois de haies d'un site dépend donc aussi de sa composition en type de haies.

Nous pouvons supposer en toute logique que plus un site se compose de haies hautes, plus le gisement en bois va être important. Cette hypothèse ne se vérifie absolument pas et c'est même le phénomène inverse qui se produit. Ce résultat s'explique lorsqu'on regarde les valeurs de gisement en bois déterminées pour chacun des types de haies sur lesquels les calculs de biomasse se sont basés. En effet, certaines haies dites « hautes » produisent la même quantité voire moins de bois que des haies dites « basses ». Le type 3 par exemple, « **Haie haute** type « champignon » », a un gisement en bois inférieur au type 4 « **Haie basse** buissonnante ». Ce constat s'explique par le fait que le type 4 définit une haie « bien fournie sur toute la hauteur » avec « potentiellement l'expression d'une strate arborée » alors que le type 3 définit une « haie haute peu fournie à la base ». Une haie haute peut donc avoir un volume de végétation inférieur à une haie basse si sa largeur est faible. Le gisement du type 3 est également identique à celui du type 3bis qui correspond pourtant à une « haie basse rectangulaire généralement entretenue tous les ans ».

Un site avec un important linéaire de haies de type 4 (haies basses) va donc avoir une biomasse plus élevée qu'un autre site avec un linéaire équivalent de haies de type 3 (haies hautes). Une haie basse avec une forte production de bois qui, de plus, est présente en forte proportion sur un site va donc avoir beaucoup de poids dans le calcul de la biomasse.

Il aurait pu être intéressant de comparer nos résultats de biomasse avec les proportions de haies boisées, peu boisées ou non boisées relevées sur le terrain. Cependant, nos résultats ne sont pas comparables étant donné que parmi les types de haies pour lesquels le gisement en bois est connu, il n'existe pas de type de haie basse ponctuée d'arbres épars. Or, il a été constaté sur le terrain qu'une haie basse taillée tous les ans peut parfois comporter des arbres épars. Ces haies ont tout de même été classées en tant que haies de type 3bis car mis à part la présence des arbres, leurs caractéristiques correspondaient. Par conséquent, la présence de ces arbres épars n'a pas été prise en compte dans le calcul de la biomasse de ces haies alors qu'elles ont été relevées en tant que haies boisées ou peu boisées.

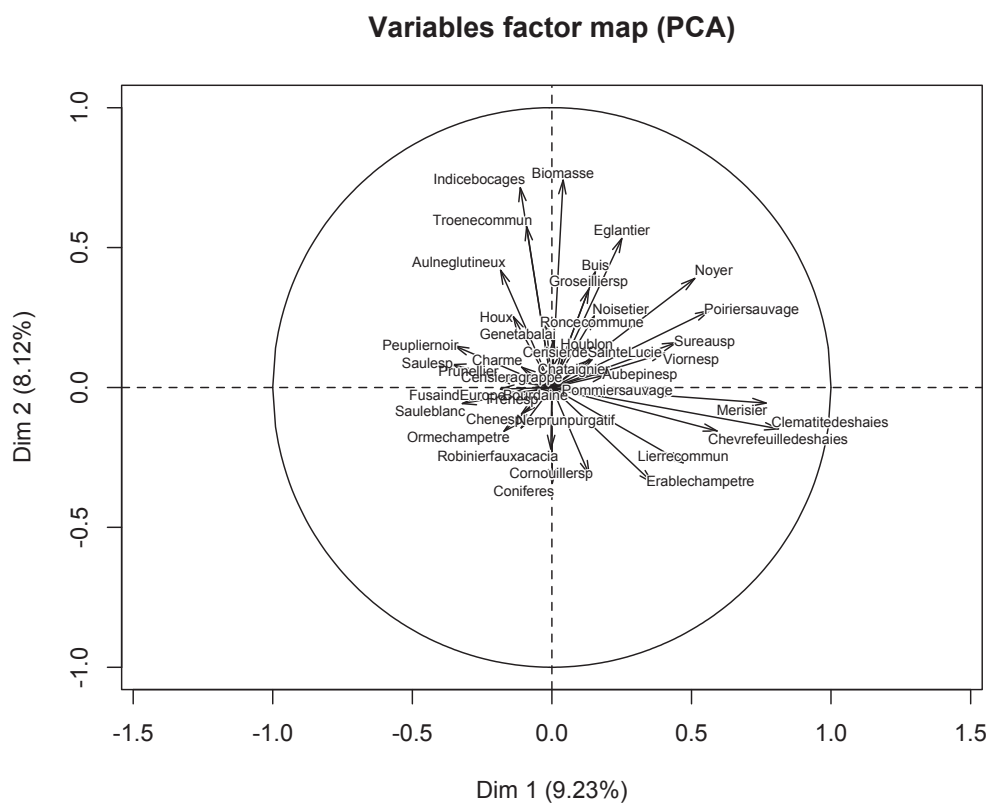


Figure 12 - Graphe des variables issu de l'ACP

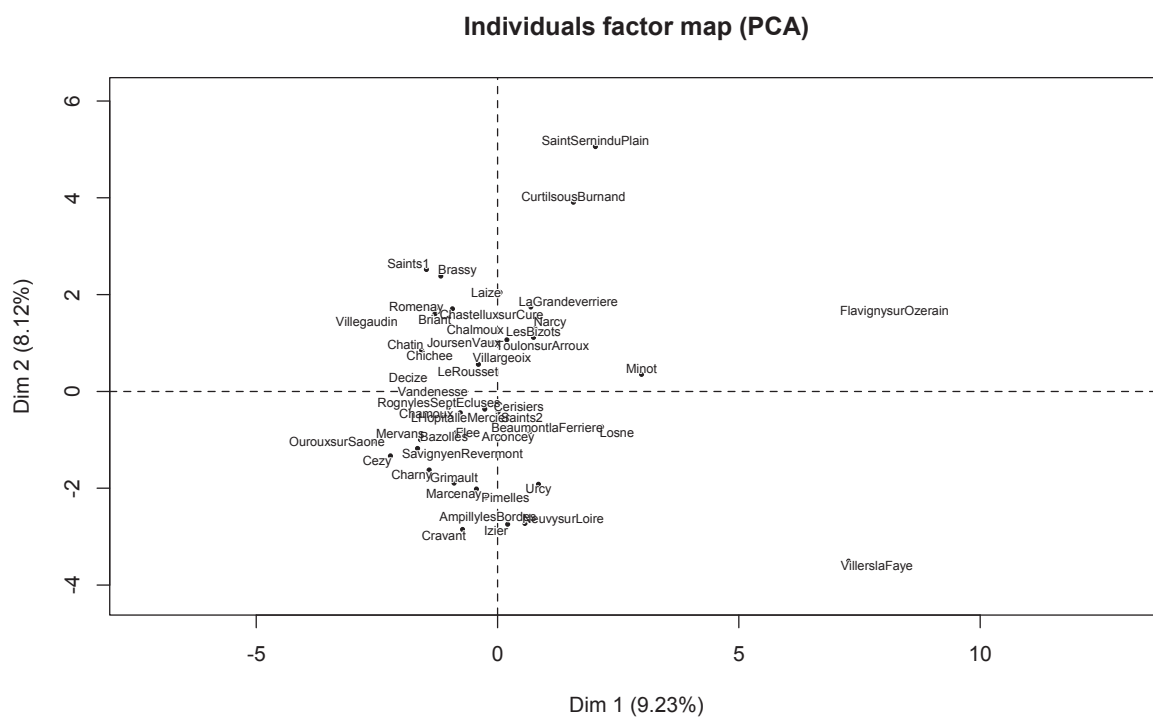


Figure 13 - Graphe des individus issu de l'ACP

3.2 DISTRIBUTION REGIONALE DES POTENTIALITES DU BOCAGE EN BOURGOGNE

3.2.1 TYPOLOGIE DES BOCAGES

3.2.1.1 ANALYSE A PARTIR DES DONNEES D'INDICE BOCAGES, DE BIOMASSE ET DE RECOUVREMENTS

L'objectif étant de regrouper les sites se ressemblant en termes de composition floristique, de qualité biologique et de potentiel de production de bois il a été choisi de réaliser une Analyse en Composantes Principales (ACP) avec 47 individus correspondant aux 47 sites prospectés et 40 variables dont la variable biomasse, la variable indice bocages et les 38 variables de recouvrement d'espèces végétales. L'ACP est possible car les données utilisées sont toutes des données quantitatives

Cette analyse va nous permettre, dans un premier temps, de résumer l'information de l'ensemble des données. Puis, dans un second temps, une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) réalisée sur les résultats de l'ACP nous conduira à l'obtention de classes caractérisées par cet ensemble de variables.

Les valeurs d'indice bocages, de biomasse et de recouvrement n'étant pas du même ordre de grandeur ni de même unité, les données ont été standardisées avant de réaliser l'ACP. Cette étape permet d'éviter d'accorder trop d'importance aux variables dont les valeurs ont une plus grande variabilité.

Les figures 12 et 13 illustrent les résultats de l'ACP.

Sur le graphe des variables ou cercle de corrélation (figure 12), nous pouvons tout de suite constater que la majorité des variables (principalement des variables de recouvrement) sont mal représentées sur les deux axes car elles sont éloignées du cercle de corrélation. Elles ne seront donc pas prises en compte, ou que très peu, dans l'analyse. En effet, l'information résumée par les deux axes principaux (dim 1 et dim 2) ne vaut que 17% de l'information apportée par la totalité des variables. Ce résultat s'explique par le nombre important de variables utilisé pour l'analyse : 40 variables dont 38 de recouvrement pour 47 individus statistiques.

Le graphe des individus (figure 13) ne nous permet pas de distinguer plusieurs groupes de sites. Le groupe de sites, au centre du graphique, traduit la difficulté de discriminer les individus à partir de ces 40 variables. Cependant, certaines communes sont isolées car elles sont fortement discriminées par une ou plusieurs variables. Villers la Faye, par exemple, comprend 45% du Chèvrefeuille présent sur l'ensemble des sites et 50% de la Clématite des haies. Flavigny sur Ozerain se discrimine par sa forte composition en Noyer par rapport aux autres communes. Ces individus sont qualifiés « d'atypiques » dans la mesure où ils forment un groupe à eux tous seuls. Pour ne pas multiplier les groupes, il est possible de retirer ces communes de l'analyse. Cependant, ce choix conduira à une perte d'information qui devra être prise en compte lors de l'interprétation.

L'ACP sur l'ensemble des 40 variables ne permet pas de discriminer clairement des groupes de communes. On aurait pu envisager de faire deux analyses distinctes, une avec l'indice bocages et la biomasse et la seconde avec toutes les variables de recouvrements. Les différentes classes obtenues pour les deux analyses auraient ensuite été recoupées pour déduire des nouvelles classes prenant en compte toute l'information. Cependant, comme on peut le voir sur la figure 12, la majorité des variables ne sont pas du tout corrélées. Le recoupement des deux classifications aurait probablement conduit à un très grand nombre de classes composées de très peu d'individus.

Pour la suite de l'étude, il a alors été décidé de ne baser la typologie que sur les variables indice bocages et biomasse puis d'essayer de caractériser au mieux les classes

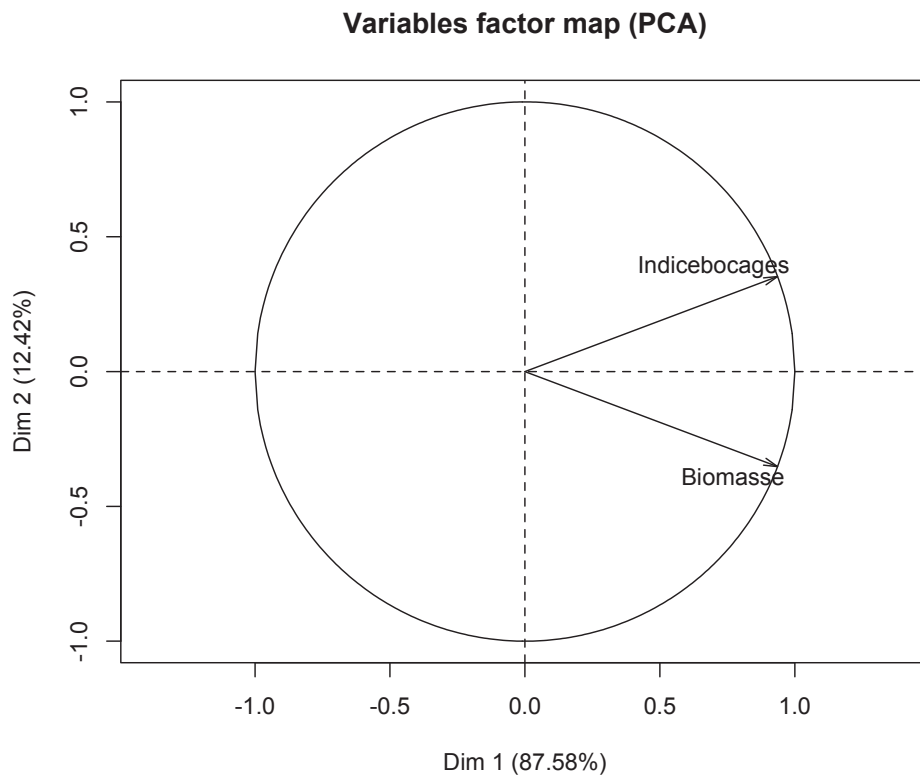


Figure 14 - Graphe des variables issu de l'ACP 2

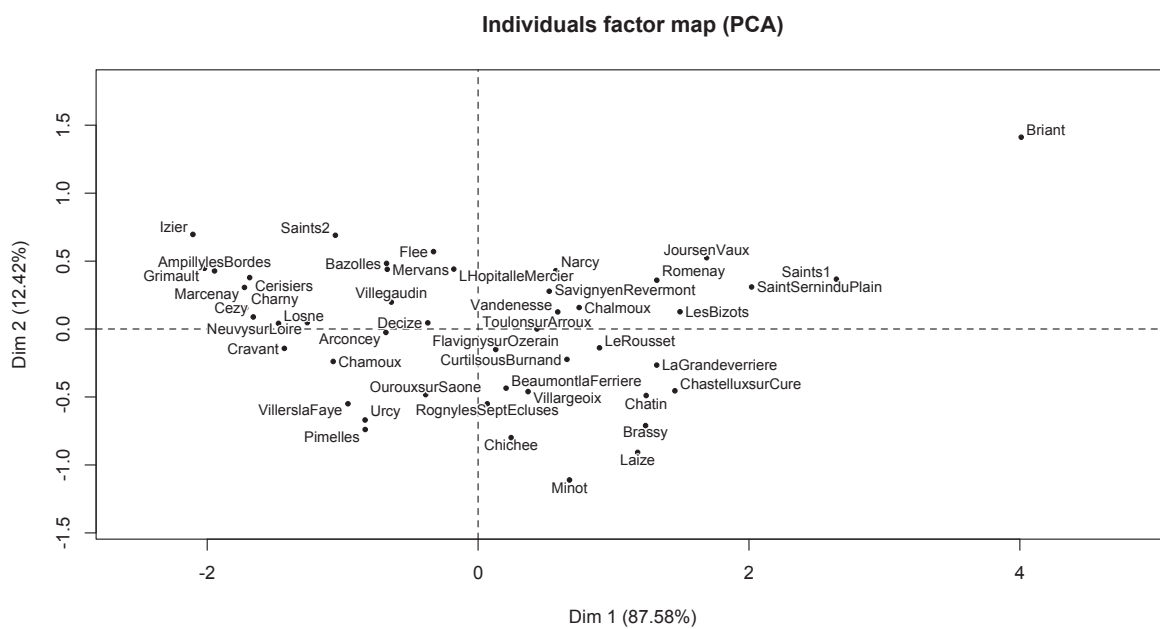


Figure 15 - Graphe des individus issu de l'ACP 2

obtenues selon leur composition végétale. Par conséquent, les types de bocages obtenus ne seront pas discriminés par la variable composition floristique.

3.2.1.2 CARACTERISATION DU BOCAGE A PARTIR DES DONNEES D'INDICE BOCAGES ET DE BIOMASSE

3.2.1.2.1 ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

L'ACP avec uniquement les deux variables indice bocages et biomasse, donne les figures 14 et 15. Le cercle de corrélation (figure 14) nous informe de la bonne représentativité des deux variables. Les deux axes traduisent 100% de l'information ce qui est normal vu que l'analyse ne s'est faite que sur deux variables. Les deux variables sont très corrélées et expliquées en majorité par l'axe 1 (87%). Ce dernier ne va donc pas permettre de discriminer les individus en opposant les deux variables. Les individus vont être répartis de la façon suivante : ceux avec les plus faibles valeurs d'indice bocages et de biomasse sont situés sur la gauche du premier plan factoriel puis plus les individus sont sur la droite de plan factoriel (figure 15), plus leurs valeurs d'indice et de biomasse sont élevées. Par contre, les deux variables s'opposent sur l'axe 2. Les individus se trouvant dans la partie supérieure droite du plan factoriel vont plus se caractériser par un indice bocage élevé alors que celles dans la partie inférieure droite seront plus caractérisées par une importante biomasse. A l'inverse, les communes situées dans la partie supérieure gauche du graphique sont plus caractérisées par une faible biomasse et ceux dans la partie inférieure gauche par un faible indice bocages.

Sur la figure 15, on constate que la commune Briant se détache largement des autres. Cette commune se caractérise par un très fort indice bocage ainsi qu'une biomasse importante. Sa place sur le graphique s'explique par sa valeur d'indice bocage très élevée par rapport aux autres individus (indice bocages de 3082 alors que la moyenne est de 693).

Comme nous pouvons le voir sur la figure 15, les résultats de l'ACP ne nous permettent pas de définir clairement des groupes d'individus. Une Classification Ascendante Hiérarchique a donc été réalisée à partir des résultats de l'ACP.

Les résultats de la classification ascendante hiérarchique sont illustrés sous la forme d'un dendrogramme (figure 16). Parmi les possibilités, il a été décidé de garder 8 classes. Couper le dendrogramme plus haut (ligne noire sur la figure 16) aurait conduit à 5 classes discriminées uniquement selon l'axe 1. Les classes n'auraient donc pas été discriminées par une opposition des valeurs d'indice bocages et de biomasse. Avec plus de 8 classes, il n'y aurait pas eu beaucoup d'individus par classe.

Les individus sont regroupés par classes codées par couleur sur la figure 17. Le tableau suivant donne le détail de la composition des classes :

Classe 1 (noir)	Classe 2 (rouge)	Classe 3 (vert)	Classe 4 (bleu foncé)	Classe 5 (bleu clair)	Classe 6 (rose)	Classe 7 (gris)	Classe 8 (marron)
Ampilly les Bordes Cerisiers Cezy Chamoux Charny Cravant Grimault Izier Losne Marcenay Neuvy sur Loire	Ouroux sur Saône Pimelles Urcy Villers la Faye	Arconcey Bazolles Decize Flée L'Hopital le Mercier Mervans Saints2 Villegaudin	Briant	Chalmoux Curtil sous Burnand Le Rousset Narcy Savigny en Revermont Toulon sur Arroux Vandenesse	Beaumont la Ferriere Chichee Flavigny sur Ozerain Minot Rogny les Sept Ecluses Villargeoix	Brassy Chastellux sur Cure Chatin La Grande verriere Laize	Jours en Vaux Les Bizots Romenay Saints1 Saint Sernin du Plain

Tableau 9 – Répartition des communes par classe

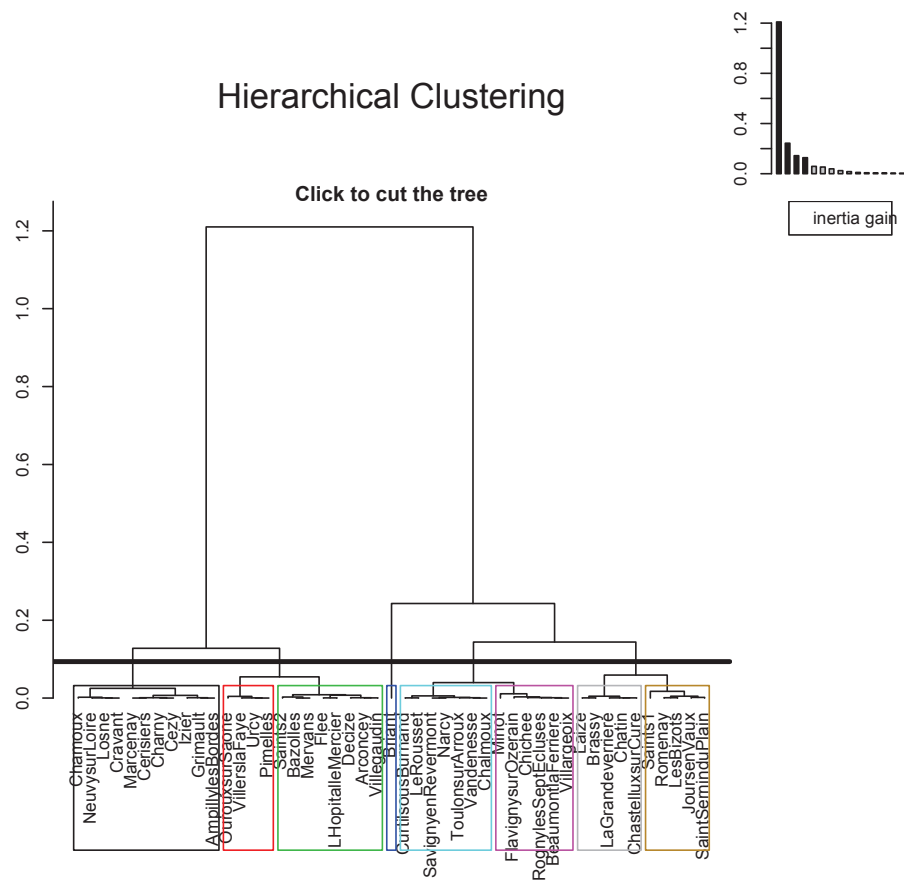


Figure 16 - Dendrogramme issu de la CAH sur les résultats de l'ACP 2

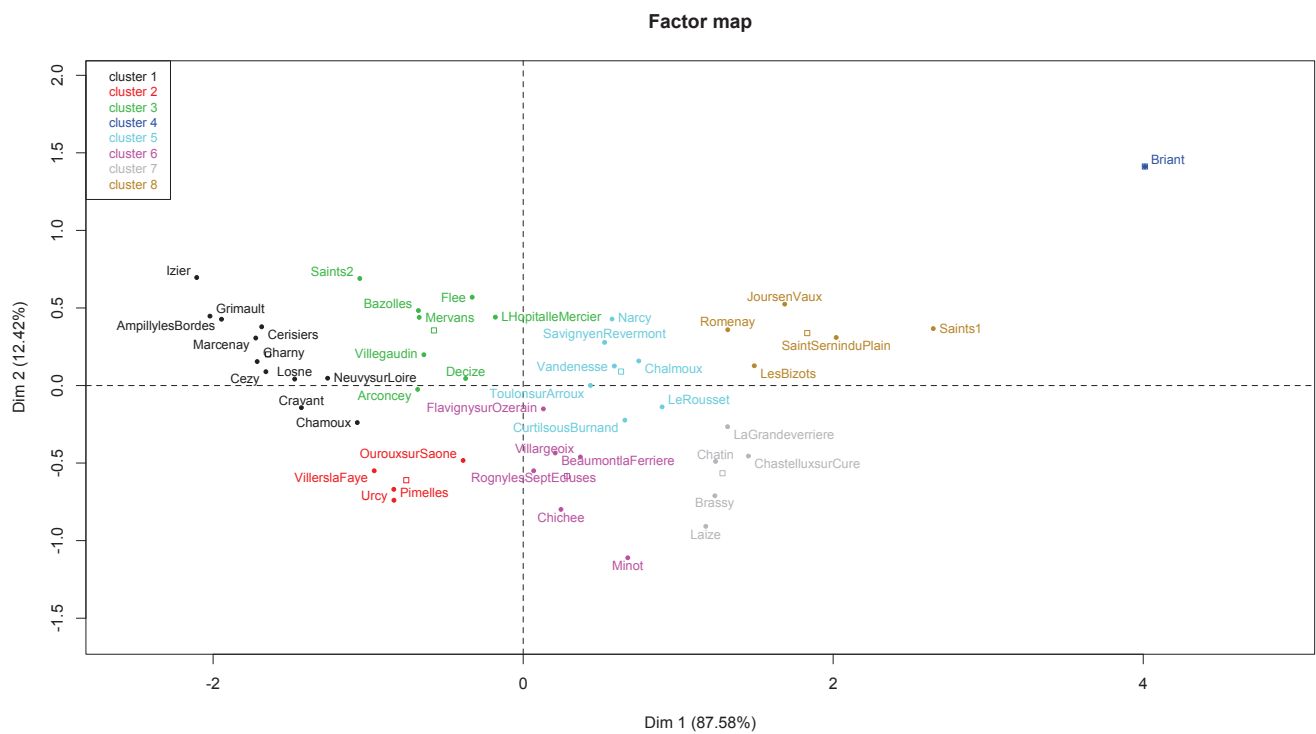


Figure 17 - Graphe des individus issu de la Classification Ascendante Hiérarchique

3.2.2 CARACTERISATION DES CLASSES

Chaque classe se caractérise par ses valeurs moyennes de biomasse et d'indice bocages en comparaison aux moyennes de l'ensemble des individus. Les résultats pour les 8 classes sont présentés dans le tableau 9.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7	Classe 8
Moyenne biomasse (stères)	839	2044	1487	3986	2529	2759	3457	3205
Ecart type	394	128	273	—	211	365	124	328
Moyenne indice bocage	57	92	596	3082	1011	560	1010	1649
Ecart type	53	126	136	—	89	97	129	223

Tableau 10 – Caractérisation des classes par les critères indice bocages et biomasse

Pour avoir une description plus précise de la caractérisation des différentes classes, une comparaison relative des classes entre elles a été menée. Cette comparaison se base sur la valeur de l'écart à la moyenne de la biomasse et de l'indice bocages ainsi que de la position moyenne des classes sur le graphe des individus (figure 17). La moyenne globale de biomasse est de 2146 stères et celle de l'indice bocages est de 693.

Les individus des classes 1, 2 et 3 se trouvent à gauche de l'axe 2. Les valeurs moyennes de biomasse et d'indice bocages de ces 3 classes sont plus faibles que celles des 6 autres classes se trouvant à droite de l'axe 2. La classe 2 qui est dans la partie inférieure du plan a une moyenne de biomasse un peu plus élevée que les classes 1 et 3.

Les classes 5 et 6, au centre du plan, se caractérisent par des valeurs moyennes en biomasse et en indice bocages. Cependant, la classe 6 située en dessous de l'axe 1 a une valeur de biomasse un peu plus importante que la classe 5 alors que cette dernière, au dessus de l'axe 1 a une valeur d'indice bocage plus élevée.

Les classes 7 et 8, à droite de l'axe 2, ont des valeurs de biomasse et d'indice bocages plutôt élevées par rapport aux classes situées plus à gauche. Elles se différencient entre elles par leur position par rapport à l'axe 1 qui traduit une valeur plus élevée en biomasse pour la classe 7 alors que la classe 8 a une valeur d'indice bocage légèrement supérieure.

La classe 4, très éloignée des autres, n'est composée que d'un seul site, Briant. Comme cela a été expliqué précédemment (paragraphe 3.2.1.2.1), elle se distingue des autres par les fortes valeurs des deux variables de cette commune avec, de plus, une valeur d'indice bocages très supérieure à la moyenne.

Ces informations ont été résumées, à titre indicatif, dans sur la figure 18. Les notions «très faible», « faible », « moyen », « peu élevé », « élevé » et « très élevé » ont été définies arbitrairement dans le cadre de cette étude. Ces informations sont uniquement interprétables si l'on prend en compte l'ensemble de nos 8 classes.

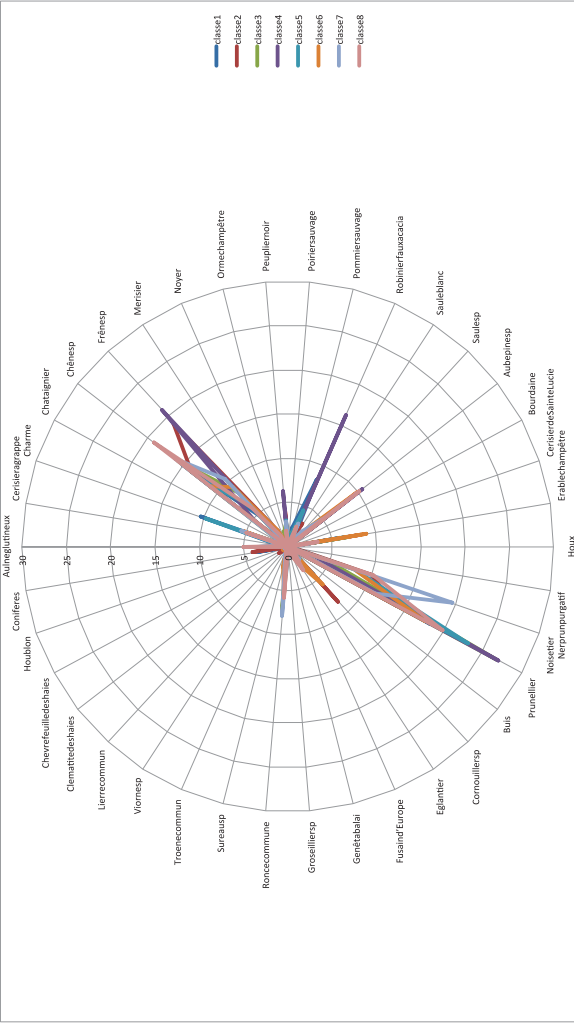


Figure 19 - Radar indiquant les espèces végétales pour les 8 classes

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7	Classe 8
Richesse spécifique	26	22	29	22	35	33	33	32
Composition floristique	Robinier faux-acacia Conifères Charme	Frêne sp Saule blanc Nerprun purgatif Cornouiller sp Conifères Absence : Noyer, Fusain d'Europe, Troène commun	Orme champêtre Prunellier	Frêne sp Robinier faux acacia Prunellier Absence : Saule blanc, Saule sp	Charme Bourdaine Nerprun purgatif	Erable champêtre Aubépine sp Nerprun purgatif	Noisetier Genêt à balai Groseillier sp	Chêne sp Buis Auline glutineux Absence : Lierre

Tableau 11 - Synthèse des informations de composition floristique pour la caractérisation des classes

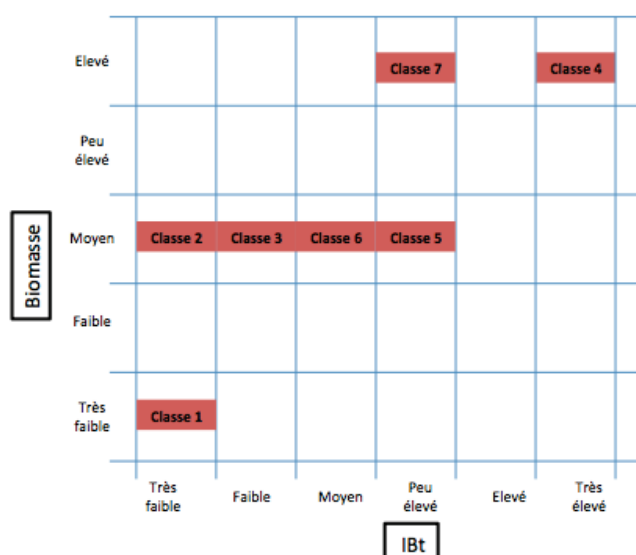


Figure 18 - Synthèse des informations d'indice bocages et de biomasse pour la caractérisation des classes

Les classes ont aussi été caractérisées par leur flore. Les informations obtenues avec les données de recouvrements ont été analysées pour chaque classe afin de déterminer les espèces végétales qui compose les différents sites. La richesse spécifique est assez homogène pour l'ensemble des sites. Il n'y a donc pas un site qui va se distinguer des autres par un cortège d'espèces très varié ou au contraire une faible quantité d'espèces différentes. Certaines espèces, comme le Prunellier, l'Aubépine ou le Chêne, sont présentes pour les 8 classes. Cependant, les proportions entre les classes restent différentes.

Seules les espèces « spécifiques » à chacune des classes ont été relevées pour les caractériser. Ces espèces peuvent être des espèces présentes pour peu de classes, des espèces avec une forte proportion pour une classe, des espèces absente uniquement de très peu de classes... La figure 19 nous permet d'avoir un aperçu de ces espèces et cela pour chaque site. Ces informations sont résumées dans le tableau 11.

3.2.3 REPRESENTATION DE LA REPARTITION DES TYPES OBTENUS EN BOURGOGNE

Les classes de bocages ayant été déterminées et caractérisées, il s'agit maintenant d'étudier leur répartition sur le territoire bourguignon. Cette partie va nous permettre de mieux cerner selon quels critères ces différentes classes de bocages ont été structurées.

3.2.3.1 REPARTITION SELON LES OTEX

La répartition des classes de bocages sur la carte des OTEX est présentée en annexe 13. Cette carte ne permet pas de distinguer des parfaites correspondances entre les classes de bocages et les OTEX. Toutefois, des tendances peuvent être relevées. En effet, les communes de la classe 1 se situent pour 64% dans l'OTEX « grandes cultures » et 30% sont en « polyculture-élevage ». Pour la classe 2, 50% des sites sont en « grandes cultures » et en ce qui concerne la classe 3, 50% des communes sont en « polyculture-élevage ». Ces 3 classes se caractérisent par de faibles valeurs d'indice bocages et de biomasse.

Les classes ayant de fortes valeurs d'indice bocages et de biomasse se composent de communes situées en majorité dans des OTEX orientées vers l'élevage (bovins viande, bovins mixtes, bovins lait et polyculture-élevage). Pour la classe 5 par exemple, sur 7 sites, 3 sont en « polyculture-élevage », 2 en « bovins viande » et 1 en « bovins mixtes ». Les classes 7 et 8 constituées de 5 sites en ont chacune 2 en « polyculture-élevage » et 2 en « bovins viande et/ou mixtes ».

Il semble donc que les bocages ayant un mauvais indice bocages et une faible biomasse sont plus présents dans les régions de grandes cultures ou de polyculture-élevage alors que les bocages ayant une bonne qualité écologique et un bon gisement en bois se retrouvent plus dans les régions où l'élevage bovin domine.

Par contre, le bocage que l'on peut trouver dans les vignobles ne semble pas avoir de caractéristiques particulières. En effet, les 5 sites de l'OTEX « viticulture » sont répartis dans 5 classes différentes.

3.2.3.2 REPARTITION SELON LES REGIONS NATURELLES ET LES ENSEMBLES STRUCTURAUX

La répartition des classes de bocages sur la carte des petites régions naturelles et des ensembles structuraux (annexe 14) ne donne également pas des résultats très probants. L'étude de la répartition des classes de bocages sur cette carte va se faire uniquement à l'échelle des ensembles structuraux.

Les bocages ayant une bonne qualité écologique et un bon gisement en bois (classes 4, 7 et 8) se situent en général sur le Morvan ou le Dépression péri-morvandelle. Les bocages ayant un mauvais indice bocages et une faible biomasse se retrouvent plus au niveau de l'Yonne (Auréole du crétacé supérieur, plateaux calcaires) mais aussi à l'Est (Côte bourguignonne et Fossé bressan). Les deux autres classes de bocages ayant des valeurs moyennes d'indice bocages et de biomasse (classes 6 et 7) sont quant à eux, dispersées autour du Morvan sans réellement faire apparaître une tendance particulière.

Ce constat met en évidence le lien entre les OTEX et les ensembles structuraux. Sur les plaines et les plateaux, les conditions topographiques et pédoclimatiques étant propices aux productions végétales, l'agriculture s'est spécialisée dans les cultures de vente. Dans les zones de relief, l'élevage a été maintenu car il permet de valoriser des terres à faible potentiel, où l'accès par les engins agricoles est difficile.

La répartition des OTEX dans l'espace régional suit donc une logique qui dépend des caractéristiques écologiques des territoires (pente, sols, climat,...).

3.2.3.3 REPARTITION SELON LA DENSITE DU BOCAGE

La carte de densité du bocage de Bourgogne réalisée en 2011 par le bureau d'étude Ecosphère va nous permettre d'avoir une première idée de la robustesse de nos résultats.

Pour avoir une meilleure lisibilité de la répartition des sites, la carte de densité a été redécoupée en deux cartes : une carte présentant la répartition des bocages dense, lâche et très lâche et une seconde carte présentant la répartition des bocages haut et bas.

La répartition des différentes classes de bocages sur la carte de hauteur des bocages (annexe 15) ne semble pas tout à fait cohérente avec nos résultats. En effet, les sites des classes 4, 7 et 8 se situent en majorité dans du bocage haut alors que l'on a vu précédemment que les sites avec une forte valeur de biomasse sont principalement constitués de haies basses. Ce résultat peut être dû à différentes raisons : les critères de distinction du bocage haut et du bocage bas pris en compte pour les deux études sont probablement différents, les relevés des haies hautes et basses sur le terrain manquent de précision et la carte de hauteur du bocage peut aussi manquer de précision. Toutefois, on retrouve bien les communes des classes 1 et 2 (faibles valeurs d'indice bocages et de biomasse) plutôt dans des zones sans bocages (régions blanches).

La carte de densité du bocage (annexe 16) permet quant à elle d'appuyer nos résultats. Les sites des classes à forte qualité biologique sont localisés dans des zones à bocages denses voire lâches alors que les sites des classes de bocages de faible qualité sont localisés dans des zones sans bocages ou de bocages très lâche. Cette carte nous donne une information supplémentaire : une partie des sites (regroupés en classe 6), de qualité biologique et de biomasse moyenne, est localisée dans des zones précises caractérisées par un bocage dense et haut. Ces zones correspondent à des vallées, le bocage concerné doit probablement être du type « ripisylves ».

L'utilisation de cette carte de densité du bocage lors de l'élaboration du plan d'échantillonnage a probablement conduit à un léger biais dans les résultats.

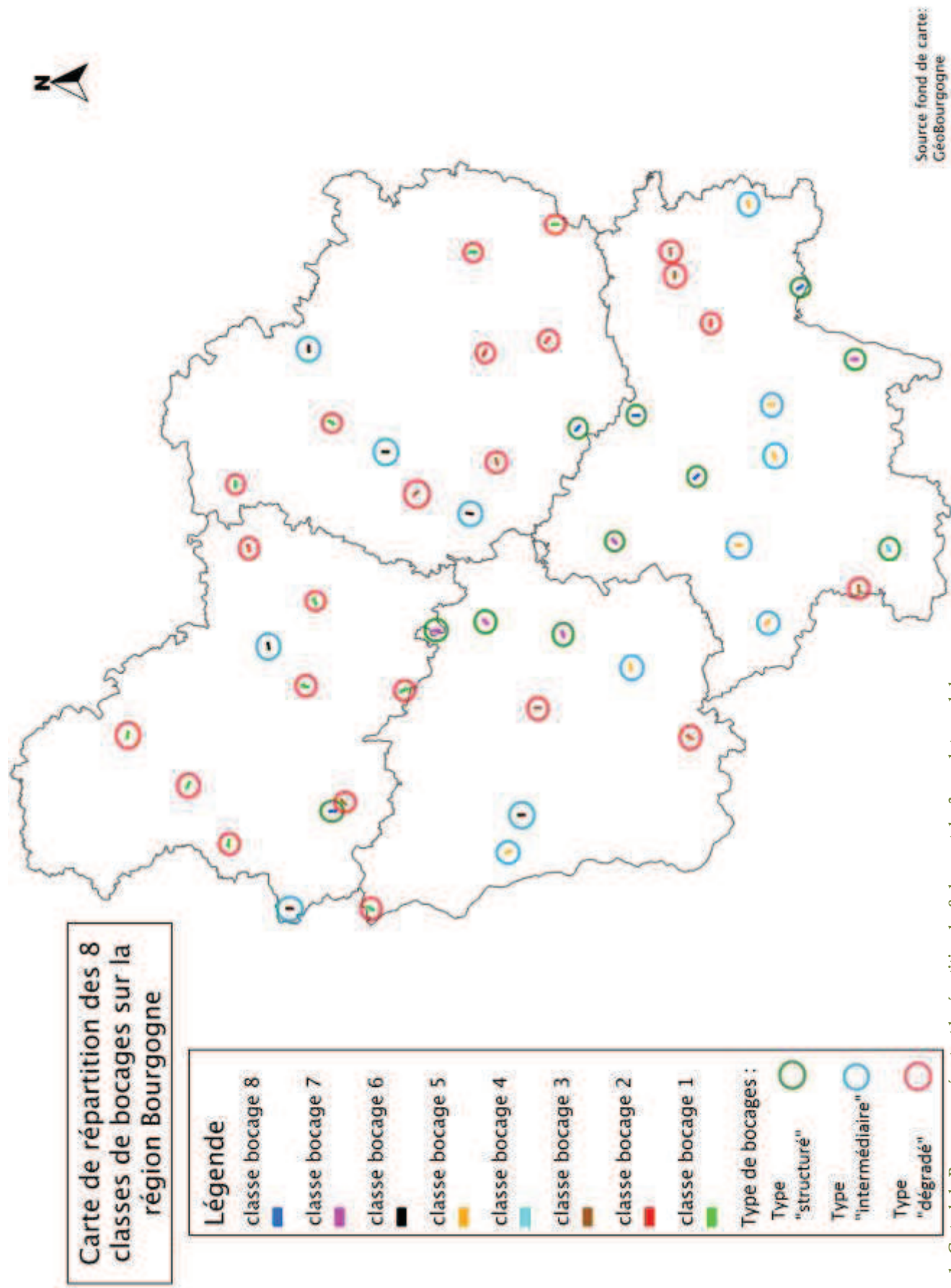


Figure 1 – Carte de la Bourgogne présentant la répartition des 8 classes et des 3 grands types de bocages

3.2.3.4 SYNTHÈSE DES RESULTATS

Après l'étude de la répartition des classes de bocages en fonction des OTEX, des ensembles structuraux et de la densité du bocage, il apparaît que les 8 classes peuvent se regrouper en trois grands types de bocages. En effet, on retrouve dans un premier temps les bocages caractérisés par de faibles valeurs d'indice bocages et de biomasse (classe 1, 2 et 3). Ces classes se trouvent principalement dans le Nord et l'Est de la Bourgogne sur les sols argilo-calcaires et dans des régions de grandes cultures.

Le second type regroupe les classes 4, 7 et 8 caractérisées par de fortes valeurs de biomasse et d'indice bocages. Ce type se trouve au centre de la Bourgogne, dans la région du Morvan donc en zone de moyenne montagne avec des terrains plus propices à l'élevage (pente, sol, climat,...).

Les deux classes restantes, 5 et 6, peuvent se regrouper car elles sont caractérisées par une biomasse et un indice bocages moyens. Les sites concernés ne sont pas localisés dans une zone précise, ils sont dispersés autour du Morvan. Nous pouvons remarquer que les communes de la classe 6 sont situées en majorité sur les plateaux au Nord du Morvan alors que les sites de la classe 5 sont plus localisés dans le sud de la Bourgogne. Les classes de bocages 5 et 6 ont été distinguées l'une de l'autre lors de la classification car la classe 6 se caractérise par une valeur de biomasse légèrement plus élevée alors que la classe 5 a un indice bocages plus important, les valeurs restants toutefois dans la moyenne. Cette différence entre les deux classes explique leur répartition géographique distincte. En effet, comme cela a été expliqué dans le paragraphe précédent, les sites de la classe 6 situés dans des zones de grandes cultures, sont précisément localisés dans des zones bocagères et probablement des ripisylves, des haies hautes ou des lisières plus communes en plaines céréalières, d'où la valeur moyenne d'indice bocages et la valeur un plus élevée de biomasse. A l'inverse, les communes de la classe 5 situées dans le sud de la Bourgogne, sont localisées dans des régions d'élevage qui se caractérisent plutôt par un réseau dense et bien structuré de haies basses, ce qui explique une biomasse moyenne et une valeur d'indice bocages plus élevée.

En résumé, il ressort de cette étude trois grands types de bocages illustrés sur la figure 20 :

- Type « structuré » : Bocage de bonne qualité biologique avec un bon potentiel de production de bois propre aux régions d'élevage des zones de moyennes montagnes du centre de la Bourgogne
- Type « dégradé » : Bocage de faible qualité biologique et de faible potentiel de production de bois propre aux régions de grandes cultures des régions argilo-calcaires du Nord et de l'Est de la Bourgogne
- Type « intermédiaire » : Bocage de qualité biologique et de production en bois moyenne dispersé dans les plaines et plateaux entourant le Morvan.

4 DISCUSSION

4.1 BIAIS ET LIMITES DE L'ETUDE

➤ Objets de l'étude

Nous avons cherché dans ce travail à mettre en évidence la présence de différents types de bocages en Bourgogne. Pour caractériser ces types nous nous sommes intéressés à deux aspects majeurs du bocage : le gisement en bois et la qualité écologique. Nous avons dû choisir un certain nombre de critères pour évaluer ces deux aspects : un indice de potentialité écologique, le recouvrement des principales espèces végétales des haies de Bourgogne ainsi que la détermination du gisement en bois de haies et lisières. Cependant, un choix plus fin ou un nombre plus important de critères auraient pu conduire à des résultats plus précis et à une caractérisation plus fine des types. De plus, l'étude a été réalisée sur l'ensemble de la Bourgogne soit 31 582km² et 40 000km de linéaires de haies. Pour être réalisable dans le temps imparti, il a été décidé de ne baser l'étude que sur 50 sites de 100ha ce qui représente seulement 0,15% du territoire et 0,65% du linéaire de haies (lisières non comprises). Avec un plus grand nombre de sites, il aurait été possible de cerner les différents types de bocages à une échelle plus fine et d'avoir une meilleure précision quant à leur répartition géographique.

➤ Données et outils utilisés lors de l'étude

✓ *Les données utilisées pour la cartographie*

L'étape de sélection des données à utiliser a été très longue. En tenant compte de la partie bibliographie, elle a pratiquement duré la moitié du stage. Le choix des données s'est basé sur leur contenu mais aussi sur la date de leur création dans l'optique de travailler avec les informations les plus récentes possible. Cependant, il n'a pas toujours été facile de trouver les données nécessaires et suffisamment récentes. Les photographies aériennes utilisées (BD Ortho de l'IGN) ne datent que de 2007. Le travail de terrain ayant corrigé les principales erreurs et les changements survenus depuis 6 ans, le biais a été réduit. Toutefois, les nombreuses rectifications apportées avec les données de terrain ont augmenté la charge et le temps de travail consacré à la cartographie.

Les cartes sur lesquelles s'est basé l'élaboration du plan d'échantillonnage sont d'origines diverses et de précision très hétérogène. La carte de densité du bocage a été réalisée en 2011 par le bureau d'étude Ecosphère dans le cadre d'une étude d'identification de la Trame Verte et Bleue de Bourgogne. Cette carte a été réalisée en tant qu'élément constitutif de la TVB traitant le cas du bocage. Le principe retenu a consisté à croiser les sources disponibles à l'échelle régionale : Corine Land Cover, le RPG et la BD topo. Pour en tirer une carte de densité ces sources ont été re-travaillées et parfois simplifiées ce qui a pu causer une perte de précision. En ce qui concerne la carte des OTEX réalisée en 2010 par la DRAAF Bourgogne, elle illustre la répartition des communes en fonction de l'orientation technico-économique des exploitations agricoles la plus représentée sur la commune. Cependant, cette classification ne prend en compte que la localisation du siège des exploitations agricoles et non pas l'ensemble des surfaces exploitées qui peuvent empiéter sur les communes voisines. Il est alors possible que pour certaines communes, la détermination de l'OTEX ne correspond pas à la réalité.

Il y a donc un risque de perte de précision qui s'accroît avec le nombre de données de sources différentes utilisées. Les informations utilisées pour ce même travail datent d'années différentes et n'ont pas toutes la même échelle de précision ce qui peut biaiser la bonne représentativité du plan d'échantillonnage et par conséquent les résultats de l'étude.

✓ *La typologie des haies et le gisement en bois associé*

La typologie des haies sur laquelle s'est basée l'estimation du gisement en bois des sites échantillonnés a été proposée en 2013 dans une étude d'opportunité sur l'utilisation du

lamier à scie et sur la valorisation des produits d'entretien et d'exploitation des haies en Bresse bourguignonne (Peyrton *et al* 2013). Comme le stipule son intitulé, cette classification a été réalisée pour des haies de Bresse Bourguignonne et l'étude s'est appuyée sur le parcellaire de seulement 8 exploitations agricoles soit un total de 1053ha avec 62271ml de haies et 27875ml de lisières. L'étude de typologie des bocages porte sur toute la région bourgogne. Les haies rencontrées sur le terrain et qui n'entraient pas parfaitement dans un des types proposés ont été classées dans le type dont les critères étaient les plus proches. Le fait de supposer que les types de haies déterminés en Bresse bourguignonne représentaient les types de haies de l'ensemble de la Bourgogne a sûrement causé un biais entre les valeurs de biomasse calculées et les valeurs de biomasse réelles sur pied. Par exemple, le type « haies basses ponctuées par des arbres » n'existe pas dans la typologie mais a souvent été rencontré sur le terrain. Le gisement de ces arbres n'a donc pas été compté dans le calcul de la biomasse de ces haies.

✓ *L'indice bocages*

Il existe de nombreuses façons de caractériser la valeur écologique d'un bocage. Il a été décidé de réutiliser un indice créé en 2000 pour le suivi de l'évolution des bocages de Bourgogne. Comme tous les indices, il résulte de compromis. En effet, la praticité et la facilité d'utilisation ont prévalu sur la précision lors de la construction de l'indice. De ce fait, cet indice est incomplet pour caractériser la qualité écologique dans sa globalité. Des informations, pourtant utiles pour caractériser la qualité écologique d'un bocage (arbres isolés, mares, talus, bois...), n'ont pas été prises en compte. L'indice bocages ne rend donc compte que partiellement de la qualité écologique d'un bocage.

De plus, cet indice a été proposé à la suite d'une étude ayant mis en évidence le lien entre la structure du bocage et l'avifaune: plus le volume de végétation est important, plus la richesse spécifique et l'abondance de l'avifaune vont être élevées. Il a alors été supposé que cette relation était également vraie pour toutes les espèces faunistiques ce qui n'a jamais été démontré. La relation entre cet indice écologique et la flore n'a pas non plus été prouvée. Il faut donc rester prudent quant à l'interprétation de la valeur de l'indice qui reste un outil de comparaison des bocages dans le temps et l'espace et qui est surtout un indice de **potentialité** écologique.

➤ **Retour sur la méthodologie appliquée**

✓ *La cartographie*

Le travail de cartographie des éléments paysagers est fortement soumis à la subjectivité de l'opérateur ce qui pourra causer un biais lors de l'utilisation de la méthode par des personnes différentes. De plus, la qualité des photographies aériennes utilisées (BD Ortho de l'IGN) n'est pas toujours idéale pour réaliser des relevés avec une très bonne précision. En effet, il n'a pas toujours été évident de distinguer les types de connexions, notamment pour le type L, pour lequel la connexion de deux types de haies a pu être confondue avec une courbe prononcée d'une seule et même haie. Enfin, même si le linéaire de haies a été calculé informatiquement, les segments de haies ont été dessinés par l'opérateur à partir des photographies aériennes. Il faut donc être conscient de l'existence d'un certain degré d'imprécision au niveau des résultats.

✓ *Les prospections de terrain*

Les prospections de terrain sont aussi très fortement soumises à la subjectivité de l'opérateur. Les recouvrements des espèces végétales ont été estimés « à vue d'œil » en déterminant la proportion du volume de végétation de chaque espèce parmi le volume de végétation total de la haie. D'une personne à l'autre, cette estimation peut être très différente. De plus, deux autres raisons peuvent être à l'origine d'un biais dans les résultats d'estimation des recouvrements. La première raison est la limitation des relevés à une liste de 56 espèces. Les espèces non répertoriées dans cette liste mais présentes sur le terrain n'ont par conséquent pas été prises en compte dans les relevés. Ce choix peut avoir une

influence plus ou moins importante sur les résultats selon la fréquence de rencontre de ces espèces. La seconde raison est mon manque d'expérience et de connaissance dans la détermination des espèces. Malgré l'aide de la flore forestière française et de M. Olivier Bardet, des espèces ont surement été mal identifiées. De plus, il ne m'a pas été possible de différencier certaines espèces appartenant à un même genre, pour le Chêne, le Frêne, le Cornouiller ou encore l'Aubépine par exemple. Par conséquent, toutes les espèces d'un même genre ont été relevées ensemble en tant qu'une seule et même espèce sous l'appellation générale du genre. Cependant, ces espèces n'ont pas toutes des exigences pédo-climatiques similaires ni les mêmes distributions géographiques. Cette perte de précision au niveau des relevés va causer une perte d'information lors de la caractérisation des classes de bocages par leur composition floristique.

Le travail de terrain a une autre limite non négligeable qui a été causée par la contrainte temps. En effet, j'ai été obligée de réduire le plan d'échantillonnage de 50 sites à 47 sites. Les trois sites non prospectés ont été choisis de telle sorte à perdre le moins d'information possible. Toutefois, 2% du total des lisières et 0,15% du total des haies non pas été prospecté ce qui représente 0,77% du linéaire total. L'imprécision des résultats est donc un peu plus accentuée par rapport aux résultats prévus lors de l'élaboration de la méthodologie.

Il est important de mentionner que la thématique du bocage en Bourgogne est encore au centre des préoccupations. Les données et méthodes utilisées pourront ainsi être modifiées, précisées et perfectionnées lors de la réalisation d'études similaires. Les biais et limites énoncés ci-dessus ne sont donc pas intangibles, des améliorations, approfondissements voire des travaux complémentaires pourront être apportés à cette étude.

4.2 PERSPECTIVES

4.2.1 RELATIVES A L'ETUDE EN ELLE MEME

➤ **Amélioration du plan d'échantillonnage**

Bien que le territoire de l'étude soit régional, l'analyse ne porte que sur 47 sites de 100ha. Ce choix a été contraint par la durée de l'étude mais aussi par les moyens disponibles (financiers et techniques). Il est envisageable pour la suite, de modifier le plan d'échantillonnage pour avoir des résultats plus fins qui prendront en compte une plus grande part de l'information bocagère régionale. Pour cela, plusieurs pistes peuvent être proposées :

- augmenter le nombre de sites avec la possibilité garder la base des 47 sites actuels
- cibler différentes parties du territoire bourguignon pour y mener des travaux plus complets et plus précis. Le choix des régions à étudier peut se baser sur les grands types de bocages mis en évidence dans cette étude.
- utiliser une technique de traitement d'images, discipline de l'informatique et des mathématiques appliquées, qui permettra par l'étude de photographies aériennes ou d'images satellitaires, d'extraire rapidement de l'information sur la structure des bocages. Des premiers grands ensembles pourront ainsi être déterminés et ils serviront de base à l'élaboration d'un plan d'échantillonnage plus ciblé pour mener des études de terrain complémentaires.

Cependant, l'élaboration de ces nouveaux plans d'échantillonnage peut nécessiter l'accès à des données, des moyens ou des prestations onéreuses mais surtout du temps que ce soit pour le travail de cartographie ou pour le travail de terrain.

➤ **Amélioration de la typologie des haies et du gisement en bois associé**

La typologie des haies sur laquelle s'est basée l'estimation du gisement en bois des haies a été proposée à la suite d'une étude limitée à la Bresse Bourguignonne. Il serait intéressant de proposer le même genre de travail à partir d'une typologie réalisée sur l'ensemble de la Bourgogne. De plus, les valeurs d'estimation du gisement en bois sont encore très

imprécises. Des recherches menées, entres autres, par la Fédération départementale des chasseurs de la Saône et Loire et le Centre régional de la propriété forestière de Bourgogne sont en cours dans le but d'améliorer la méthode d'estimation de la production de bois de haies sur pied. L'objectif est de réussir à y intégrer la prise en compte de la vitesse de croissance de chaque espèce ce qui permettrait d'estimer le potentiel de production de bois sur plusieurs années. Cette nouvelle méthode d'estimation de la biomasse des haies pourrait être très utile pour proposer des mesures de gestion plus adaptées à chaque cas.

➤ **Amélioration de l'indice bocages**

Tout d'abord, bien que l'indice bocages prenne en compte la structure du maillage bocager et le volume de végétation, il néglige complètement la présence d'arbres isolés ou d'arbres « remarquables » au sein des haies. Il serait alors intéressant d'y intégrer plusieurs critères comme par exemple « arbres creux », « arbres morts » ou « vieux arbres », pour valoriser l'arbre qui remplit de nombreuses fonctions écologiques au sein d'un bocage (habitat pour la faune, filtration de l'eau, stockage du carbone). Certains arbres (anciens ou têtards) peuvent avoir en plus de leur valeur écologique, une forte valeur patrimoniale. Les arbres jouent également un rôle économique grâce à la production de bois. Intégrer le critère « arbre » serait donc un plus pour la caractérisation de la qualité écologique des bocages. Cela permettrait également d'homogénéiser les valeurs de biomasse, prenant en compte les arbres, et d'indice bocages, qui jusque là n'en tenait pas compte. L'intégration de l'arbre dans l'indice bocages risque de rendre l'utilisation de l'indice plus complexe. Il est alors envisageable de construire séparément un indice complémentaire.

Outre les arbres, l'indice bocages n'assimile pas non plus, la présence d'éléments caractéristiques des bocages tels que les étendues d'eau, les murets, les talus ou les fossés. Le talus est une levée de terre souvent extraite du creusement d'un fossé. Suivant le territoire, il atteint une taille et une forme variables et peut être consolidé à la base par un muret. Ces éléments sont des réservoirs de biodiversité, ils participent à limiter le ruissellement et en freinant l'eau, ils stockent et recyclent des éléments polluants tels que les résidus d'engrais et de pesticides. Agissant en synergie avec les haies, ils font partie intégrante du bocage et par leur présence augmentent sa valeur écologique.

Un autre manque dans l'indice bocages est la non-prise en compte des connexions de type « haie-espace boisé ». Ce choix a été fait pour éviter de « surcharger » l'indice bocages de données. La pondération des connexions, utilisée dans l'indice, est fondée sur les résultats d'une étude n'ayant été menée que sur les haies sans prendre en compte les bosquets et les lisières (Notteghem 1987). Pour être en mesure d'intégrer les connexions « haies-espace boisé » dans l'indice actuel, une étude du même type mais complémentaire devra être menée pour connaître l'effet des espaces boisés sur la faune (habitat, déplacements) et ainsi en déduire une valeur de pondération.

4.2.2 RELATIVES AUX SUITES A DONNER A CETTE ETUDE

➤ **Proposition de pistes d'actions pour la continuité de l'étude**

Le bocage est un paysage rural composé de parcelles agricoles (prairies, cultures, pâturages, vergers...) encadrées par un maillage de haies constituées d'arbres et arbustes. De part les divers éléments qui le constituent, le bocage semble être un système complexe regroupant une dimension agricole, une dimension culturelle ainsi qu'une dimension biologique. Néanmoins, comme le montre cette étude, tous les bocages ne se ressemblent pas et peuvent être caractérisés à l'aide de différents paramètres (structure, composition,...). La diversité des bocages voudrait qu'il existe autant de politiques différentes permettant d'apporter une gestion intégrée, qui prenne en compte l'ensemble des fonctionnalités du bocage, et une gestion ciblée aux besoins de chaque type de bocages.

Cette étude a posé les bases méthodologiques de la caractérisation des types de bocages de Bourgogne. Elle peut servir d'amorce à une nouvelle étude plus complète et plus précise dont l'objectif final sera la proposition de mesures de gestion durable des bocages.

Cette nouvelle étude pourra, dans un premier temps, se limiter à un territoire plus restreint, à l'échelle de l'exploitation agricole par exemple. L'utilisation de l'indice bocages, s'il est amélioré et complété, pourra être un bon moyen d'évaluer la valeur du bocage sur les trois aspects suivants :

- potentialité en bois
- dimension écologique
- dimension patrimoniale

Il serait alors envisageable de proposer des mesures d'optimisation de la gestion des bocages associant les enjeux biodiversité et biomasse et de suivre les résultats obtenus après application de ces mesures, en réévaluant la valeur de l'indice. Il ne faudra pas négliger pour autant la valeur patrimoniale de certains anciens éléments du bocage comme les vieux arbres ou les arbres têtards. Pour ces derniers, les points de vue deviennent vite divergents selon que l'on regarde la dimension économique (production de bois) ou la dimension écologique.

Cette étude peut également s'inscrire dans une perspective d'amélioration de l'identification de la Trame verte et bleue en Bourgogne. En effet, près de 400 000m de haies et lisières ont déjà été recensés au cours de ce travail. L'utilisation de méthodes de traitement d'images serait un moyen rapide et très efficace de connaître l'état de l'ensemble du réseau bocager en Bourgogne.

De plus, les mesures de gestion durable du bocage qui pourront être proposées à la suite de ce travail pourront être intégrées au plan d'action stratégique compris dans le SRCE de Bourgogne.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans l'étude de l'évolution des linéaires de haies et de l'indice bocages sur les 70 dernières années ont révélé des baisses respectives de 42% et 60%. Cette tendance traduit une dégradation du maillage bocager bourguignon ainsi que de sa fonctionnalité écologique. Ce constat conforte les acteurs régionaux dans leur volonté d'agir en faveur du bocage. Il confirme en outre, l'intérêt de cette étude de caractérisation du bocage de Bourgogne ayant pour finalité d'inverser la tendance observée à la régression des linéaires de haies champêtres bourguignonnes et à la dégradation de leur qualité écologique dans la mesure où le bocage rend de nombreux biens et services à la collectivité et aux acteurs bourguignons.

Elle s'est particulièrement intéressée à caractériser le bocage au regard des enjeux en matière de préservation de la biodiversité et de valorisation des ressources naturelles locales. Elle s'inscrit plus particulièrement dans le cadre de la mise en œuvre du SRCAE et du SCRE actuellement en cours d'élaboration.

Le bocage bourguignon a donc été caractérisé au regard de deux enjeux : la préservation de la biodiversité et le développement de la filière de bois de haies. Pour ce faire, il a été décidé d'utiliser deux types de critères afin de réaliser une typologie des bocages. Le premier type regroupe des données relatives à la qualité écologique du bocage : l'indice bocages et les données de recouvrements des espèces végétales. Le second type regroupe les données de gisement en bois de haies. Pour obtenir ces données, des éléments structuraux et texturaux du bocage ont été relevés sur 47 sites de Bourgogne, d'abord à partir de photographies aériennes, puis sur le terrain ce qui a permis de préciser les données.

Après avoir brièvement décrit les résultats obtenus pour l'indice bocages, les recouvrements des espèces végétales et la biomasse, une analyse prenant en compte uniquement les valeurs de biomasse et d'indice bocages a permis de mettre en évidence 8 classes de bocages. Les sites ont été regroupés en classe selon leurs similitudes concernant à la fois le gisement en bois et la potentialité écologique. Les 8 classes ont ensuite été décrites en fonction de leur composition végétale afin d'apporter une information supplémentaire sur l'aspect textural des haies.

Ce premier résultat nous permet de dire qu'il existe bien une diversité des bocages bourguignons au regard des enjeux écologiques et de production de bois. Dans l'optique de préciser ces résultats et de connaître la répartition géographique de cette diversité bocagère, la distribution de ces classes sur le territoire a été étudiée à partir de différentes données cartographiques. Cette étape a conduit à regrouper les 8 classes de bocages en 3 types caractérisés par des valeurs d'indice bocages et de biomasse proches mais aussi par leur distribution selon les OTEX et les ensembles structuraux. Au regard des résultats, il semble que la diversité bocagère est attachée au type d'exploitation agricole, ce qui semble confirmer l'hypothèse de travail selon laquelle l'hétérogénéité des bocages bourguignons est due à celle des orientations technico-économiques. Ce résultat reflète aussi la correspondance entre le type d'agriculture et les conditions topologiques et pédoclimatiques.

Une diversité bocagère a été mise en évidence sur le territoire bourguignon et des tendances sur sa répartition géographique ont pu être observées. Le bocage peut évoluer en fonction des politiques publiques à grande échelle, mais également plus localement en fonction d'un « effet agriculteur ». Les résultats de ce travail pourront servir de support aux acteurs régionaux pour l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion durable du bocage dans les territoires ruraux. Il serait alors envisageable de suivre les résultats de l'évolution du bocage suite à l'application de ces mesures de gestion, par le biais d'un nouvel indice bocages intégrant mieux la diversité des fonctionnalités du bocage.

Le regain d'intérêt pour la haie en tant qu'élément productif, patrimonial et essentiel à la biodiversité semble être devenu le seul moyen de maintenir ce paysage unique et utile à tous.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alterre Bourgogne, Octobre 2012, Etat des lieux des énergies d'origine renouvelable en Bourgogne-Résultats 2010 et tendances 2011, 26p.

BARDET O., FEDOROFF E., CAUSSE G., MORET J., 2008, Atlas de la flore sauvage de Bourgogne, Mèze (Collection Parthénopé), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 752p.

BAUDRY J., JOUIN A., 2003, De la haie aux bocages – Organisation, dynamique et gestion, INRA, Nancy, 435p.

BEQUAIN C., DIDIER C., LABORDE C., LEHAILLIER V., WULLENS M., 2004, Le bocage bouguignon : validation de l'Indice Bocage, Faisabilité de l'utilisation de photos aériennes orthorectifiées lues sous SIG en vue du calcul de l'IB, OREB et ENESAD, 69p.

BOSSIS A., 2008, Quel avenir pour le bocage en Limousin ? Diagnostics des réseaux bocagers, élaboration d'indicateurs de fonctionnalités écologiques et propositions de gestions en faveur de la biodiversité, MST A.M.V.D.R, université RENNES I, 146p.

BOURGET E., Le Dû-Blayo L., Définition d'unités paysagères par télédétection en Bretagne: méthodes et critiques [en ligne], Dans Norois, n°216, 2010/3, 69-83. Mis en ligne le 01/12/2012, disponible sur <http://norois.revues.org/index3399.html> (Consulté le 02 avril 2013)

BRADU S., LAULANIE M-O., 2009, La magie des haies (DVD). France.

BUREL F., BAUDRY J., 1999, Ecologie du paysage - concepts, méthodes et application, Techniques et documentation: Paris, 359p.

Compte rendu de réunion du 3 octobre 2000 avec Bernard Frochot sur l'indice qualité biologique du bocage, 2000, OREB, 1p.

Conseil général de Bourgogne, 2011, Trame verte et bleue de la Bourgogne, Rapport méthodologique – Etude préliminaire, 70p.

Conseil général de Bourgogne, 2011, Trame verte et bleue de la Bourgogne, Rapport principal – Etude préliminaire, 198p.

DE SOLAN B., RANTIER Y., 2004, Analyse de la structure paysagère du PNR de l'Avesnois, Laboratoire CNRS – Ecobio, Université de Rennes, 143p.

DEBROSSES R., DUCERF G., GUILLEMOT H., HERMANT D., MENOT P., NOTTEGHEM P., PORTET F., SCHMUTZ T., 1996, Les bocages en Bourgogne. Conservatoire des Sites Naturels de Bourgogne, Patrimoine naturel de Bourgogne : 4. 34 p.

DODET Ph., EBERHART M., 2005, La vie des haies (DVD). Dijon: Educagri éditions.

), AFAHC, 4p.

FEUERMANN S., MOLLE A., RANTIER Y., 2005, Méthodes d'analyse de la dynamique du bocage et de hiérarchisation du maillage bocager pour sa prise en compte dans les opérations d'aménagement du territoire du Parc Naturel Régional de l'Avesnois, Ecologie du paysage, UMR Ecobio du CNRS et de l'Université de Rennes1, 144p.

FOUTEL C., GUILBAUD S.P., 2006, Promouvoir l'arbre et la haie en Bourgogne, Centre régional de la propriété forestière et Fédération régionale des chasseurs, 336p.

thode", Cemagref, 62p.

GUERRIER A., 2013, Présentation de l'étude haie Bresse, comité de pilotage du réseau Bocages de Bourgogne, 24 janvier 2013.

Inventaire forestier national, 2011, Inventaire des haies en Basse-Normandie et estimation de leur biomasse, 5p.

LABANT P., 2009, Principes d'aménagement et de gestion des systèmes agroforestiers (guide technique PAGESA), AFAHC, 21p.

-
, Cemagref, 124p.

- Partie 2: Calcul des volumes, Cemagref, 78p.

LIAGRE F., 2006, Les haies rurales - Rôles, création, entretien. France Agricole: Paris, 319p.

Master 2 Espace Rural et Environnement (Promotion 2012/2013), 2012, Vers une valorisation des bocages de Bourgogne - Cartographie, état des lieux et perspectives sur le territoire de la Bresse bourguignonne, Université de Bourgogne et Agrosup Dijon, 203p.

-
- . 40p.

MORANT P., 1999, Contribution de la télédétection pour l'analyse et la cartographie du paysage bocager armoricain, Ingénieries – EAT, 18, 61-71.

MORIN S., 2011, Agrifaune et le bocage: à la reconquête d'un milieu multifonctionnel unique, Pratiques agricoles de référence, n°291, 28-33.

NOTTEGHEM P., 1986, « Incidences aux niveaux socio-économique et écologique du nouveau contexte agricole et énergétique sur la gestion du bocage », Ecomusée de la Urbaine Le Creusot /Montceau-les-Mines, Ministère de l'Environnement, 93p.

NOTTEGHEM P., 1987, Incidences de la structure d'un bocage sur l'avifaune au cours d'un cycle annuel (autunois/charolais), Revue d'écologie, p97-105.

NOTTEGHEM P., 1993, « Les milieux naturels de Bourgogne ». In Patrimoine naturel de Bourgogne, n°1. Quetigny : Conservatoire des sites naturels bourguignons.

OREB, 2000, Bocages en Bourgogne, Repères, 3-10.

OREB, 2000, Les bocages de Bourgogne, vol 1 : évolutions et enjeux, Dijon : OREB, 23p.

OREB, 2001, Les bocages de Bourgogne, vol 2 : Présentation et résultats du dispositif d'observation des évolutions des bocages en Bourgogne, Dijon : OREB, 97p.

OREB, 2005, Bocages de Bourgogne, Repères, 4-9.

PEYRTON T., 2002, Contribution à l'évaluation des MAE - Le cas du bocage en Saône et Loire, Université de Bourgogne, 64p.

PEYRTON T., GUERRIER A., SERVANT H., SALVI F., 2013, Etude d'opportunité sur l'utilisation du lamier à scie sur l'utilisation du lamier à scie et sur la valorisation des produits d'entretien et d'exploitation des haies en Bresse bourguignonne, 113p.

POINTEREAU P., COULON F., 2006, La haie en France et en Europe : Evolution ou régression, au travers des politiques agricoles. Communication présentée aux Premières rencontres nationales de la haie champêtre, 5-6-7 octobre 2006, Toulouse, 9p.

RAMEAU JC., MANSION D., DUME G., 1989, Flore Forestière Française - Guide écologique illustré, Vol 1: Plaines et collines, Institut pour le Développement forestier, 1785p.

RANTIEN C., 2009, Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020, ADEME, 105p.

ROLAND B., FLEURANT C., 2004, Caractérisation des formes du bocage à l'aide de la géométrie fractale, Dans L'Espace géographique, Belin I, 2010/2 tome 33, 165-174.

SIMON L., GSELL-EPAILLY A., 2010, Identification, préservation et restauration de la trame écologique de Bourgogne, Ecosphère, Note méthodologique du 29 avril 2010, 5p.

Site internet d'Alterre Bourgogne : <http://www.alterre-bourgogne.org> (consulté le 02 septembre 2013)

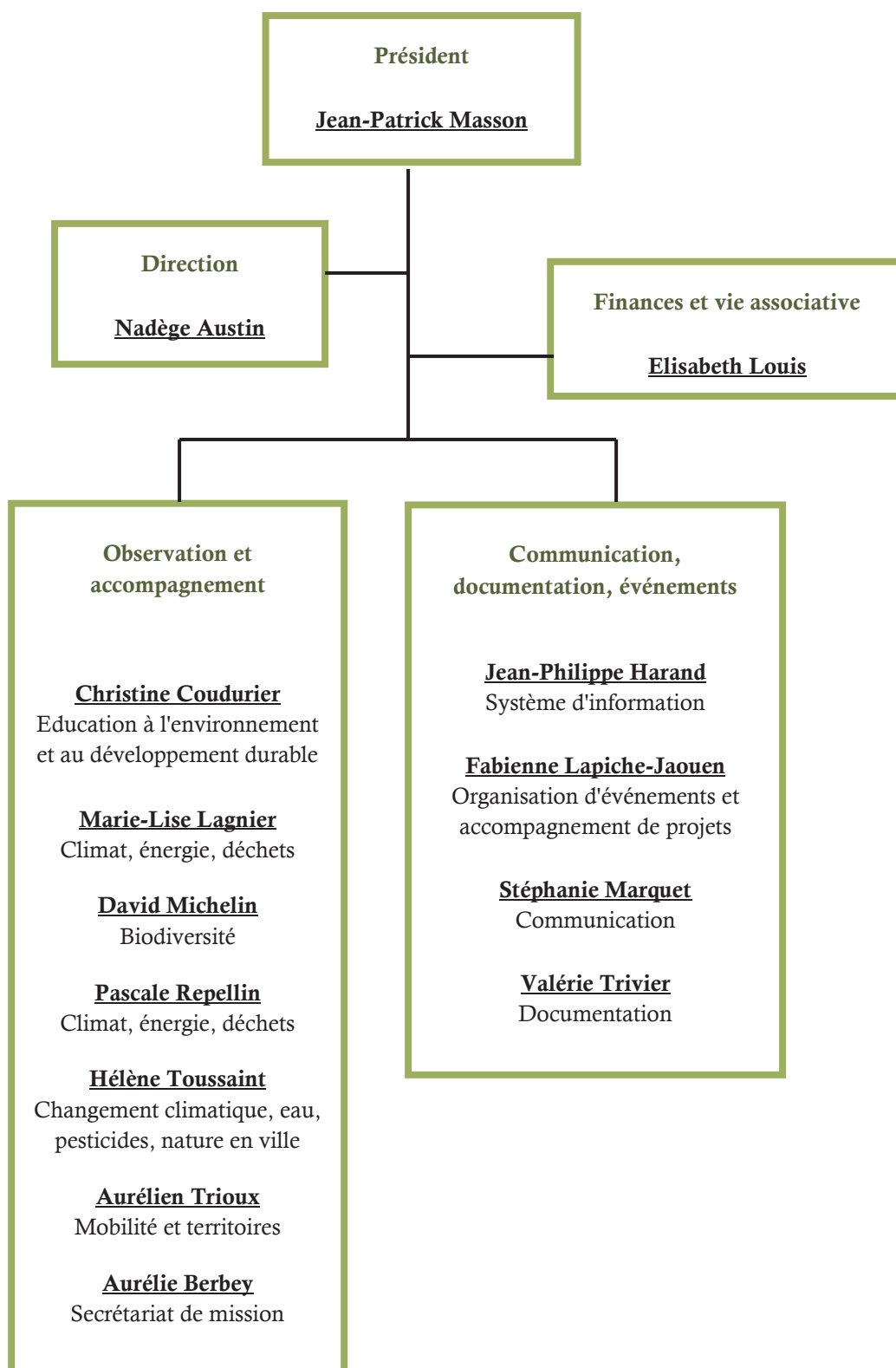
Site internet de GéoBourgogne : <http://www.geobourgogne.fr/> (consulté le 04 juillet 2013)

Site internet de l'Agreste : <http://agreste.agriculture.gouv.fr> (consulté le 11 juin 2013)

VANPEENE-BRUHIER S., MOYNE M-L., BRUN J-J., 1998, La richesse spécifique: un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace - Application en Haute Maurienne (Aussois, Savoie), Ingénieries – EAT, 15, 47-59

ANNEXES

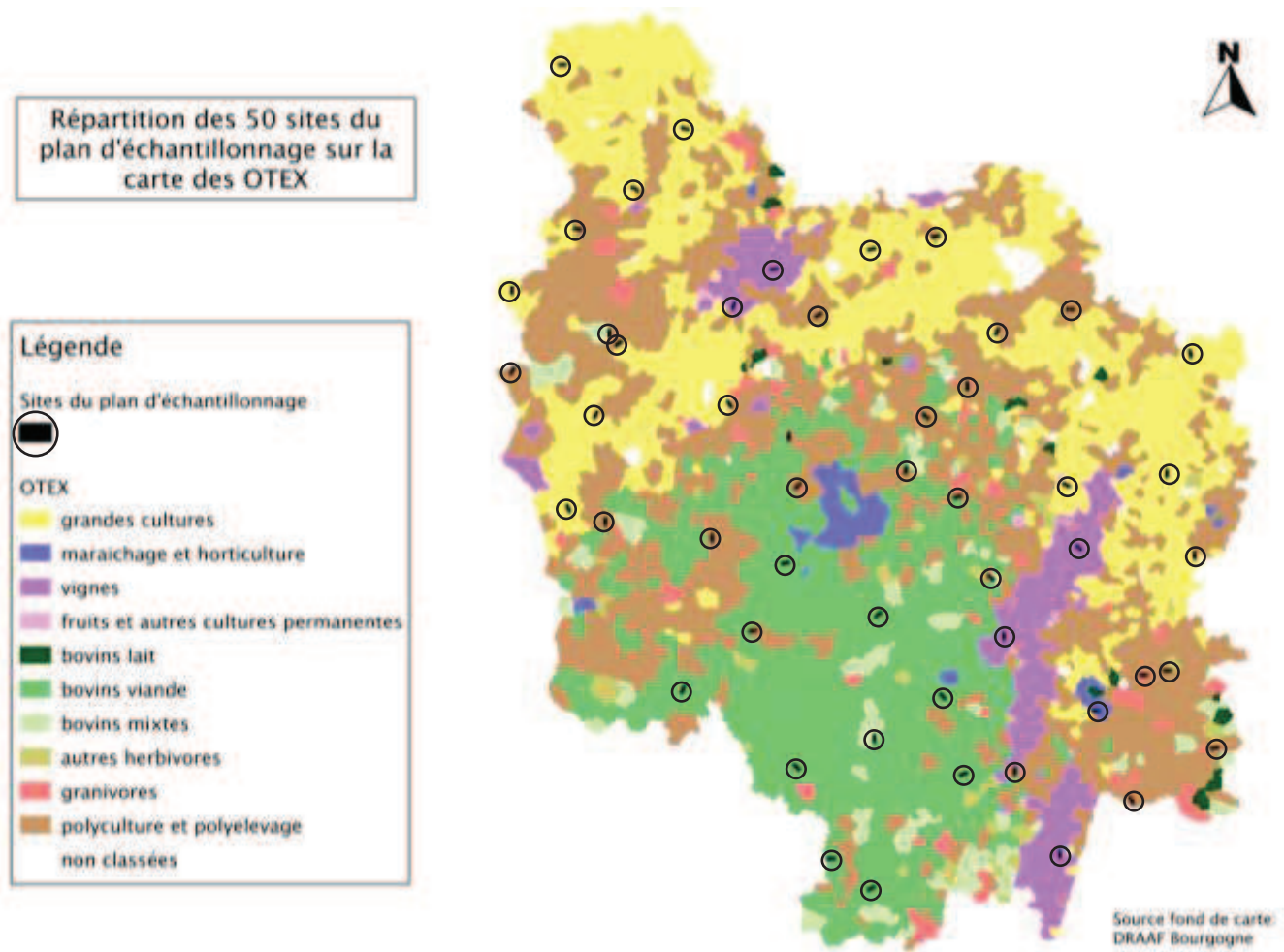
ANNEXE 1 - ORGANIGRAMME DE L'EQUIPE D'ALTERRE BOURGOGNE.....	I
ANNEXE 2 - TABLEAU RECAPITULATIF DES METHODES D'ELABORATION DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE..	II
ANNEXE 3 – REPARTITION DES 50 SITES SUR LA CARTE DE DENSITE DU BOCAGE DE BOURGOGNE (1/1 200 000)	IV
ANNEXE 4 - REPARTITION DES 50 SITES SUR LA CARTE DES PAYS DE BOURGOGNE (1/1 200 000)	IV
ANNEXE 5 - REPARTITION DES 50 SITES DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE SUR LA CARTE DES OTEX (1/1 200 000)	III
ANNEXE 6 – REPARTITION DES SITES SUR LA CARTE DES PETITES REGIONS NATURELLES DE BOURGOGNE ET DES ENSEMBLES STRUCTURAUX (1/1 200 000)	III
ANNEXE 7 - INFORMATIONS SUR LE PLAN D'ECHANTILLONNAGE DE 2001	V
ANNEXE 8 - MODIFICATIONS APORTEES AU PLAN D'ECHANTILLONNAGE DE 2013 PAR RAPPORT A CELUI DE 2001	V
ANNEXE 9 – REPARTITION DES SITES DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE DEFINITIF (1/1 200 000).....	VI
ANNEXE 10 –TABLEAU RECAPITULATIF DES INFORMATIONS CONCERNANT LES 50 SITES DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE.....	VIII
ANNEXE 11 - FICHE UTILISEE POUR LES PROSPECTIONS DE TERRAIN	X
ANNEXE 12 - PHOTOGRAPHIES DE DIFFERENTS TYPES DE HAIES	XI
ANNEXE 14 – REPARTITION DES 8 CLASSES DE BOCAGES SUR LA CARTE DES OTEX (1/1 200 000).....	XII
ANNEXE 14 – REPARTITION DES 8 CLASSES DE BOCAGES SUR LA CARTE DES PETITES REGIONS NATURELLES DE BOURGOGNE ET DES ENSEMBLES STRUCTURAUX (1/1 200 000).....	XII
ANNEXE 15 – REPARTITION DES 8 CLASSES DE BOCAGES SELON LA HAUTEUR DU BOCAGE (1/1 200 000).....	XIII
ANNEXE 16 - REPARTITION DES 8 CLASSES DE BOCAGES SELON LA DENSITE DU BOCAGE (1/1 200 000) ..	XIII



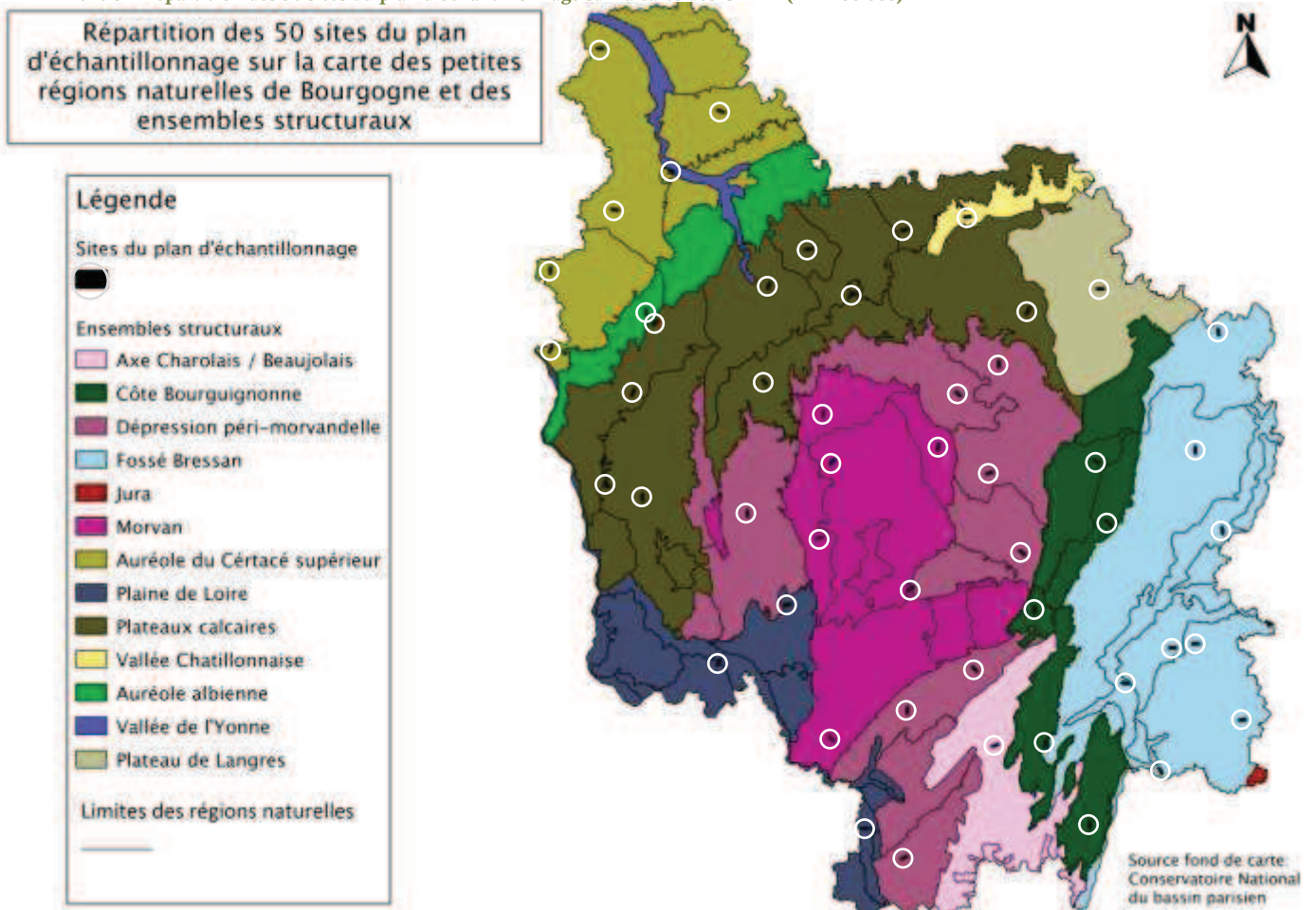
Annexe 1 - Organigramme de l'équipe d'Alterre Bourgogne

Méthode	1		2	3	4
Nom	Echantillonnage de toute la Bourgogne aléatoirement et de façon homogène		Echantillonnage stratifié : unités paysagères	Echantillonnage uniquement des zones bocagères	Utilisation des 35 sites définis en 2001 par l'OREB
Références	Bossis 2006		Bardet, Fedoroff, Causse et Moret 2008, DREAL Bourgogne 2009	Etude du Master 2 espace Rural et Environnement sur le bocage de la Bresse Bourguignonne 2012 De Solan, Rantier 2004	OREB 2001
Fonds de carte utilisés pour l'échantillonnage	Carte présentant les limites régionales de la Bourgogne		Cartes pédo-climatique, géologique, de relief... → découpage en unités paysagères	Carte d'occupation du sol et de densité du bocage → découpage en unités paysagères (2006)	SCAN 25 (IGN) et photographies aériennes
Type d'échantillonnage	Systématique aligné	Echantillonnage aléatoire	Stratifié	Aléatoire	
Caractéristiques des zones à échantillonner	Points	Mailles ou points	Mailles ou points	Mailles ou points	35 sites: 9 en Côte d'Or, 8 en Nièvre, 11 en Saône-et-Loire et 7 dans l'Yonne Mailles > Rectangles de 100ha (2000x500m)
Avantages	- Simple et ajustable à tout un territoire - Emplacement des individus aléatoire et ils sont indépendants	Méthode simple	- Prise en compte de l'occupation du sol - Prise en compte de nombreuses caractéristiques du paysage (relief, sols, climat...)	- Prise en compte de l'occupation du sol et de la densité - Prise en compte de nombreuses caractéristiques du paysage	- Gain de temps - Continuité du travail sur le suivi de l'évolution des bocages de Bourgogne
Limites	- Taille de la région (31582 km ² contre 17000 km ² pour le Limousin) / durée de l'étude (6 mois) - Pas prise en compte de l'occupation du sol	Pas prise en compte de l'occupation du sol Non-représentativité de l'ensemble de la Bourgogne	- Difficultés pour l'obtention et le traitement des données - Taille de la région/durée de l'étude - Risque d'orienter le résultat de la typologie	- Utilisation d'un travail existant : utilisation uniquement du sol de CLC contenant du bocage - Difficulté pour déterminer et caractériser les unités (travail informatique)	- Taille des zones à échantillonner : 100 ha !
Questions	- Densité de points? - Dimensions et forme des échantillons?	- Maillage: Nombre de mailles ? Dimensions des mailles? 1 Maille = 1 échantillon? - Points: Densité de points? Dimensions et forme des échantillons	- Nombre d'échantillons par strates? Fonction de la superficie des strates? - Dimensions et forme des échantillons?	- Dimensions et forme des échantillons?	- Possibilité de définir des sous-échantillons pour le travail de terrain ? - Evolution du bocage → 35 sites toujours représentatif de la Bourgogne?

Annexe 2 - Tableau récapitulatif des méthodes d'élaboration du plan d'échantillonnage

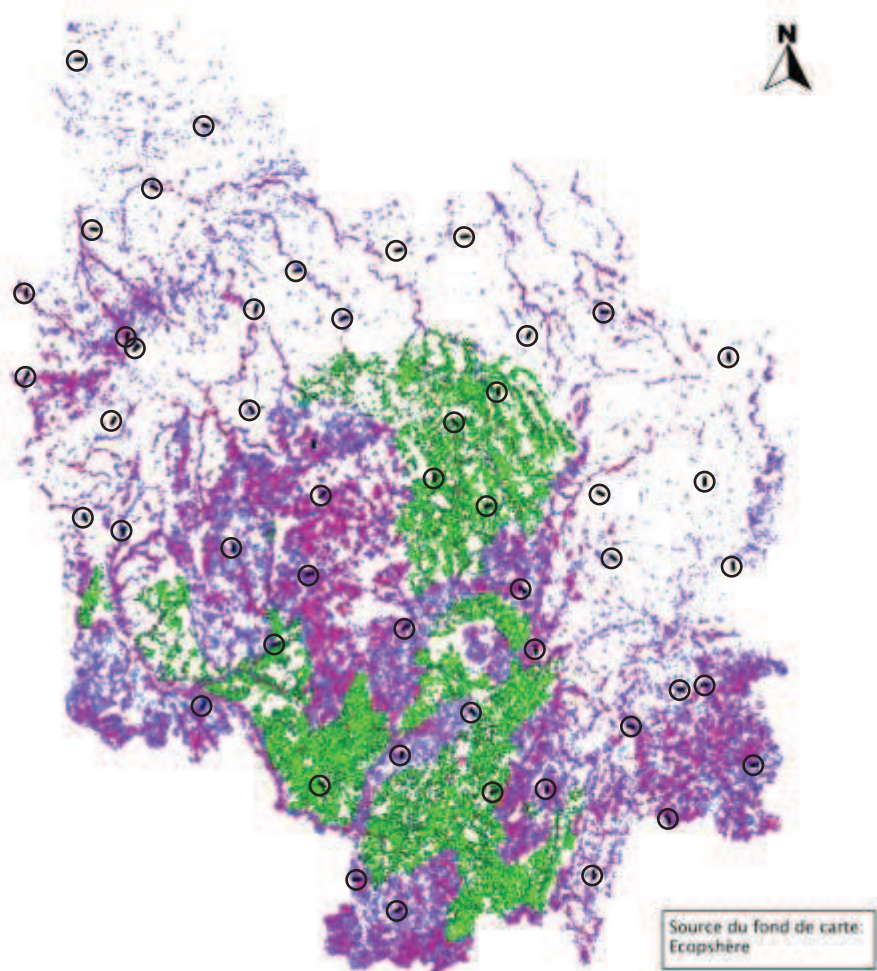
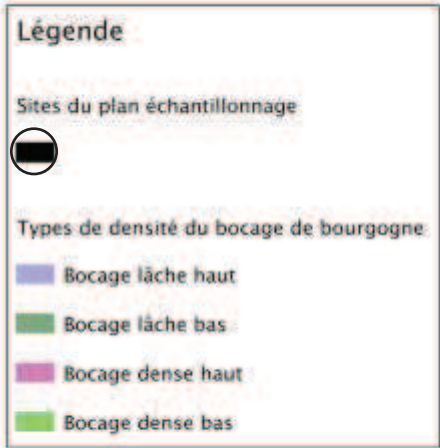


Annexe 3 - Répartition des 50 sites du plan d'échantillonnage sur la carte des OTEX (1/1 200 000)



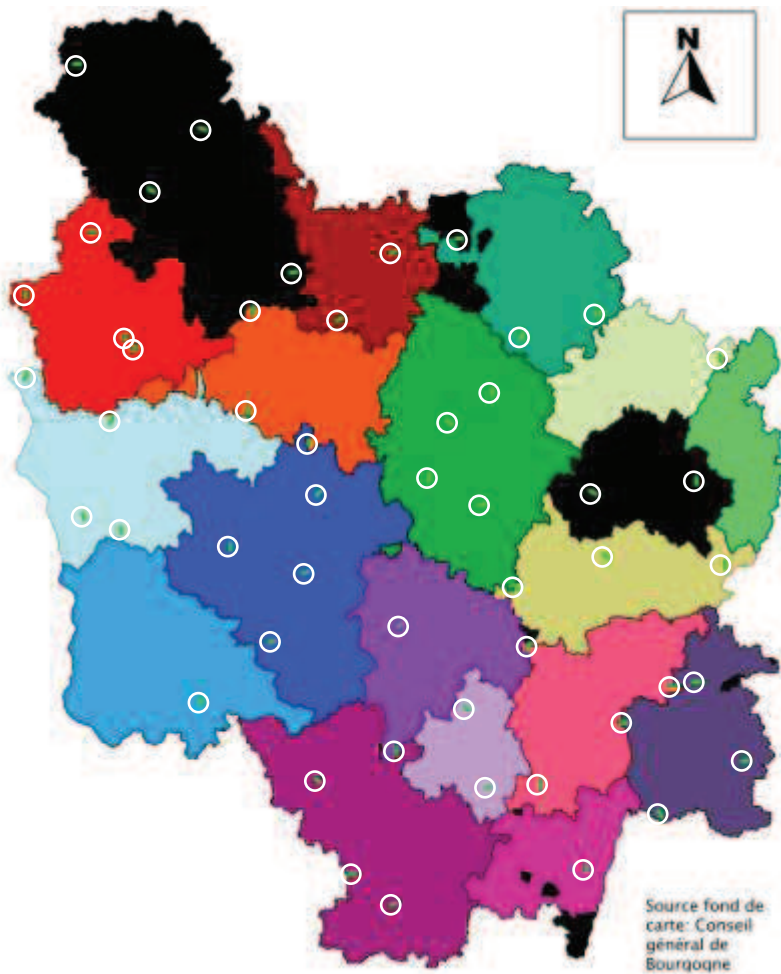
Annexe 4 – Répartition des sites sur la carte des petites régions naturelles de Bourgogne et des ensembles structuraux (1/1 200 000)

Répartition des 50 sites du plan d'échantillonnage sur la carte de densité du bocage



Annexe 5 – Répartition des 50 sites sur la carte de densité du bocage de Bourgogne (1/1 200 000)

Répartition des 50 sites du plan d'échantillonnage sur la carte des pays de Bourgogne



Annexe 6 - Répartition des 50 sites sur la carte des pays de Bourgogne (1/1 200 000)

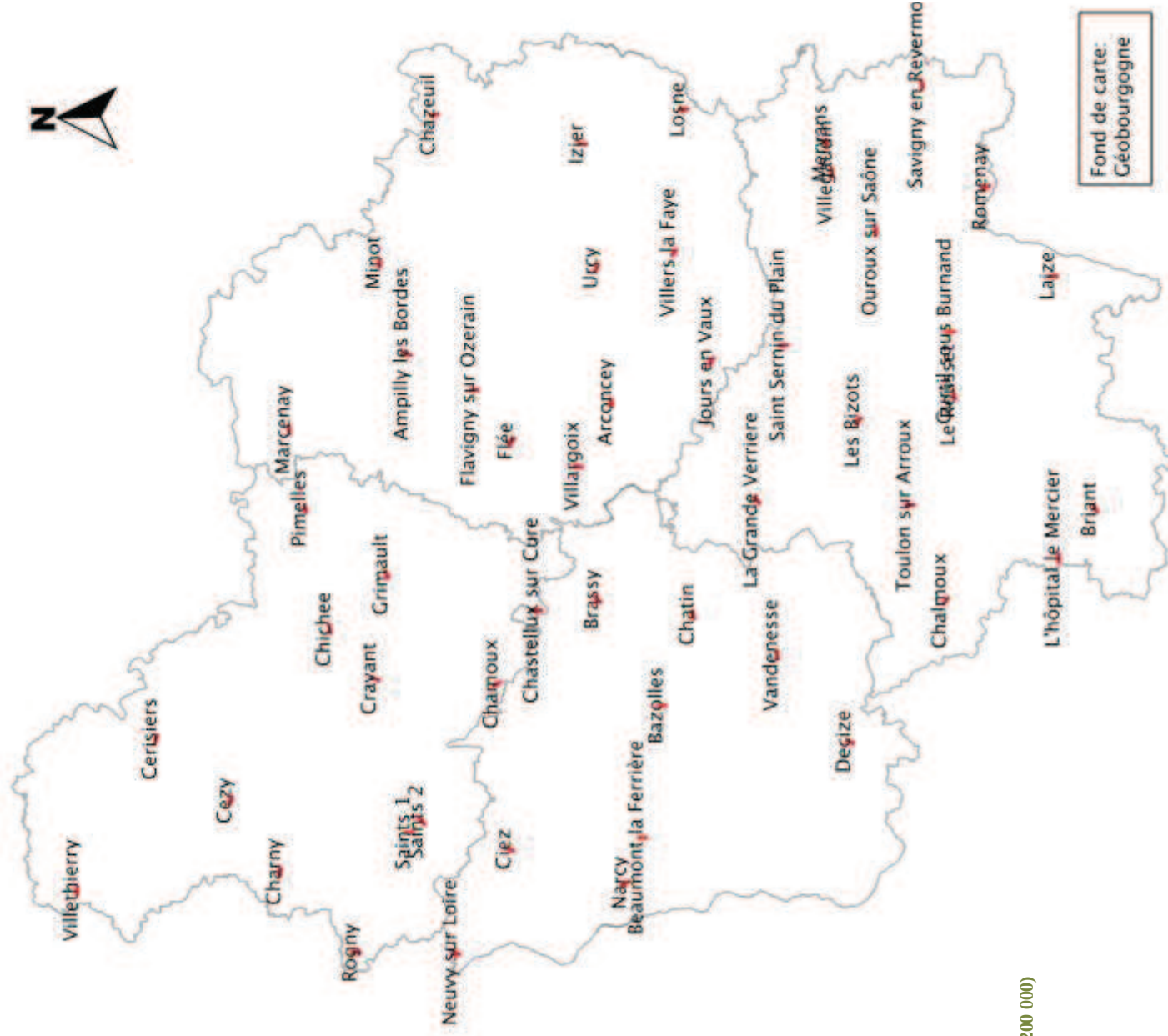
ES \ OTEX	Polyculture et polyélevage	Grandes cultures	Bovins viande	Vignes	Bovins mixtes	Granivores	Maraîchage et Horticulture	TOTAL
Axe Charolais/Beaujolais								
Côte Bourguignonne	1							1
Dépression péri-Morvandelle	3,5		3		1,5			8
Fossé Bressan	3	3					1	7
Jura								
Morvan	1		3					4
Auréole du Crétacé supérieur	1	4						5
Plaine de Loire			2					2
Plateaux calcaires	2	2						4
Vallée Chatillonnaise								
Auréole Albienne	0,5				0,5			1
Vallée de l'Yonne		1						1
Plateau de Langres	1							1
TOTAL	13	10	8		2		1	34

Annexe 7 - Informations sur le plan d'échantillonnage de 2001

ES \ OTEX	Polyculture et polyélevage	Grandes cultures	Bovins viande	Vignes	Bovins mixtes	Granivores	Maraîchage et Horticulture	TOTAL
Axe Charolais/Beaujolais			1					1
Côte Bourguignonne	1	1		3				5
Dépression péri-Morvandelle	3,5		3		1,5			8
Fossé Bressan	3	3				1	1	8
Jura								
Morvan	3		3					6
Auréole du Crétacé supérieur	1	5						6
Plaine de Loire	1		2					3
Plateaux calcaires	3	4		2				9
Vallée Chatillonnaise	1							1
Auréole Albienne	0,5				0,5			1
Vallée de l'Yonne		1						1
Plateau de Langres	1							1
TOTAL	18	14	9	5	2	1	1	50

Annexe 8 - Modifications apportées au plan d'échantillonnage de 2013 par rapport à celui de 2001

Carte de répartition des 50 sites du plan d'échantillonnage définitif



Code	Nom commune	Département	OTEX (principale)	RN	Ensembles structuraux	Ensembles naturels	Pays de Bourgogne
AMGC-21	Ampilly-les-Bordes	Côte d'Or	Grandes cultures	Plateau Chatillonnais	Plateaux calcaires	Plateau de Bourgogne	Tonnerrois
ARBV-21	Arconcey	Côte d'Or	Bovins viande	Auxois	Dépression péri-Morvandelle	Auxois	Chatillonnais
BAPP-58	Bazolles	Nièvre	Polyculture et polyélevage	Bazois	Dépression péri-Morvandelle	Dépression Nivernaise	Charolais Brionnais
BEPP-58	Beaumont la Ferrière	Nièvre	Polyculture et polyélevage	Plateau Nivernais	Plateaux calcaires	Plateau de Bourgogne	Puisaye-Forterre
BRPP-58	Brassy	Nièvre	Polyculture et polyélevage	Morvan central	Morvan	Haut Morvan	Beaunois
BRBV-71	Briant	Saône-et-Loire	Bovins viande	Brionnais	Dépression péri-Morvandelle	Charolais/Brionnais	Nivernais-Morvan
CERGC-89	Cerisiers	Yonne	Grandes cultures	Pays d'Othe	Auréole du Crétacé supérieur	Pays d'Othe	Bresse bourguignonne
CEGC-89	Cezy	Yonne	Grandes cultures	Vallée de l'Yonne	Vallée de l'Yonne	Vallée de l'Yonne	Auxois
CHBV-71	Chalmoux	Saône-et-Loire	Bovins viande	Bas Morvan méridional	Morvan	Bas Morvan	Bourgogne Nivernaise
CHAGC-89	Chamoux	Yonne	Grandes cultures	Plateau Vézélien et du Beuvron	Plateaux calcaires	Plateau de Bourgogne	Bresse bourguignonne
CHGC-89	Charny	Yonne	Grandes cultures	Gâtinais	Auréole du Crétacé supérieur	Gâtinais	Charolais Brionnais
CHPP-89	Chastellux-sur-Cure	Yonne	Polyculture et polyélevage	Bas Morvan septentrional	Morvan	Bas Morvan	Aucun pays
CHBV-58	Chatin	Nièvre	Bovins viande	Bas Morvan occidental	Morvan	Bas Morvan	Charolais Brionnais
CHGC-21	Chazeuil	Côte d'Or	Grandes cultures	Pays de Tille et Vingeanne	Fosse Bressan	Fosse Bressan	Bourgogne Nivernaise
CHVI-89	Chichée	Yonne	Viticulture	Chablisien	Plateaux calcaires	Plateau de Basse Bourgogne	Seine et Tille en Bourgogne
CIGC-58	Ciez	Nièvre	Grandes cultures	Donziais-Forterre	Plateaux calcaires	Plateau de Basse Bourgogne	Tonnerrois
CRVI-89	Cravant	Yonne	Viticulture	Vallée de l'Yonne et de la Cure	Plateaux calcaires	Plateau de Basse Bourgogne	Chalonnais
CUPP-71	Curtil-sous-Burnand	Saône-et-Loire	Polyculture et polyélevage	Cote Chalonnaise	Cote Bourguignonne	Cotes chalonnaises et mâconnaises	Chalonnais
DEBV-58	Decize	Nièvre	Bovins viande	Vallées de la Loire et de l'Allier - Sologne Bourbonnaise	Plaine de Loire	Bassin tertiaire de la Loire-Vallées de Loire et de l'Allier	Aucun pays
FLPP-21	Flavigny-sur-Ozerain	Côte d'Or	Polyculture et polyélevage	Auxois	Dépression péri-Morvandelle	Auxois	Auxois
FLEPP-21	Flée	Côte d'Or	Polyculture et polyélevage	Terre-plaine	Dépression péri-Morvandelle	Terre-plaine	Puisaye-Forterre
GRPP-89	Grimault	Yonne	Polyculture et polyélevage	Tonnerrois - Plateau Avallonnais	Plateaux calcaires	Plateau de Bourgogne-Plateau de Basse Bourgogne	Bresse bourguignonne
IZGC-21	Izier	Côte d'Or	Grandes cultures	Plaine de Saône	Fosse Bressan	Fosse Bressan	Bourgogne Nivernaise
JOPP-21	Jours-en-Vaux	Côte d'Or	Polyculture et polyélevage	Pays d'Arnay	Dépression péri-Morvandelle	Pays d'Arnay	Aucun pays
HOBV-71	L'Hôpital-le-Mercier	Saône-et-Loire	Bovins viande	Vallées de la Loire et de l'Allier	Plaine de Loire	Vallées de la Loire et de l'Allier	Beaunois

	La Grande Verrière	Saône-et-Loire	Bovins viande	Bas Morvan méridional - Bassin d'Autun	Morvan-Dépression péri-Morvandelle	Bas Morvan-Bassin Houiller	Nivernais-Morvan
GRBV-71			Bovins viande			Bas Morvan-Bassin Houiller	Nivernais-Morvan
LAVI-71	Laize	Saône-et-Loire	Viticulture	Cote mâconnaise	Cote Bourguignonne	Cotes chalonnaises et mâconnaises	Auxois
ROBV-71	Le Rousset	Saône-et-Loire	Bovins viande	Charollais cristallin	Axe Charollais/Beaujolais	Charollais cristallin	Avalonnais
BIBV-71	Les Bizots	Saône-et-Loire	Bovins viande	Charollais Houiller	Dépression péri-Morvandelle	Bassin Houiller	Aucun pays
LOGC-21	Losne	Côte d'Or	Grandes cultures	Val de Saône	Fosse Bressan	Val de Saône	Autunois Morvan
MAPP-21	Marcenay	Côte d'Or	Polyculture et polyélevage	Vallée Chatillonnaise	Vallée Chatillonnaise	Vallée Chatillonnaise	Nivernais Morvan
MEPP-71	Mervans	Saône-et-Loire	Polyculture et polyélevage	Bresse	Fosse Bressan	Fosse Bressan	Avalonnais
MIPP-21	Minot	Côte d'Or	Polyculture et polyélevage	Montagne Chatillonnaise	Plateau de Langres	Montagne Chatillonnaise	Centre Saône et Loire Bourgogne du sus
NAGC-58	Narcy	Nièvre	Grandes cultures	Donziais-Forterre	Plateaux calcaires	Plateau de Basse Bourgogne	Aucun pays
NEPP-58	Neuvy-sur-Loire	Nièvre	Polyculture et polyélevage	Puisaye	Auréole du Crétacé supérieur	Puisaye	Chalonnais
OUMH-71	Ouroux-sur-Saône	Saône-et-Loire	Maraichage et Horticulture	Val de Saône	Fosse Bressan	Val de Saône	Aucun pays
PIGC-89	Pimelles	Yonne	Grandes cultures	Barsequanais	Plateaux calcaires	Plateau de Basse Bourgogne	Nivernais-Morvan
ROGC-89	Rogny-les-Sept-Ecluses	Yonne	Grandes cultures	Puisaye	Auréole du Crétacé supérieur	Puisaye	Puisaye-Forterre
ROPP-71	Romenay	Saône-et-Loire	Polyculture et polyélevage	Bresse	Fosse Bressan	Fosse Bressan	Puisaye-Forterre
SAVI-71	Saint Sernin du Plain	Saône-et-Loire	Viticulture	Couchois	Cote Bourguignonne	Cotes chalonnaises et mâconnaises	Auxois
SA1BM-89	Saints 1	Yonne	Bovins mixtes	Haute-Puisaye	Auréole Albienne	Auréole Albienne	Sud Bourgogne Clunisois Mâconnais Tournugeois
SA2PP-89	Saints 2	Yonne	Polyculture et polyélevage	Donziais-Forterre	Plateaux calcaires	Plateau de Basse Bourgogne	Auxois-Beaunois
SAPP-71	Savigny-en-Revermont	Saône-et-Loire	Polyculture et polyélevage	Bresse	Fosse Bressan	Fosse Bressan	Avalonnais
TOBV-71	Toulon-sur-Arroux	Saône-et-Loire	Bovins mixtes	Charollais Houiller	Dépression péri-Morvandelle	Bassin Houiller	Bourgogne Nivernaise
URGC-21	Urcy	Côte d'Or	Grandes cultures	Montagne d'arrière-cote	Cote Bourguignonne	Cote Dijonnaise	Centre Saône et Loire Bourgogne du sud
VAPP-58	Vandenesse	Nièvre	Polyculture et polyélevage	Pays de Fours	Plaine de Loire	Bassin tertiaire de la Loire	Chatillonnais
VIPP-21	Villargeois	Côte d'Or	Polyculture et polyélevage	Bas Morvan oriental	Morvan	Bas Morvan	Aucun pays
VIGR-71	Villegaudin	Saône-et-Loire	Granivores	Plaine de Saône	Fosse Bressan	Fosse Bressan	Bresse bourguignonne
VIVI-21	Villers-la-Faye	Côte d'Or	Viticulture	Cote et arrière cote Dijonnaise	Cote Bourguignonne	Cote Dijonnaise	Nevers sud Nivernais
VIGC-89	Villethierry	Yonne	Grandes cultures	Gâtinais	Auréole du Crétacé supérieur	Gâtinais	Autunois Morvan

Annexe 10 –Tableau récapitulatif des informations concernant les 50 sites du plan d'échantillonnage

Fiche de terrain pour une haie

Date et heure :

Département :

Commune :

Code site :

Code de la haie :

Caractéristiques de la haie

Longueur totale (m) :

Nombre de rupture de la haie : = m au total

Présence d'arbres : ☐ morts (nombre :) ☐ creux (nombre :) ☐ Têtards (nombre :)

Types de haie	Longueur (m)	Largeur (m)	Boisement
☐ Type 1			
☐ Type 2			
☐ Type 3			
☐ Type 3 bis			
☐ Type 4			
☐ Type 5			
☐ Type 6			
☐ Type 7			
☐ Type A			
☐ Type R			
☐ Lisières de type 11			
☐ Lisières de type 12			

Connectivités et fonctions de la haie*Parcelle 1 :*

- ☐ Route
☐ Cours d' eau
☐ Culture
☐ Bâti
☐ Chemin de fer
☐ Autre :
- ☐ Jardin/verger
☐ Chemin
☐ Bois
☐ Prairie de fauche
☐ Pâture

Parcelle 2 :

- ☐ Route
☐ Cours d' eau
☐ Culture
☐ Bâti
☐ Chemin de fer
☐ Autre :
- ☐ Jardin/verger
☐ Chemin
☐ Bois
☐ Prairie de fauche
☐ Pâture

Connexion à une autre haie :
☐ Haie isolée ☐ Haie proche ☐ Réseau de haies
Type de connexion :
☐ T ☐ L ☐ X ☐ 0

Espèces végétales des types (recouvrement)

Type haie Espèces							
Arborescentes							
<i>Aulne glutineux</i>							
<i>Cerisier à grappe</i>							
<i>Charme</i>							
<i>Châtaignier</i>							
<i>Chêne pédonculé</i>							
<i>Chêne pubescent</i>							
<i>Chêne sessile</i>							
<i>Cormier</i>							
<i>Frêne commun</i>							
<i>Frêne oxyphylle</i>							
<i>Merisier</i>							
<i>Néflier</i>							
<i>Noyer</i>							
<i>Orme champêtre</i>							
<i>Peuplier noir</i>							
<i>Poirier sauvage</i>							
<i>Pommier sauvage</i>							
<i>Robinier faux-acacia</i>							
<i>Saule blanc</i>							
<i>Saule marsault</i>							
Arbustives							
<i>Aubépine à deux styles</i>							
<i>Aubépine monogyne</i>							
<i>Bourdaie</i>							
<i>Cerisier de Sainte Lucie</i>							
<i>Cytise à grappes</i>							
<i>Erable champêtre</i>							
<i>Houx</i>							
<i>Nerprun purgatif</i>							
<i>Noisetier</i>							
<i>Osier rouge</i>							
<i>Prunellier</i>							
<i>Saule à trois étamines</i>							
<i>Saule cendré</i>							
<i>Saule pourpre</i>							
Arbrisseaux							
<i>Ajonc d'Europe</i>							
<i>Buis</i>							
<i>Cornouiller mâle</i>							
<i>Cornouiller sanguin</i>							
<i>Eglantier</i>							
<i>Epine vinette</i>							
<i>Fusain d'Europe</i>							
<i>Genêt à balai</i>							
<i>Genévrier commun</i>							
<i>Groseillier à maquereau</i>							
<i>Groseillier rouge</i>							
<i>Groseillier sauvage</i>							
<i>Ronce commune</i>							
<i>Sureau à grappes</i>							
<i>Sureau noir</i>							
<i>Troène commun</i>							
<i>Viorne lantane</i>							
<i>Viorne obier</i>							
Lianes							
<i>Lierre commun</i>							
<i>Clématite des haies</i>							
<i>Chèvrefeuille des haies</i>							
<i>Houblon</i>							

TYPE 3



TYPE 3bis



TYPE 4



TYPE 5



TYPE 6



TYPE Ripisylves



TYPE Alignement d'arbres

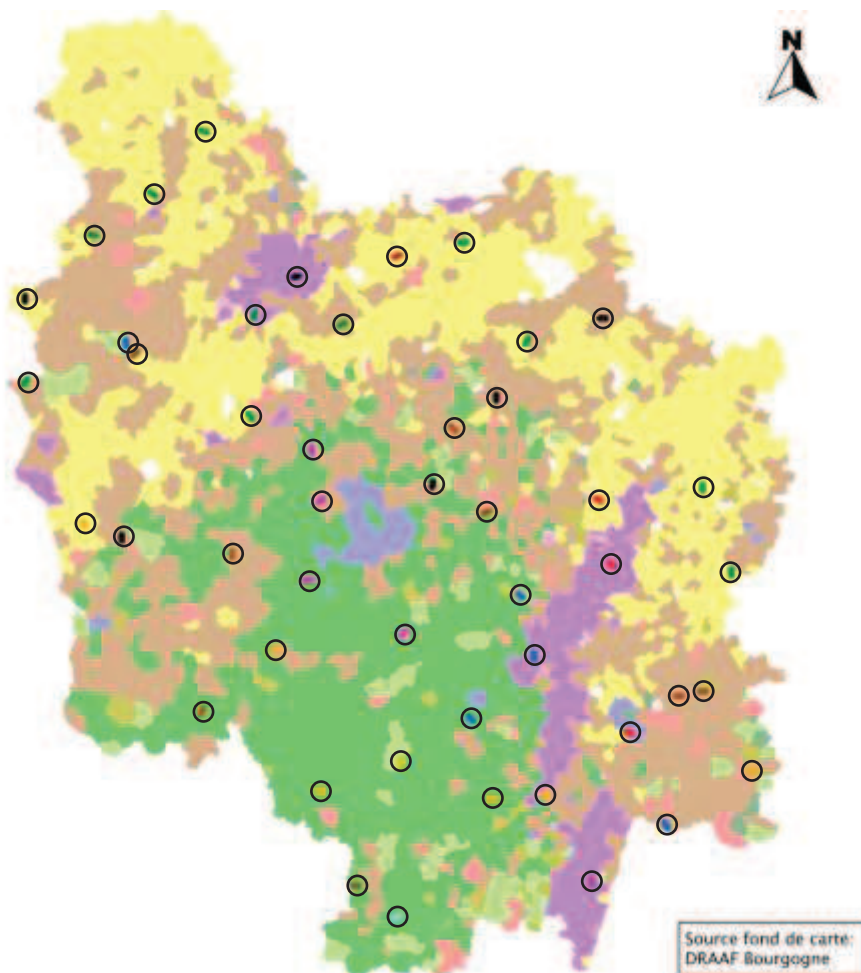


TYPE Lisière 12



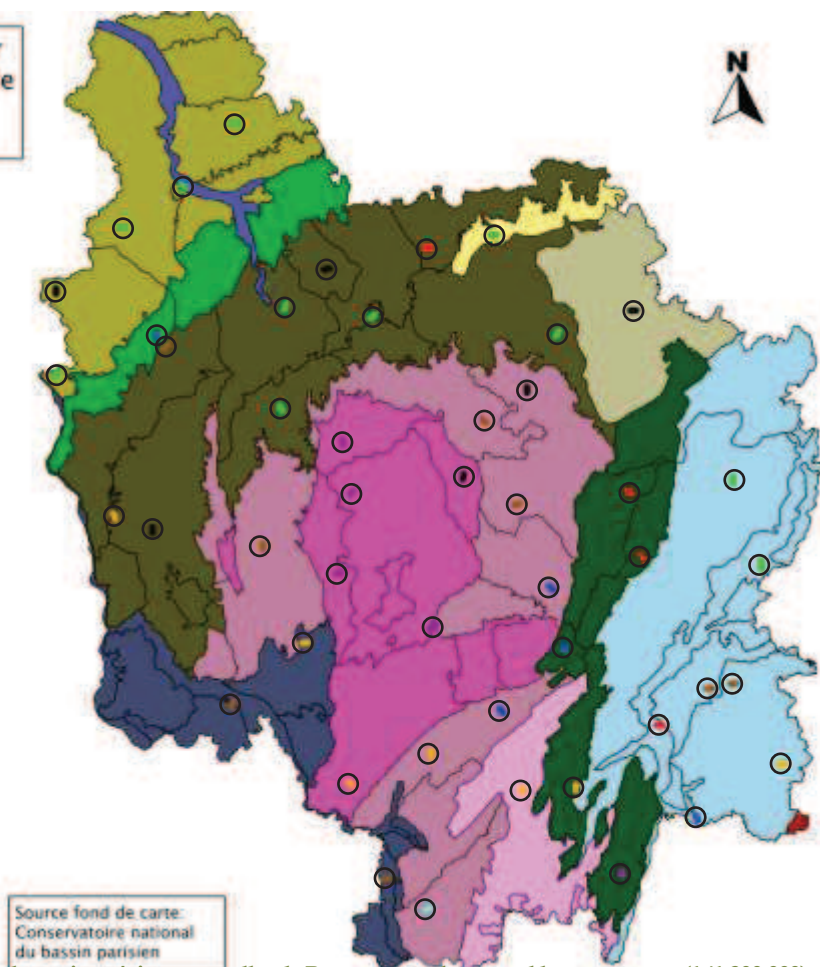
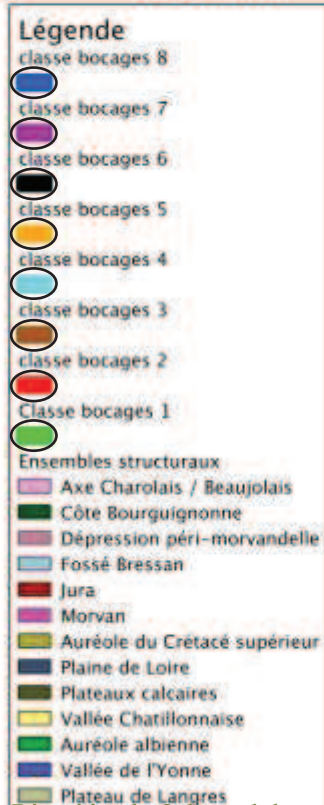
Annexe 12 - Photographies de différents types de haies

Répartition des classes de bocages sur la carte des OTEX



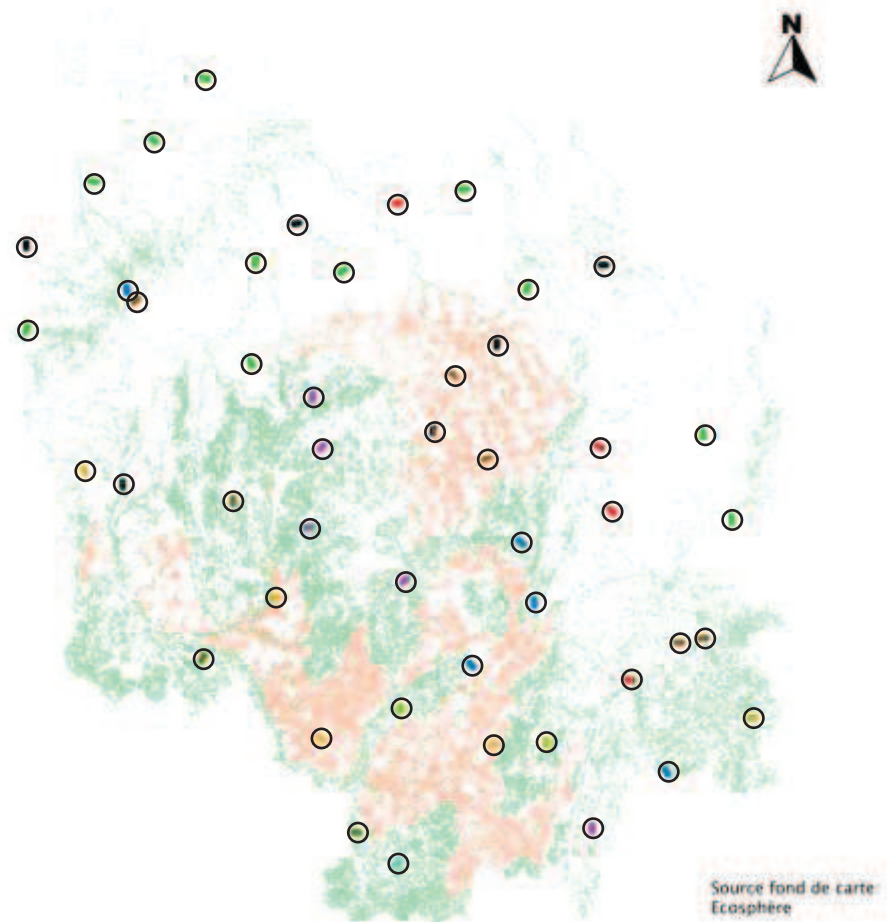
Annexe 13 – Répartition des 8 classes de bocages sur la carte des OTEX (1/1 200 000)

Répartition des classes de bocages sur la carte des petites régions naturelles de Bourgogne et des ensembles structuraux



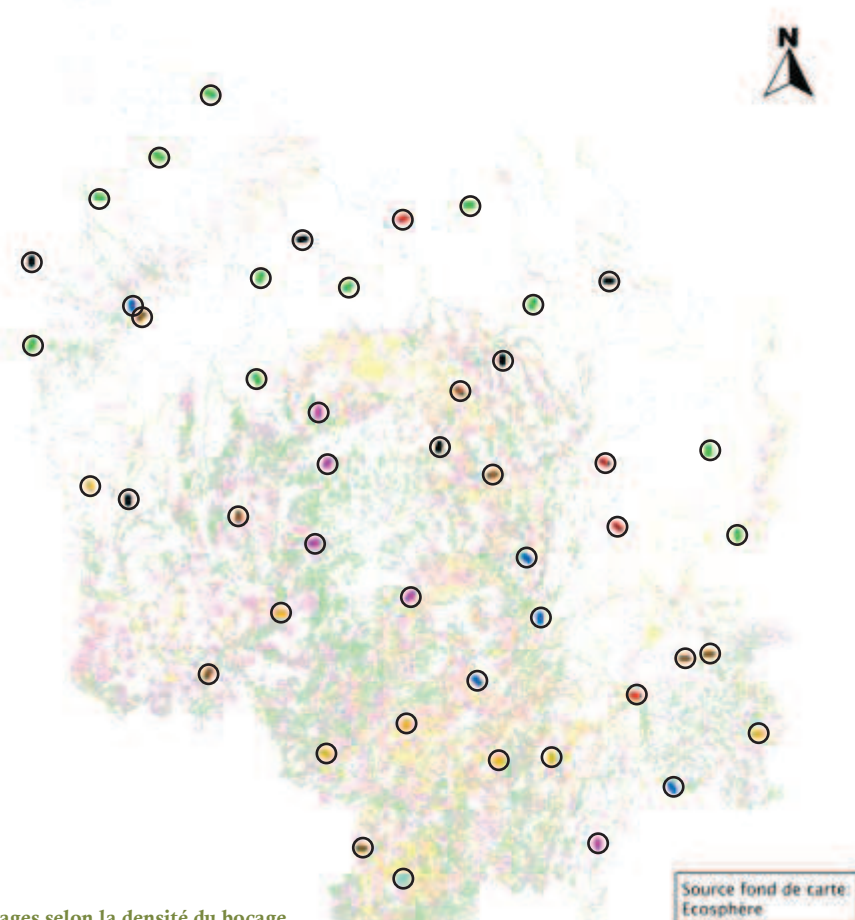
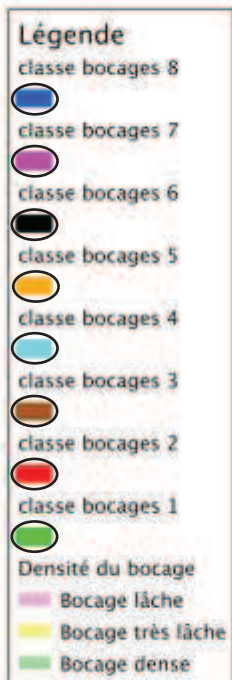
Annexe 14 – Répartition des 8 classes de bocages sur la carte des petites régions naturelles de Bourgogne et des ensembles structuraux (1/1 200 000)

Répartition des classes de bocages selon la hauteur du bocage



Annexe 15 – Répartition des 8 classes de bocages selon la hauteur du bocage (1/1 200 000)

Répartition des classes de bocages selon la densité du bocage



Annexe 16 - Répartition des 8 classes de bocages selon la densité du bocage (1/1 200 000)

RESUME

De par ses multiples fonctions, le bocage est une forme d'organisation de l'espace agricole qui rend des services privés et collectifs, marchands et non marchands ; ces services sont perçus et vécus différemment selon les groupes sociaux (agriculteurs, propriétaires, habitants ruraux ou urbains,...). Dans les politiques d'aménagement du territoire concernant le paysage bocager, il devient important d'intégrer les aspects fonctionnels de production de bois, d'intérêt paysager et patrimonial ainsi que les fonctions environnementales. En effet, la gestion du bocage n'intègre pas assez toutes ses fonctionnalités du bocage. Cette étude, réalisée à la demande d'Alterre Bourgogne en partenariat avec le Réseau bocages de Bourgogne, a pour objectif de caractériser les bocages bourguignons selon deux enjeux : biodiversité et biomasse, dans le but d'améliorer l'aide à la décision pour une gestion durable.

Le stage a consisté à réaliser une typologie des bocages de Bourgogne s'appuyant simultanément sur des critères écologiques et sur des critères liés à la production de bois. Pour ce faire, une méthodologie a été élaborée puis appliquée à un ensemble de 47 sites répartis sur le territoire bourguignon. La construction du plan d'échantillonnage a été une étape clé. En effet, la diversité des haies et des bocages se caractérise par des structures variées, des maillages variables et est associée à différents modes d'usages de l'espace rural, eux mêmes fonctions des conditions pédoclimatiques et topographiques des territoires. Tous ces critères ont été pris en compte afin que le plan d'échantillonnage soit le plus représentatif possible de cette diversité. Une étude cartographique complétée par des prospections de terrain a permis de collecter les données nécessaires au calcul de la biomasse et d'un indice de potentialité écologique. A partir de ces résultats, huit classes de bocages ont été déterminées. Leur répartition géographique a été étudiée et a conduit à regrouper ces 8 classes en 3 grands types de bocages. Les résultats traduisent l'existence d'une diversité bocagère en Bourgogne et soulignent le contraste entre les régions d'élevage et les régions de grandes cultures. Même si la caractérisation des types de bocages n'est pas très précise, ce travail va permettre de proposer et de tester des modèles de plans de gestion locaux adaptés aux différents types de territoire et intégrant simultanément les dimensions écologiques, économiques et patrimoniales qui font du bocage ce système multifonctionnel unique.

By its multiple use, the hedged farmland is a form of organization of agricultural land which makes private market and nonmarket public services, which are perceived and experienced differently by various social groups (farmers, landowners, rural or urban residents,...). In spatial planning policies, and especially concerning hedgerow landscaping, it is important to integrate the functional aspects of wood production, landscaping and patrimonial interests and environmental functions. Curently, the management of hedged farmland does not include enough of all these features.

This study was carried out on behalf of Alterre Bourgogne in partnership with the Network of hedged farmland of Burgundy in order to characterize two issues: biodiversity and biomass, with the purpose of improving decision making for sustainable management.

The goal of the mission was to classify a typology of hedged farmland in Burgundy being based on ecological criteria as well as criteria related to wood production. This achievement was organized thanks to a methodology based on of 47 specifics areas across Burgundy. The construction of the sample plan was a key step. Indeed, the diversity of hedges and hedged farmland is characterized by various structures, variable mesh sizes and is associated with different types of uses of rural areas. These depend on soil, climatic and topographic conditions of the territories. All these criteria have been taken into account in order to have sampling plan as representative as possible of this diversity. A mapping study completed by fieldwork has ensured to collect the necessary data to calculate biomass data and an index of ecological quality. As a result, eight classes' hedged farmlands were determined. Their geographical distribution was studied and has led to group these eight types into four major types of hedged farmlands. The results show that there is a wooded diversity in Burgundy and emphasize the contrast between the livestock farming areas and farming areas. Although the characterization of the types of hedged farmland is not that accurate, this work led to propose and test models of local management plans tailored to different types of land and simultaneously integrating ecological, economic and patrimonial dimensions that make hedged farmland the unique multifunctional system.