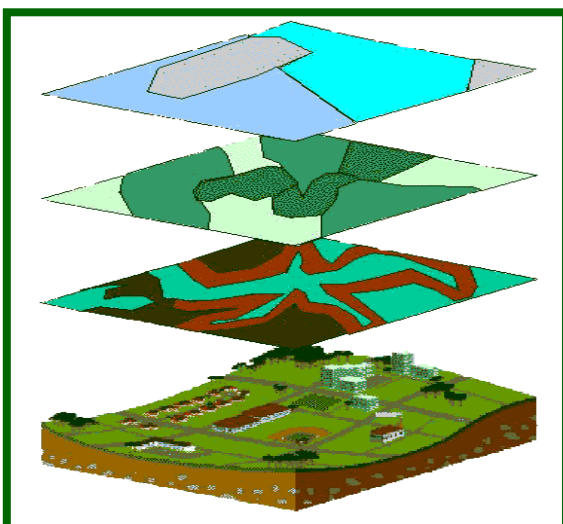


Vers une valorisation des bocages de Bourgogne

Cartographie, état des lieux et perspectives sur le territoire de la
Bresse bourguignonne

Rapport technique
Décembre 2012



Photographies : Lorenzati S. 1999 et crédit personnel

Master 2 Espace Rural et Environnement - Promotion 2012/2013





Vers une valorisation des bocages de Bourgogne

Cartographie, état des lieux et perspectives sur le territoire de la
Bresse bourguignonne

Master 2 Espace Rural et Environnement - Promotion 2012/2013



REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous tenons à remercier Monsieur David MICHELIN, chargé de missions biodiversité à ALTERRE Bourgogne, et Madame Laurence JANIN, chef de projet à l'Ecomusée de la Bresse Bourguignonne, pour nous avoir fait confiance et nous avoir confié cette mission qui nous a permis d'acquérir une nouvelle expérience professionnelle. Nous tenons également à remercier l'ensemble de l'Ecomusée de la Bresse Bourguignonne et notamment Dominique RIVIERE pour l'accueil qu'il nous a réservé durant la semaine passée sur le terrain.

Nos remerciements vont aussi à Madame Brigitte SABARD, notre responsable en chef de la communication, qui nous a accompagnés tout au long du projet et nous a permis d'éviter quelques embûches.

Ces remerciements communs vont enfin aux différents maires des communes de l'étude : le maire d'Allériot, Monsieur Albert BOURGOGNE, Madame Maryvonne BERTHAU, maire de la commune de Frontenaud, Monsieur François BOULAY, maire de Loisy et enfin le maire de la commune de Torpes, Monsieur Jean CHAUDAT.

Le groupe de valorisation écologique tient à remercier les personnes qui l'ont accompagné tout au long de leur travail tant au niveau de la mise en place du protocole d'échantillonnage que dans la réflexion sur les résultats : Bruno FAIVRE, François GILLET, Bruno CHAUVEL, Etienne GAUJOUR, Samy MEZANI, Simon-Pierre BABSKI.

Merci également aux personnes ayant simplement répondu à nos sollicitations :

Isabelle LEDUCQ, Caroline LE GOFF, Alain DESBROSSE.

Le groupe de valorisation énergétique souhaite remercier Messieurs Thierry PEYRTON qui travaille à la Fédération de la chasse de Saône et Loire, Thibault PERRET de Mission Haie Auvergne, et Pierre Louis CHEVREAU du service plantation du Conseil Général de la Sarthe, pour leur contribution à la mise en place et à la réalisation de la méthode de cubage ainsi qu'à l'estimation du potentiel de gisement en bois pour les années à venir.

Nous remercions également l'ensemble de l'équipe encadrante, messieurs-dames Philippe AMIOTE-SUCHET, Etienne GAUJOUR, Paul ALIBERT et Alice FAVRE, pour l'aide apportée tout au long de la réalisation du projet.

Le groupe de valorisation agronomique remercie Etienne GAUJOUR pour ses nombreux conseils et l'aide apportée tout au long du projet. Les agriculteurs rencontrés durant cette étude ayant souhaité garder l'anonymat, nous les remercions chaleureusement pour leur accueil et le temps qu'ils nous ont accordé pour répondre à nos questions.

Le groupe de cartographie remercie Monsieur René BIEVRE-POULALIER, pour sa réactivité lors de la numérisation des cadastres napoléoniens, Monsieur Paul ALIBERT pour son aide dans l'établissement des protocoles d'échantillonnages, ainsi que Monsieur Philippe AMIOTTE-SUCHET pour tous ses conseils et ses remarques utiles à l'amélioration du rapport final.

RESUME

Les évolutions conjuguées du milieu naturel et de la société rurale ont façonné un type de paysage agricole : le bocage. Celui-ci résulte principalement des activités dominantes de polyculture-élevage, lesquelles sont synonymes d'un parcellaire morcelé ; mais aussi d'un grand nombre d'agriculteurs, dont les terres sont dispersées. Chaque parcelle était ainsi délimitée par des haies. Cependant, après la seconde Guerre Mondiale, le linéaire de haies a été réduit de moitié du fait d'un remembrement et d'une évolution des techniques culturales.

Depuis que l'environnement est au cœur des préoccupations internationales, la valorisation du bocage est devenue un enjeu essentiel notamment au vu des services rendus par les haies. En effet, celles-ci présentent de nombreux intérêts, du fait d'un maintien des espèces floristiques et faunistiques, d'une production de bois de chauffage et de bois d'œuvre, d'une amélioration des rendements agricoles mais aussi d'une protection des sols et de la qualité de l'eau.

Des orientations de la loi Grenelle II (2009) résultent le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) et le Schéma Régional de Cohérence Environnementale (SRCE) qui se donnent comme objectif la préservation et le développement des espaces bocagers. La Bourgogne, région très bocagère de l'Est de la France grâce à son territoire bressan, s'inscrit dans cette volonté de préservation. C'est pourquoi l'Ecomusée de la Bresse bourguignonne et l'agence Alterre Bourgogne, soutenus par le Conseil Régional, ont fait appel aux compétences techniques de l'Université de Bourgogne afin de réaliser un diagnostic du bocage bressan et d'étudier sa valeur écologique, énergétique et agricole.

Pour ce faire, deux axes d'étude ont été menés – l'un visant à cartographier les éléments du bocage ; l'autre cherchant à améliorer l'état des connaissances de ceux-ci et se déclinant en trois volets : écologique, énergétique et agricole – en vue de réaliser une typologie des bocages de la Bresse bourguignonne, ensuite extrapolable à tout le territoire bourguignon.

L'analyse cartographique est rendue possible grâce à une méthodologie SIG. Celle-ci repose sur l'usage de photographies aériennes et de cadastres napoléoniens permettant de quantifier l'évolution du linéaire de haies du XIXème siècle à nos jours. Elle se base également sur une prospection *in situ* visant à vérifier l'exacte position des éléments du bocage.

Cette analyse a permis de dégager diverses entités géographiques et de les caractériser par une cartographie exhaustive d'éléments paysagers. En parallèle, une nette diminution du linéaire de haies a été mise en évidence.

L'état des lieux des haies bocagères a été recensé sur le terrain d'après divers critères écologiques, énergétiques et agricoles. La présence ou non de certains critères met en lumière une typologie par volet.

Ainsi, le peuplement végétal a permis une évaluation de l'intérêt écologique des haies, les essences d'arbres et leur gisement justifient le potentiel énergétique de ces haies et enfin, un

constat a été fait concernant la relation entre occupation du sol de l'entité géographique et services rendus par les haies aux parcelles agricoles.

Les divers types de haies ainsi déterminés ont ensuite été regroupés, et ont donné naissance à une typologie globale des bocages de la Bresse bourguignonne. Celle-ci donne lieu à des propositions de haies à préserver en priorité et il est alors possible de soumettre aux acteurs locaux un entretien adéquat de celles-ci pour valoriser le bocage.

L'étude met en exergue les valeurs incommensurables des haies bocagères – et atténue les effets néfastes de leur arrachage ultérieur – par la promotion des services rendus par les éléments du bocage.

Mots clés :

Typologie, haies, bocage, valorisation ;

Méthodologie SIG, cartographie ;

Biodiversité, écologie, flore bocagère ;

Bois-énergie, cubage, gisement ;

Exploitations agricoles, élevage, cultures.

SOMMAIRE

1. Introduction.....	1
2. Préambule sur la Bresse bourguignonne.....	3
2.1. Présentation du site d'étude.....	3
2.1.1. Paysage de la Bresse	3
2.1.3. Géologie.....	3
2.1.3. Climat.....	5
2.1.4. Occupation des sols	6
2.1.5. Types d'agricultures en Bresse	7
2.2. Approche sociologique.....	8
2.2.1. Caractéristiques de l'échantillon étudié.....	8
2.2.2. Données générales	8
2.2.3. Catégories d'âge	8
2.2.4. Analyse des résultats obtenus	9
2.2.5. Conclusion	10
3. Diagnostic paysager du bocage de la Bresse bourguignonne	11
3.1. Introduction	12
3.2. Méthodologie	12
3.2.1. Représentativité du territoire	12
3.2.1.1. Définitions importantes et postulats	12
3.2.1.2. Identification et caractérisation des structures paysagères et des entités géographiques	14
3.2.1.3. Choix des communes.....	17
3.2.1.4. Techniques et lieux d'échantillonnage	19
3.2.2. Méthodologie de cartographie par logiciel SIG.....	22
3.2.2.1. Objectif de la cartographie.....	22

3.2.2.2. Eléments cartographiés	22
3.2.2.3. Méthode de cartographie	23
3.2.2.4. Prospection de terrain	25
3.2.2.5. Analyse qualitative et quantitative.....	25
3.2.2.6. Production des résultats - Cartes réalisées.....	27
3.3. Limites et biais de la méthodologie.....	27
3.3.1. Echelles	27
3.3.2. Echantillonnage	28
3.3.3. Cartographie numérique	28
3.3.4. Géoréférencement du cadastre napoléonien	28
3.4. Résultats	29
3.4.1. Résultats des communes	29
3.4.1.1. Allériot	29
3.4.1.2. Frontenaud	31
3.4.1.3. Loisy	33
3.4.1.4. Torpes	35
3.4.1.5. Saint-Martin du Mont	37
3.4.1.6. Saint-Martin en Bresse.....	40
3.5. Conclusion.....	46
4. Etat des lieux et perspectives écologique, énergétique et agricole	48
4.1. Vers une valorisation écologique du bocage de la Bresse bourguignonne	48
Introduction.....	49
4.1.1. Méthodologie	50
4.1.2. Résultats.....	58
4.1.2.1. Stratification des haies	58
4.1.2.2. Richesses spécifiques.....	61
4.1.2.3. Données écologiques	63

4.1.2.4. Recouvrement des espèces d'arbres	65
4.1.2.5. Recouvrement des espèces d'arbustes	66
4.1.2.6. Réalisation d'une typologie	68
4.1.2.7. Représentation cartographique de la typologie.....	72
4.1.2.8. Service écologique du bocage : les auxiliaires de culture	73
4.1.2.9. Analyse de la méthode.....	75
4.1.3. Discussion.....	77
4.1.3.1. Stratification des haies	77
4.1.3.2. Richesse spécifique végétale	78
4.1.3.3. Données écologiques	79
4.1.3.4. Recouvrement des espèces.....	81
4.1.3.5. Typologie	81
4.1.3.6. Service rendu par le bocage : les auxiliaires de culture	84
4.1.4. Limites et perspectives.....	29
4.1.4.1. Critique de la méthode	86
Echantillonnage	86
4.1.4.2. Limites de l'étude	88
4.1.4.3. Perspectives et recommandations	90
4.2. Vers une valorisation énergétique des bocages de Bourgogne	94
Introduction.....	95
Rappel	95
4.2.1 Méthodologie	
4.2.1.1. Fiche terrain : caractérisation du bocage	97
Commentaires généraux sur les haies.....	97
Contexte géographique	98
Exploitabilité de la haie	99
Commentaires sur la composition	99

4.2.1.2. Estimation du gisement : méthode de cubage.....	100
4.2.1.3. Matériel utilisé	101
4.2.2 Résultats et discussions	
4.2.2.1. Résultats bruts.....	102
4.2.2.2. Analyses multi-variées.....	104
4.2.3 Discussions	
4.2.3.1. Limites de la méthode.....	111
4.2.3.2. Potentiel du gisement à 20 ans.....	111
4.2.4 Perspectives	
4.2.4.1. Haies rencontrées sur le terrain.....	112
Haies non productives	112
Haies peu productives.....	112
Haies productives en bois aujourd’hui et demain.....	114
4.2.4.2. La taille des arbres	114
Les haies taillées annuellement	114
Les haies-taillis.....	114
Les haies hautes	115
Les arbres isolés et alignement d’arbres.....	115
Les arbres têtards	115
4.2.4.3. Les périodes d’entretien.....	117
4.3. Vers une valorisation agronomique et agricole des bocages de Bourgogne	119
Introduction.....	120
4.3.1 Méthodologie	
4.3.1.1. Des haies aux multiples services	122
4.3.1.1.1. Les haies au service de l’élevage.....	123
4.3.1.1.2. Les haies au service des cultures	124
4.3.1.1.3. Les haies au service des milieux.....	125
4.3.1.2. Elaboration de la fiche terrain.....	128

4.3.1.3. Exploitation des données <i>in situ</i> : Caractérisation des bocages sur le territoire de la Bresse bourguignonne	129
4.3.1.4. Mise en évidence des résultats par cartographie.....	131
4.3.1.5. Réalisation de monographies d’exploitations agricoles.....	132
4.3.2 Résultats et analyses	
4.3.2.1. Des qualités biochimiques relatives au type de haie.....	132
4.3.2.1.1. Températures	132
4.3.2.1.2. Humidité relative	134
4.3.2.1.3. pH.....	139
4.3.2.2. Un bocage organisé selon l’occupation du sol.....	142
4.3.2.2.1. Des haies aux multiples rôles.....	142
4.3.2.2.2. Extrapolation et préconisations.....	151
4.3.2.3. Une typologie des bocages mise en valeur par cartographie	153
4.3.2.4. Des monographies d’exploitation pour appréhender les acteurs intervenant dans l’entretien, la gestion et l’amélioration des bocages	155
5. Typologie des bocages bressans et extrapolation au territoire bourguignon.....	168
5.1. Méthodologie	168
5.2. Résultats	168
5.3. Typologie par commune.....	172
6. Conclusion générale.....	177

LISTE DES FIGURES

Préambule sur la Bresse bourguignonne

Figure 1: Carte géologique simplifiée de la Bourgogne.....	4
Figure 2: Coupe longitudinale de la Bresse d'après Sciences de la Terre et de l'Univers-J.Y. Daniel-Vuibert éditeur.....	4
Figure 3: Précipitations mensuelles à la station météorologique du Portail, à Torpes, pour 2009, 2010 et 2011	5

Figure 4: Précipitations annuelles à la station météorologique du Portail, à Torpes, de 2005 à 2011	5
Figure 5: Températures mensuelles à la station météorologique du Portail, à Torpes, en 2010	6
Figure 6 : Représentation des catégories d'âges interrogés	8
Figure 7 : Les intérêts des haies selon la population locale	9
Figure 8 : Inconvénients des haies selon la population	9

Diagnostic paysager du bocage de la Bresse bourguignonne

Figure 9 : Emboîtement des échelles paysagères	13
Figure 10: Carte des entités géographiques de la Bresse bourguignonne et localisation des communes prospectées (2006)	16
Figure 11 : Maillage de la commune de Allériot découpé. (BD Ortho, 2007).....	199
Figure 12 : Mailles sélectionnées au sein de la commune de Allériot. (BD Ortho, 2007).....	20
Figure 13 : Récapitulatif de la méthode d'échantillonnage	221
Figure 14 : Interconnexion des haies, (BOSSIS 2008)	24
Figure 15 : Carte des éléments paysagers de la commune d'Allériot d'après la BD Ortho (2007)	30
Figure 16: Carte des éléments paysagers de la commune de Frontenaud d'après la BD Ortho (2007)	32
Figure 17: Carte des éléments paysagers de la commune de Loisy d'après la BD Ortho de 2007	34
Figure 18 : Carte des éléments paysagers de la commune de Torpes, 2007	36
Figure 19 : Carte des éléments paysagers de la commune de Saint-Martin du mont, d'après la BD Ortho, 2007	38
Figure 20 : Linéaire de haie sur la commune de Saint-Martin du mont d'après le cadastre napoléonien (1824).....	39
Figure 21 : Carte des éléments paysagers de la commune de Saint-Martin en Bresse, 2007	441
Figure 22 : Linéaire de haies de la commune de Saint-Martin en Bresse d'après le cadastre napoléonien (1824).....	42
Figure 23 : Notes (/10) des principales caractéristiques du paysages	44

Vers une valorisation écologique des bocages de Bourgogne

Figure 24 : Haies considérées pour l'échantillonnage (en bleu et rouge celles inventoriées)..	51
Figure 25: Définition des haies en cas de connexion, exemple pour les connexions « T », « U » et « X » (les points marquent les extrémités des haies)	551
Figure 26: Protocole d'inventaire de la flore pour une haie de plus de 50 m (le rectangle rempli en jaune représente la haie, ceux aux contours orange, verts et bleus sont les « sous-quadrats »)	54
Figure 27: Mise en place du protocole d'échantillonnage de la flore pour la haie n°13 de la maille 2 à Frontenaud (les traits en pointillés marquent la limite des « sous-quadrats »).....	55
Figure 28: Recouvrement moyen (%) des strates arborescente et arbustive au sein des haies de chaque commune (les barres d'erreurs sont les écarts-types (N=103)).	59
Figure 29: Exemple de haie à 3 strates à Torpes.....	661

Figure 30 : Exemple de haie arbustive à Allériot.....	661
Figure 31: Richesse absolue des espèces composant les strates arborescente, arbustive et herbacée au sein des 4 communes étudiées.....	611
Figure 32 : Richesse spécifique moyenne par haie pour les différentes strates et par commune (les barres d'erreur sont les écarts-types).	622
Figure 33 : Richesse spécifique cumulée par strate selon le nombre de haies prospectée sur la commune de Loisy	622
Figure 34 : Représentation du nombre de haies (en proportion) appartenant à chaque classe de distance à un milieu d'intérêt	633
Figure 35 : Arbre creux à Frontenaud	63
Figure 36 : Représentation schématique des différentes structures transversales observées sur les haies échantillonnées, ainsi que la proportion de haies concernées.	64
Figure 37 : Répartition des haies échantillonnées dans différentes catégories de connexions : L, T, X, U, Z, LI (Linéaire Interrompu) et Aucune.....	655
Figure 38 : Recouvrement moyen de chaque espèce d'arbre au sein de chaque commune étudiée (les barres d'erreur sont les écarts-types)	655
Figure 39 : Carte factorielle résultant de l'analyse factorielle des correspondances pour le recouvrement des espèces d'arbres. L'axe 1 explique une plus grande part (environ 60%) de variation que l'axe 2 (environ 30%)......	66
Figure 40: Recouvrement moyen de chaque espèce d'arbuste au sein de chaque commune étudiée (les barres d'erreur sont les écarts-types)	67
Figure 41 : Carte factorielle résultant de l'analyse factorielle des correspondances pour le recouvrement des espèces d'arbustes. L'axe 1 explique une plus grande part (environ 62%) de variation que l'axe 2 (environ 23%)......	67
Figure 42 : Dendrogramme obtenu par classification ascendante hiérarchique (lien complet, distance euclidienne).	69
Figure 43 : Différents types de haies sur la maille 4 de la commune de Loisy, 2012.....	72
Figure 44 : Syrphe observé à Torpes.....	74
Figure 45: Richesse spécifique cumulée par strate (arborée, arbustive et herbacée) sur la commune d'Allériot	755
Figure 46: Richesse spécifique cumulée par strate (arborée, arbustive et herbacée) sur la commune de Frontenaud	766
Figure 47: Richesse spécifique cumulée par strate (arborée, arbustive et herbacée) sur la commune de Loisy	766
Figure 48: Richesse spécifique cumulée par strate (arborée, arbustive et herbacée) sur la commune de Torpes	777

Vers une valorisation énergétique des bocages de Bourgogne

Figure 49 : Etude de cas rencontrés sur le terrain	98
Figure 50 : Technique de la croix du bûcheron.....	102
Figure 51 : Volume de bois cubé en MAP des quatre communes étudiées	1033
Figure 52 : Pourcentage du volume de bois donné par les arbres isolés par rapport au volume total de bois par commune	1033

Figure 53 : AFC obtenue à partir des variables densité, diamètre moyen, hauteur moyenne, coefficient de branches moyen	10404
Figure 54 : Dendrogramme obtenu à partir de l'AFCet de la CAH.....	1055
Figure 55 : Représentation des trois types de haies	10606
Figure 56 : Cartographie des mailles prospectées sur la commune de Loisy	10707
Figure 57 : Cartographie des types de haies sur la commune de Loisy	10808
Figure 58 : Type 2	1109
Figure 59 : Type 1	10910
Figure 60 : Type 3	11010
Figure 61 : Exemple d'une haie peu productive	11313
Figure 62 : Exemple d'une haie productive	11414
Figure 63 : Arbre têtard possédant un houppier fragilisé.....	11515
Figure 64 : Arbres têtards sains.....	11616

Vers une valorisation agronomique et agricole des bocages de Bourgogne

Figure 65 : Services et rôles des haies.....	12222
Figure 66 : Schéma du rôle d'abri d'une haie sur une pâture. Source : Mission Haies Auvergne. Rôles des haies sur un territoire. Conseil général du Puy-de-Dôme et Union Régionale des Forêts d'Auvergne.	12323
Figure 67 : Haie ayant un rôle de clôture	12323
Figure 68: Schéma de l'effet brise-vent d'une haie sur une culture. Source : Mission Haies Auvergne. <i>Rôles des haies sur un territoire</i> . Conseil général du Puy-de-Dôme et Union Régionale des Forêts d'Auvergne.	1244
Figure 69 : Fiche terrain	1277
Figure 70 : Arborescence basée sur les rôles principaux des haies.....	13030
Figure 71 : Température à 0, 2 et 10 m en fonction des différentes haies	13232
Figure 72 : Température à 0, 2 et 10 m selon le type de haie.....	13333
Figure 73 : Température à 0 et 10 m selon le type de haie	13333
Figure 74 : Humidité relative à 0, 2 et 10 mètres des différentes haies	1344
Figure 75 : Moyenne de l'humidité relative à 0, 2 et 10 mètres des haies.....	13535
Figure 76: Humidité relative à 0 et 10 mètres de la haie, dans les prairies.....	1355
Figure 77: Humidité relative à 0 et 10 mètres de la haie, dans les parcelles cultivées	1366
Figure 78 : Humidité relative moyenne à 0 et 10 mètres des haies, en fonction du type d'occupation des sols	1377
Figure 79: Humidité relative moyenne à 0 et 10 mètres des haies, en fonction du type de haie	1377
Figure 80: pH à 0, 2 et 10 mètres, en fonction des différentes haies	1399
Figure 81: pH à 0 et 10 mètres, en fonction des différentes haies	14040
Figure 82: pH à 0 et 10 mètres, en fonction des différentes haies	14040
Figure 83: pH à 0 et 10 mètres des haies dans les prairies.....	14141
Figure 84: pH à 0 et 10 mètres selon le type de haie	14141

Figure 85: Répartition de l'occupation des sols selon les haies prospectées sur la commune d'Allériot.....	14242
Figure 86: haie en bordure de parcelle cultivée, à Allériot (A3-1-B)	14242
Figure 87: Rôles agricoles des haies prospectées sur la commune d'Allériot.....	14343
Figure 88: Répartition de l'occupation des sols selon les haies prospectées sur la commune de Frontenaud.....	14343
Figure 89: Rôles agricoles des haies prospectées sur la commune de Frontenaud	14444
Figure 90: haie en bordure de prairie, à Frontenaud (F4-2-B)	14444
Figure 91: Répartition de l'occupation des sols selon les haies prospectées sur la commune de Loisy.....	14545
Figure 92: Rôles agricoles des haies prospectées sur la commune de Loisy	14545
Figure 93:haie en bordure de parcelle cultivée, à Loisy (L3-3-B)	14545
Figure 94: Répartition de l'occupation des sols selon les haies prospectées sur la commune de Torpes.....	14646
Figure 95: Rôles agricoles des haies prospectées sur la commune de Torpes	14646
Figure 96:Haie en bordure de prairie, à Torpes (T1-1-A).....	14747
Figure 97: Services rendus par les haies pour l'élevage	14747
Figure 98: Services rendus par les haies pour les cultures	14848
Figure 99: Services rendus pour la protection et la préservation des milieux par les haies.....	14848
Figure 100: Comparaison des mailles prospectées sur la commune de Frontenaud.....	15151
Figure 101: Comparaison des mailles prospectées sur la commune de Loisy	15252
Figure 102: Services rendus aux haies bocagères et couleurs associées.....	1533
Figure 103: Typologie agricole des haies des mailles 3 et 4 de la commune de Loisy	15454
Figure 104: Répartition des points GPS (maille 1 de la commune de Loisy).....	15454
Figure 105:Mare conservée au cœur d'une culture de blé d'hiver.....	158
Figure 106: Robot de traite.....	15959
Figure 107: Volaille de Bresse AOC.....	16161

Typologie des bocages bressans et extrapolation au territoire bourguignon

Figure 108: Caractéristiques des haies prospectées en fonction des typologies des 3 groupes	1688
Figure 109: Caractéristiques des haies en fonction des typologies des 3 groupes.....	1699
Figure 110: Typologie commune sur Allériot.....	17272
Figure 111: Typologie commune sur Frontenaud	1733
Figure 112: Typologie commune sur Loisy	1744
Figure 113: Typologie commune sur Torpes	1755

Liste des tableaux

Diagnostic paysager du bocage de la Bresse bourguignonne

Tableau 1 : Requête d'appartenance aux structures paysagères	15
Tableau 2: Surfaces des occupations du sol caractéristiques de chaque entité géographique ainsi que sur l'ensemble de la Bresse.....	17
Tableau 3 : Caractéristiques des communes sélectionnées	18
Tableau 4: Caractéristiques de la commune mixte.....	19
Tableau 5: Données cartographiques de la commune de Allériot.....	29
Tableau 6: Données cartographiques de la commune de Frontenaud.....	31
Tableau 7 : Données cartographiques de la commune de Loisy	33
Tableau 8 : Données cartographiques de la commune de Torpes	35
Tableau 9: Données cartographiques de la commune de Saint Martin du mont.....	37
Tableau 10: Données cartographiques de la commune de Saint- Martin en Bresse	40
Tableau 11: Caractéristiques du paysage des communes étudiées	43

Vers une valorisation écologique des bocages de Bourgogne

Tableau 12: Exemple des relevés de pourcentage de recouvrement des espèces arborescentes pour trois haies de la maille 4 de Loisy)	56
Tableau 13: Bilan chiffré des « inventaires écologiques ».....	56
Tableau 14: Stratification des haies par commune.....	60
Tableau 15: Synthèse des douze types de haies selon la typologie «composition floristique»	70
Tableau 16: Récapitulatif des essences d'arbres et d'arbustes utiles pour les auxiliaires, présentes sur les 4 communes.	Erreur ! Signet non défini. 3
Tableau 17: Essences d'arbres et arbustes hébergeant les prédateurs des ravageurs de culture	744

Vers une valorisation énergétique des bocages de Bourgogne

Tableau 18 : Récapitulatif des haies par commune	1022
Tableau 19 : Caractéristiques de chaque type de haies	10810
Tableau 20 : Période d'entretien des arbres	1177

Vers une valorisation agronomique et agricole des bocages de Bourgogne

Tableau 21: Synthèse des rôles dominants des haies par commune	1499
Tableau 22: Typologie des bocages de la Bresse bourguignonne : fonctions agricoles des haies	15050

Typologie des bocages bressans et extrapolation au territoire bourguignon

Tableau 23: Typologies préférentielles des haies prospectées.....	1699
Tableau 24 : Typologies présentant des conditions	17170

1. INTRODUCTION

Cette étude présente un état des lieux ainsi que les perspectives de valorisation du paysage bocager sur le territoire de la Bresse bourguignonne. Elle expose les différentes fonctions du bocage de la Bresse bourguignonne d'un point de vue écologique, énergétique, agronomique et agricole.

Le bocage désigne un type de paysage agricole qui résulte des évolutions conjuguées du milieu naturel et de la société rurale. En pratique, il n'est utilisé qu'au sens de paysage constitué de parcelles délimitées par des haies (Marchandeaup et Aubineau, 1996).

Ces haies jouent un rôle en faveur de l'humanité depuis le moyen-âge (protection des populations, plantes médicinales, fruits...). Après un milliers d'années de services, elles ont désormais tendance à être ignorées par la population (White, 1990).

La Bourgogne est la région la plus bocagère de l'Est de la France. La Bresse est un secteur naturel réparti sur trois régions limitrophes : Franche-Comté, Rhône-Alpes et Bourgogne. L'économie de cette région repose principalement sur l'agriculture, en l'occurrence la polyculture-élevage. Les cultures majoritaires sont le blé, le maïs, l'orge et le colza. L'élevage concerne quant à lui les bovins allaitants, les porcins et les ovins avec notamment l'appellation AOP de poulet de Bresse.

En France, on comptait près de 100 000 km de haie à la fin de la seconde Guerre Mondiale, ce linéaire a été réduit de moitié depuis. L'évolution de l'agriculture ainsi que le remembrement rural qui en découle y sont en grande partie responsable (White, 1990). En effet, là où l'agriculture s'est intensifiée, l'agrandissement de la taille moyenne des parcelles s'est accompagné d'arrachages de haies. A l'opposé, les zones de déprise agricole ont vu leurs haies disparaître par reboisement spontané (Marchandeaup et Aubineau, 1996). De plus, avec l'apparition de l'agriculture moderne, le fait d'entretenir des haies peut être perçu comme une contrainte par certains exploitants, cette activité semblant relever d'une agriculture rétrograde (Morin, 2011). Cela a entraîné qu'en plus d'une régression, les haies subissent une perte de qualité (Marchandeaup et Aubineau, 1996).

Les haies présentent de multiples intérêts : agronomiques (effet brise-vent, protection du bétail et des prairies, meilleure qualité des eaux et de leur écoulement, lutte biologique intégrée...), écologiques (biodiversité, corridors,...) et économiques (bois d'œuvre et de chauffage). Le rôle du bocage peut ainsi être défini en six grandes fonctions : la régulation du climat, la régulation hydraulique (et par conséquent la préservation des sols), la production, l'amélioration du cadre de vie, l'amélioration du confort pour les animaux et le maintien d'un équilibre inter-spécifique (Marchandeaup et Aubineau, 1996). La haie constitue donc un réservoir végétal et animal où se crée un équilibre écologique entre les différentes espèces (association « Prom'Haies Poitou-Charentes », 2012). Par ailleurs, les paysages bocagers présentent un certain avantage socioculturel puisque ses habitants y apprécient leur cadre de

vie (Morin, 2011). La valorisation du bocage est désormais un enjeu majeur au regard des nombreux services écosystémiques que ce paysage peut rendre.

De la loi de programmation relative à la loi Grenelle 1 qui a été promulguée en 2009 découle diverses orientations dont le SRCAE et le SRCE, respectivement le Schéma Régional Climat Air Energie et Schéma Régional de Cohérence Environnementale. Le SRCAE est un élément essentiel de la territorialisation du Grenelle Environnement. L'orientation 32 du SRCAE a pour but de « préserver et développer le bocage et encourager l'agroforesterie en s'appuyant sur l'amélioration des connaissances. » Ces planifications à l'échelle régionale prévoient entre autres de stopper la diminution de la biodiversité sauvage et domestique, notamment par un « renforcement [...] de la stratégie régionale de la biodiversité (SRB) [...] dans le respect des compétences des collectivités territoriales et en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés. » (*Article 23 de la loi de programmation de Grenelle 1, 2009*).

Face à la situation actuelle et aux enjeux évoqués précédemment, un besoin de valorisation apparaît clairement. L'Ecomusée de la Bresse bourguignonne et Alterre Bourgogne, ont mandaté les compétences techniques de l'Université de Bourgogne (via le Master 2 Espace Rural et Environnement) pour réaliser un diagnostic paysager sur le territoire de la Bresse bourguignonne.

L'étude présentée ici a permis de mieux appréhender les services rendus par les haies en termes d'écologie, d'énergies et d'agriculture. Cela s'appuie sur l'élaboration d'une méthode de typologie des bocages et son application sur le territoire de la Bresse bourguignonne. Cette étude a également pour objectif de tester la faisabilité de la méthode ainsi que la possibilité de son extrapolation à l'ensemble des territoires bourguignons. De plus, l'aspect socio-économique local est traité par la réalisation de monographies sur les communes étudiées fournies dans un second document.

Dans un premier temps, l'aspect cartographique a été traité, proposant une méthode d'échantillonnage du territoire ainsi qu'une approche de l'évolution spatio-temporelle du linéaire de haies. Dans un second temps, une typologie du bocage de la Bresse bourguignonne a été proposée. Elle s'appuie sur un état des lieux du territoire en tenant compte de la composition floristique et faunistique des haies, leur potentiel énergétique et en considérant l'aspect agronomique.

2. PREAMBULE SUR LA BRESSE BOURGUIGNONNE

2.1. *Présentation du site d'étude*

2.1.1. Paysages de la Bresse

La Bresse, qu'elle soit « bourguignonne » (Bresse Louhannaise, Chalonnaise), « bressanne » (Bresse de l'Ain) ou encore « comtoise » (Bresse du Jura), est une véritable mosaïque de paysages diversifiés et hétérogènes.

De par l'absence de relief, la plaine de la Bresse a été, en grande partie, occupée par les marais. Ceux-ci ont été drainés progressivement par l'Homme, notamment durant le XVII^{ème} siècle, afin de permettre le travail de la terre pour la production agricole.

A l'origine, le paysage était composé essentiellement de forêts et de cultures. Le bois produit servait aussi bien pour la construction (bateaux, fûts, maisons, etc) que pour le chauffage. Mais les cultures ont pris de plus en plus de place sur les surfaces forestières.

Les paysages y sont structurés, et caractérisés par la présence :

- De rivières ou d'étangs, lieux de productions de poissons et servant également à la fertilisation des cultures¹ ;
- De prairies sans haies ni clôtures ;
- De bois, encore très présents sur l'ensemble du territoire ;
- Des rares zones urbanisées, dispersées dans l'espace ;
- Enfin, d'une zone bocagère plus ou moins dense, où s'alternent cultures et prairies, entourées de haies.

2.1.2. Géologie

Durant l'Eocène (-55 millions d'années), une distension Est-Ouest provoque l'effondrement et le basculement de blocs le long de failles normales, d'axe Nord-Sud. Ces basculements ont pour conséquence une surrection tectonique sur le massif du Morvan notamment.

Puis l'érosion va « décaper » ces blocs basculés et mettre à nu le socle granitique sous-jacent, formant ainsi le Morvan que l'on connaît aujourd'hui.

Les failles normales vont créer un véritable fossé entre le Jura et le massif du Morvan, qui se remplira de sédiments à partir du Trias (voir figure 1). L'érosion va épargner ce fossé, et les sédiments vont continuer à se déposer jusqu'au Pliocène (- 2 millions d'années), grâce au rôle de subsidence des failles normales.

¹ Les rivières, notamment par les événements de crue, fertilisent les terres agricoles en déposant des sédiments limoneux sur celles-ci.

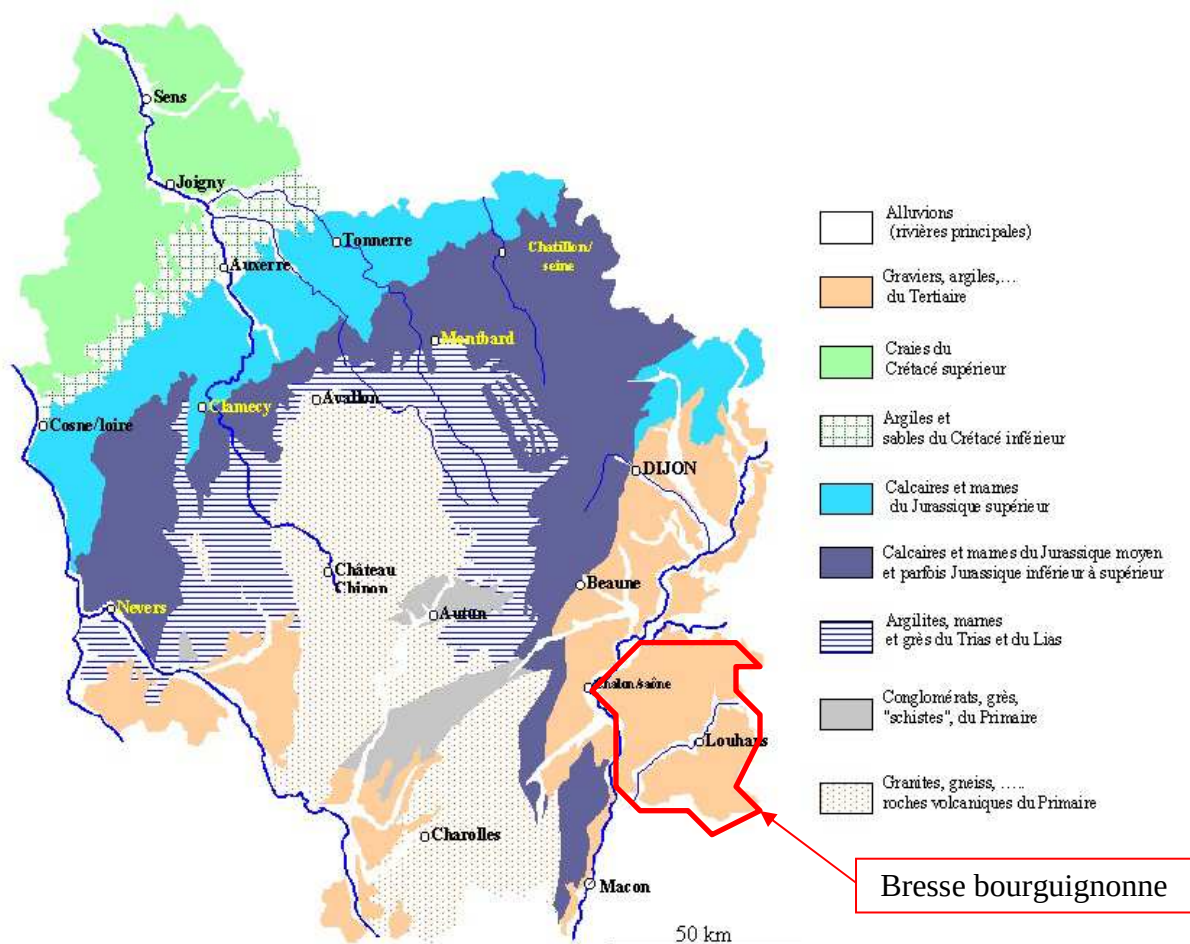


Figure 1: Carte géologique simplifiée de la Bourgogne

Au sein de ces sédiments se discerne un matériel siliceux, venu du massif granitique des Vosges, et deux types de carbonates (figure 2) :

- des carbonates détritiques, issus de l'érosion des plateaux calcaires (côte chalonnaise) ;
- des carbonates lacustres de l'Oligocène, de l'époque où la Bresse était un immense lac.

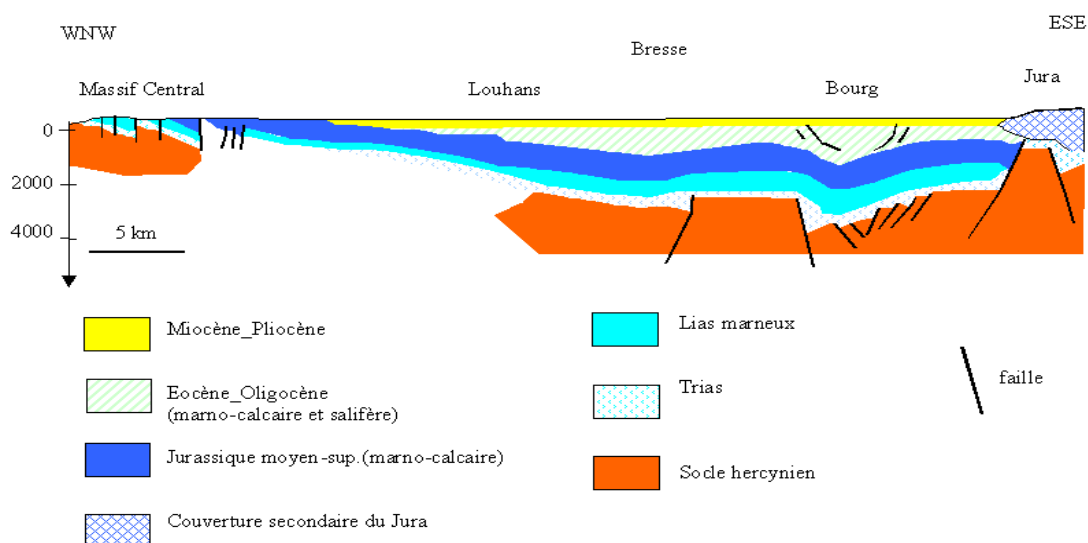


Figure 2: Coupe longitudinale de la Bresse d'après Sciences de la Terre et de l'Univers-J.Y. Daniel-Vuibert éditeur

2.1.3. Climat

La Bresse bourguignonne possède un climat tempéré à tendance continentale, avec des étés chauds et des hivers froids. A l'Est, le climat est fortement influencé par le Jura et à l'Ouest, par la vallée de la Saône. Généralement, les orages estivaux suivent le cours de la Saône, et les chutes de neige sont plus importantes sur les communes de l'Est.

Les données de précipitations et de températures ne sont pas disponibles sur cette région, seule la station météorologique d'un particulier de Torpes, nous permettent d'apprécier ces dernières.

Les précipitations sont assez hétérogènes sur l'année, le mois de décembre étant le plus pluvieux de l'année (figure 3). Les précipitations annuelles moyennes sont de 942 litres – (figure 4). Les températures montrent une importante amplitude thermique entre les saisons – (figure 5). Le vent qui souffle une partie de l'année est la bise.

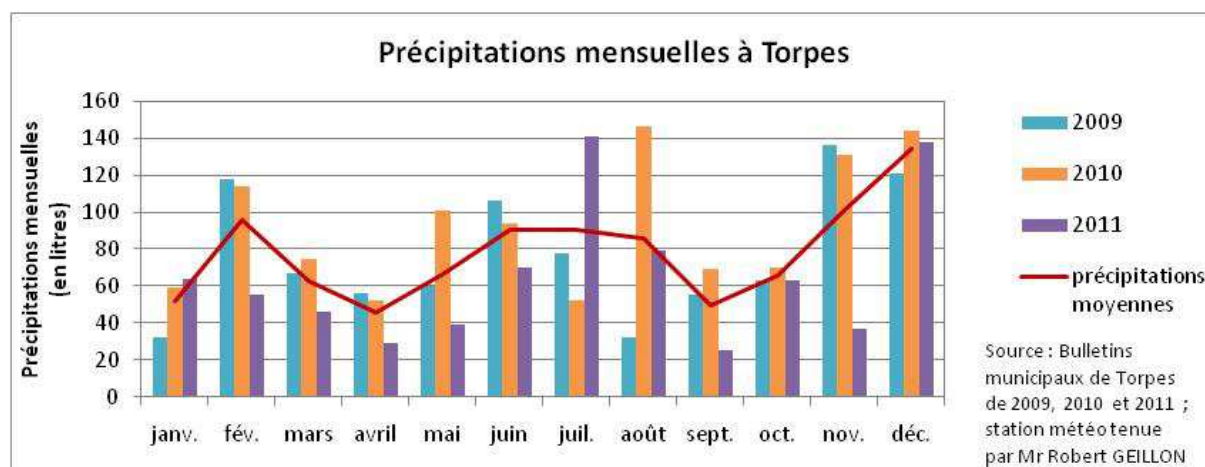


Figure 3: Précipitations mensuelles à la station météorologique du Portail, à Torpes, pour 2009, 2010 et 2011

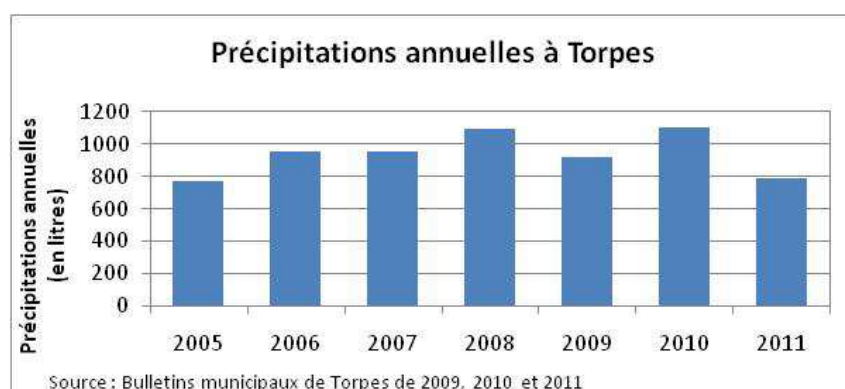


Figure 4: Précipitations annuelles à la station météorologique du Portail, à Torpes, de 2005 à 2011

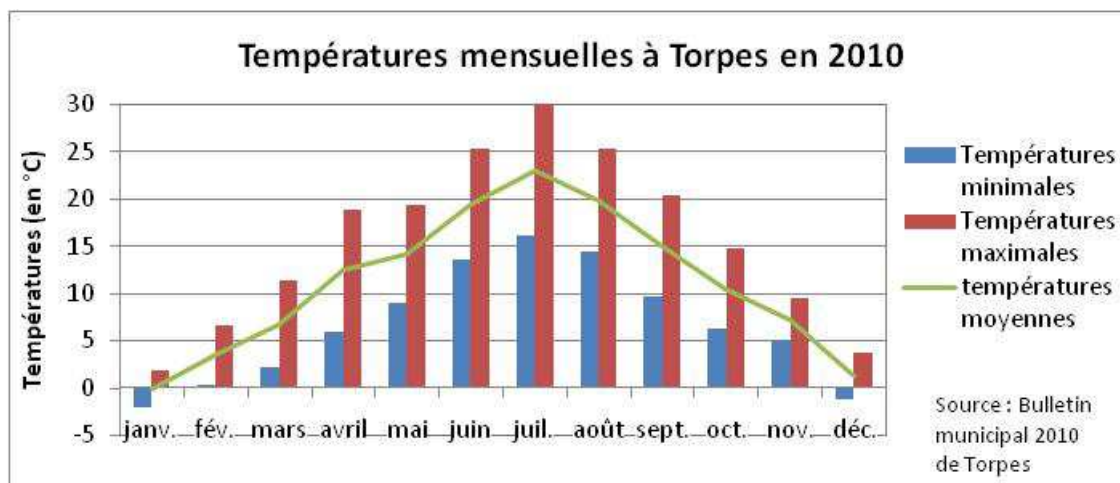


Figure 5: Températures mensuelles à la station météorologique du Portail, à Torpes, en 2010

2.1.4. Occupation des sols

La Bresse Bourguignonne s'étend sur 112 communes, pour une taille d'environ 1700 km². La base de données du Corine Land Cover (mise à jour en 2006), indique des occupations moyennes par commune de :

- 53% de surfaces cultivées
- 24% de surfaces prairiales
- 18% de surfaces forestières
- 2.6% de surfaces urbanisées.

Les communes de la Bresse bourguignonne ont une surface moyenne de 1520 ha. La plus petite commune fait 222 ha (Verjux) et la plus grande fait 4897 ha (Romenay).

Entre 1979 et 2000, les exploitations agricoles ont vu leur taille moyenne augmenter de 21 à 48 ha (soit une augmentation de 56%).

Dans un même temps, elles ont vu leur nombre diminuer d'environ 60%. Les emplois dans le domaine de l'agriculture ont également diminué, d'environ 67% (source : INSEE, 2000).

Sur l'emprise de la Bresse bourguignonne, entre 1990 et 2006, 2519 ha (soit 25,2 km²) ont vu leur occupation du sol changer.

Réduction de surfaces agricoles :

Près de 400 ha de surfaces agricoles ont été urbanisés (316 ha entre 1990 et 2000 et 82 ha entre 2000 et 2006).

Réduction des forêts :

Entre 2000 et 2006, elles ont été diminuées de 128 ha, au profit du tissu urbain.

D'un autre côté, des espaces forestiers ont été transformés en surfaces agricoles (113 ha)

Les étangs et plans d'eau ont augmenté de 146 ha (87 ha issus de surfaces agricoles et 59 ha issus de surfaces boisées).

2.1.5. Types d'agricultures en Bresse

Le recensement agricole réalisé en 2000 (AGRESTE, INSEE) répertorie un équilibre entre les surfaces fourragères et les cultures, excepté dans le nord-ouest (canton de Verdun et de Saint-Martin en Bresse) où les cultures sont prépondérantes. Le sud-est est dominé par les prairies.

Les céréales représentent 38 % de la SAU. Rien que le maïs grain représente 16% de la SAU. On trouve ensuite les oléagineux (9% de la SAU).

Certaines zones sont occupées par des cultures maraîchères comme sur la commune de Ciel (rapport à l'implantation de l'usine Daucy), ou comme dans le canton de Louhans, spécialisé dans la culture de poireaux, choux-fleurs et salades.

En ce qui concerne la production animale, la Bresse est connue pour sa volaille AOC, le poulet de Bresse, qui ne représente avec 680 000 têtes que moins de 10% de la production départementale de poulet par an.

La Bresse représente également 2/3 de la production laitière du département de la Saône-et-Loire (93 millions de litres par an).

La production porcine s'est industrialisée et représente sur l'ensemble de la Bresse un cheptel de 38700 têtes soit plus de la moitié du cheptel total départemental.

2.2. *Approche sociologique*

2.2.1. Caractéristiques de l'échantillon étudié

Les personnes interrogées pour l'enquête ont été rencontrées dans les différents villages prospectés durant la phase terrain de l'étude. Il pouvait s'agir de personnes croisées dans la rue, comme de personnes présentes dans des commerces, des cafés. Aucun ciblage particulier n'a donc été suivi pour la conduite de l'enquête.

L'objectif était de recueillir la perception de la population locale par rapport aux bocages qui constituent un élément important du paysage et donc de leur environnement direct.

2.2.2. Données générales

L'enquête a pu être soumise à 24 personnes différentes, et elles constituent donc l'échantillon à étudier. La taille de cet échantillon étant réduite, les résultats obtenus seront purement qualitatifs et non quantitatifs.

En ce qui concerne le sexe des personnes interrogées, il y a 38% d'hommes contre 63% de femmes. Les avis collectés concernent uniquement des personnes peu ou non sensibilisées aux enjeux environnementaux des bocages car seulement une personne de l'échantillon est d'une profession liée à l'environnement.

Les personnes interrogées sont majoritairement, et ce à hauteur de 92%, résidentes à titre principal dans le secteur de la Bresse bourguignonne. Les avis ainsi recueillis émanent bien des résidents de la zone d'étude, ce qui était un des objectifs recherché.

2.2.3. Catégories d'âge

En considérant la taille de l'échantillon, la part des différentes catégories d'âge des personnes interrogées est plutôt équilibrée en ce qui concerne les classes d'âge supérieures à 35 ans (figure 6). La part de la population la plus jeune, soit 35ans et moins, est donc légèrement sous représentée. Cela peut s'expliquer par la plus grande présence et la plus grande disponibilité en semaine pour les catégories d'âge de plus de 35 ans qui seront ainsi plus aisément soumis à un questionnaire de ce type.

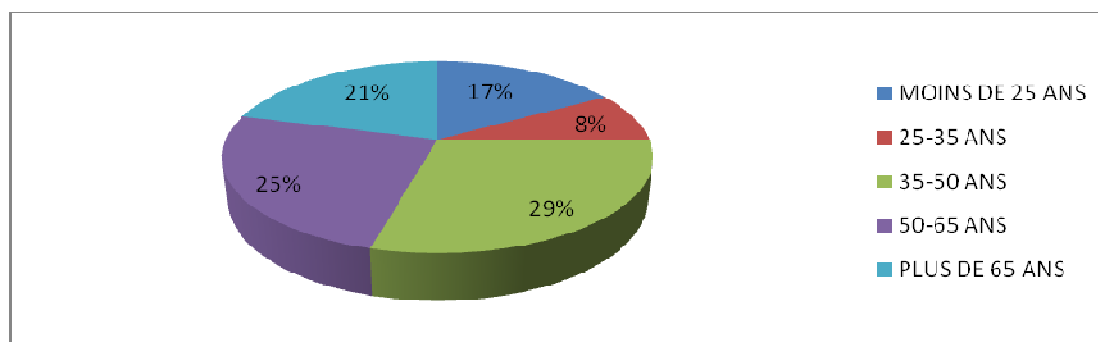


Figure 6: Représentation des catégories d'âge interrogées

2.2.4. Analyse des résultats obtenus

A travers l'enquête, nous avons souhaité connaître la popularité du terme « bocage » au sein de la population afin de savoir si ce terme était approprié lorsqu'il était évoqué pour un public au sens large.

Les résultats obtenus montrent que le 57% de l'échantillon interrogé connaît ce terme. En revanche, 43% ne connaît pas précisément voire pas du tout de quoi il s'agit. Pour ce cas là, le questionnaire était pourvu d'une définition générale du terme « bocage » (annexe 1) permettant de continuer l'enquête dans de bonnes conditions.

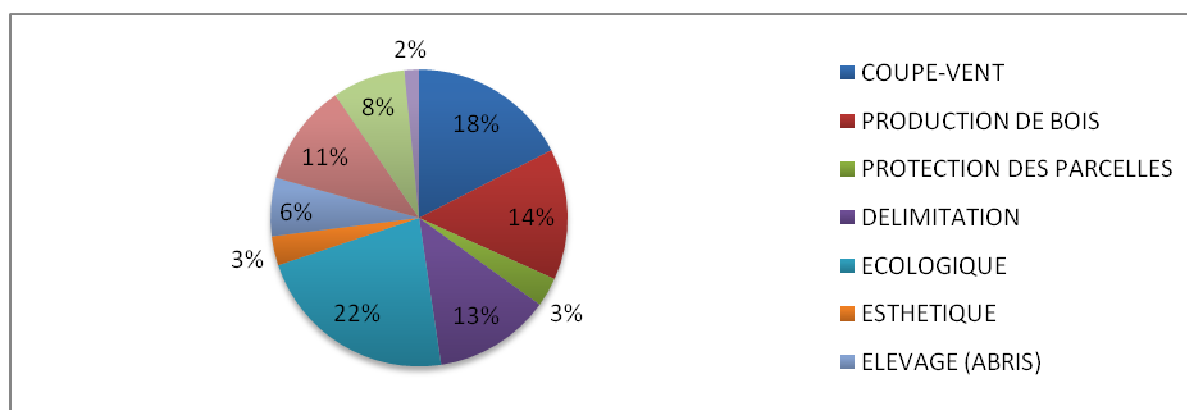


Figure 7 : Les intérêts des haies selon la population locale

Comme nous pouvons le constater dans la figure 7, l'intérêt écologique est très important pour les habitants (22%). D'autres aspects comme le rôle brise-vent (18%), la production de bois (14%), la délimitation (13%) et la protection contre l'érosion (11%) ne sont pas négligés. En revanche, certains aspects comme le rôle d'abri (6%), de protection des parcelles (3%) ne présentent que peu d'intérêt pour la population. Il paraît important de préciser que l'aspect esthétique est l'un des moins évoqués, le bocage, en termes de caractérisation du paysage, est donc très peu reconnu.

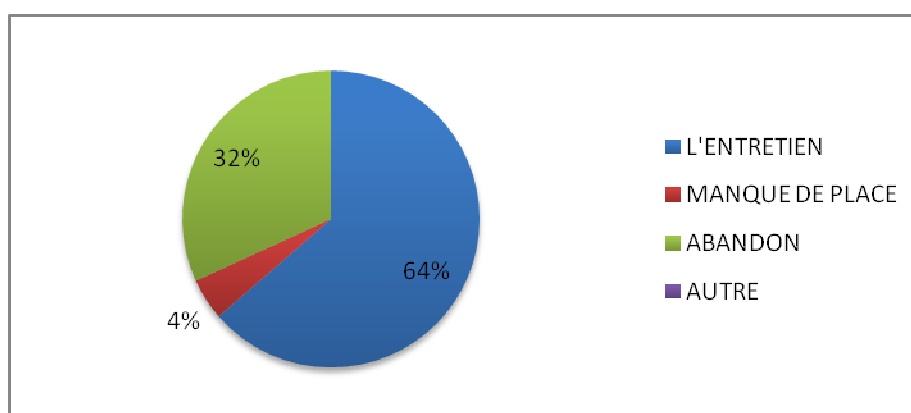


Figure 8 : Inconvénients des haies selon la population

L'enquête montre que 64% de la population identifie l'entretien comme le principal inconvénient des bocages, ce qui confirme ce qui a été mis en avant dans les monographies

d'exploitation (figure 8). En effet, la plupart des agriculteurs doivent réaliser eux-mêmes l'entretien des haies. En second lieu, l'abandon lié à la difficulté de l'entretien (32%) est un facteur perçu comme problématique pour le bocage. Enfin, c'est le fait que le bocage réduit la surface agricole utilisable (4%) qui représente le dernier inconvénient. Il est cependant très peu représenté et peut être négligé.

2.2.5. Conclusion

L'analyse des résultats de l'enquête destinée à la population locale a permis de mettre en évidence que c'est l'intérêt écologique des haies qui est le plus reconnu. Il ressort également que c'est leur entretien qui est perçu comme leur plus gros inconvénient. La population est donc informée quant aux différents rôles des haies ayant une influence positive sur les milieux tout en étant consciente des moyens à mettre en œuvre pour leur maintien. Il serait alors intéressant de traiter l'intérêt écologique des haies lors d'événements de sensibilisation ou d'ateliers pédagogiques.

3. DIAGNOSTIC PAYSAGER DU BOCAGE DE LA BRESSE BOURGUIGNONNE

Méthodologie SIG transposable à d'autres territoires



AMENDOLA Nicolas
 BOIVIN Josselin
 BRULEBOIS Etienne



PIRTAC Felinda-
 Ioana
 TOTARO Maxime

Master 2 ERE Promo 2012/2013

Tuteur universitaire : AMIOTTE-SUCHET Philippe

3.1. Introduction

Ce présent travail s'attache à améliorer les connaissances sur le bocage bourguignon à travers la mise en place d'une méthodologie SIG. Celle-ci devra permettre une caractérisation des bocages de la Bresse bourguignonne. Elle devra également être exportable à d'autres territoires.

Par manque de temps et de moyens, l'étude portera sur l'utilisation de photographies aériennes ainsi qu'une prospection de terrain dans le but de quantifier et de réaliser des cartographies de haies via des outils SIG.

Cette cartographie ne pouvant être exhaustive à l'échelle de la Bresse bourguignonne, il conviendra de réaliser un échantillonnage le plus représentatif possible du territoire.

La cartographie numérique sera réalisée à l'échelle de la commune. Les communes retenues pour l'étude seront choisies sur la base de l'occupation du sol via la base de données Corine Land Cover.

Une prospection de terrain affinera cette cartographie numérique, grâce à un sous-échantillonnage sur la surface de chaque commune étudiée.

Un autre aspect de l'étude portera sur l'évolution quantitative du linéaire de haies entre le XIXème siècle et nos jours, grâce à l'utilisation du cadastre napoléonien numérisé.

3.2. Méthodologie

3.2.1. Représentativité du territoire

3.2.1.1. Définitions importantes et postulats

Pour débiter notre étude nous devons en premier lieu définir les notions importantes comme **l'unité paysagère, la structure paysagère et les éléments de paysage.**

S'il paraît assez simple de définir ces notions, bon nombre de définitions divergent dans la bibliographie existante. Ce travail se base sur les définitions suivantes :

- Unité paysagère :

« Une unité paysagère correspond à un ensemble de composants spatiaux, de perceptions sociales et de dynamiques paysagères qui, par leurs caractères, procurent une singularité à la partie de territoire concernée. Elle se distingue des unités voisines par une différence de présence, d'organisation ou de formes de ces caractères. » (Roche, 2006)

- Structure paysagère :

« Les structures paysagères correspondent à des systèmes formés par des objets, éléments matériels du territoire considéré, et les interrelations, matérielles ou immatérielles, qui les lient entre eux et/ou à leur perception par les populations.

Ces structures paysagères constituent les traits caractéristiques d'un paysage. » (Roche 2006)

Dans l'étude, l'unité paysagère est la Bresse bourguignonne, relativement homogène à l'échelle régionale, et la structure paysagère est assimilée au bocage de la Bresse bourguignonne.

- Éléments de paysage :

Le bocage est lui-même défini par des éléments de paysage. D'après Roche (2006), ces éléments sont le point de départ de la détermination d'une ou plusieurs structures paysagères. Les éléments de paysages sont la plus petite échelle dans la démarche de caractérisation d'un paysage (voir figure 9). Les différents éléments peuvent être inscrits par exemple dans les catégories suivantes :

- Végétation
- Occupation du sol
- Relief
- Hydrologie

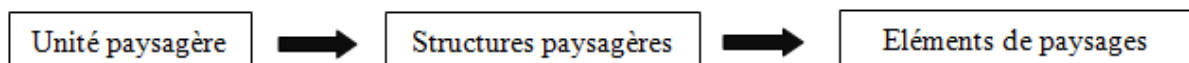


Figure 9: Emboîtement des échelles paysagères

- Entités géographiques

Les communes limitrophes partageant des occupations du sol similaires (et donc appartenant à la même structure paysagère) sont agrégées en une entité géographique.

Les communes partageant des occupations du sol similaires mais spatialement isolées de l'entité géographique ont été exclues de cette dernière.

Le territoire est ainsi simplifié en grandes entités géographiques à plus large échelle que les structures paysagères et va permettre un échantillonnage représentatif à raison d'une commune par entité géographique.

3.2.1.2. Identification et caractérisation des structures paysagères et des entités géographiques

Dans le cadre de ce travail, on a utilisé le logiciel « QGIS » pour l'ensemble des manipulations cartographiques.

L'élément du paysage retenu pour la définition des structures paysagères a donc été l'occupation du sol. Les différentes classes d'occupations du sol par commune du Corine Land Cover ont été regroupées par nos soins en quatre structures paysagères :

- Zones urbaines ;
- Zones forestière ;
- Zones culturales ;
- Zones prairiales.

La structure paysagère urbaine ne rentre pas dans le contexte de cette étude et ne fera l'objet d'investigations.

Le regroupement des différentes classes du Corine Land Cover est disponible en annexe 2.

Toutes les opérations qui suivent sont réalisées à l'échelle de la commune. Les surfaces de chaque grande catégorie d'occupation du sol ont été rapportées en pourcentage visible sur les cartes de l'annexe 3.

Les moyennes d'occupation du sol pour la Bresse entière ont été calculées :

- zones forestières : 18,42 %
- zones culturales : 52 %
- zones prairiales : 24,4 %

Pour chaque structure paysagère, une carte représentant la répartition du pourcentage d'occupation du sol caractéristique a été réalisée à l'échelle de la Bresse (voir annexe 3). Les classes de pourcentage d'occupation du sol ont été obtenues par la méthode des « ruptures naturelles (Jenks) » issue du logiciel QGIS. Cette méthode de classification présente l'intérêt de maximiser la variance inter-classe et de minimiser la variance intra-classe.

Détermination des entités géographiques

Afin de définir des entités géographiques caractéristiques d'une structure paysagère (figure 10), l'ensemble des communes de la Bresse bourguignonne (112 communes) ont fait l'objet de requête (traitement statistiques sous SIG) (voir Tableau 1) via leurs pourcentages respectifs des 3 grandes catégories d'occupation du sol.

Les communes retenues pour chaque structure paysagère ont satisfait aux conditions suivantes :

Tableau 1 : Requête d'appartenance aux structures paysagères

	Structure paysagère		
	Forestière	Culturale	Prairiale
Superficie de zone forestière (%)	> 18*	<20	<30
Superficie de zone culturale (%)	< 60	>52*	<52
Superficie de zone prairiale (%)	< 30	< 30	>24*

* Ces valeurs correspondent aux moyennes d'occupation du sol pour la Bresse entière.

Les autres valeurs seuils ont été fixées au-dessus des valeurs moyennes dans le but d'englober suffisamment de commune pour dégager des entités plus visibles. Les communes limitrophes appartenant à la même structure paysagère ont ensuite été agrégées en entité géographique. Lors du regroupement géographique, des communes enclavées dans l'entité mais ne partageant pas la même structure paysagère ont été incluses dans l'entité dans le but de répondre à une continuité paysagère, afin d'éviter un morcellement des entités géographiques. Nous considérons en effet que l'entité géographique se situe à une échelle plus large que la commune.

Les autres communes vont faire l'objet de nouvelles requêtes afin de les classer en structure paysagère mixte ou en structure paysagère isolée.

Cas de l'entité géographique mixte :

Les communes non retenues dans les trois entités géographiques précédentes sont soumises à une nouvelle requête. Celles qui présentent un pourcentage d'occupation du sol supérieur aux moyennes de la Bresse pour au moins deux des trois catégories d'occupation du sol ont été considérées comme mixtes.

Toutes les communes de la structure ont été intégrées dans l'entité géographique, mais sans critère de regroupement géographique.

Structures paysagères isolées

Enfin, les communes n'appartenant à aucune entité géographique ont été classées selon leur structure paysagère dominante dégagée lors des requêtes précédentes.

Ainsi, les communes appartenant à la structure paysagère forestière mais non regroupée dans l'entité géographique forestière se verront affectées le statut de structure paysagère forestière isolée.

Carte des entités géographiques de la Bresse bourguignonne et localisation des communes prospectées (2006)

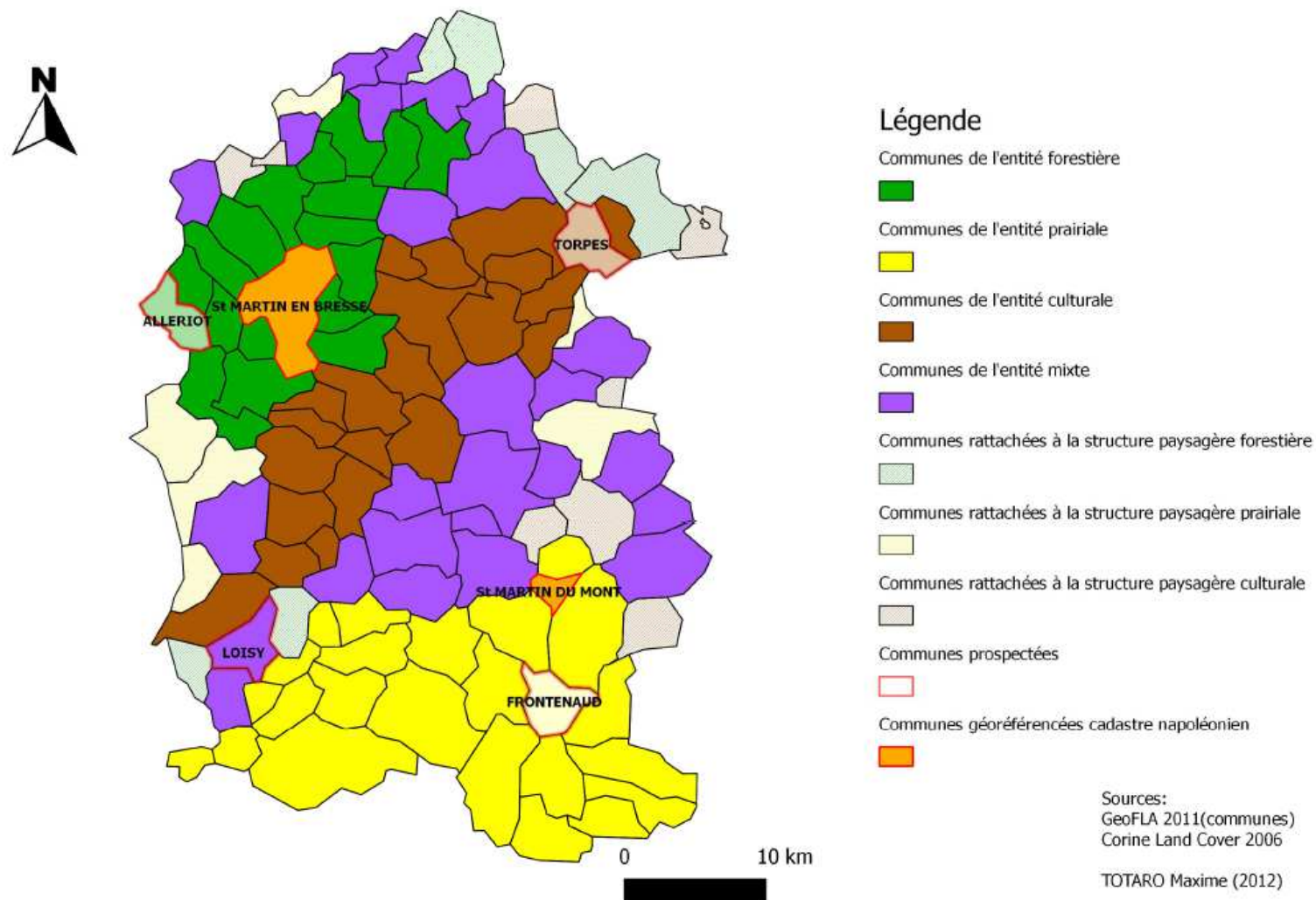


Figure 10: Carte des entités géographiques de la Bresse bourguignonne et localisation des communes prospectées (2006)

Au sein de ces entités géographiques, un pourcentage moyen de l'occupation caractéristique de l'entité a été déterminé ainsi que la proportion de celle-ci à l'échelle de la Bresse entière.

- Ainsi, l'entité géographique forestière comprend 27.9 % des forêts de la Bresse bourguignonne qui sont regroupées sur 16 % du territoire de la Bresse bourguignonne.
- L'entité géographique culturale comprend 23.9 % des surfaces culturales de la Bresse bourguignonne qui sont regroupées sur 19 % du territoire.
- Enfin, l'entité géographique prairiale comprend 38.3 % des prairies de la Bresse bourguignonne et sont regroupées sur 25 % du territoire.

Tableau 2: Surfaces des occupations du sol caractéristiques de chaque entité géographique ainsi que sur l'ensemble de la Bresse.

	Entité géographique		
	forestière	culturale	prairiale
Surface moyenne d'occupation du sol dans chaque entité géographique (%)	32	67	37
Surface moyenne de l'occupation du sol sur la Bresse entière (%)	18.4	52	24.4

Ici, en moyenne les communes de la Bresse sont occupées par 18.4% de forêts et l'entité géographique forestière en compte davantage (32%) (Tableau 2).

3.2.1.3. Choix des communes

Une commune a été retenue pour chaque entité géographique identifiée. Elle satisfait à ces deux conditions indissociables :

- **Une superficie dans la moyenne de celle des communes de la Bresse bourguignonne (environ 1500 ha) (IGN GEOFLA, 2011), + ou – 10% [1350-1650ha].** Ceci afin de s'affranchir du biais dû à la variation de superficie des communes (une petite commune aura plus facilement de grands pourcentages d'occupation des sols).
- **Une superficie de l'occupation du sol caractéristique de l'entité dans la moyenne de l'entité géographique à laquelle il appartient.** Ceci afin de garantir une représentativité de l'entité en question (tableau 2). (+ ou – 5% du pourcentage moyen de l'entité).

Le choix de nos communes s'appuie donc sur deux critères indépendants. Pour renforcer notre sélection nous avons calculé un coefficient de représentativité (**Cr**). Ce coefficient a été calculé entre la surface de la commune recherchée (1500 ha) et le pourcentage de l'occupation du sol caractéristique de l'entité géographique en question. Ci-dessous, le coefficient dont il faut se rapprocher le maximum pour le choix de la commune.

$$Cr = \frac{\text{Pourcentage moyen de l'occupation du sol caractéristique de l'entité géographique (\%)}}{\text{Surface moyenne des communes de la Bresse (ha)}}$$

Une fois ce coefficient (**Cr**) calculé pour chaque entité géographique, un second coefficient a été calculé par communes (**Crc**).

$$Crc = \frac{\text{Pourcentage de l'occupation du sol caractéristique de la commune (\%)}}{\text{Surface de la commune (ha)}}$$

La dernière étape de cette sélection consiste à calculer le ratio suivant :

$$Rs = \frac{Crc}{Cr}$$

Ce ratio nous permet de nous rapprocher au plus près des critères souhaités. Un ratio (**Rs**) proche de 1 nous indique une très bonne représentativité de la commune sélectionnée. A la suite de cela, voici les communes qui ont été retenues pour notre étude (Tableau 3) :

Tableau 3 : Caractéristiques des communes sélectionnées

	Commune sélectionnée	Surface (ha)	Occupation du sol caractéristique (%)	(Crc)	(Cr)	(Rs)
Entité culturale	TORPES	1590	72	0,045	0,044	1,013
Entité forestière	ALLEROT	1353	30	0,022	0,021	1,040
Entité prairiale	FRONTENAUD	1526	40	0,026	0,025	1,060

La commune choisie pour représenter l'entité mixte suit la moyenne d'occupation des sols des communes de la Bresse bourguignonne et n'a donc pas pu faire l'objet d'un ratio comme

calculé précédemment, sur une seule occupation de sol. Ses occupations du sol se rapprochent de la moyenne de la Bresse entière (Tableau 4) :

Tableau 4: Caractéristiques de la commune mixte

	Commune sélectionné	Surface (ha)	Proportion forêt (%)	Proportion prairie (%)	Proportion culturale (%)
Entité mixte	LOISY	1478	22.0	25.3	48.9

3.2.1.4. Techniques et lieux d'échantillonnage

Les contraintes de temps et de moyens nous ont conduit à restreindre notre zone d'investigation au sein des communes. Nous avons dû procéder à une stratégie d'échantillonnage cohérente et réaliste sur les communes à prospector.

Notre choix s'est porté sur la mise en place d'un échantillonnage aléatoire par maillage. Encore une fois, le choix d'un échantillonnage aléatoire plutôt que systématique est encouragé par un gain non négligeable de temps et de moyens.

- **Maille**

Une fois les communes repérées sur la carte et afin de mettre notre échantillonnage en place, nous avons créé à l'aide du logiciel QGIS une maille carrée de 500 mètres de côté (voir Figure 11). L'outil utilisé sous QGIS est dans l'onglet « **vecteur** » → « **outils de recherche** » → « **grille vecteur** ». Une fois cette opération effectuée, le Corine Land Cover nous permet de soustraire à ce maillage les zones dont l'occupation du sol ne correspond pas à notre étude (zones urbaines, zones forestières, plans d'eau...) (cf. annexes 2 et 3).



Figure 11: Maillage de la commune d'Allériot découpé. (BD Ortho, 2007)

Nous avons aléatoirement choisi grâce au logiciel QGIS (« vecteur » → « outils de recherche » → « sélection aléatoire »), huit mailles carrées numérotées de 1 à 8 aléatoirement afin que les groupes puissent échantillonner ces zones dans un ordre précis (ceci afin de pallier la différence de rendement des équipes sur le terrain). Les premières mailles prospectées seront donc réalisées par tous les groupes pour assurer une comparaison. La figure 12 illustre le choix des mailles d'échantillonnage au sein de la commune d'Allériot.



Figure 12: Mailles sélectionnées au sein de la commune d'Allériot. (BD Ortho, 2007)

La figure 13 récapitule cette méthode d'échantillonnage. Une fois cet échantillonnage réalisé, des cartes ont été produites pour la prospection de terrain.

Chaque maille sélectionnée (8 par commune) a fait l'objet d'une carte format A4 afin de repérer les différentes haies présentes sur la maille en question. Des cartes de localisation des communes ont également été réalisées (en format A3 et A4) afin de faciliter le déplacement des équipes de travail sur le terrain.

Au total, c'est donc 40 cartes différentes qui ont été produites et distribuées en plusieurs exemplaires aux différents groupes de travail.

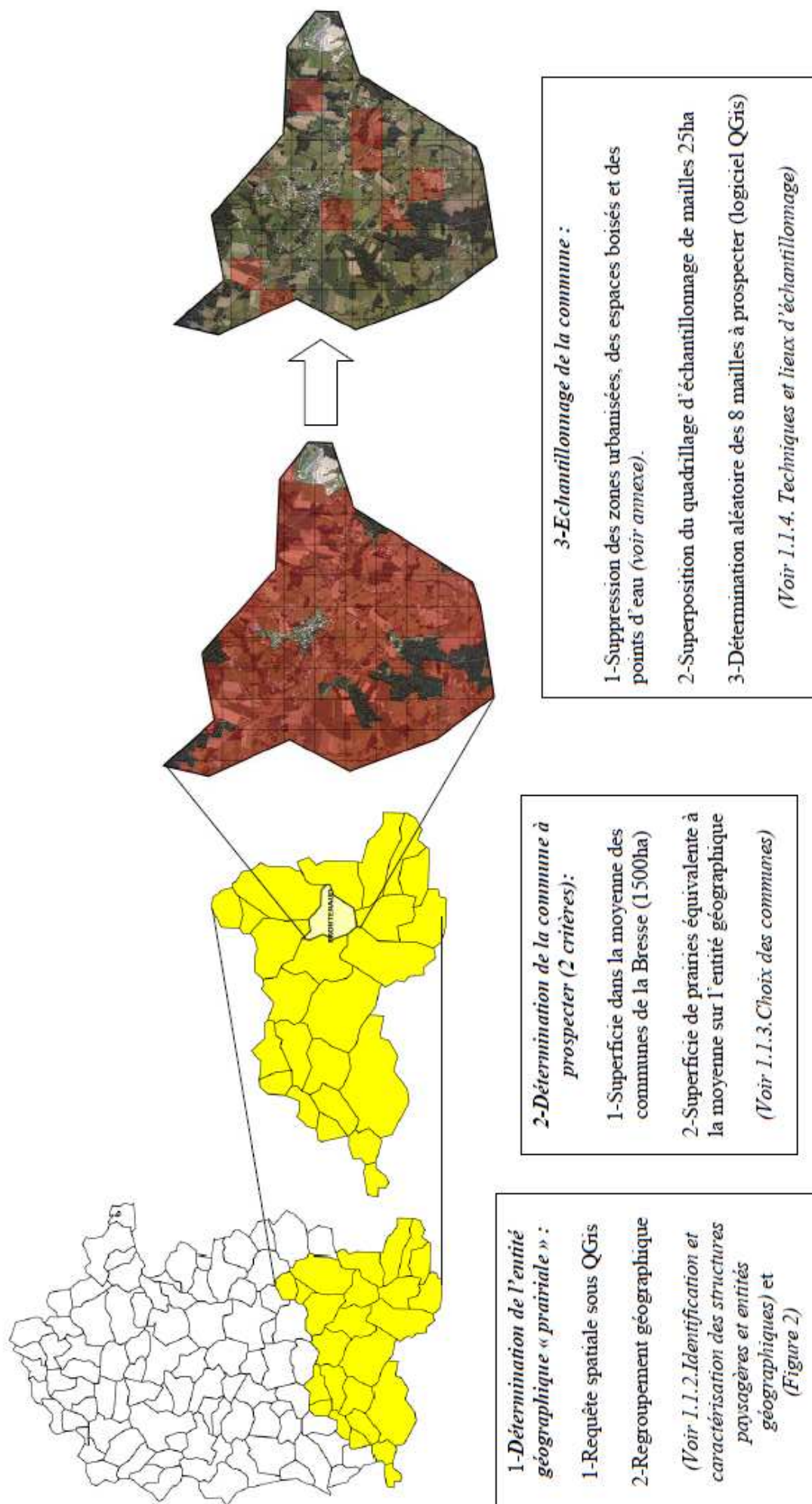


Figure 13: Récapitulatif de la méthode d'échantillonnage

3.2.2. Méthodologie de cartographie par logiciel SIG

3.2.2.1. Objectif de la cartographie

Le travail de cartographie sur les communes précédemment déterminées a pour but de présenter le linéaire de haies et ainsi produire un état quantitatif du paysage bocager. Il consistera également en une cartographie exhaustive des éléments du paysage afin de caractériser les différents types de bocages présents sur le territoire de la Bresse bourguignonne.

Enfin, ce travail cherchera à matérialiser l'évolution du linéaire de haie depuis le XIXème siècle à travers la réalisation du linéaire de haie sur le cadastre napoléonien de deux communes.

3.2.2.2. Eléments cartographiés

Afin de réaliser une typologie des bocages, il est nécessaire de répertorier des éléments de paysage caractéristiques du bocage. Nous avons donc choisi de cartographier sur la totalité des communes choisies:

- Les haies

Elles représentent une part essentielle du paysage bocager. Le linéaire de haie peut être considéré comme un indicateur simple permettant la comparaison des différents types de bocage.

- Les arbres isolés

Ils possèdent un rôle fort en termes de biodiversité, et représentent également un potentiel énergétique. Leur présence (ou absence) sera donc également un indicateur du type de bocage.

- Les points de connexion des haies (BOSSIS, 2008)

Si le linéaire de haie sert d'indicateur quantitatif, la cartographie systématique des points de connexions entre les haies est un indicateur de la qualité du réseau bocager. Il est donc très intéressant de s'y attarder.

- Les espaces boisés

Les forêts représentent dans notre étude une dominance de paysage à part entière. Chaque espace boisé sur les communes sera donc cartographié.

- Les rivières et les étendues d'eau

Les éléments relatifs à l'eau sont fortement structurants pour un paysage notamment le bocage car ils vont influencer la répartition et la composition des haies.

3.2.2.3. Méthode de cartographie

Chaque entité est saisie numériquement à l'aide de « QGIS » par l'interprétation de photographies aériennes en couleurs (BD Ortho IGN 2007). Les cartes topographiques de l'IGN au 1/25000^{ème} ont également été utilisées pour mieux répertorier certains éléments (cours d'eau notamment). Tous les fonds de cartes utilisés (BD Ortho, SCAN 25) ainsi que les éléments cartographiés sont projetés dans le même système de projection (Lambert 93).

Cartographie des éléments du bocage actuel

- Les haies

En raison de leur faible biodiversité, et leur usage principalement ornemental, nous avons choisi de ne pas cartographier les haies qui sont à proximité des habitations. Les haies qui entrent en compte dans notre étude sont celles possédant une longueur minimum de 25m environ, pour une largeur maximale de 15m (la largeur de deux arbres). Un alignement d'arbre sera également considéré comme une haie.

La numérisation est effectuée sous la forme d'une couche de type vecteur (shapefile) dans laquelle seront répertoriés des lignes (les haies). (Nous pourrions avec de simples manipulations obtenir une densité de haie par hectare (annexe 4), ou encore un linéaire total.)

- Les arbres isolés

Les arbres isolés qui entrent en compte dans notre étude sont ceux présents à l'intérieur d'une parcelle, ou en bordure de celle-ci si elle n'est pas entourée de haie.

Les arbres situés à l'intérieur des propriétés privées telles que les jardins ne sont pas comptabilisés. Les arbres sont numérisés dans une couche vecteur de type point.

- Les étendues d'eau

Les mares et les étangs sont cartographiés sauf en cas d'assèchement visible sur la photographie aérienne. Ils sont numérisés dans une couche vecteur de type polygone.

- Les espaces boisés

Les espaces forestiers ou les bosquets sont systématiquement cartographiés. Lorsqu'une surface boisée présente une largeur supérieure à l'envergure de deux arbres ou plus, elle est considérée comme bosquet et non comme une haie. Ils sont également numérisés dans une couche vecteur de type polygone.

- Les points de connexion des haies (BOSSIS, 2008)

La connexion entre haies a un rôle important dans la biodiversité de la haie. Chaque nœud a donc été cartographié et qualifié dans une couche vecteur de type point, selon le nombre de haie s'entrecroisant (Figure 14) :

- O lorsque l'extrémité de la haie est libre ;
- L lorsque deux haies se rejoignent ;
- T lorsque trois haies s'entrecroisent ;
- X lorsque quatre haies s'entrecroisent (rare) ;
- F lorsque la haie aboutit à un espace boisé.

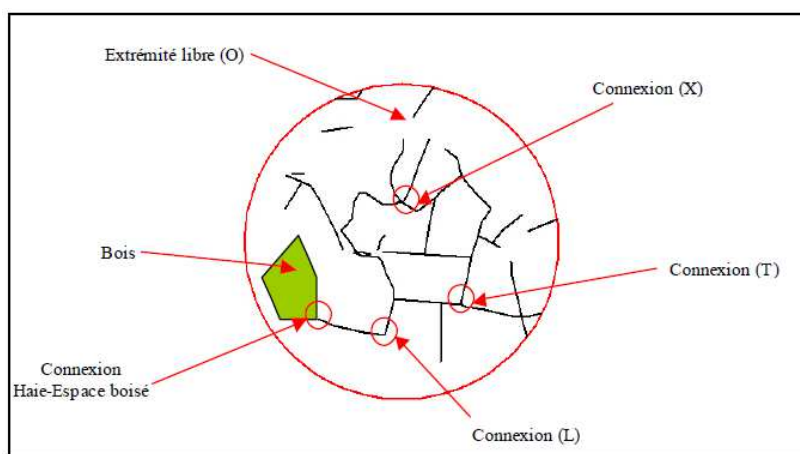


Figure 14: Interconnexion des haies, (BOSSIS 2008)

Les indications affectées aux points sont renseignées dans la « table attributaire » de la couche : sorte de tableau regroupant toutes les caractéristiques de différentes entités cartographiées.

- Les rivières

Les principaux cours d'eau ont été cartographiés (seulement ceux apparaissant comme permanent sur la carte topographique). Ils ont été saisis sur une couche SIG vecteur de type ligne.

Cartographie des éléments du bocage ancien

Afin de réaliser un comparatif dans le temps du linéaire de haie, deux communes ont fait l'objet d'une cartographie des haies à la fois sur les photographies aériennes actuelles et sur

leur cadastre napoléonien. Ce sont les communes de Saint-Martin en Bresse et Saint-Martin du Mont.

- Méthode

Nous avons utilisé les cadastres Napoléoniens avec la représentation des haies puis les avons géoréférencés sous QGIS en utilisant des points de contrôle. Les points servent de comparaison entre les deux cartes afin de les superposer.

Ici, au vu de la difficulté de trouver un tel nombre de points communs (et suffisamment éloignés les uns des autres) nous n'avons utilisé que 7 à 9 points (habituellement, 15 points sont requis). Cela n'affecte cependant pas la qualité du géoréférencement car le système de projection des deux cartes est assez similaire.

Les haies linéarisées sur la photographie aérienne actuelle sont considérées comme déjà présentes sur le cadastre napoléonien. Ceci a été constaté lors de notre comparaison entre les haies actuelles et celles présentes sur le cadastre napoléonien.

Les haies supplémentaires linéarisées sur le cadastre napoléonien représentent donc la différence entre le linéaire actuel et le linéaire ancien.

Des cartes de densité de haie par hectare sont réalisées pour matérialiser cette évolution (Annexe n°4).

3.2.2.4. Prospection de terrain

Pour chaque commune déterminée (voir paragraphe 3.2.1.3), huit mailles ont été investiguées, afin de corriger, enrichir ou nuancer la cartographie numérique des communes par photographies aériennes.

Ainsi, des haies désormais inexistantes ont pu être retirées de la cartographie, ou à l'inverse, des éléments nouveaux ont été rajoutés.

Ce travail de prospection de terrain va nous permettre de comparer les valeurs trouvées de linéaire total des mailles investiguées à celles de la commune entière pour évaluer la représentativité des 8 mailles.

Enfin, la prospection sur le terrain nous permet une meilleure prise en compte des éléments à cartographier, via une comparaison entre la photographie aérienne et la réalité. Par exemple, les fossés ont pu être confondus avec des haies sur les photographies aériennes.

3.2.2.5. Analyse qualitative et quantitative

Afin de caractériser le réseau bocager présent sur chaque commune, deux indices seront calculés :

- **l'Indice de linéarité I(Li)** (VADAINÉ E., 2002). Il représente le linéaire de haie rapporté à la superficie de la zone investiguée (maille et commune).

Indice de linéarité I(Li) pour les mailles investiguées

$$I(Li) = \frac{\sum_{j=1}^n l_j}{\sum_{j=1}^n s_j}$$

Avec

$I(Li)$: longueur de haies par hectare (m/ha)

n : nombre de mailles sur la commune.

l_j : longueur totale de haies comprises dans la maille j en mètre.

s_j : surface des mailles en hectare.

Indice de linéarité I(Li) pour les communes investiguées

$$I(Li) = \frac{L}{S}$$

Avec

$I(Li)$: longueur de haies par hectare (m/ha).

L : longueur totale de haies comprises dans la commune en mètre.

S : surface de la commune en hectare.

- **L'indice de cohérence I(Co)** (VADAINÉ E., 2002) : Il est basé sur le calcul d'un ratio entre le nombre d'extrémités libres de haies et le nombre d'extrémités en connexion avec d'autres haies. Dans le présent travail, il a été calculé un indice moyen pour les mailles de chaque commune et un indice pour la commune dans sa totalité.

A chaque point de connexion entre les haies est attribuée une valeur de « poids » (P), selon le nombre de haies qui s'entrecroisent (Annexe n°5) :

- connexion en L => P = 1.
- connexion en T => P = 2.
- connexion en X => P = 3.
- connexion haie – espace boisé => P = 2.

L'équation nous donnant I(Co) pour un territoire donné est exprimée par la formule suivante :

$$I(Co) = \frac{A}{A + E} \times 100$$

Avec : E : nombre d'extrémités libres.

A : somme des connexions affectées de leur poids.

$$A = 1w + 2x + 3y + 4z$$

Avec w : nombre de connexions de poids 1.

x : nombre de connexions de poids 2.

y : nombre de connexions de poids 3.

z : nombre de connexions de poids 4.

De plus, le bocage des communes sera caractérisé par différents paramètres issues des données de la cartographie :

- linéaire de haie (km) ;
- nombre d'arbres isolés ;
- superficie d'espaces boisés (ha) ;
- superficie en eau (ha) ;
- linéaire des cours d'eau (km).

3.2.2.6. Production des résultats - Cartes réalisées

Pour chaque commune représentative d'une entité paysagère, deux cartes sont réalisées : une carte récapitulative de tous les éléments paysagers cartographiés, et une carte de densité de haie par hectare. Pour une question de visibilité et en raison de leur trop grand nombre, les points de connexion n'ont pas été reportés sur la carte récapitulative.

Pour les deux communes ayant été linéarisées à la fois sur le cadastre napoléonien et sur les photographies aériennes, les cartes suivantes ont été réalisées :

- une carte récapitulative des éléments paysagers actuels ;
- une carte du linéaire total d'après le cadastre napoléonien ;
- une carte de la densité actuelle de haie par hectare ;
- une carte de la densité de haie par hectare d'après le cadastre napoléonien.

3.3. *Limites et biais de la méthodologie*

3.3.1. Echelles

La Bresse bourguignonne, qui s'étale sur près de 1700km², ne représente qu'un petit territoire à l'échelle de la France. Mais, dans notre contexte d'étude, c'est-à-dire la caractérisation des haies bocagères, nous travaillons à une échelle réduite (parcellaire, voire inférieure), et la Bresse devient donc un territoire beaucoup plus vaste et difficile à parcourir dans sa

totalité. Nous avons donc opté pour un échantillonnage de la zone de façon aléatoire et non systématique, comme expliqué dans la méthode. Cependant, nous avons cherché à réduire au maximum l'effet d'échantillonnage, afin d'obtenir toutefois des résultats pertinents.

3.3.2. Echantillonnage

Le choix de travailler avec de grandes entités géographiques nous a contraints d'écarter des communes qui faisaient partie de la même structure paysagère, car elles étaient éloignées de l'entité définie. Dès lors, nous pouvons perdre de l'information concernant ces communes, puisqu'elles n'entreront pas dans le choix de nos communes à investiguer.

Par ailleurs, la formation des entités par rapprochement géographique des communes est subjective. Cependant ces choix sont validés par les pourcentages d'occupation des sols (voir tableau 2).

3.3.3. Cartographie numérique

La cartographie par BD Ortho nous a permis de parcourir très rapidement l'ensemble des quatre communes que nous avons choisi comme référence des entités géographiques du territoire. Cependant, l'appréciation des éléments sur ces photographies aériennes zoomées au 1/1000^{ème} pour nos analyses, reste dans certains cas de figure très délicats. En effet, certains éléments qui s'apparentent à des haies, ne sont en réalité que de simples fossés ou barbelés embroussaillés et inversement.

Ces constatations nous sont apparues lors de nos déplacements sur le terrain, ce que nous avons pu rétablir sur les mailles que nous avons sélectionnées, mais bien évidemment pas sur l'ensemble des quatre communes.

Enfin, la date de parution des Ortho photos peut aussi avoir une incidence sur notre interprétation du bocage, puisque celles-ci datent de 2007, ce qui implique d'éventuels changements au sein du paysage. Nous avons pu constater ceci sur le terrain, avec des coupes à blanc de haies, d'arbres, ou des plantations, ce que nous ne pouvions voir sur les photographies.

3.3.4. Géoréférencement du cadastre napoléonien

Le nombre de points de géoréférencement est faible, ce qui peut entraîner une superposition des cartes imparfaites. De plus, le choix même de ces points est une incertitude car ils sont situés sur les cours des rivières ou les croisements de chemins, qui peuvent bouger dans le temps. Or, nous constatons que les points de référence qui apparaissent dans les deux cartes correspondent bien. Nous obtenons donc un géoréférencement de bonne qualité.

Par ailleurs, en ce qui concerne la donnée quantitative, il faut également prendre en compte le biais de l'opérateur, qui peut oublier un certain nombre de haie. Ainsi, le pourcentage de haies qui ont disparues est approximatif, et doit être considéré simplement comme un ordre d'idée.

3.4. Résultats

3.4.1. Résultats des communes

3.4.1.1. Allériot

Tableau 5: Données cartographiques de la commune de Allériot

Allériot	Surface de la commune (ha)	1353
Paysage actuel (2007) : Sur l'ensemble de la commune	Linéaire de haie actuel (km)	29.3
	Nombres d'arbres isolés	21
	Linéaire de rivière (km)	2.898
	Superficie boisée (ha)	392.2
	Superficie en eau (ha)	11.8
	Indice de linéarité (m/ha)	21.65
	Indice de cohérence (%)	61.41
Paysage actuel (2007) : Sur les mailles d'échantillonnages	Indice de linéarité sur mailles (m/ha)	26
	Indice de cohérence sur mailles (%)	72.09
	Linéaire de haie disparue sur mailles (m)	22
	Nombres d'arbres isolés disparus sur mailles	0
	Superficie déboisée sur mailles (ha)	0

La commune de Allériot est celle retenue pour l'entité géographique forestière. Le linéaire de haie actuel sur la commune de Allériot est de 29,29 km ce qui est faible en vue de la superficie de la commune.

La commune d'Allériot est occupée par une surface boisée importante (28.96%). Cette surface a été calculée avec nos données obtenues à l'aide de la BD Ortho (2007) ; elle est parfaitement cohérente avec la surface boisée donnée par la BD Corine Land Cover (29.96%) (Figure 15).

A l'échelle de la commune (Tableau 5) l'indice de cohérence I(Co) est relativement élevé avec une valeur de 61,41% ce qui nous indique un bon état qualitatif des haies sur la commune de Allériot. L'indice de linéarité I(Li) est quant à lui assez faible avec 21,65 m/ha.

Sur les mailles d'échantillonnages (Tableau 5) l'indice de linéarité est supérieur avec une valeur de 25,9 m/ha ainsi que l'indice de cohérence qui dépasse ici les 70%. Nous constatons

enfin que dans les mailles il n'y a pas eu de destruction de haie depuis 2007 avec un linéaire de haie déboisé de seulement 22,34 mètres soit moins de 1% du linéaire des mailles.

Carte des éléments paysagers de la commune de Allériot d'après la BD Ortho (2007)

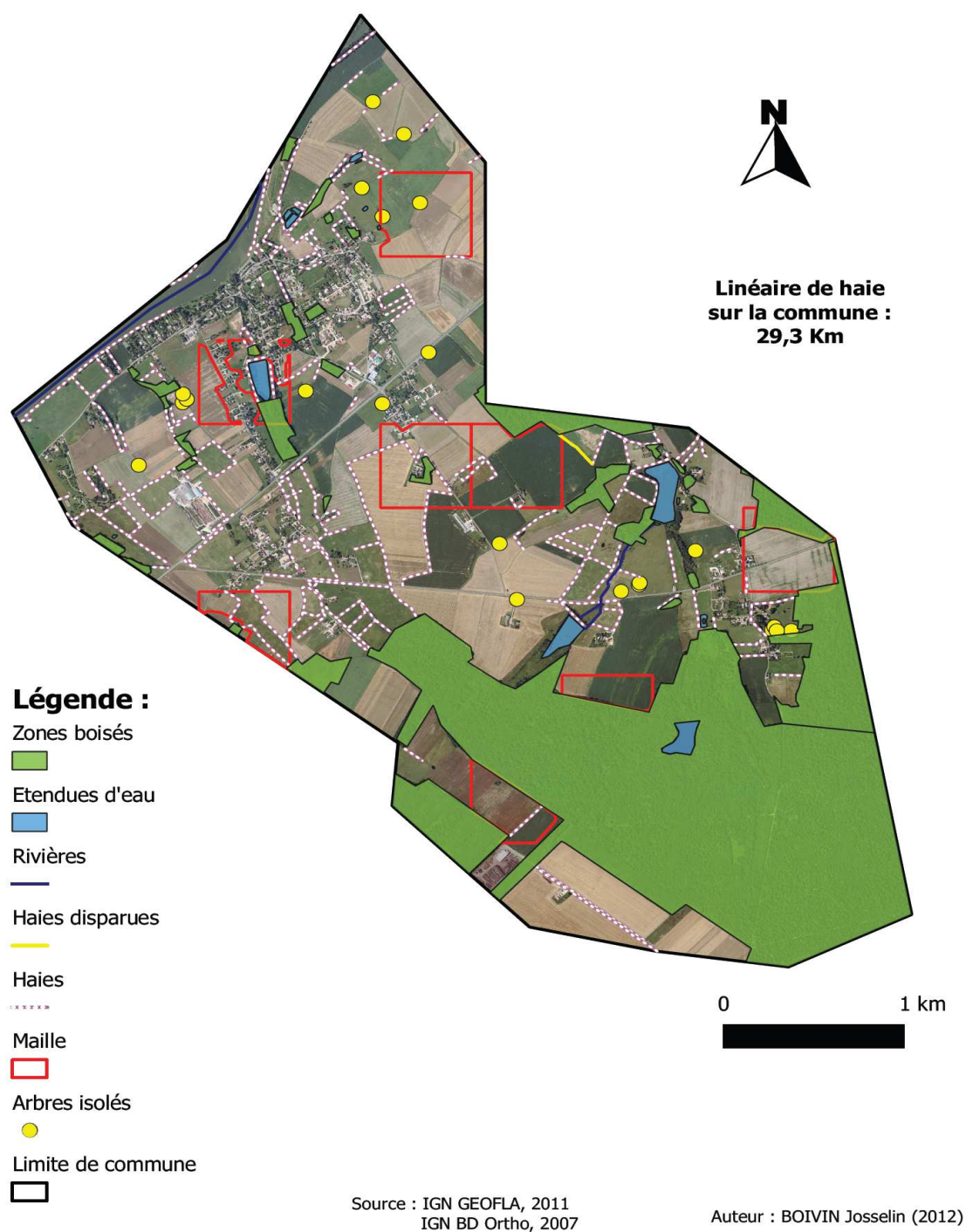


Figure 15: Carte des éléments paysagers de la commune d'Allériot d'après la BD Ortho (2007)

3.4.1.2. Frontenaud

Tableau 6: Données cartographiques de la commune de Frontenaud

Frontenaud	Surface de la commune (ha)	1529
Paysage actuel (2007) : Sur l'ensemble de la commune	Linéaire de haie actuel (km)	95
	Nombres d'arbres isolés	25
	Linéaire de rivière (km)	10.95
	Superficie boisée (ha)	312.7
	Superficie en eau (ha)	7.0
	Indice de linéarité (m/ha)	62.6
	Indice de cohérence (%)	68.5
Paysage actuel (2007) : Sur les mailles d'échantillonnages	Indice de linéarité sur mailles (m/ha)	83.4
	Indice de cohérence sur mailles (%)	64.5
	Linéaire de haie disparue sur mailles (m)	73
	Nombres d'arbres isolés disparus sur mailles	0
	Superficie déboisée sur mailles (ha)	0

La commune de Frontenaud appartient à l'entité paysagère « prairiale » au Sud-Est de la Bresse.

Le linéaire total de haies qui atteint les 95km, nous montre que cette commune possède un réseau bocager important (figure 16).

Nous avons pu comptabiliser sur son territoire, la plus importante densité de haies à l'hectare avec un maximum de 530 m/ha.

De plus, les indices de linéarité (62,6 m/ha) et de cohérence (68,5%) nous montrent que le réseau bocager est structuré car les haies sont fortement connectées entre elles (Tableau 6)

Il apparait aussi une tendance géographique, puisque la densité de haies sur la commune est plus importante au Nord-Ouest (et n'est donc pas répartie de façon homogène), comme nous pouvons le constater sur la carte de densité des haies de la commune de Frontenaud (Annexe 4).

Par ailleurs, les indices que nous avons calculés à la fois pour l'ensemble de la commune, et pour les mailles seules, sont assez proches, ce qui signifie que notre échantillonnage reste cohérent et représentatif.

Cependant, on remarque que l'indice de linéarité est surévalué dans notre échantillonnage, puisque la densité est de 83,4 m/ha, alors qu'elle n'est que de 62,6 m/ha pour la commune totale.

Enfin, nous avons pu constater sur le terrain la disparition d'un linéaire de haie d'environ 70 à 80 mètres dans une des mailles prospectées, par rapport aux données cartographiques IGN BD Ortho de 2007.

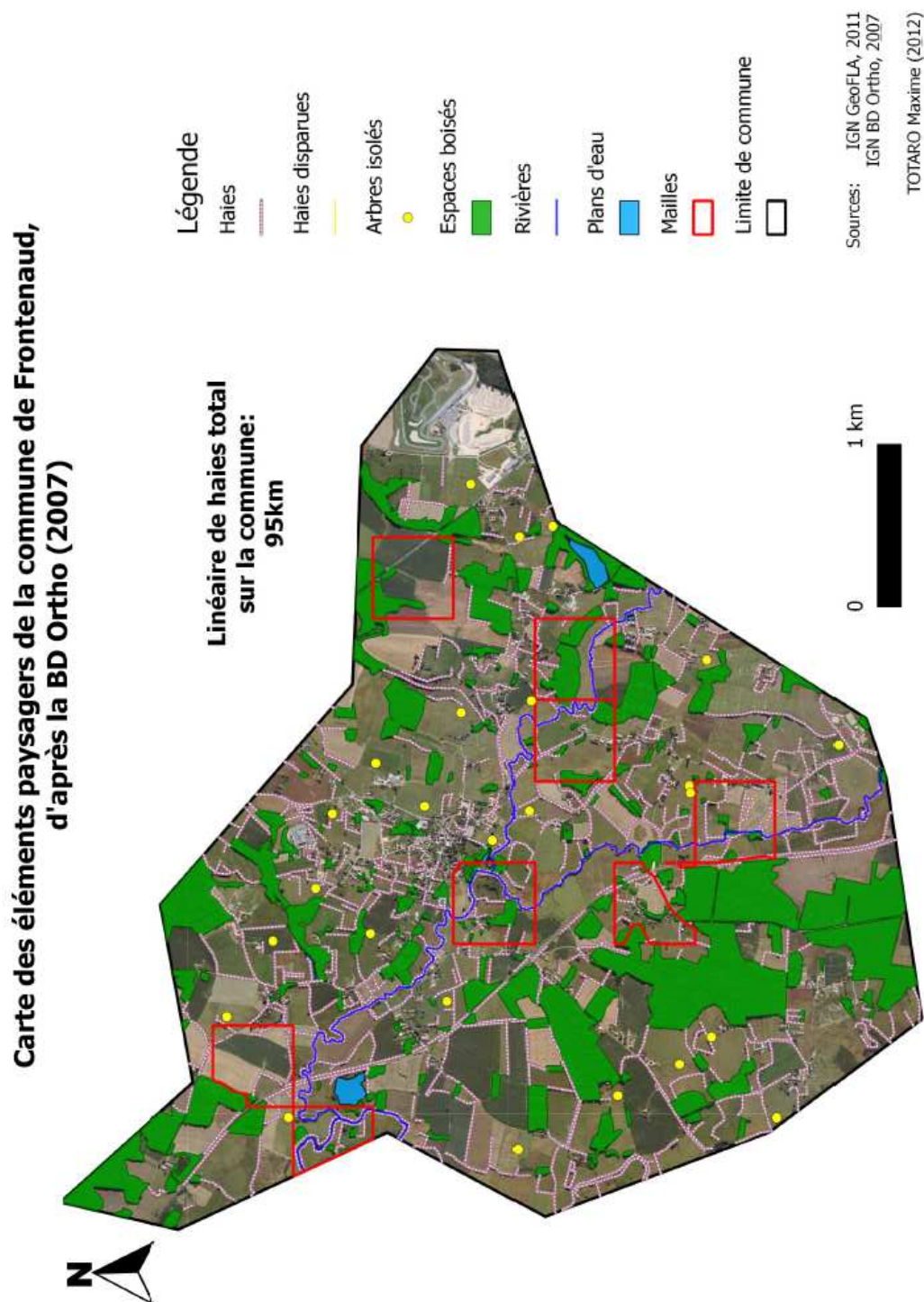


Figure 16: Carte des éléments paysagers de la commune de Frontenaud d'après la BD Ortho (2007)

3.4.1.3. Loisy

Tableau 7 : Données cartographiques de la commune de Loisy

Loisy	Surface de la commune (ha)	1478
Paysage actuel (2007) : Sur l'ensemble de la commune	Linéaire de haie actuel (km)	60
	Nombres d'arbres isolés	44
	Linéaire de rivière (km)	2.5
	Superficie boisée (ha)	415
	Superficie en eau (ha)	1.76
	Indice de linéarité (m/ha)	40.3
	Indice de cohérence (%)	63.3
Paysage actuel (2007) : Sur les mailles d'échantillonnages	Indice de linéarité sur mailles (m/ha)	61.5
	Indice de cohérence sur mailles (%)	57.7
	Linéaire de haie disparue sur mailles (m)	180
	Nombres d'arbres isolés disparus sur mailles	2
	Superficie déboisée sur mailles (ha)	0.34

La commune de Loisy est la commune qui représente notre entité géographique dite mixte (Figure 17) avec un pourcentage de 22,38 % de surface forestière, 25,32 % de surface prairiale et enfin 48,81 % de surface occupée par l'agriculture.

Le pourcentage de surface boisée que nous avons calculé sur Loisy, d'après la BD ORTHO de 2007, est de 28%. Ce dernier étant légèrement supérieur à celui donné par le Corine Land Cover de 2006 est de 22,38%. L'ordre de grandeur reste cependant assez cohérent entre les deux.

Cette commune dite mixte au niveau de son occupation du sol possède un linéaire de haie de 60 km, un indice de linéarité de 40,3 m/ha ainsi qu'un indice de cohérence de 63,3% (voir Tableau 7). Ces données nous permettent de dire que l'abondance de haie sur ce territoire est assez moyenne mais qu'on observe une bonne complexité du réseau de haie.

Pour vérifier que notre échantillonnage était représentatif de la commune, nous avons également calculé ces deux indices sur nos mailles d'investigations. Les indices de cohérence sont assez similaire (+/- 6%) alors que les indices de linéarité divergent légèrement (+/- 20 m/ha).

Nous pouvons donc admettre qu'il y a quelques différences entre les mailles et la commune mais que notre échantillonnage reste représentatif de l'entité géographique.



Figure 17: Carte des éléments paysagers de la commune de Loisy d'après la BD Ortho de 2007

3.4.1.4. Torpes

Tableau 8 : Données cartographiques de la commune de Torpes

Commune de Torpes	Surface de la commune (ha)	1590
Paysage actuel (2007) : Sur l'ensemble de la commune	Linéaire de haie actuel (km)	68
	Nombres d'arbres isolés	67
	Linéaire de rivière (km)	17
	Superficie boisée (ha)	201.9
	Superficie en eau (ha)	15.9
	Indice de linéarité (m/ha)	42.8
	Indice de cohérence (%)	42.8
Paysage actuel (2007) : Sur les mailles d'échantillonnage		
	Indice de linéarité (m/ha)	59.3
	Indice de cohérence (%)	28
	Linéaire de haie disparue (m)	147
	Arbres isolés disparus	0
	Surfaces déboisées (ha)	0

La commune de Torpes est représentative de l'entité géographique culturelle (Figure 18).

Sa surface est occupée à 71,3% par des cultures, 15.6% de prairie et 8.7% de forêts.

La surface boisée mesurée par cartographie est supérieure à la valeur donnée par le Corine Land Cover (12.7% pour 8.7%), ce qui est dû à l'échelle plus fine des photographies aériennes par rapport au Corine Land Cover.

Le linéaire total de la commune de Torpes atteint 68km (Tableau 8) ce qui donne un indice de linéarité de 42.8 m/ha, ce qui est moyen. De plus, l'indice de cohérence est également faible (42.8%). Le bocage de la commune est donc moyennement dense et moyennement connecté.

Au niveau des mailles, l'indice de linéarité monte à 59.3 m/ha mais l'indice de cohérence est plus faible qu'à l'échelle de la commune entière (28%). Le bocage reste donc moyennement dense et mal connecté.

Carte des éléments paysagers de la commune de Torpes, 2007

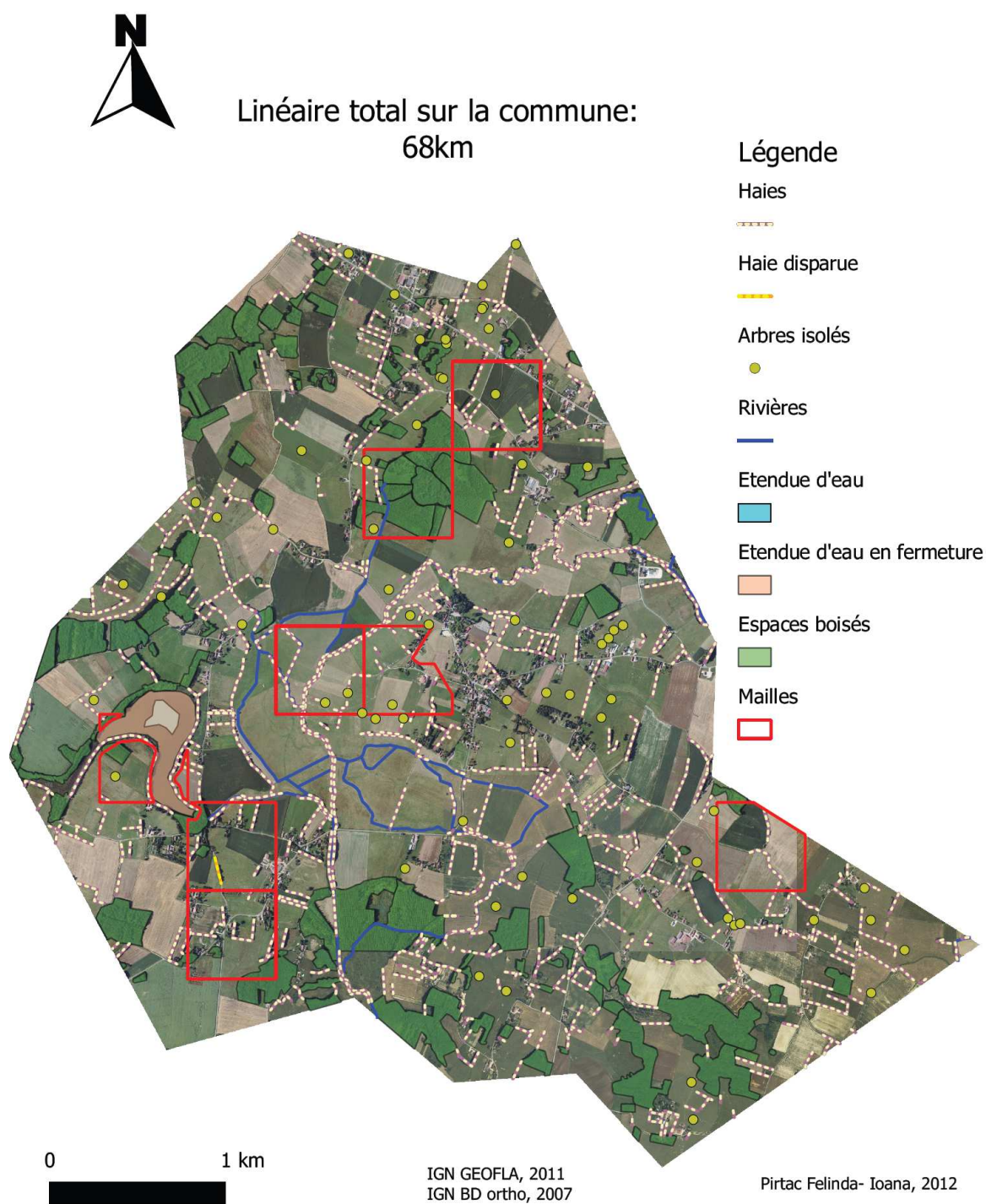


Figure 18: Carte des éléments paysagers de la commune de Torpes, 2007

3.4.1.5. Saint-Martin du Mont

Tableau 9: Données cartographiques de la commune de Saint Martin du mont

Saint Martin du mont	Surface de la commune (ha)	529
Paysage actuel (2007) : Sur l'ensemble de la commune	Linéaire de haie actuel (km)	34.5
	Nombres d'arbres isolés	17
	Linéaire de rivière (km)	2.97
	Superficie boisée (ha)	100
	Superficie en eau (ha)	0.4
	Indice de linéarité (m/ha)	65
Paysage ancien (1824)	Linéaire de haie ancien (km)	64.5
	Indice de linéarité (m/ha)	120

La commune de Saint-Martin du mont appartient à l'entité géographique prairiale (figure 19). Elle a fait l'objet d'une linéarisation de son cadastre napoléonien pour étudier l'évolution historique du linéaire de haie depuis le XIX^{ème} siècle.

Le pourcentage de surface boisée que nous avons calculé sur Saint Martin du mont, d'après la BD Ortho de 2007, est de 18,9%. Ce dernier étant légèrement supérieur à celui donné par le Corine Land Cover de 2006 qui est de 14,6%. L'ordre de grandeur reste cependant assez cohérent entre les deux puisque nous travaillons à une échelle plus fine avec les cartographies aériennes, et donc les forêts sont considérées à partir d'une superficie plus faible.

Cette commune n'a pas fait l'objet d'un échantillonnage car sa superficie était trop réduite pour faire partie de nos communes d'investigations. Elle a cependant été intégrée dans la cartographie des haies sur la base du cadastre Napoléonien (Figure 20).

L'indice de cohérence n'a donc pas été calculé pour cette commune, et la typologie ne prendra pas en compte les données de cette commune.

La commune de Saint-Martin du mont a vu son linéaire de haie fortement diminuer entre la date d'achèvement de son cadastre Napoléonien (1824) et 2007. Ainsi, on observe une diminution de près de 45% du linéaire de haie sur la commune. On passe donc d'une densité moyenne de haie de 120 m / ha en 1824 à 65 m/ha en 2007.

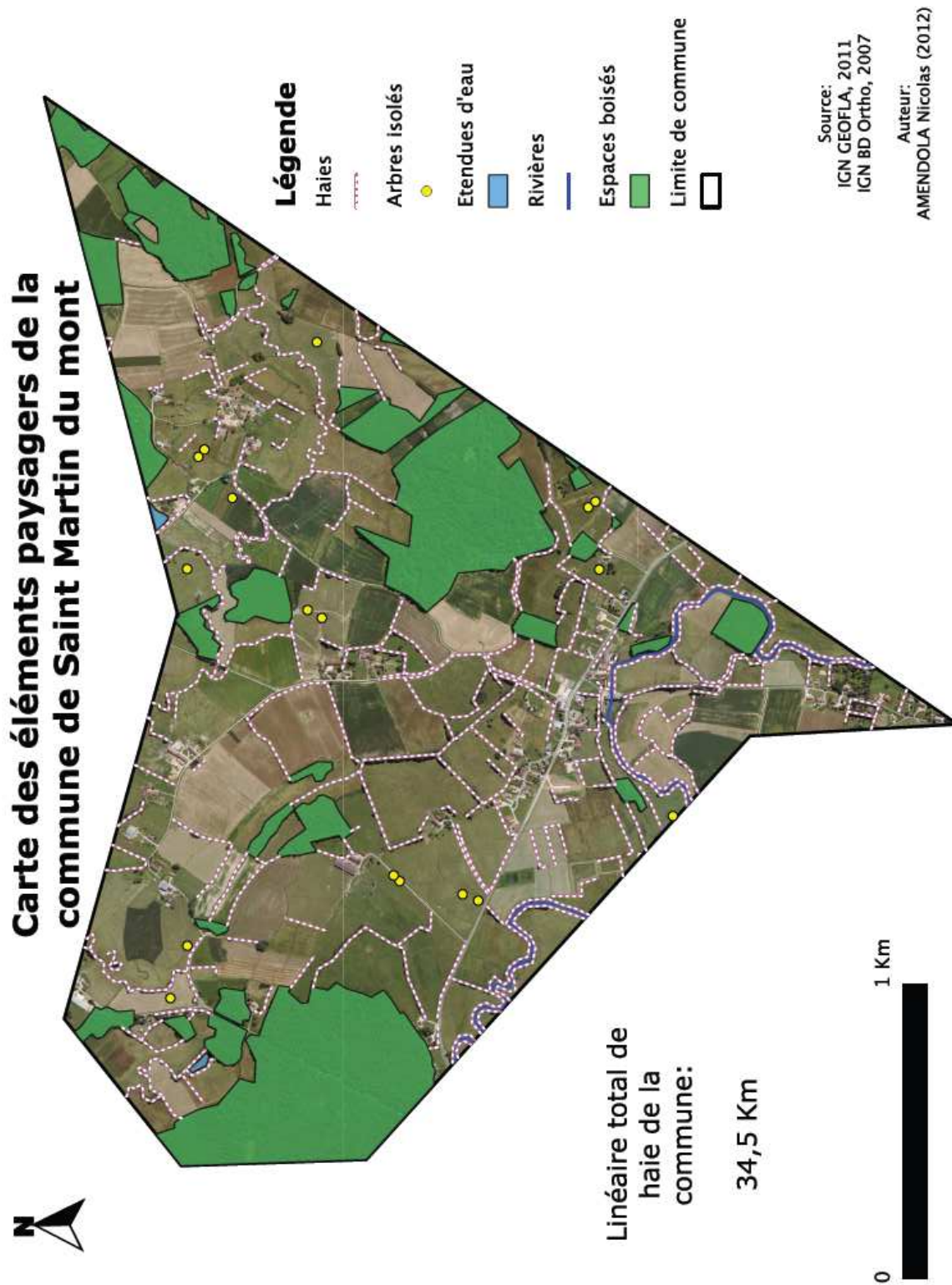


Figure 19: Carte des éléments paysagers de la commune de Torpes d'après la BD Ortho, 2007



Figure 20: Linéaire de haie sur la commune de Saint-Martin du mont d'après le cadastre napoléonien (1824)

3.4.1.6. Saint-Martin en Bresse

Tableau 10: Données cartographiques de la commune de Saint- Martin en Bresse

Saint-Martin en Bresse	Surface de la commune (ha)	3493
Paysage actuel (2007)	Linéaire de haie actuel (km)	87
	Nombres d'arbres isolés	58
	Linéaire de rivière (km)	10.1
	Superficie boisée (ha)	1195
	Superficie en eau (ha)	36.6
	Indice de linéarité (m/ha)	24.9
	Indice de cohérence (%)	68.1
Paysage ancien (1824)	Linéaire de haie ancien (km)	562
	Indice de linéarité (m/ha)	160.9

La commune de Saint-Martin en Bresse appartient à l'entité géographique forestière (Figure 21). Elle a été choisie pour étudier l'évolution du linéaire de haie depuis le XIXème siècle.

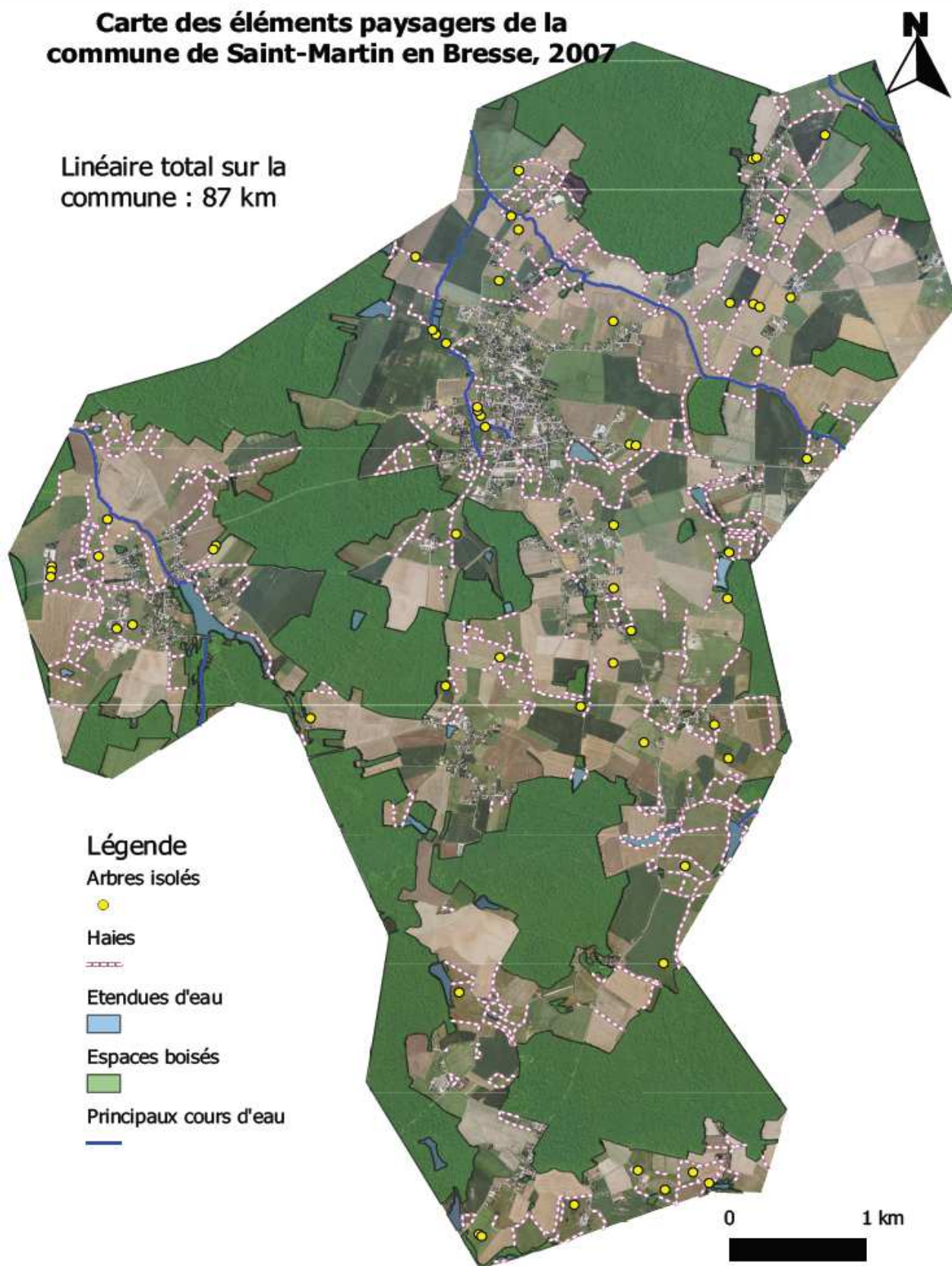
La commune est caractérisée par son fort pourcentage de forêt (quasiment le double de la moyenne pour la Bresse entière. Elle est également culturale puisque la superficie du sol accordée à l'agriculture dépasse également la moyenne des communes de la Bresse entière.

La surface boisée mesurée par cartographie est sensiblement identique à celle donnée par le Corine Land Cover (34.2% pour 32.54%). La légère supériorité de notre valeur correspond à l'échelle plus fine de notre cartographie par rapport au Corine Land Cover.

La commune de Saint-Martin en Bresse a vu son linéaire de haie fortement diminuer entre la date d'achèvement de son cadastre napoléonien (1824) et les photographies aériennes de 2007 (figure 22). Ainsi, on observe une diminution de près de 84.5% du linéaire de haie sur la commune. On passe donc d'une densité moyenne de haie de 160.9m par ha en 1824 à 24.9 m/ha en 2007. Il faut noter tout de même, malgré la forte diminution du linéaire de haie, la bonne cohérence du réseau bocager actuel, puisque l'indice de cohérence du réseau (lié au nombre de haie s'entrecroisant) atteint 68.1% (Tableau 10).

Carte des éléments paysagers de la commune de Saint-Martin en Bresse, 2007

Linéaire total sur la commune : 87 km



Sources :
IGN GEOFLA, 2011
IGN BD Ortho, 2007

BRULEBOIS Etienne, 2012

Figure 21 : Carte des éléments paysagers de la commune de Saint-Martin en Bresse, 2007

Linéaire de haie d'après le cadastre napoléonien Commune de Saint-Martin en Bresse

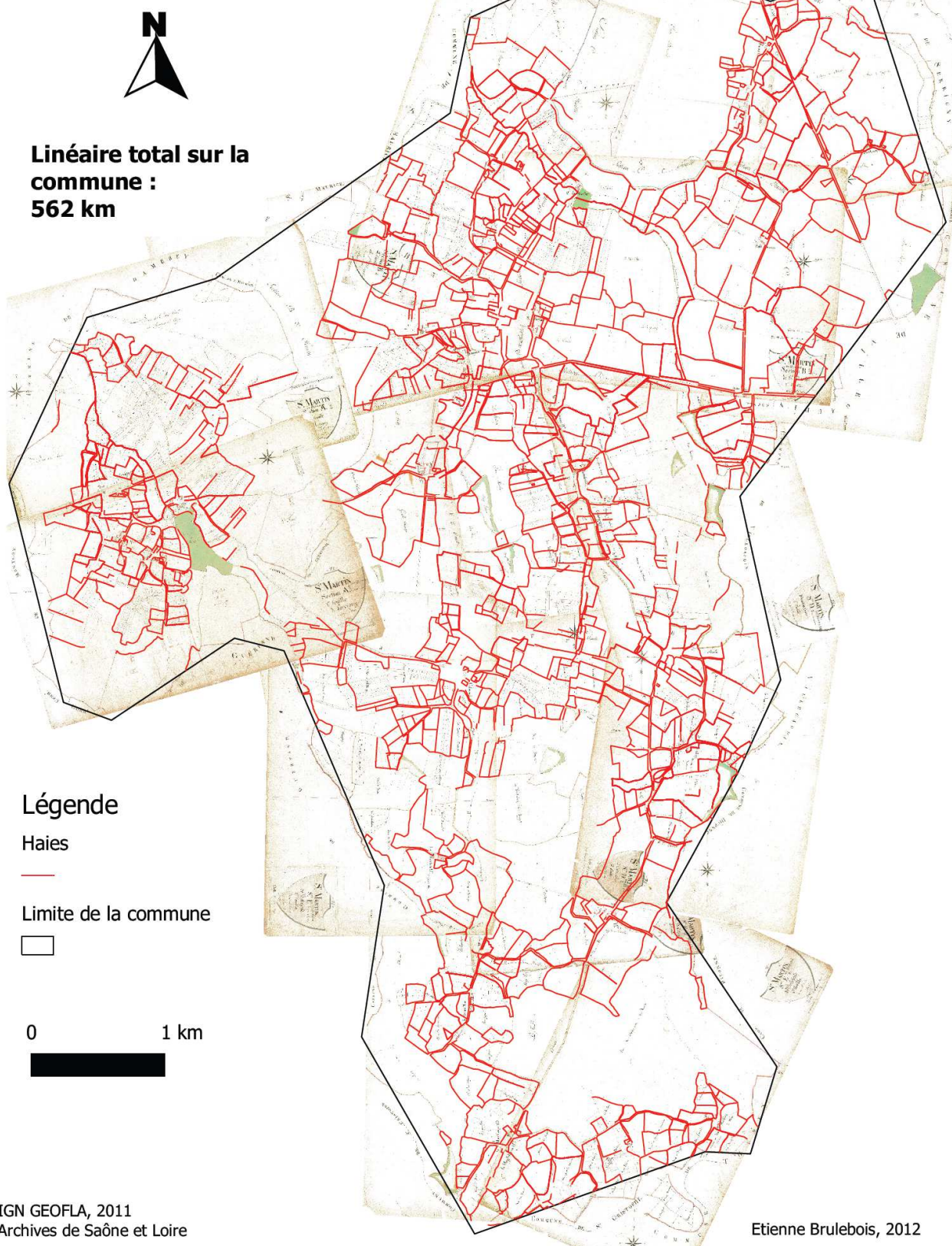


Figure 22 : Linéaire de haies de la commune de Saint-Martin en Bresse d'après le cadastre napoléonien (1824)

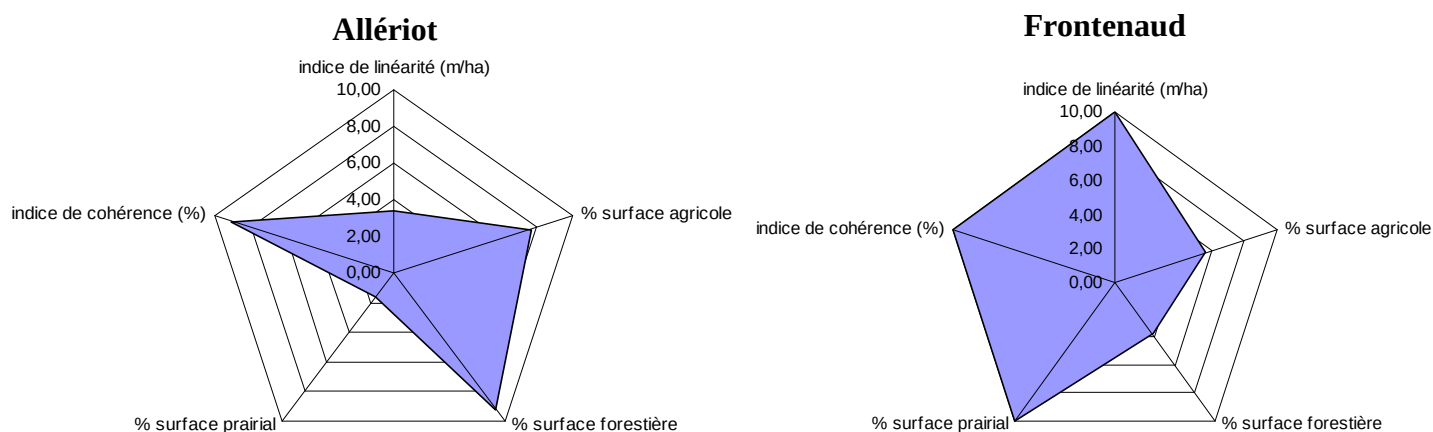
3.4.2. Typologie des bocages

Les valeurs présentes dans le tableau 11 ci-dessous caractérisent les occupations de sol pour les communes étudiées. La somme n'atteint pas 100% car les zones urbaines ont été retirées (ainsi que d'autres occupations en quantité négligeable ou ne rentrant pas dans notre étude : axes routiers, ...).

Tableau 11: Caractéristiques du paysage des communes étudiées

	Allériot	Frontenaud	Loisy	Torpes	S-M du Mont	S-M en B	Moyenne pour la Bresse
indice de linéarité (m/ha)	21.5	62.6	40.3	42,8	65	24.9	x
% surface culturale	54.38	40.22	48.81	71,29	40.6	58.13	53.1
% surface forestière	29.96	12.3	22.38	8,69	14.6	32.54	18.4
% surface prairiale	7.63	45.55	25.32	15,6	44.4	6.72	23.9
indice de cohérence (%)	62.2	68.5	63.3	42,8	X	68.1	X

Afin de comparer les principales caractéristiques du paysage de chaque commune, des graphiques reprenant les indices de cohérence I(Co), de linéarité I(Li) et les pourcentages d'occupations du sol (voir tableau ci-dessus) ont été réalisés. Les valeurs maximales pour chaque caractéristique servent de repère pour la note maximale (10 sur 10), les autres valeurs sont donc pondérées par rapport à cette note. Les résultats sont présentés sur la figure 23.



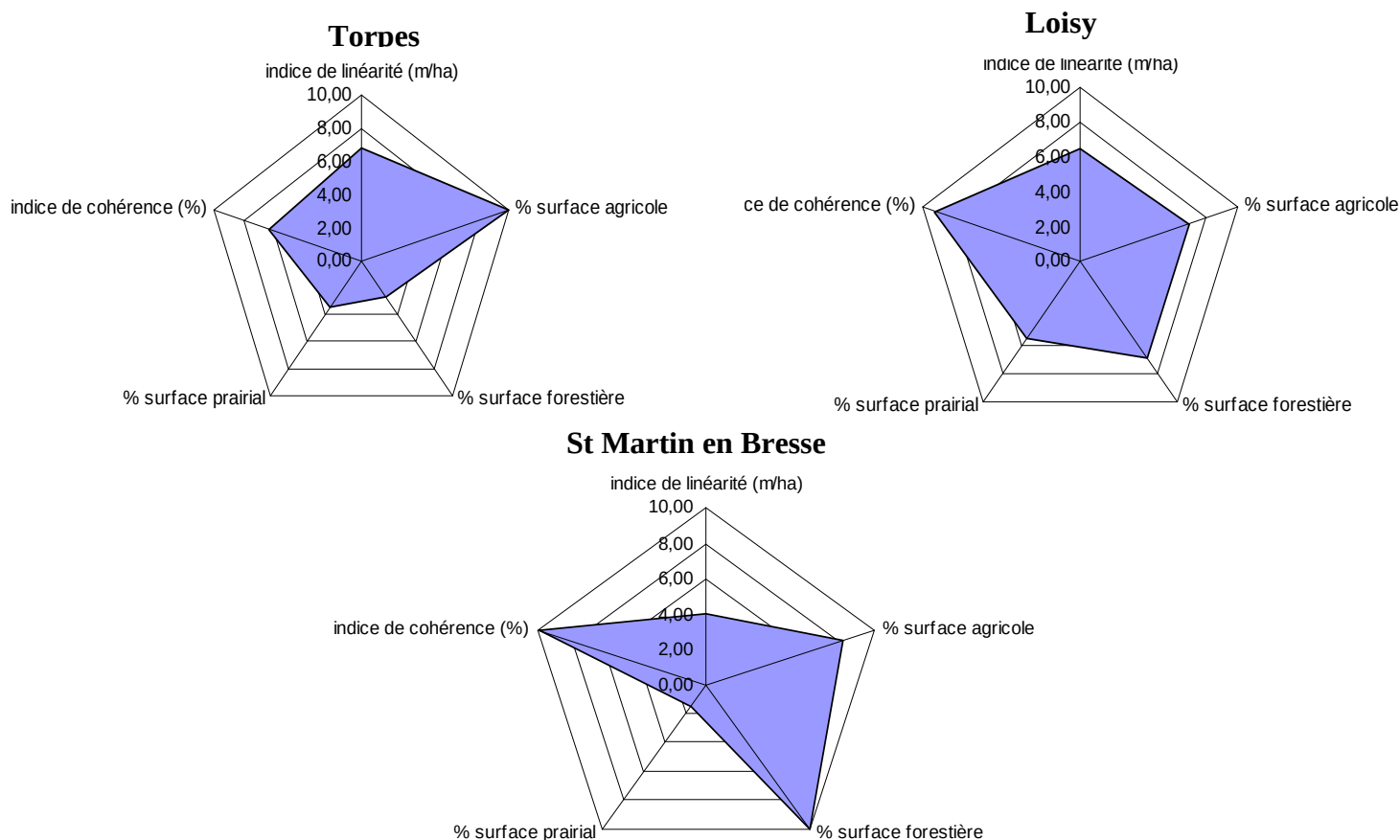


Figure 23: Notes (/10) des principales caractéristiques du paysages

En première observation, nous pouvons remarquer que les 4 communes déterminées pour l'étude présentent un diagramme différent.

Nous observons que la note maximale (10/10) pour chaque surface est accordée à la commune représentative de l'entité géographique en question, et ce malgré un choix de commune dans la moyenne de l'entité déterminé :

- Allériot et Saint Martin en Bresse pour l'entité forestière ;
- Frontenaud pour l'entité prairiale ;
- Loisy pour l'entité mixte.
- Torpes pour l'entité culturelle ;

Nous remarquons que les communes d'Allériot et de Saint-Martin en Bresse présentent une très grande similarité dans leurs caractéristiques. Les notes accordées aux deux communes sont quasi identiques. Cela tend à confirmer la représentativité des communes pour l'entité géographique entière (ici l'entité forestière).

Les communes de l'entité forestière possèdent donc un linéaire peu développé. Le faible nombre de haie présent sur la commune est cependant bien connecté (elles ont la note quasi maximale pour la cohérence du réseau). Cela peut s'expliquer par la dominance du système

forestier au détriment de la surface prairiale (faible nombre de haies). Les haies présentes sont donc concentrées sur les surfaces restantes disponibles (prairiales et culturales).

La commune représentative de l'entité prairiale (Frontenaud) présente la note maximale à la fois pour l'indice de linéarité, de cohérence, et pour la surface prairiale présente sur la commune. La forte connexion du réseau est à corrélérer avec le nombre très important de haie sur la commune. Le linéaire de haie abondant est lui rendu possible par la part importante de surface occupée par les prairies.

Loisy, qui représente l'entité mixte, présente des notes moyennes dans toutes les caractéristiques. Les résultats sont conformes à nos attentes puisque la linéarité est dans la moyenne, et la cohérence du réseau est bonne.

Torpes, commune de l'entité culturale, présente une linéarité proche de celle de Loisy, mais une cohérence plus faible. Cette diminution de connexion entre les haies pourrait être expliquée par la forte surface occupée par les cultures.

La surface culturale a peu été utilisée dans l'interprétation des indices car tous les pourcentages de surfaces sont compris dans une fourchette peu étendue (entre 40 et 60%), à l'exception de Torpes avec 71%. Ce paramètre dépend de la gestion du territoire par les agriculteurs (opposition entre parcelles réduites et parcelles remembrées).

3.5. Conclusion

Ce travail a nécessité l'élaboration d'une méthode peu coûteuse et reproductible à d'autres territoires. La méthodologie SIG a consisté en la simplification du territoire bressan en quatre entités géographiques. Ces dernières ont été sélectionnées à partir d'un seul critère qui était l'occupation des sols de chaque commune (forestier, prairial et cultural). Une entité mixte a regroupé les communes présentant les valeurs moyennes d'occupation des sols pour la Bresse entière.

La détermination des entités géographiques peut sembler subjective, mais la comparaison entre les deux communes de l'entité forestière indique une bonne corrélation et valide les critères de sélection.

Un maillage a été appliqué sur les quatre communes, pour orienter les différents groupes de travail sur les mêmes parcelles (chaque maille sélectionnée aléatoirement a été numérotée entre 1 et 8 de manière aléatoire).

A l'échelle de la commune, les éléments du paysage ont été cartographiés grâce à des photographies aériennes datant de 2007. Le biais dû à l'ancienneté des informations a pu être partiellement corrigé par la prospection sur le terrain.

Le cadastre napoléonien a également été utilisé pour établir une profondeur historique dans l'évolution du linéaire de haie.

Suite à ce travail de cartographie, des cartes récapitulatives des éléments paysagers ont été réalisées et les valeurs entre chaque commune ont été comparées. D'après nos observations sur les typologies des bocages, nous pouvons émettre les conclusions suivantes :

- La bonne connexion des haies, gage de qualité du bocage, est d'autant plus forte lorsque le linéaire est très développé (voir les résultats de Frontenaud).
- Le réseau semble également bien connecté lorsque les surfaces culturales et prairiales restent limitées (voir les résultats de Saint-Martin en Bresse et Allériot).
- Les observations tendent à corrélérer l'abondance des haies avec la surface de prairies (voir les résultats de Frontenaud). A contrario, une surface forestière importante induit un indice de linéarité plus faible. Ces observations sont possibles au vu de la faible variation des surfaces culturales sur l'ensemble des communes étudiées (à l'exception de Torpes).
- De par la diversité du mode de gestion des surfaces culturales, il apparaît difficile de se rendre compte précisément de l'influence de celles-ci sur la qualité du bocage.

- Au point de vue historique, il apparaît un fort pourcentage de diminution du linéaire de haie sur les deux communes étudiées (45% pour Saint-Martin du Mont et 84.5% pour Saint-Martin en Bresse).

Du point de vue de la représentativité de la méthode et de son extrapolation :

- Elle présente des biais dû notamment à l'hétérogénéité du territoire, la précision des outils utilisés et la subjectivité des opérateurs ayant effectué la cartographie. Néanmoins, les résultats observés sont cohérents.
- L'extrapolation à l'échelle de la Bresse bourguignonne reste cependant difficile en termes de résultats absolus, mais les tendances peuvent être raccrochées aux entités géographiques. L'échantillonnage de deux communes par entité permettrait une meilleure corrélation et représentativité des résultats.
- La transférabilité de la méthode SIG (définition d'entités géographiques, échantillonnage de communes, et sous-échantillonnage au sein de ces dernières) est réalisable sur d'autres territoires. Les seuils utilisés doivent cependant être adaptés au territoire prospecté, selon les objectifs de l'étude.

Notre travail s'est donc confiné à la sélection de quatre communes représentatives de chaque entité géographique, et à la mise en place d'une technique de sous-échantillonnage au sein des communes via la sélection aléatoire de 8 mailles numérotées. Les équipes ayant prospecté ces mailles vont pouvoir réaliser une typologie des bocages du territoire de la Bresse bourguignonne en termes d'écologie, d'énergie et d'agriculture.

4. ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES ECOLOGIQUE, ENERGETIQUE ET AGRICOLE

4.1. *Vers une valorisation écologique du bocage de la Bresse bourguignonne*



*BRIVET Xavière
GREGORI Marielle
LAPPRAND Clémence*



*FAURE Sylviane
GUHUR Anthony
PAROIS Marion*

**Master 2 ERE Promo 2012/2013
Tuteur universitaire : FAIVRE Bruno**

Introduction

Les bocages sont des paysages typiques de notre patrimoine. Depuis le moyen âge, ils s'inscrivent dans les espaces agricoles et rendent un certain nombre de services à l'Homme (White, 1990). Ils sont caractérisés par la présence de haies vives qui entourent les parcelles de cultures et de prairies formant des réseaux connectés aux bois, landes ou autres zones incultes (Burel et Baudry, 1999).

Les bocages sont en général étudiés à l'échelle régionale. Toutes les régions de France possèdent plus ou moins de territoires bocagers, qui sont caractérisés suivant différents facteurs.

En 2001, l'OREB (Observatoire Régional de l'Environnement de Bourgogne) a mené une étude sur l'évolution des bocages en Bourgogne et a mis en évidence une régression de moitié du linéaire de haies depuis la fin de la seconde guerre mondiale.

Il est important de considérer les haies comme une valeur d'usage c'est-à-dire comme nécessaire à la vie humaine : la biodiversité fournit de l'oxygène, de la nourriture et une protection contre les aléas environnementaux, mais procure aussi un cadre de vie, contribuant à la liberté de choix et d'action des générations futures (Couvét et Teyssèdre-Couvét, 2010).

Les haies jouent également de grands rôles biologiques, agronomiques, énergétiques et paysagers. La présente étude se concentre uniquement sur leur rôle écologique, se traduisant par la préservation du patrimoine naturel et de la diversité biologique. Cette dernière englobe l'ensemble des espèces de plantes, d'animaux et de micro-organismes ainsi que les écosystèmes et les processus écologiques dont ils sont un des éléments. C'est un terme général qui désigne le degré de variété naturelle incluant à la fois le nombre et la fréquence des écosystèmes, des espèces et des gènes dans un ensemble donné (McNeely, 1990 cité dans Ramade, 2009).

Les haies constituent des liens fonctionnels entre les différents habitats et agissent comme des corridors (Baudry et Merriam, 1988) favorisant le déplacement des espèces. Elles sont donc des éléments essentiels pour le maintien des populations à l'échelle des paysages. Elles peuvent également répondre aux différents besoins fondamentaux des animaux en leur offrant des zones de refuges et de reproduction ainsi que des réserves de nourriture (Arbres et paysages d'Autan, 1999).

D'après le ministère de l'environnement, la structure de la végétation joue un rôle essentiel et la densité des arbres et arbustes permet à des espèces particulières de prospérer. La diversité des haies est un facteur de maintien de la biodiversité.

Bien qu'en Bresse bourguignonne les espèces structurantes des haies ont pour la majorité été sélectionnées par l'homme (Notteghem, 1993), elles se sont aujourd'hui enrichies avec d'autres provenant de parcelles adjacentes. La faune présente au sein des haies découle de cette richesse végétale. Il n'existe cependant pas d'espèce animale spécifique au bocage (Baudry, 2003). Cette faune sera caractéristique de la structure verticale de la végétation, de l'homogénéité des micro-habitats, de la densité et de la complexité des connexions entre les haies au sein des réseaux bocagers et du nombre de plantes hôtes (Notteghem, 1993).

Si des études sont effectuées au niveau national et régional pour développer un intérêt précis du bocage (agronomique, pour la faune cynégétique par exemple), peu de connaissances sont

développées quant aux méthodes de caractérisation des haies et leur niveau de variabilité, en terme de biodiversité notamment.

Dans ce contexte, l'étude a pour finalité d'améliorer l'état des connaissances sur le bocage de la Bresse bourguignonne d'un point de vue écologique. Il s'agit d'une caractérisation des haies de ce territoire afin de rendre compte de leur peuplement végétal en vue d'une valorisation. Ce travail consiste également en l'évaluation de leur intérêt écologique en fonction de leur typologie ainsi que la mise en œuvre d'une méthode pour la cartographier.

Cette étude va permettre de caractériser le bocage Bressan sous forme d'une typologie obtenue suite à la mise en œuvre d'une méthode d'inventaire de la biodiversité.

Dans une première partie nous vous présenterons la méthodologie appliquée pour inventorier la flore des haies, puis nous exposerons les résultats et analyses effectués. Enfin nous discuterons ces résultats et parlerons des limites et perspectives liées à cette étude.

4.1.1. Méthodologie

Site d'étude :

L'échantillonnage a été effectué sur les quatre communes dont le choix a été décrit précédemment par l'étude cartographique (Allériot, Frontenard, Loisy et Torpes). Huit mailles de 500m de côté définies aléatoirement pour chaque commune constituent les zones d'échantillonnage.

Méthodologie de terrain :

Dans le but d'établir une typologie pour caractériser le bocage de la Bresse bourguignonne en vue d'une valorisation écologique, nous avons retenu plusieurs critères à déterminer sur le terrain :

- Caractéristiques physiques des haies : largeur et longueur ;
- Stratification (par estimation des recouvrements de chacune des trois strates) ;
- Richesses spécifiques des haies : flore ;
- Connectivité et fonctions de la haie : occupation des parcelles adjacentes, type connexion, présence de milieux d'intérêt à proximité, ruptures ;
- Informations diverses : présence d'arbres morts et/ou creux, de talus, fossés, clôtures, murets.

Pour relever l'ensemble de ces données, nous avons travaillé à l'aide d'une fiche terrain (Annexe 6). Ce document est inspiré d'une fiche réalisée par le Parc Naturel Régional de Lorraine.

Choix des haies :

A l'intérieur des mailles, nous avons pris en compte l'ensemble des haies présentes (inventaire exhaustif) et toutes celles qui interceptent les limites de la maille (figure 24). Pour ces dernières, nous avons uniquement considéré la partie incluse dans la maille pour s'affranchir de l'effet périmètre. Ce choix permettait d'augmenter le nombre de haies échantillonnées et donc d'améliorer la représentativité au sein de la zone d'échantillonnage.

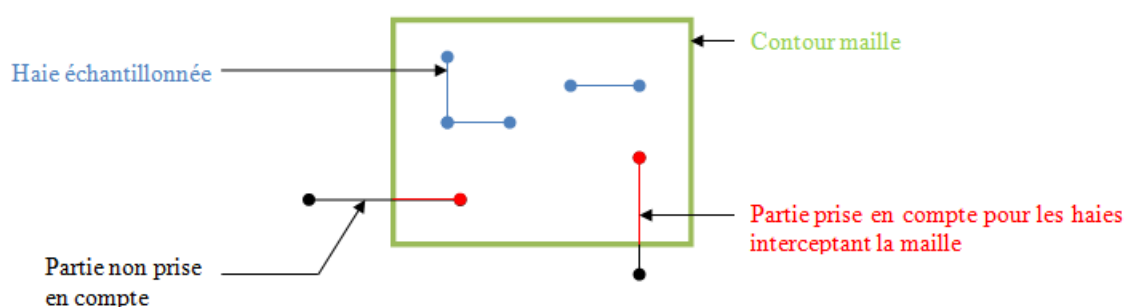


Figure 24: Haies considérées pour l'échantillonnage (en bleu et rouge celles inventoriées)

Dans le cas de haies en réseau, nous déterminons une nouvelle haie à chaque intersection correspondant aux connexions de types « L », « T », « X » ou « U » (figure 25).

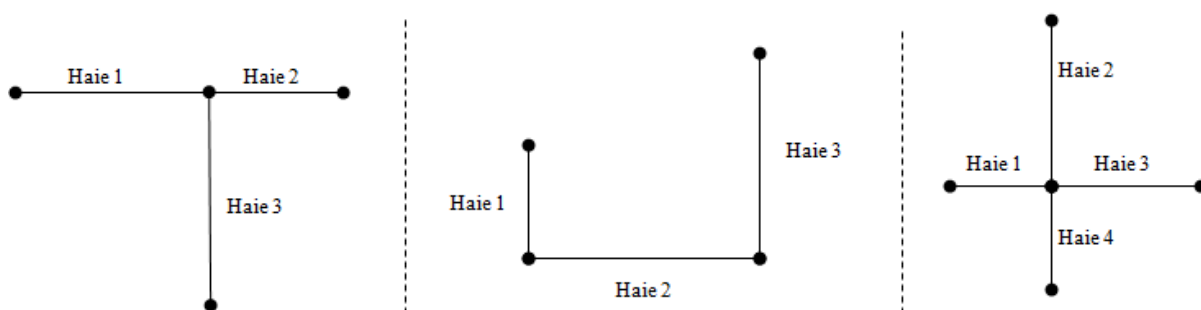


Figure 25: Définition des haies en cas de connexion, exemple pour les connexions « T », « U » et « X » (les points marquent les extrémités des haies)

Par ailleurs, si les interruptions dans une haie sont supérieures à 10 m, nous avons considéré deux haies (DRAAF, 2009).

Les haies inventoriées ont été renommées de la façon suivante : 1^{ère} lettre de la commune et n° de maille_n° de haie (ex : L4_2 = Haie n°2 de la maille 4 de Loisy).

Pour cette étude, nous n'avons pas inventorié les ripisylves. Ces formations végétales, souvent très longues et ininterrompues, se développant au bord des cours d'eau, auraient nécessité un protocole d'échantillonnage adapté. Les espèces associées à cette zone de transition pouvaient aussi entraîner un biais dans l'interprétation des résultats.

Inventaire de la flore :

Le protocole d'inventaire de la flore des haies a été élaboré avec l'appui technique d'experts reconnus dans le domaine de l'environnement : Bruno Faivre (Professeur à l'Université de Bourgogne), François Gillet (Professeur à l'Université de Franche-Comté), Etienne Gaujour (Maître de conférences à Agrosup).

Ce soutien technique a été renforcé par des recherches bibliographiques sur le sujet. Il s'avère qu'aucune méthode standardisée n'existe pour échantillonner des linéaires de haies.

Nous proposons alors un inventaire basé sur la détermination de pourcentages de recouvrement des espèces présentes au sein de la haie. Pour cela, des unités d'échantillonnage appelées quadrats sont définies, dans lesquels les recouvrements spécifiques sont déterminés selon le principe d'abondance-dominance de *Braun-Blanquet* (1952). Dans notre cas, chaque quadrat est défini par trois « sous-quadrats », chacun correspondant à une strate de la végétation (herbacée, arbustive, arborée) (figures 26).

Avec cette même méthode, nous avons aussi relevé sur le terrain le pourcentage de recouvrement de chacune des strates à l'échelle de la haie.

Pour le protocole d'échantillonnage, nous avons pris en compte trois paramètres (figure 27) :

- La **longueur des haies** qui conduit à l'adaptation du nombre de quadrats (unité d'échantillonnage) par haie:
 - 3 quadrats pour les haies de plus de 50 m de long avec 2 situés aux extrémités et 1 au centre,
 - 2 quadrats pour les haies de 30 à 50 m de long avec 1 quadrat à chaque extrémité,
 - 1 quadrat en milieu de haie pour celles inférieures à 30 m de long,

Selon l'usage, au moins trois quadrats sont nécessaires dans l'optique d'un traitement statistique des données (ex : calcul de moyennes). Or dans le cas de haies assez courtes (longueur inférieure à 50 m), si les unités d'échantillonnages sont trop proches les unes de autres il y a un risque d'auto-corrélation spatiale des données (celles-ci ne sont alors plus indépendantes). Nous avons donc choisi de diminuer le nombre de quadrats en fonction de la longueur des haies pour exclure ce biais.

- La **stratification** et la **largeur de la haie** qui mènent à des « sous-quadrats » de taille différente. Leur largeur est dictée par la largeur de la haie. Cette donnée est donc variable selon les haies considérées. Trois niveaux de longueur sont attribués aux sous-quadrats selon la strate considérée.
 - 1 m pour la strate herbacée,
 - 3 m pour la strate arbustive,
 - 5 m pour la strate arborescente,

La longueur des « sous-quadrats » est alors fixe pour toutes les haies.

Avec ce protocole, les quadrats ont une forme rectangulaire. Comme nous déterminons des pourcentages de recouvrement, les variations de surface de ces unités d'échantillonnage entre les différentes haies ne posent pas de problème. Nous n'avons pas pu mettre en place des quadrats carrés de surface identique pour toutes les haies de façon à pouvoir prendre en compte les différences de largeur.

- L'**effet bordure** qui détermine en partie l'emplacement des quadrats. Nous avons retiré 10 % à la largeur de haie de chaque côté des quadrats et 7 m à chaque extrémité de haies. Ainsi, nous éliminons le risque d'inventorier des espèces (essentiellement herbacées) qui ne sont pas inféodées à la haie.

Le protocole d'échantillonnage complet est repris dans la figure suivante.

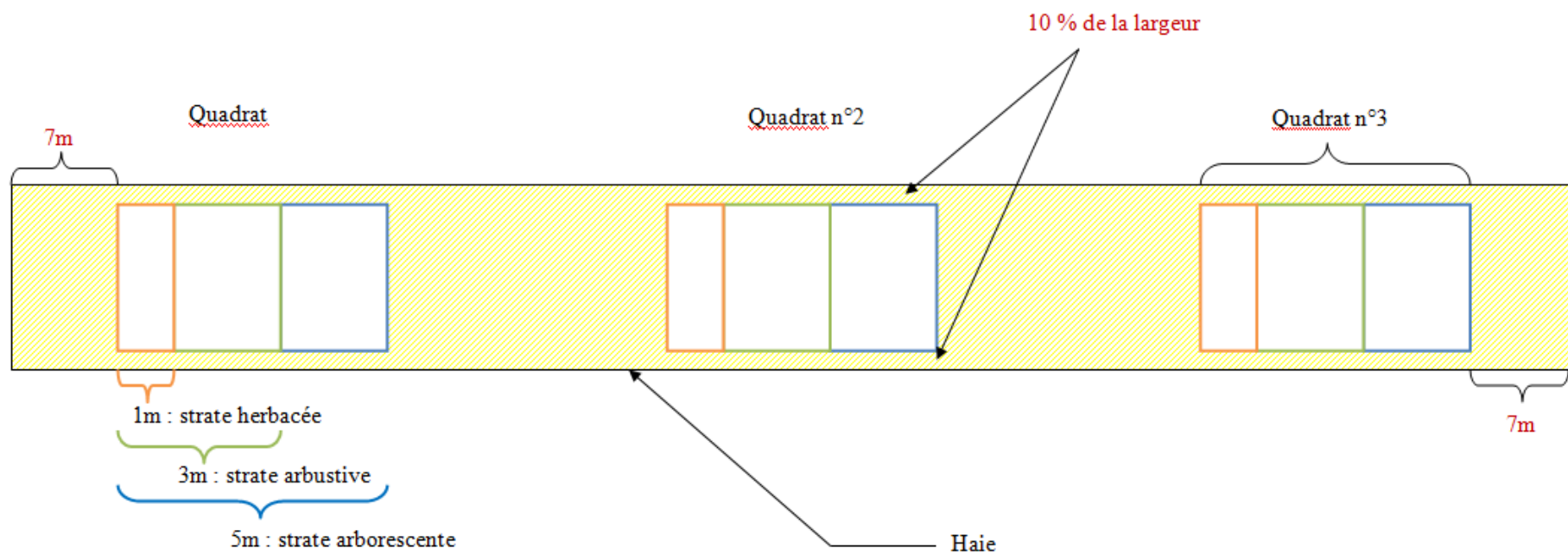


Figure 26: Protocole d'inventaire de la flore pour une haie de plus de 50 m (le rectangle rempli en jaune représente la haie, ceux aux contours orange, verts et bleus sont les « sous-quadrats »)

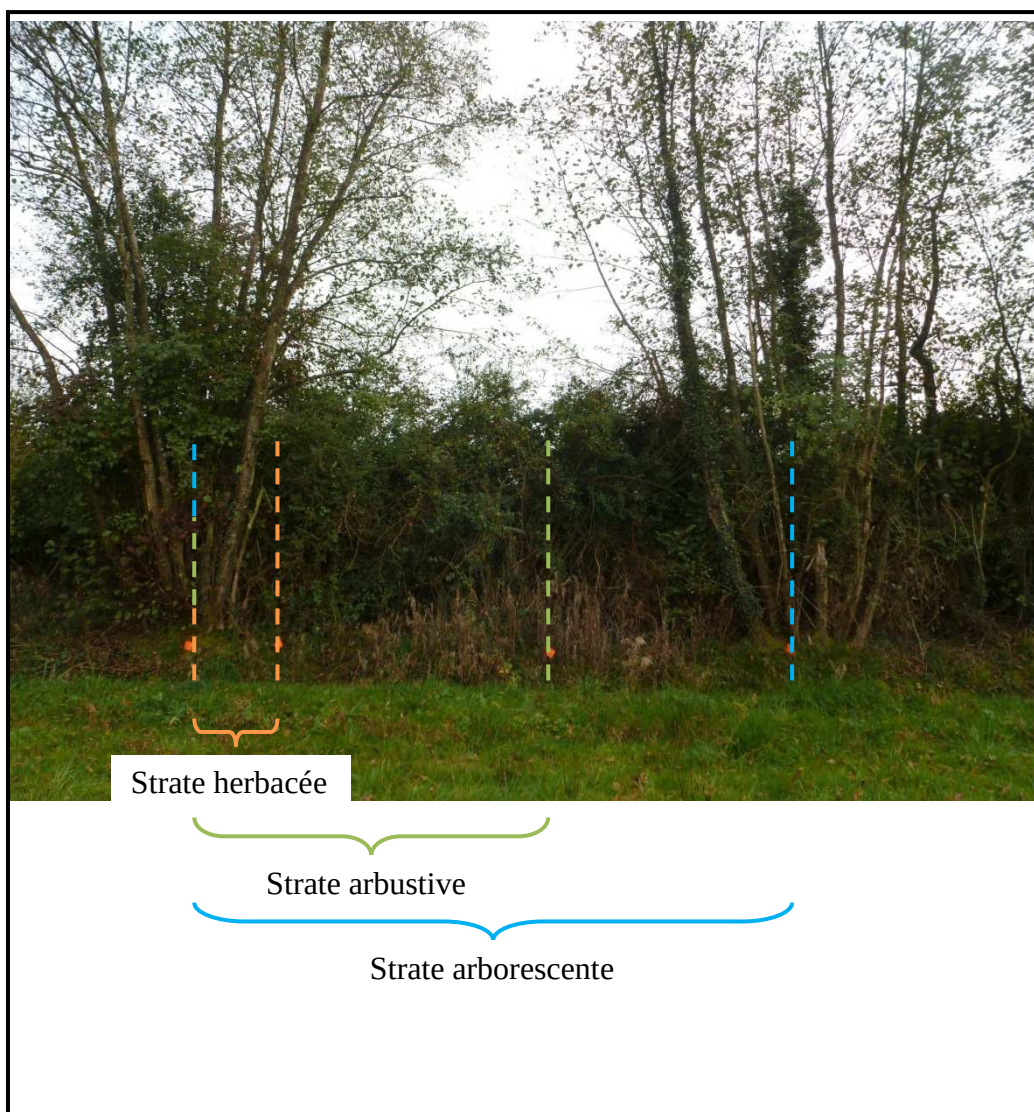


Figure 27: Mise en place du protocole d'échantillonnage de la flore pour la haie n°13 de la maille 2 à Frontenaud (les traits en pointillés marquent la limite des « sous-quadrats »)

La détermination jusqu'à l'espèce a été possible pour la quasi-totalité des arbres et arbustes. Dans certains cas, nous avons seulement pu identifier le genre. Cette remarque est d'autant plus vraie pour les herbacées.

Pour chaque haie, nous obtenons donc le pourcentage de recouvrement des espèces arborées, arbustives et herbacées dans chacun des quadrats (Tableau 12).

Tableau 12: Exemple des relevés de pourcentage de recouvrement des espèces arborescentes pour trois haies de la maille 4 de Loisy (Q1, Q2 et Q3 correspondent aux numéros de quadrat dans chaque haie)

	Maille 4					
LOISY	haie n°9	haie n°17		haie n°13		
Longueur haie	16 m (< 30 m)	48 m (> 30 m et < 50 m)		139 m (> 50 m)		
Espèces	Q1	Q1	Q2	Q1	Q2	Q3
Arborescentes						
Charme		50	60	50		
Frêne commun		50	40		100	90
Erable champêtre	100			50		10

Bilan chiffré des mailles et haies prospectées :

A l'issue de l'élaboration du protocole présenté ci-avant et suite à la phase terrain effectuée du 22 au 26 octobre 2012 nous avons prospecté au total 103 haies sur 20 mailles et réalisé 257 quadrats (Tableau 13) :

Tableau 13: Bilan chiffré des « inventaires écologiques »

Communes	Nombre de mailles	Nombre de haies	Nombre de quadrats
Torpes	4	15	37
Allériot	8	11	32
Frontenaud	4	29	61
Loisy	4	48	127
TOTAL	20	103	257

Inventaire de la faune :

L'inventaire de la faune nécessite la mise en œuvre de protocoles spécifiques pour chaque taxon (insectes, oiseaux, mammifères,...). Compte tenu du temps imparti pour réaliser l'étude et d'une période défavorable (octobre), nous nous sommes contentés d'effectuer des relevés ponctuels. Les informations collectées concernent :

- les indices de présence de la faune dans les haies : nids, terriers, tumulus, passages ou fecès,
- les observations : oiseaux, insectes, arachnides, gastéropodes, mammifères présents dans la haie ou à l'échelle du bocage.

Traitement des données :

Au préalable, une représentation graphique des différentes données a été réalisée sous Excel. L'ensemble de l'analyse des données a été effectué sous le logiciel R.

Stratification des haies :

Le recouvrement de la strate arborescente et de la strate arbustive des haies a été comparé sur chaque commune grâce à un test de Wilcoxon, Mann et Whitney, les données ayant été considérées comme indépendantes.

Richesse spécifique moyenne :

Afin de tester des différences de richesses spécifiques de chaque haie entre communes, un test de Kruskal Wallis suivi d'un test de comparaisons multiples a été effectué à l'aide du package « pgirmess » (fonction « kruskalmc »).

Abondance relative des espèces végétales et mise au point d'une typologie :

L'abondance des espèces d'arbres et d'arbustes, reliée à la commune, a été représentée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) qui permet de rendre compte des espèces associées à l'échelle de la commune. L'AFC a été réalisée en utilisant le package « FactoMineR » (fonction « CA »).

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) traitant des recouvrements spécifiques au sein des haies a permis de visualiser les haies qui se ressemblent en termes de composition végétale et donc d'établir une typologie du bocage de la Bresse bourguignonne en fonction des groupes de haies qui se distinguent.

Ces travaux ont été réalisés après avoir calculé les pourcentages de recouvrement moyen de chaque espèce arborescente et arbustive à l'échelle de la haie (moyenne des pourcentages de recouvrement des trois quadrats).

Analyse de la méthode :

Afin de visualiser la contribution d'une maille à l'ensemble des données sur chaque commune, des courbes de richesse cumulée en fonction de l'effort d'échantillonnage ont été constituées sous Excel.

Représentation cartographique :

Cette étape est réalisée à partir des BD_ORTHO de l'IGN. Il s'agit des photographies aériennes de la zone d'étude, prises en 2008. L'ensemble du travail est réalisé sous le système de projection Lambert 93.

Les haies échantillonnées sont dans un premier temps numérisées sous le logiciel SIG Quantum GIS version 1.8. Pour cela, une couche shapefile de type ligne est créée pour chaque ville avec 2 attributs :

- ID, de type string et de longueur 80,
- Type, de type string et de longueur 1.

Lorsqu'une haie est linéarisée (représentée sous forme de vecteur), la table attributaire correspondante est immédiatement complétée. Son nom est renseigné dans le champ ID et le type (de « A » à « L » ainsi que « Z » (atypique) le cas échéant) est inscrit dans le champ portant le même nom.

Afin de pouvoir indiquer sur la représentation cartographique à quel type appartient chaque haie, une analyse thématique est réalisée en choisissant l'affichage catégorisé à partir de la colonne type.

Il a été décidé de faire apparaître deux autres informations sur cette représentation cartographique : les mares et la présence d'arbres morts.

Deux nouveaux shapefiles de type point sont alors créés avec un seul attribut (ID de type string et de longueur 10) dans lequel sera renseigné le nom de la maille concernée pour ce qui est des mares et le numéro de la haie pour ce qui concerne les arbres morts.

4.1.2. Résultats

4.1.2.1. Stratification des haies

La commune d'Allériot montre des haies dont la strate arbustive domine par rapport à la strate arborescente (test de Wilcoxon, Mann et Whitney, $p=0.00053$). A l'inverse, la commune de Frontenaud présente une strate arborescente plus importante que l'arbustive (test de Wilcoxon, Mann et Whitney, $p=0.001$). Sur les communes de Loisy et Torpes, aucune différence significative n'a été décelée (Figure 28).

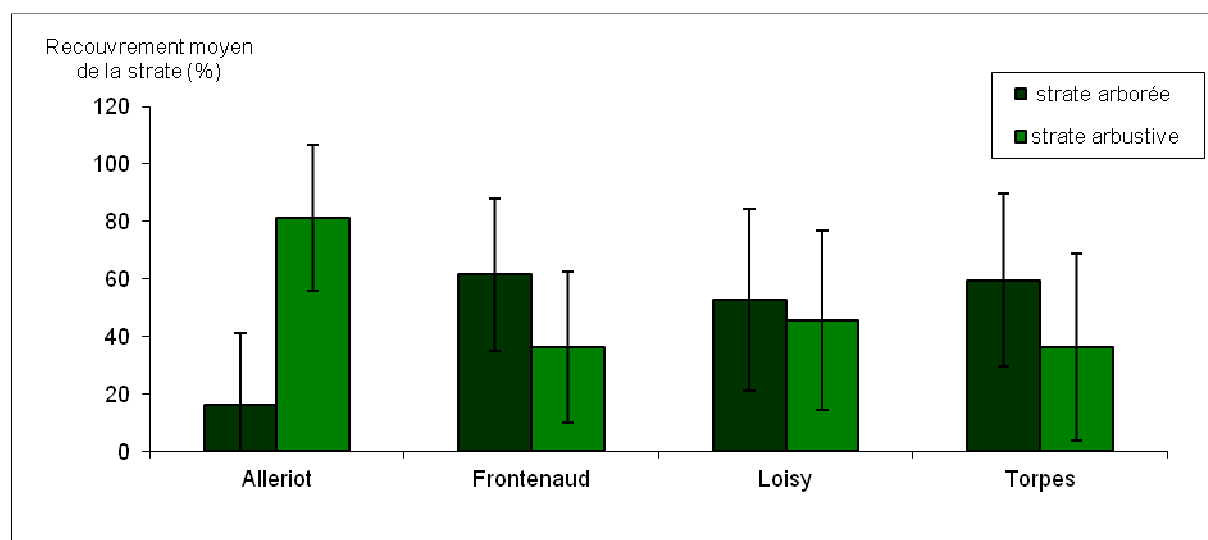


Figure 28: Recouvrement moyen (%) des strates arborescente et arbustive au sein des haies de chaque commune (les barres d'erreurs sont les écarts-types (N=103)).

A Allériot, nous notons une proportion plus forte de 36,4% de haies monostratifiées de type « arbustive ». A Frontenaud, l'ensemble des 29 haies échantillonnées ont au minimum deux strates. Le type « arborescente + arbustive » domine à 65.5 %. Le même constat est fait sur Loisy et Torpes avec en plus une proportion non négligeable de haies à 3 strates. Globalement, sur l'ensemble des haies prospectées, une majorité (58.3 %) a deux strates « arborescente + arbustive ». Environ 1/3 présentent 3 strates (Tableau 14). Les figures 29 et 30 représentent deux types de haies qui ont été rencontrées lors de la prospection terrain.

Tableau 14: Stratification des haies par commune (arbu : strate arbustive ; arbo : strate arborescente ; herb : strate herbacée)

	1 strate		2 strates						3 strates		
	arbu (nb)	arbu (%)	arbo+arbu (nb)	arbo+arbu (%)	arbo+herb (nb)	arbo+herb (%)	arbu+herb (nb)	arbu+herb (%)	nb	%	TOTAL
Allériot	4	36,4	3	27,3	0	0	2	18,2	2	18,2	11
Frontenaud	0	0	19	65,5	2	6,9	1	3,4	7	24,1	29
Loisy	1	2,1	31	64,6	0	0	0	0,0	16	33,3	48
Torpes	0	0	7	46,7	1	6,67	0	0,0	7	46,7	15
TOTAL	5	4,9	60	58,3	3	2,9	3	2,9	32	31,1	103



Figure 30: Exemple de haie arbustive à Alleriot



Figure 29: Exemple de haie à 3 strates à Torpes

4.1.2.2. Richesses spécifiques

Il peut être observé que la commune de Loisy présente les richesses spécifiques absolues les plus élevées en espèces d'arbres et d'herbacées. Par ailleurs, le nombre d'espèces d'arbustes semble relativement constant d'une commune à l'autre (Figure 31).

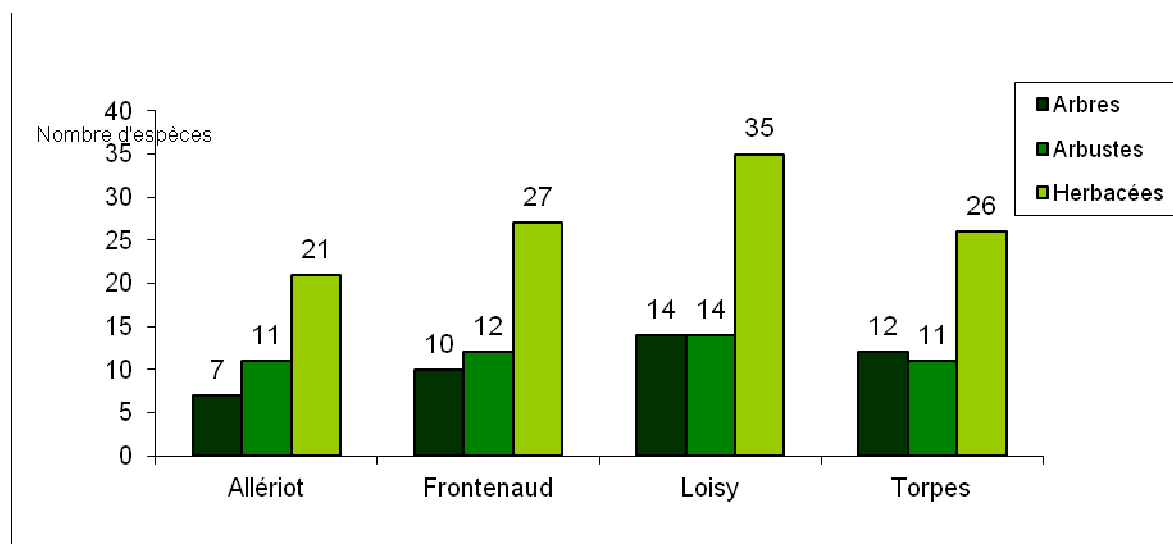


Figure 31: Richesse absolue des espèces composant les strates arborescente, arbustive et herbacée au sein des 4 communes étudiées.

La commune de Loisy présente une richesse moyenne d'espèces d'arbres par haie supérieure à celle de la commune d'Allériot (test de Kruskal et Wallis suivi d'un test de comparaisons

multiples, $p=0.05$). Aucune autre différence sur ce paramètre n'a été mise en évidence (Figure 32).

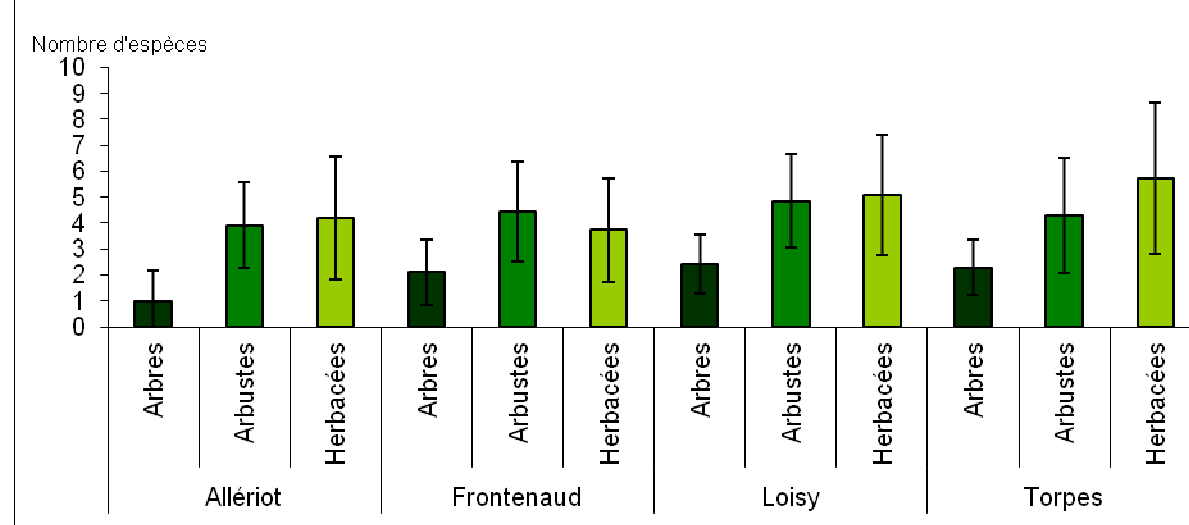


Figure 32: Richesse spécifique moyenne par haie pour les différentes strates et par commune (les barres d'erreur sont les écarts-types).

Afin de tester si les richesses spécifiques absolues observées sur la commune de Loisy (commune où le plus grand nombre de haies a été échantillonné) sont a priori maximales, une courbe de richesse cumulée en fonction de l'effort d'échantillonnage a été réalisée (Figure 33). Le nombre d'espèces d'arbres et d'arbustes rencontrés semble se stabiliser à partir de 24 haies échantillonnées, de même que le nombre d'espèces d'herbacées, qui se stabilise à partir de 39 haies. Nous faisons l'hypothèse que la richesse spécifique mesurée approche la richesse réelle. La formation de plateaux intermédiaires sur les courbes ne nous permet pas d'affirmer nos constatations.

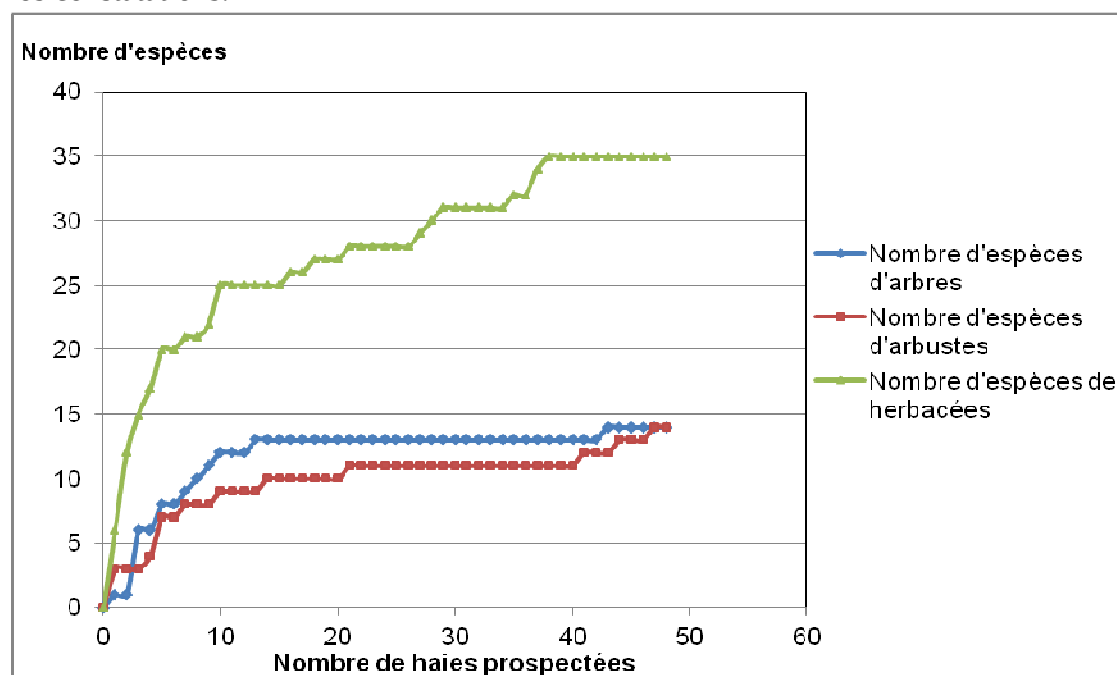


Figure 33: Richesse spécifique cumulée par strate selon le nombre de haies prospectée sur la commune de Loisy

4.1.2.3. Données écologiques

Il peut être constaté qu'une majorité des haies échantillonnées (48,51%) se localisent à plus de 100 m d'un milieu dit « d'intérêt écologique » (autre que la haie), tel qu'une zone humide, ou un bosquet (Figure 34).

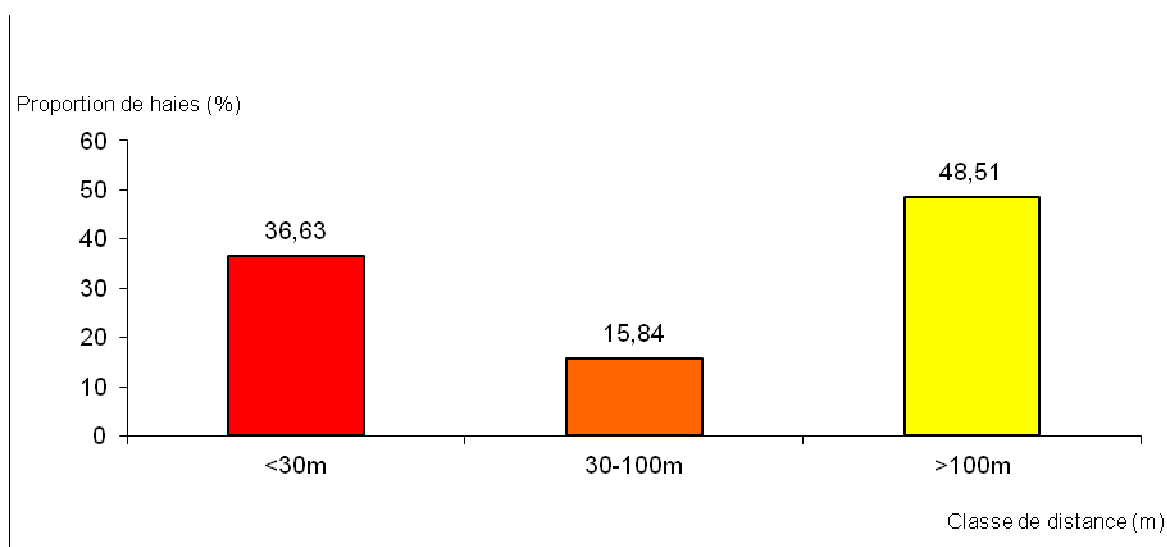


Figure 34: Représentation du nombre de haies (en proportion) appartenant à chaque classe de distance à un milieu d'intérêt

Par ailleurs, 51% des haies échantillonnées présentent en leur sein des arbres morts, 22.77% des arbres creux et 63.1% du lierre. Au total 53.23% des haies inventoriées prennent place sur un talus ou bordent un fossé. Une proportion considérable (42.57%) se situe tout de même le long d'un fossé (de drainage).

De plus, sur l'ensemble de l'échantillonnage, neuf « types » de haies en termes de structure physique transversale ont été observés. Les types majoritairement rencontrés sont « arbre+arbuste+fossé » et « arbres+arbustes », avec tous deux 34.37% des haies échantillonnées (Figure 33). Aussi, la majorité des haies observées ont une structure multi stratifiée (85.42% de l'échantillon).



Figure 35: Arbre creux à Frontenaud

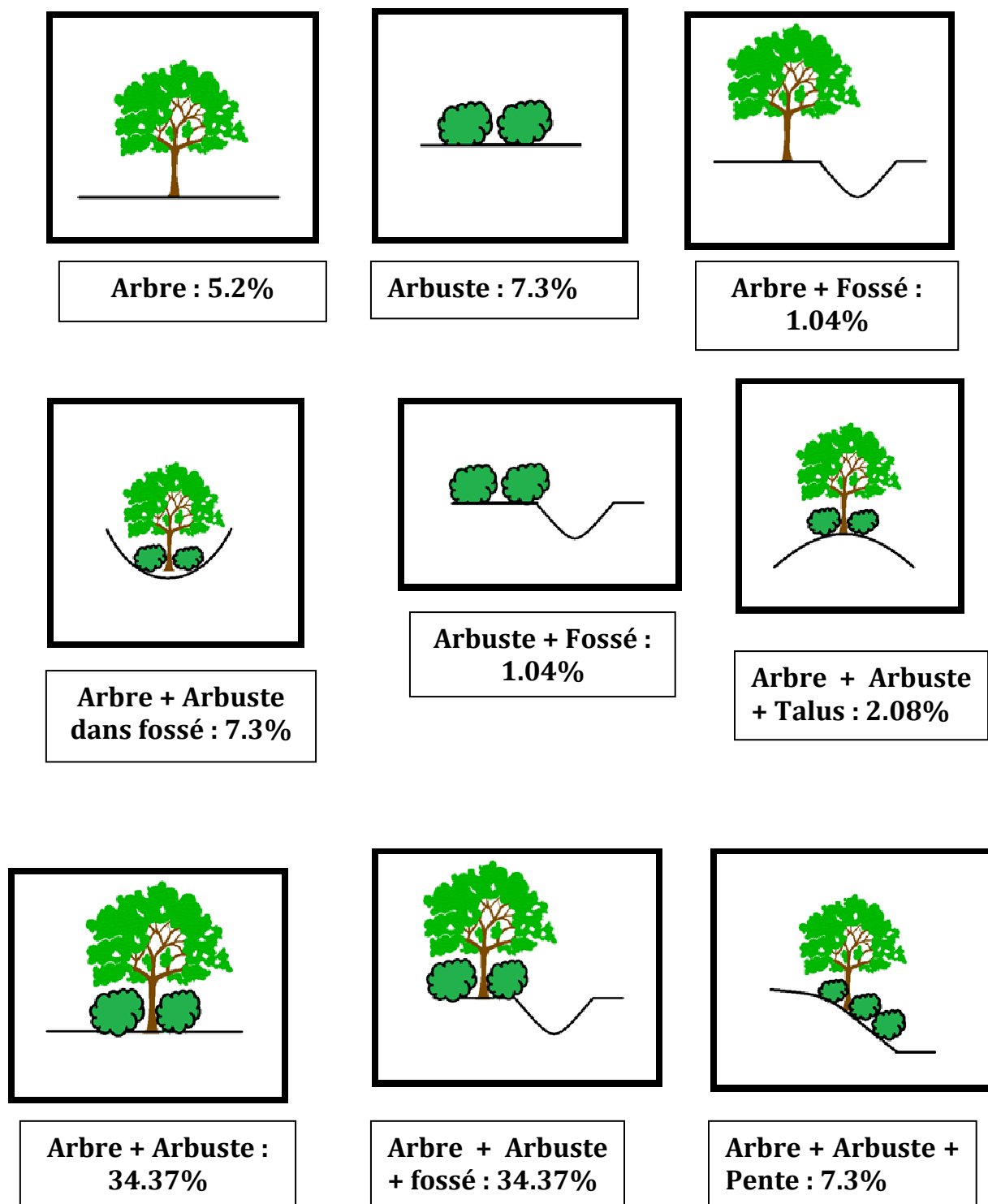


Figure 36: Représentation schématique des différentes structures transversales observées sur les haies échantillonnées, ainsi que la proportion de haies concernées.

En ce qui concerne la connectivité des haies, plusieurs types de connexions ont été observés : en « L », en « T », en « U », en « Z » et les linéaires interrompus. D'une manière générale, la connexion en « L » semble la plus représentée avec 37.62% des haies échantillonnées (Figure 37). Les connexions « T » et « U » ont une proportion de 33%. Les connexions complexes (en « Z » ou « X ») sont soit anecdotiques soit absentes de l'échantillonnage. Une part non négligeable de haies (environ 27%) ne présente pas de connexion.

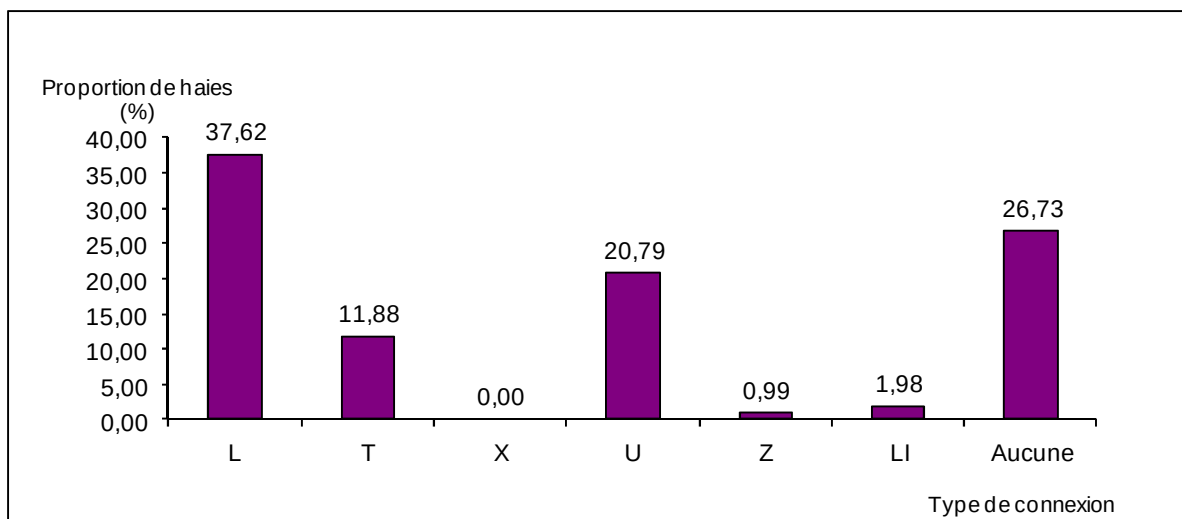


Figure 37: Répartition des haies échantillonnées dans différentes catégories de connexions : L, T, X, U, Z, LI (Linéaire Interrompu) et Aucune.

4.1.2.4. Recouvrement des espèces d'arbres

Le recouvrement des espèces d'arbres présente une forte variabilité intra et inter-communes. Le frêne élevé semble être l'espèce dominante à Loisy et Torpes, et semble en co-dominance avec l'aulne à Frontenaud (Figure 38).

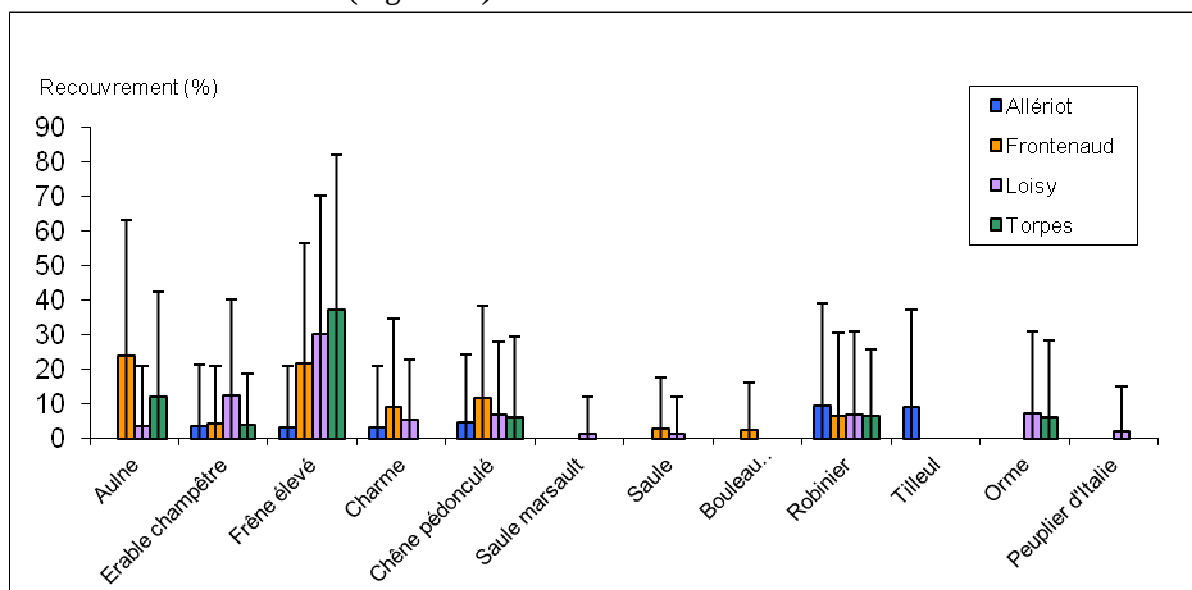


Figure 38: Recouvrement moyen de chaque espèce d'arbre au sein de chaque commune étudiée (les barres d'erreur sont les écarts-types)

L'analyse factorielle des correspondances montre que Loisy, Torpes et Frontenaud sont très proches le long de l'axe 1. Toutefois, Frontenaud semble être caractérisée par la présence d'aulne et de saule, tandis que Loisy et Torpes se distinguent par la présence de frêne élevé et d'érable champêtre. La commune d'Allériot est très éloignée des trois autres sur l'axe 1 (Figure 39).

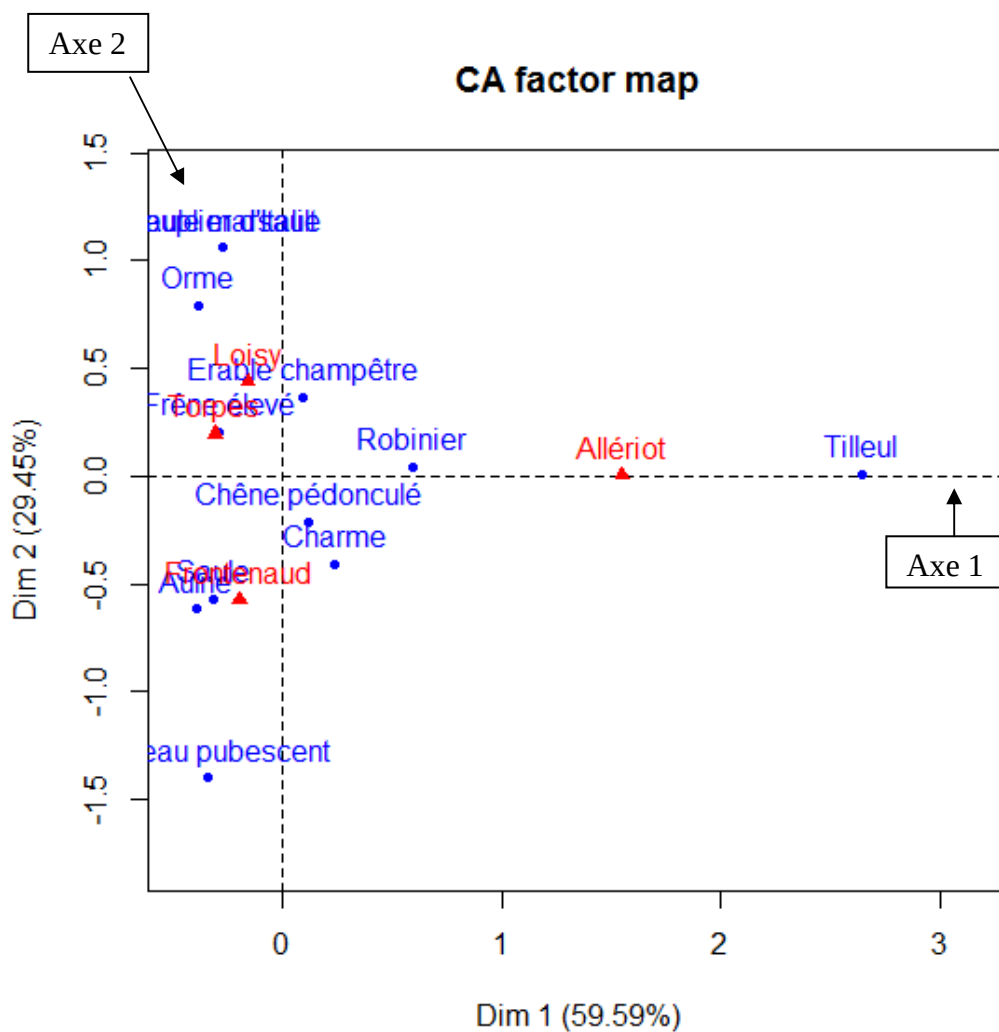


Figure 39: Carte factorielle résultant de l'analyse factorielle des correspondances pour le recouvrement des espèces d'arbres. L'axe 1 explique une plus grande part (environ 60%) de variation que l'axe 2 (environ 30%).

4.1.2.5. Recouvrement des espèces d'arbustes

Le recouvrement des espèces d'arbustes présente également une grande variabilité. Allérot semble dominée par la ronce et le prunellier, de même que Frontenault. A ces deux espèces s'ajoutent l'aubépine sur Loisy et Torpes (Figure 40).

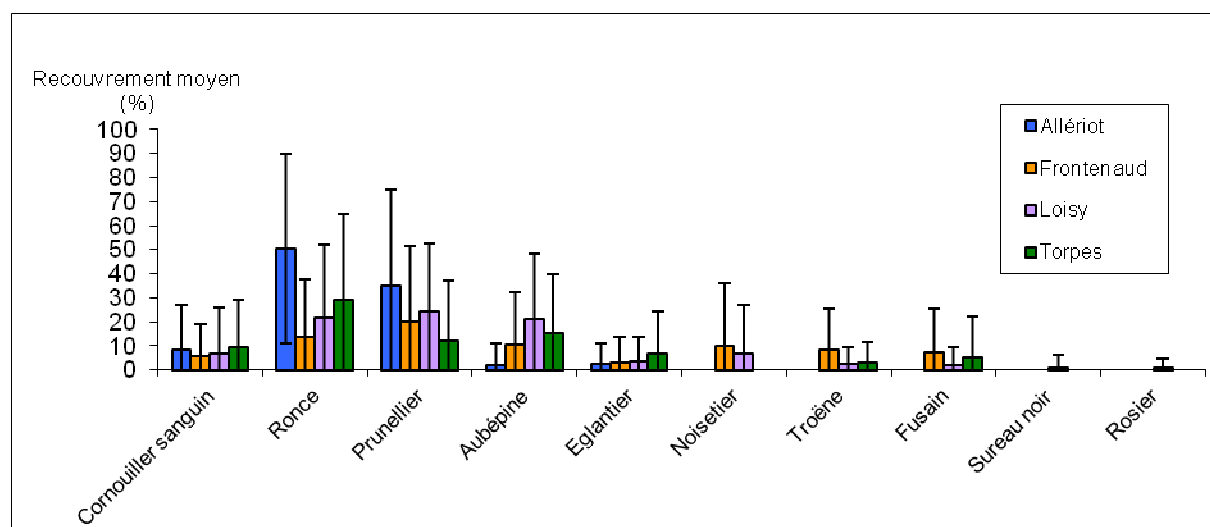


Figure 40: Recouvrement moyen de chaque espèce d'arbuste au sein de chaque commune étudiée (les barres d'erreur sont les écarts-types)

L'analyse factorielle des correspondances effectuée sur les arbustes associe la ronce et le prunellier à la commune d'Allériot, tandis que Loisy et Torpes, encore une fois proches le long de l'axe 1, seraient caractérisés par le cornouiller sanguin et l'églantier. Frontenaud se rapproche du troëne, du noisetier et du fusain sur l'axe 1 (Figure 41).

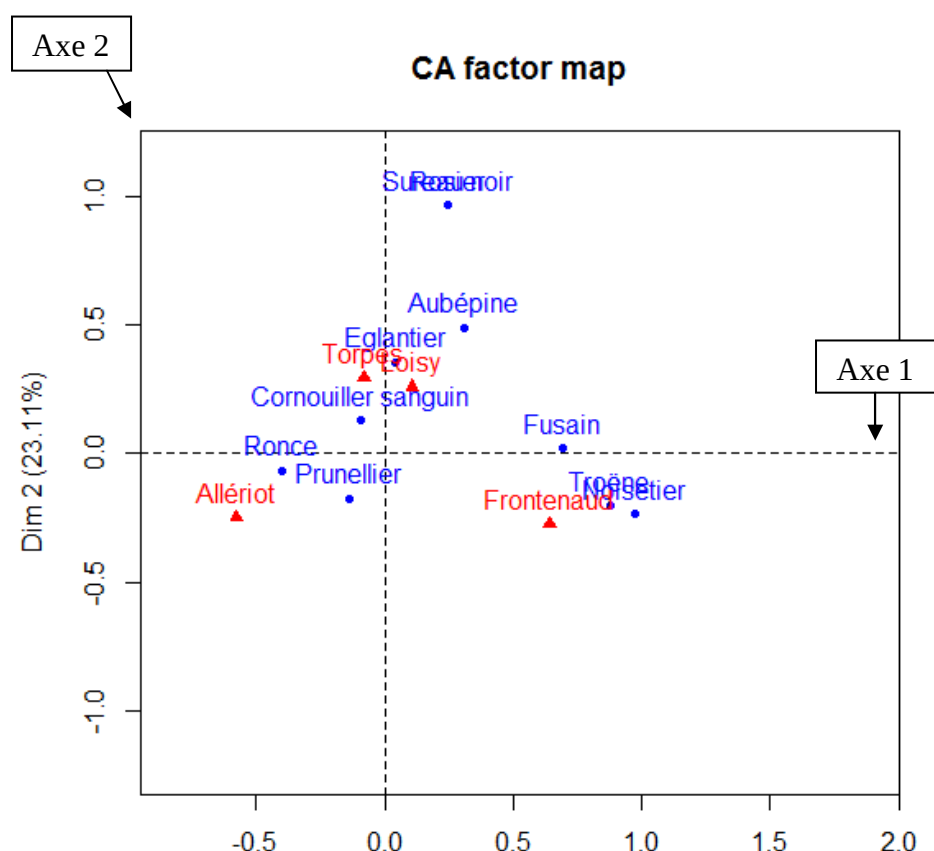


Figure 41: Carte factorielle résultant de l'analyse factorielle des correspondances pour le recouvrement des espèces d'arbustes. L'axe 1 explique une plus grande part (environ 62%) de variation que l'axe 2 (environ 23%).

4.1.2.6. Réalisation d'une typologie

La réalisation d'une classification ascendante hiérarchique permet de rassembler les haies qui se ressemblent au niveau de la composition végétale (recouvrements moyens de chaque espèce d'arbre et d'arbuste) et de visualiser ce regroupement sous forme de dendrogramme. Celui-ci permet de distinguer arbitrairement 15 groupes et de mettre en évidence 4 haies isolées (une dans chaque commune) (Figure 42).

Après examen des données, des groupes peuvent être fusionnés pour constituer une typologie sur le critère de la composition végétale (arborescente et arbustive).

Ainsi, 12 groupes de haies présentant un peuplement végétal similaire peuvent se distinguer et sont détaillés dans le tableau ci-dessous (Tableau 15). Ces groupes présentent des haies venant des quatre communes étudiées. La variable « commune » ne semble pas influencer cette typologie.

Une grande majorité des haies échantillonnées appartient au groupe A, où le frêne est l'espèce arborescente dominante et où la strate arbustive se compose essentiellement d'aubépine, de ronce et de prunellier.

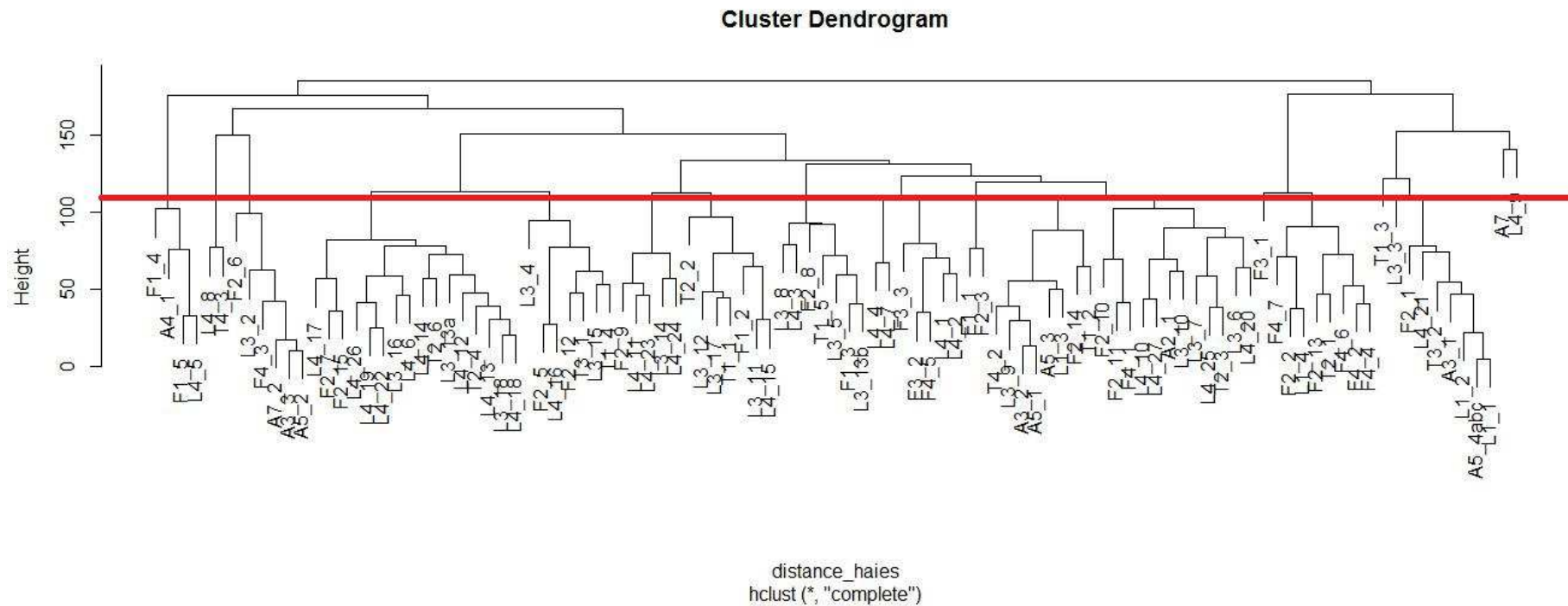


Figure 42: Dendrogramme obtenu par classification ascendante hiérarchique (lien complet, distance euclidienne).

La barre rouge matérialise la décision de séparation des groupes. (Pour rappel, la codification des haies est la suivante : la première lettre est l'initiale de la commune, le premier chiffre le numéro de maille, les autres chiffres le numéro de haie dans la maille.)

Tableau 15: Synthèse des douze types de haies selon la typologie « composition floristique »

Type	Nombre de haies	N°de haies	Espèces majoritaires	Faune associée (indices de présence et relevés ponctuels)
A	31	L3_4, F2_5, L4_16, F2_12, T3_1, L3_15, T1_4, L4_17, F2_15, L4_26, L4_19, L4_22, L3_16, L4_6, L4_14, T2_6, L3_13a, L4_12, T2_4, L4_13, L3_18, L4_18, T2_2, L3_12, L3_17, T1_1, F1_2, L3_11, L4_15	Frêne domine, parfois accompagné de charme, chêne pédonculé, orme ou érable. La strate arbustive est composée principalement de prunellier , aubépine et ronce , avec du fusain occasionnellement.	• Pic-vert, Rouge-gorge, Mésange charbonnière, Mésange bleue, Grive sp, Pouillot véloce, Merle noir, Geai des chênes, Mésange à longue queue, Fauvette grisette • Syrphe, Criquet noir, Cicadelle verte, Diptères, <i>Harpalus rufipes</i>, Piéride du chou, Vulcain, Souci • Escargot, Limace • Grenouille rousse • Terriers
B	4	F1_4, A4_1, F1_5, L4_5	Robinier . Parfois de la ronce, du noisetier et de l'aubépine dans la strate arbustive.	• Syrphe, Fourmis • Limace • Arachnides • Renard (fèces)
C	2	L4_8, T4_3	Orme , accompagné de cornouiller et de prunellier.	• Merle noir
D	5	F2_9, L4_11, L4_23, L3_14, L4_24	L'érable champêtre domine, accompagné du frêne . La strate arbustive se compose d'aubépine, de troène, de prunellier et de ronce.	• Mésange charbonnière, Mésange bleue, Mésange à longue queue, Rouge-gorge • Diptères, Lépidoptères • Ecureuil
E	7	L3_8, L4_3, F2_8, T1_5, L3_5, F1_3, L3_13b	Chêne pédonculé , accompagné de peuplier d'Italie, de frêne ou d'érable. La strate arbustive est diversifiée, composée d'aubépine, de prunellier, de noisetier, de troène, de ronce et de fusain.	• Geai des chênes, Faisan de colchide • Piéride de la rave, Piéride du navet, Tircis (Lépidoptères), Syrphe (<i>Helophilus sp.</i>), Cicadelle verte, Criquet, Galeruque de la tanaïsie (coléoptère) • Arachnides • Terriers

F	2	L4_4, L4_7	Robinier associé à orme .	• Corneille noire • Escargot • Arachnides
G	5	F3_3, F3_2, F4_5, L4_1, L4_2	Différentes espèces d'arbres (charme, chêne, saule, cerisier) mais duo noisetier-ronce caractéristique, parfois associé au prunellier.	• Corneille noire, Merle noir, Faisan de colchide
H	2	F1_1, F2_3	Charme et différentes espèces d'arbustes.	• Lépidoptère brun
I	9	F4_7, F2_2, L1_4, F2_13, T2_1, F4_6, F4_2, F4_4, F3_1	Aulne domine la strate arborescente. Strate arbustive très diversifiée : prunellier, ronce, aubépine, viorne obier, cornouiller sanguin...	• Mésange charbonnière, Mésange bleue, Grive, Rouge-gorge, Bergeronnette des ruisseaux, Tourterelle turque • Citron • Terriers
J	6	F2_6, L3_2, F4_3, A7_2, A3_3, A5_2	Haies basses presque sans arbres où le prunellier domine (accompagné parfois de ronce et fusain)	• Rouge-gorge, Grive so (très abondante) • Galeruque de la tanaïs (coléoptère) • Arachnides • Escargot
K	9	L3_3, F2_1, L4_21, T3_2, A3_1, L1_2, A5_4abc, L1_1, T1_3	Différentes espèces d'arbres (robinier, orme, érable, frêne) faiblement abondants, strate arbustive dominée par la ronce , accompagnée de fusain, de prunellier et de chèvrefeuille.	• Mésange charbonnière, Rouge-gorge, Merle noir • Escargot des haies • Arachnides • Sanglier, Chevreuil (indices)
L	19	T4_2, L3_9, A3_2, A5_1, A5_3, L1_3, F2_14, T1_2, F2_10, F2_11, F4_1, L4_10, L4_27, A2_1, L3_10, L3_7, T2_3, L3_6, L4_20	Groupe très hétérogène , avec principalement le duo ronce-prunellier caractéristique, accompagné de diverses espèces d'arbres (frêne élevé, saule, aulne, érable champêtre) et d'autres arbustes (cornouiller sanguin, aubépine, troène).	• Mésange charbonnière, Mésange bleue, Mésange à longue queue, Rouge-gorge, Tourterelle turque, Merle noir, Grive sp, Pouillot véloce, Fauvette grisette • Syrphe (<i>Episyrphus</i> sp.), Orthoptères, Punaise pentatomidé, Momie dorée, Aphidius, Cicadelle, Charançon, Bombyx du chêne • Limace, Escargot • Grenouille rousse • Arachnides • Campagnols, Lièvre (indices)

Il ne reste que 2 haies atypiques, l'une étant A7_1, unique haie de l'étude où il y avait du tilleul. L'autre est L4_9, qui présente de l'érable champêtre et le duo ronce-cornouiller.

4.1.2.7. Représentation cartographique de la typologie

La représentation cartographique des résultats acquis par le biais de la typologie, permet d'avoir un rapide aperçu des types de haies présents au niveau d'une maille.

A titre d'exemple, la carte obtenue pour la maille 4 de la commune de Loisy permet de mettre en évidence l'existence de neuf des douze types de haies déterminés précédemment (figure 43). Cela témoigne d'un certain niveau de diversité au sein de cette unité d'échantillonnage.

Ce sont les haies de type « A », caractérisées par la présence de Frêne, de Prunellier, d'Aubépine et de Ronce, qui sont les plus représentées (42%).

Les haies sont principalement organisées sous forme de réseau et comprennent pour la majorité des bois morts (73%). La présence de deux mares est également mise en évidence.

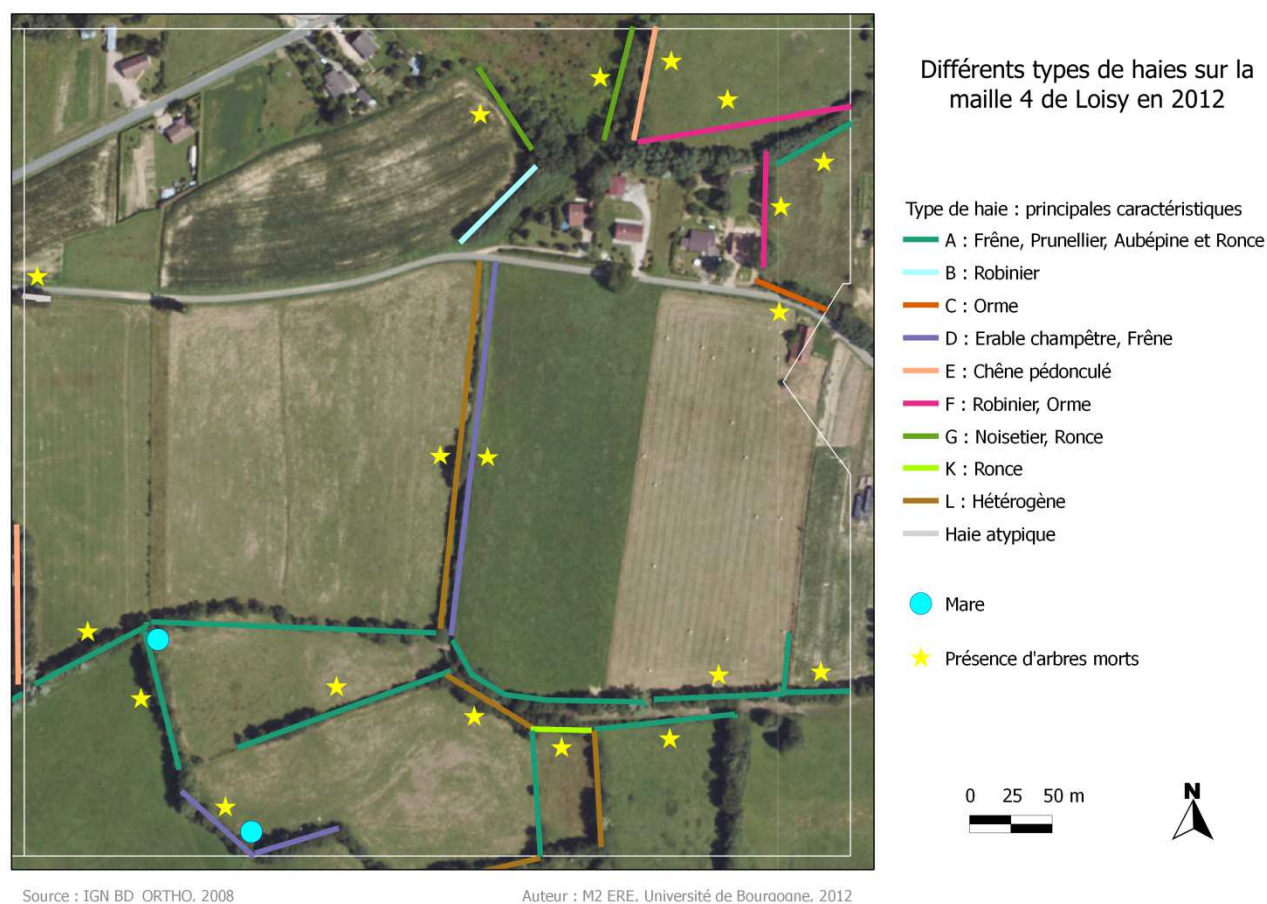


Figure 43: Différents types de haies sur la maille 4 de la commune de Loisy, 2012.

Les cartes des autres mailles, comportant des haies, sont en Annexe 8.

4.1.2.8. Service écologique du bocage : les auxiliaires de culture

Le tableau suivant nous informe sur les essences que nous avons inventoriées sur les quatre communes et celles qui sont propices à la présence d'auxiliaires.

Tableau 16: Récapitulatif des essences d'arbres et d'arbustes utiles pour les auxiliaires (surlignées en vert), présentes sur les 4 communes.

ALLERIOT		FRONTENAUD		LOISY		TORPES	
Arborescentes	Arbustives	Arborescent	Arbustives	Arborescent	Arbustives	Arborescent	Arbustives
Charme	Aubépine	Aulne	Aubépine	Aulne	Aubépine m.	Aulne	Aubépine mono.
Chêne péd.	Chèvrefeuille	Bouleau pub.	Chèvrefeuille sp	Cerisier	Chêne péd.	Charme	Chèvrefeuille sp
Erable champ.	Cornouiller s.	Charme	Cornouiller s.	Charme	Chèvrefeuille	Chêne péd.	Cornouiller
Frêne élevé	Eglantier	Chêne péd.	Eglantier	Chêne péd.	Cornouiller	Erable champ.	Eglantier
Robinier	Forsythia	Chêne sessile	Fusain	Cornouiller	Eglantier	Frêne com.	Fusain
	Houx	Erable champ.	Noisetier	Erable champ.	Fusain	Merisier	Houx
	Noisetier	Frêne	Prunellier	Frêne com.	Houx	Orme blanc	Noisetier
	Prunellier	Robinier FA	Ronce	Néflier	If	Orme com.	Prunellier
	Ronce	Saule	Rosier	Orme	Noisetier	Prunier	Ronce
	Sureau	Thuyas	Troène	Peuplier d'It.	Prunellier	Robinier	Sureau noir
	Troène		Viorne obier	Platane	Ronce	Saule blanc	Troène
				Robinier	Rosier	Saule mars.	
				Saule	Sureau noir		
				Saule blanc	Symphorine		
				Saule mars.	Troène		
4	3	5	4	6	5	6	4
7		9		11		10	
44% des espèces		41% des espèces		37% des espèces		43% des espèces	

En reprenant les essences utiles comme refuge des auxiliaires dans chaque commune, nous pouvons voir, d'une part, que les strates arbustives et arborées comportent des espèces bénéfiques, et d'autre part, que les proportions sont assez stables (autour de 40%).

C'est à Loisy que nous retrouvons le plus grand nombre d'espèces propices aux auxiliaires (11) mais elles occupent une proportion moins importante sur la totalité des espèces (37%).

Nous avons récapitulé ci-dessous (tableau 17) les espèces d'auxiliaires (prédateurs) hébergés par les essences trouvées qui permettent de lutter contre les ravageurs de cultures. La figure 44 donne un exemple d'auxiliaire rencontré sur le terrain.

Tableau 17: Essences d'arbres et arbustes hébergeant les prédateurs des ravageurs de culture

Ravageurs	Prédateurs	Essences (terrain acide)	Essences (terrain calcaire)
Acariens phytophages	Coccinelles, Acariens prédateurs, Chrysope	Tilleul, Viorne obier, Noisetier	Aulne glutineux, Cornouiller sanguin, Fusain d'Europe, Noisetier
Pucerons	Staphylins, Syrphes, Coccinelles, Chrysopes, Mirides	Merisier, Tilleul, Erable champêtre, Viorne obier, Noisetier	Merisier, Robinier, Aulne glutineux, Erable champêtre, Sureau noir, Cornouiller sanguin, Fusain d'Europe, Noisetier, Viorne obier
Psylles	Chrysopes	Cornouiller sanguin	Fusain d'Europe, Cornouiller sanguin
Cochenilles	Coccinelles	Merisier, Tilleul, Erable champêtre, Sureau noir	Merisier, Erable champêtre, Cornouiller sanguin, Fusain d'Europe, Noisetier, Viorne obier
Chenilles	Chrysopes, Mésanges	Merisier, Tilleul, Cornouiller sanguin	Erable champêtre, Cornouiller sanguin
Limaces	Staphylins, Carabes	Erable champêtre, Cornouiller sanguin	Erable champêtre, Cornouiller sanguin
Larves d'insectes	Staphylins	Erable champêtre, Cornouiller sanguin	Merisier, Fusain d'Europe, Cornouiller sanguin
Divers insectes	Araignées, Hyménoptères	Chêne pédonculé, Tilleul, Sureau noir, Lierre, Cornouiller, Viorne obier	Charme, Sureau noir, Lierre, Cornouiller sanguin, Fusain d'Europe, Viorne obier



Figure 44 : Syrphe observé à Torpes

4.1.2.9. Analyse de la méthode

Pour tester la représentativité de l'échantillonnage, des courbes de richesse cumulée en fonction de l'effort d'échantillonnage ont été effectuées à l'échelle de la maille.

Sur la commune d'Allériot, l'inventaire de huit mailles permet d'atteindre la richesse spécifique maximale (formation d'un plateau) pour les arbres, arbustes et herbacées (Figure 45). La stabilisation s'observe à partir de sept mailles échantillonnées. Pour les trois strates, l'ajout des deux dernières mailles permet d'identifier une seule espèce supplémentaire.

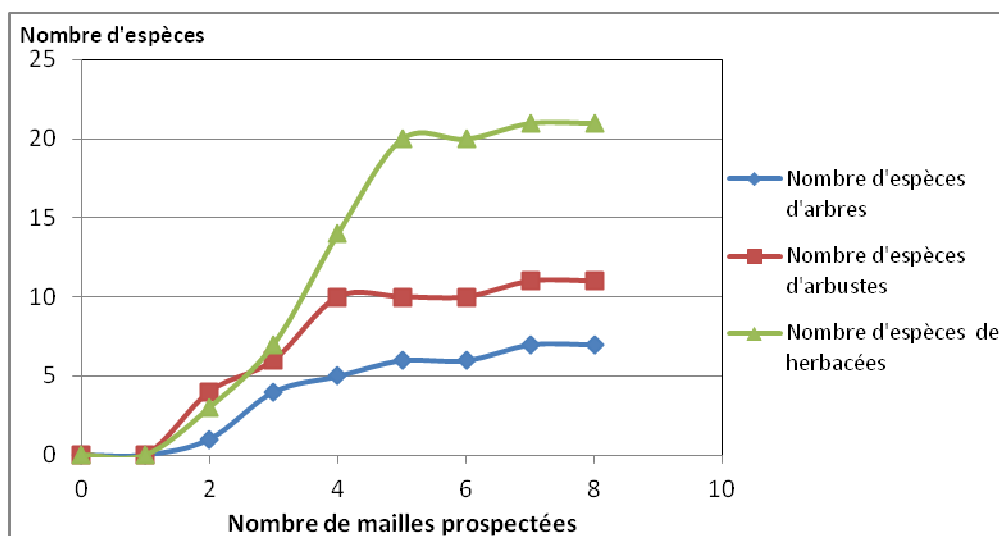


Figure 45: Richesse spécifique cumulée par strate (arborée, arbustive et herbacée) sur la commune d'Allériot

A Frontenaud, la richesse spécifique cumulée se stabilise pour les arbres et arbustes à partir de deux mailles inventoriées. L'ajout de deux mailles supplémentaires permet de gagner seulement 10 % de la richesse. Pour les herbacées, la richesse maximale ne semble pas atteinte (Figure 46).

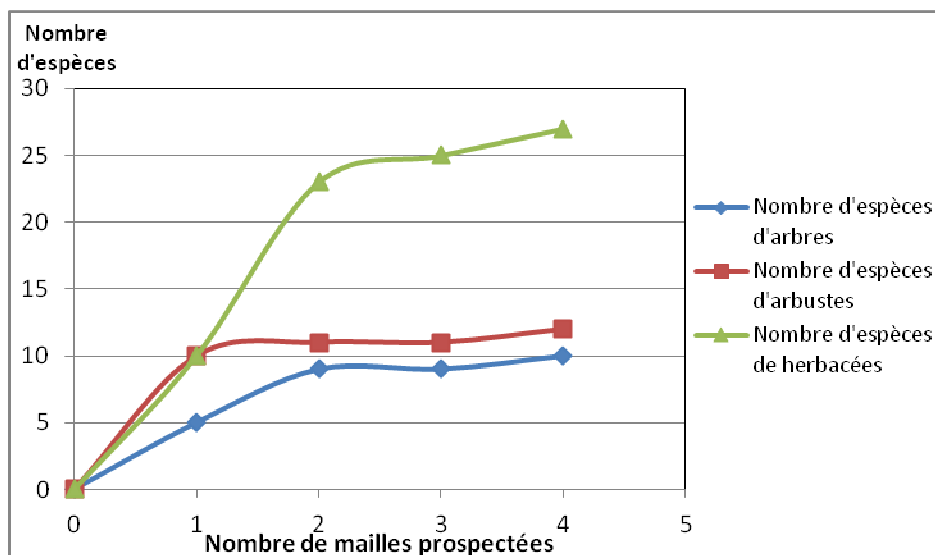


Figure 46: Richesse spécifique cumulée par strate (arborée, arbustive et herbacée) sur la commune de Frontenaud

A Loisy, commune présentant le plus grand nombre de haies inventoriées, il semble que l'échantillonnage de quatre mailles permet d'atteindre la stabilisation de la richesse spécifique cumulée pour les arbres et arbustes (figure 47). Cependant, il peut être constaté que quatre mailles sont insuffisantes pour inventorier l'ensemble des espèces herbacées.

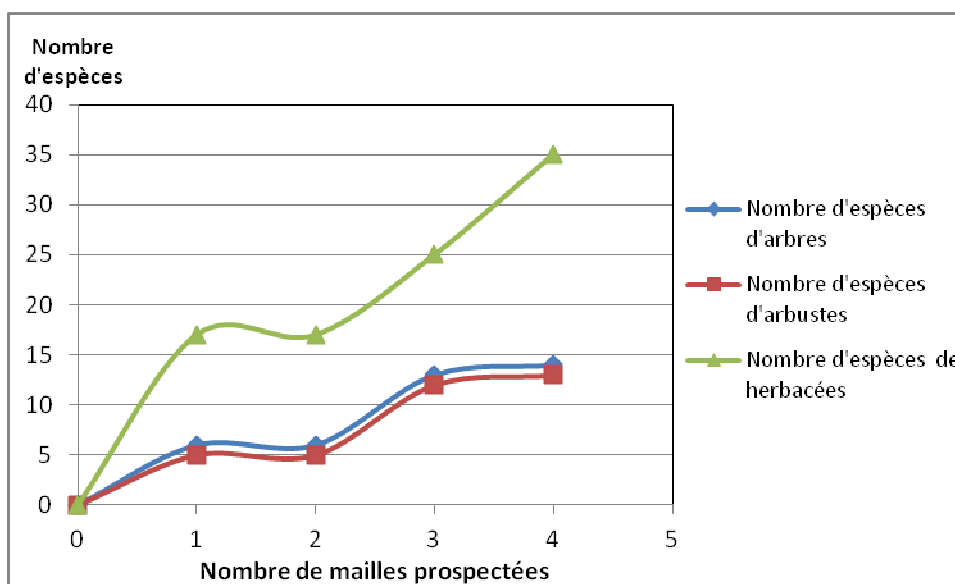


Figure 47: Richesse spécifique cumulée par strate (arborée, arbustive et herbacée) sur la commune de Loisy

Enfin, dans la commune de Torpes, à partir de l'inventaire de trois mailles, la richesse maximale paraît être obtenue pour les arbustes. Pour les arbres et les plantes herbacées, la courbe n'a pas atteint de palier avec quatre mailles échantillonnées (Figure 48).

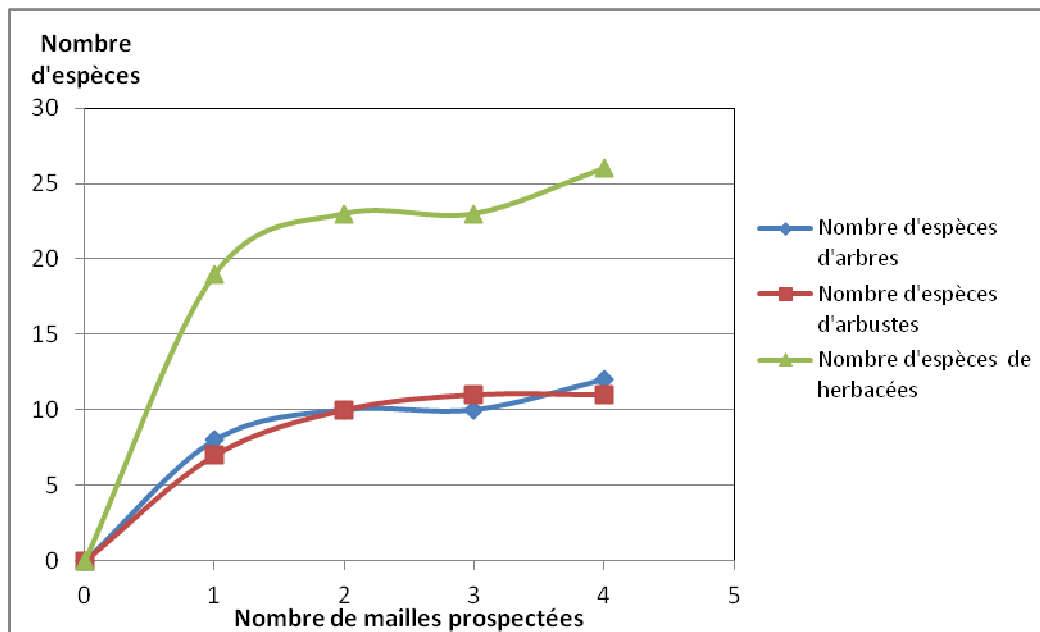


Figure 48: Richesse spécifique cumulée par strate (arborée, arbustive et herbacée) sur la commune de Torpes

Précisons d'ores et déjà que les observations faites avec ces courbes sont une première approche. Il faudrait confirmer les hypothèses en utilisant un processus itératif, c'est-à-dire recommencer plusieurs fois la manipulation en inversant l'ordre des mailles pour pouvoir ensuite lisser les courbes.

4.1.3. Discussion

4.1.3.1. Stratification des haies

Les stratifications des haies observées montrent une forte variabilité entre les communes. Sur Loisy et Torpes, aucune différence de proportion entre la strate arbustive et arborée n'a été mise en évidence. Ces deux communes présentent une dominance des haies de type deux strates « arborée + arbustive » et une proportion importante de haies à 3 strates. Les haies de ces 2 communes apparaissent donc intéressantes sur le plan de la « biodiversité ». En effet, les auteurs s'accordent sur le fait qu'une haie est d'autant plus riche qu'elle se compose de plusieurs strates (Baudry, 2000).

A Allériot, la strate arbustive est significativement plus importante que la strate arborée. Ce qui est à relier avec une dominance des haies monostratifiées arbustives. Cette commune caractérise l'entité paysagère forestière. Nous nous attendions donc à trouver une plus forte proportion de haies arborescentes. Cela peut s'expliquer par la volonté des propriétaires ou gestionnaires à maintenir des haies basses avec peu d'arbres, notamment pour servir de clôture avec des entretiens annuels ou bisannuels.

Nous pouvons également émettre l'hypothèse qu'il n'y ait aucun effet « paysage » sur la stratification des haies.

A Frontenau, la strate arborescente est plus importante que l'arbustive bien que la commune soit caractérisée par une entité prairiale. La prédominance de cette strate peut résulter de l'abandon d'entretien des haies conduisant les formations basses à évoluer en haies hautes (OREB, 2001) mais également par le choix des éleveurs à maintenir des haies hautes dans les prairies en privilégiant leur fonction « brise-vent ».

Globalement, sur l'ensemble des haies prospectées, la quasi-totalité d'entre-elles (89.4 %) présente deux strates « arborescente + arbustive » ou trois strates. Cette pluri-stratification conduit à une amélioration de la biodiversité tant au niveau de la flore que de la faune (Liagre, 2006).

Nous en concluons que les haies de la Bresse bourguignonne ont une stratification favorable à l'accueil de nombreuses espèces végétales et animales. Les communes de Loisy et Torpes sont les plus propices de par la co-dominance des strates arbustive et arborescente.

4.1.3.2. Richesse spécifique végétale

Pour chacune des strates (herbacée, arbustive ou arborescente), Loisy a la richesse absolue la plus importante, comme vu précédemment ceci peut être expliqué par la structure des haies. Cependant, c'est aussi la commune où l'échantillonnage a été le plus important, ce qui peut conduire à la détermination d'un plus grand nombre d'espèces.

Les richesses absolues les plus faibles sont notées sur la commune d'Allériot. La simplification de la stratification de la plupart des haies et le faible nombre de haies prospectées sont des explications. Frontenau et Torpes ont des compositions intermédiaires. Dans tous les cas, notre échantillonnage nous a permis d'inventorier entre 10 et 15 espèces d'arbres et arbustes. Pour comparaison, en se limitant aux haies bretonnes sur talus, Françoise Rozé a recensé 170 espèces végétales dont 14 d'arbres et 16 d'arbustes (Soltner, 1988). Nos résultats apparaissent donc relativement proches.

Aussi, il y a lieu de préciser qu'il y a une variabilité de richesse spécifique entre les haies quelle que soit la commune. Le taux de variation global est estimé à hauteur de 50% et les richesses spécifiques moyennes présentent de grands écarts-types, ce qui traduit une forte hétérogénéité du peuplement végétal (Ramade, 2009). Cette forte variance peut être liée à de nombreux facteurs :

- Caractères physiques de la haie (largeur, longueur, hauteur, densité, ...),
- Conditions physico-chimique du sol (pH, taux d'humidité, type de sol, taux de fumure provenant des parcelles agricoles, ...),
- Mode d'entretien appliqué (mécanique ou manuel).

4.1.3.3. Données écologiques

La plupart des haies sont éloignées de plus de 100 m d'un milieu d'intérêt autre que la haie (mare, rivière, bosquet ou forêt). D'après Critchley *et al.* (2010) les haies constituent non seulement un habitat mais aussi un corridor permettant la dispersion entre les différentes niches écologiques. Il est important que les milieux d'intérêts puissent rester accessibles à la faune et donc que le continuum écologique haie-milieu d'intérêt ne disparaisse pas. De plus, une connexion entre une haie et un bois est un nœud essentiel qui va relier le réseau à la source potentielle d'espèces forestières (Hippolyte et Bossis, 2008). La connexion d'une haie avec d'autres éléments naturels (autres haies, bosquet, forêt, rivière) multipliera la biodiversité présente dans les différentes strates qui la composent (Liagre, 2006).

Avec nos résultats, nous pouvons donc dire que l'essentiel des haies du territoire Bressan ne joue pas de rôle dans la connexion avec d'autres milieux. Ce qui peut compromettre le déplacement des espèces.

De plus, la diversité observée pourrait être expliquée en priorité par la structure de la haie (nature de l'entretien, nombre de strates), par l'hétérogénéité des habitats associés à la haie (talus, fossé, pierres etc.), ou par la complexité du maillage (connexions) (Baudry et Jouin, 2003). La présence de bois morts, d'une bande enherbée et d'un fossé sur les haies participent à l'augmentation de la richesse (Liagre, 2006). En effet, la majorité des haies inventoriées comporte des arbres morts. Ils sont primordiaux pour enrichir la diversité du système et assurer sa pérennité (Liagre, 2006). Ceux-ci également appelés chicots, favorisent la nidification par la présence notamment de cavités. Les oiseaux y nichant réduisent le risque de prédation de leurs œufs et de leurs oisillons (Ricklefs, 1969). Il peut s'agir de pics, de mésanges, de sittelles...(Darveau et Desrochers, 2001). Les arbres morts sont aussi des sites de reproduction pour des rapaces comme la chouette hulotte (C.A.U.E, 2009).

Les chicots servent également d'abris à de nombreuses espèces animales dont des reptiles, des amphibiens, des oiseaux, des mammifères et des insectes (Hunter, 1990). L'ensemble des espèces sont ainsi protégés des prédateurs mais également du froid (Ehrlich *et al.*, 1988).

Les arbres morts constituent aussi une source d'alimentation. Cela concerne principalement les Pics noirs qui préfèrent s'alimenter sur les arbres morts plutôt que sur les arbres vivants (Brawn *et al.*, 1982).

En plus de l'usage habituel des chicots comme sources d'arthropodes, il faut souligner leur importance potentielle comme sites de guet pour les rapaces diurnes. On peut également attribuer aux bois morts un rôle dans la communication acoustique chez les pics. Il apparaît intuitivement évident que les pics préfèrent les arbres creux aux arbres sains pour le tambourinage (Steege *et al.*, 1996 ; Bull *et al.*, 1997 ; Eberhardt, 1997).

Pour finir, la dégradation des arbres morts fait aussi intervenir des espèces spécialisées dans cette fonction : champignons xylophages, insectes saprophages, micro-organismes,... Les arbres morts sont nécessaires pour le maintien d'un grand nombre d'invertébrés comme les

insectes saproxyliques dont certains ont une forte valeur patrimoniale tel que le lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) (Hippolyte et Bossis, 2008).

Sur les 103 haies échantillonnées, 63.1% d'entre elles avaient du lierre comme plante accompagnatrice. La floraison tardive du lierre en septembre-octobre (Rameau *et al.*, 1989) est source de nectar pour les insectes (Hippolyte et Bossis, 2008). De plus, des invertébrés vivent dans l'abri sec fourni par le feuillage persistant du lierre, et de nombreuses autres espèces utilisent le lierre comme abri d'hivernage (Kirby, 1992 cité dans Hippolyte et Bossis, 2008). Cette plante présente un avantage pour certains oiseaux comme la Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*) ou le Pigeon ramier (*Columba palumbus*). Il fournit un site de nidification, et un abri de dissimulation vis-à-vis des prédateurs (Aubineau, *et al.* 1998 ; Aubineau et Boutin, 1998 ; Aubineau et Boutin, 2001 cité dans Hippolyte et Bossis, 2008). Le lierre est aussi une ressource alimentaire cruciale en hiver pour les oiseaux (grives, merle noir, pigeon ramier,...) avec une fructification s'étalant de novembre à avril (Hippolyte et Bossis, 2008).

La plupart des haies rencontrées (73%) sont connectées à d'autres haies au sein d'un réseau bocager. Il s'avère que les intersections sont des sites présentant souvent une richesse spécifique supérieure à celle trouvée dans les haies. Pour la végétation, on y observe une diversité plus complexe et une quantité d'habitats disponibles plus grande (Lack, 1988 cité dans Hippolyte et Bossis, 2008). Ce réseau joue un rôle de corridor biologique bénéfique pour la biodiversité. Les connectivités favorisent la mobilité de la faune et la dispersion des plantes entre les milieux éloignées tels que les forêts, les bosquets ou les prairies. La survie de nombreux insectes, reptiles ou rongeurs dépendent en partie de ces couloirs de migration (C.A.U.E., 2009).

La présence de talus ou de fossés a été observée sur de nombreuses haies. Ces structures génèrent des micro-habitats supplémentaires liés aux variations d'humidité, d'exposition et de luminosité (C.A.U.E., 2009), ce qui influe sur le nombre et le type d'espèces présents. La faune appréciant les milieux humides comme les batraciens sera ainsi plus importante. Les plantes à fleur et les auxiliaires associés seront également facilitées durant la période estivale ; de même que les champignons parasites d'insectes, en particulier les ravageurs de cultures comme les pucerons (Liagre, 2006). Les fossés et talus favorisent aussi l'installation d'espèces creusant des terriers, comme les lapins (Hippolyte et Bossis, 2008).

Sans prendre en compte le caractère « connectivité avec un autre milieu d'intérêt », nous venons de voir que les haies Bressanes disposaient d'un véritable potentiel écologique. La présence d'arbres morts, lierre, connexions entre les haies et de talus et fossés les rendent attrayantes pour bon nombre d'espèces animales avec la création de différents types d'habitats.

4.1.3.4. Recouvrement des espèces

Le cortège « ronce des bois-prunellier » caractérise les haies basses d'Allériot. Ces arbustes sont très communs, couvrent une très large gamme d'habitats et apprécient les sols riches ; notamment en azote pour le prunellier (Flore forestière française, 1989). Ces espèces indiquent un certain niveau de dégradation des haies dû à des élagages trop fréquents ou à la forte utilisation des engrais dans les parcelles agricoles voisines (Ducet et Chiffaut, 1996).

La commune de Frontenaud est marquée par la présence de haies hautes composées essentiellement de frênes ou d'aulnes glutineux caractéristiques de sols très humides et sont typiques des sols peu acides (Bardet *et al*, 2008).

Les communes de Torpes et Loisy ont des espèces arbustives et arborescentes très semblables. Les essences les plus rencontrées au sein des haies de ces deux communes sont le frêne et parfois l'érable champêtre sur les sols plutôt acides ; avec comme espèces arbustives l'églantier, le cornouiller sanguin et l'aubépine. L'ensemble de ces espèces sont très communes. Hormis l'érable, toutes ces espèces montrent que le sol est riche en bases (Flore forestière française, 1989).

L'aubépine et l'églantier sont souvent plantés pour servir de clôture « verte » (Ducet et Chiffaut, 1996) que l'on rencontre plutôt dans les haies basses alors que le frêne ou l'érable sont plutôt typiques des haies hautes.

Dans toutes les communes, les haies se composent d'espèces héliophiles ou de demi-ombre ce qui est très caractéristique des haies. Les essences dominantes rencontrées sont très fréquentes sur en Bourgogne (Bardet *et al*, 2008 ; Flore forestière française, 1989).

A noter que la seule espèce rencontrée ayant un intérêt sur le plan de son statut officiel est l'if considéré comme une espèce rare en région Bourgogne puisque cette plante est présente seulement dans 2 à 4% des communes (Bardet *et al.*, 2008). Il est très probable que cette espèce ait été plantée à titre ornemental au départ.

De plus, une espèce envahissante, tant au niveau régional que national, a été inventoriée à savoir le robinier faux-acacia. Cette plante est relativement néfaste pour l'environnement puisqu'elle modifie les écosystèmes par l'enrichissement des sols en azote et qu'elle concurrence les espèces autochtones et peut envahir facilement les prairies (Bardet *et al.*, 2008).

4.1.3.5. Typologie

L'analyse du peuplement végétal des haies de quatre communes de la Bresse bourguignonne a permis de distinguer douze groupes. Une typologie du bocage a alors pu être réalisée.

Le type « A » est majoritairement représenté (31%) et se compose de haies multi-stratifiées avec une dominance de frêne élevé sur la strate arborescente et principalement du prunellier, de l'aubépine et de la ronce pour la strate arbustive.

La dominance du frêne élevé n'est pas surprenante puisque c'est une essence que l'on trouve dans les endroits plutôt humides et le bocage du Brionnais, au sud-ouest de la Saône et Loire (zone assez proche du lieu de cette étude), est dominé par cette espèce (Debrosses *et al.*, 1996). De plus, la strate arbustive présente des espèces pionnières des haies, telles que l'aubépine, le prunellier et la ronce (Debrosses *et al.*, 1996). Cette structure pourrait être à l'origine d'une richesse faunistique importante. Rappelons que la pluristratification favorise la biodiversité (Liagre, 2006).

En effet, ce type de haies est celui présentant le plus grand nombre d'espèces d'oiseaux rencontrées (10 espèces). La plupart d'entre elles sont forestières (Mésange charbonnière, Mésange bleue, Pic vert, Pouillot véloce, Geai des chênes) (Portail et Guide encyclopédique de l'Avifaune oiseaux.net). Le Rouge-gorge, la Grive litorne et le Merle noir utilisent les haies pour se nourrir (Debrosses *et al.*, 1996), d'où le rôle majeur joué par les essences arbustives produisant des fruits et des baies telles que l'aubépine ou le prunellier. Ces deux espèces fructifient à partir de la fin de l'été et jusqu'au début de l'hiver pour le prunellier. De plus, d'autres espèces d'oiseaux seraient en théorie présentes dans ce type de haies : le pigeon ramier, nichant entre 2 et 4m dans les chênes pédonculés et frênes ; et la Tourterelle de bois, affectionnant la strate arbustive si celle-ci est dense et épineuse, qui est d'autre part un indicateur de bocages fermés multi-strates (ONCFS, 2012).

Le deuxième type de haies présentant le plus grand nombre d'espèces d'oiseaux est le « L », qui est hétérogène. Des espèces forestières ont également été contactées, ainsi que la Tourterelle turque, qui niche dans les haies ou les arbres (Portail et Guide encyclopédique de l'Avifaune oiseaux.net) mais dont la présence est probablement allouable à la proximité de zones bâties. Ces types de haies sont représentés à hauteur de 19%.

Le type « B » est dominé par le Robinier faux-acacia, espèce introduite (Debrosses *et al.*, 1996), mellifère et parfois habitée par le puceron noir de la fève (Baudry *et al.*, 2000). Aucun oiseau n'a été contacté dans ce type de haies et très peu d'arthropodes. Il pourrait ainsi être qualifié de « non propice » au développement d'une diversité biologique.

Il en va de même pour le type « C », représenté par l'orme, espèce mellifère (Liagre, 2006), mais ce groupe ne concerne que deux haies.

Le type « F », associant le robinier et l'orme, (seulement deux haies) présente aussi une faune pauvre.

Le type « E » est dominé par le chêne pédonculé au niveau de la strate arborescente. Le Geai des chênes y a été observé, ce qui n'est pas surprenant car cette espèce se nourrit à 50% de glands (Portail et Guide encyclopédique de l'Avifaune oiseaux.net). La présence de Faisan de

colchide, en revanche, s'explique probablement par la réalisation d'introductions cynégétiques.

Le type « G » présente un certain intérêt, car ces haies sont composées de noisetier, hébergeant deux espèces de pucerons au printemps (*Myzocallis coryli* et *Corylobium avellanae*) attirant le cortège de prédateurs aphidiphages et acariphages (Baudry *et al*, 2000). Les ronces, quant à elles, sont appréciées de cervidés (Rameau *et al.*, 1989). D'ailleurs, des indices de présence de chevreuil ont été relevés sur les haies du type « K », dont la strate arbustive est dominée par la ronce.

Le type « J » ne possède pas d'arbres et sont dominées par le prunellier. Malgré son avantage nourricier, c'est une espèce pouvant indiquer une certaine régression de la haie par excès de fumure des parcelles ou des tailles trop répétées (Debrosses *et al*, 1996). Les haies de ce type présentent une diversité biologique assez faible, donc a priori un intérêt moindre de conservation. Ceci dit, les formations basses peuvent être favorables aux espèces recherchant un milieu ouvert (Liagre, 2006).

Enfin, le type « I » est dominé par l'aulne, espèce pionnière indicatrice de sols assez humides (Rameau *et al.*, 1989). C'est d'ailleurs au sein de ce type de haies qu'a été observé la Bergeronnette des ruisseaux, oiseau indicateur de milieux aquatiques et en déclin en France (Vigie Nature, MNHN, 2012).

La présence de haies type « humide » est donc intéressante à mettre en évidence au sein du bocage de la Bresse bourguignonne car celles-ci présentent un enjeu de conservation important.

D'une manière générale, la composition floristique relevée lors de cet échantillonnage correspond à la typologie à l'échelle nationale. En effet, une étude de l'ONCFS (2012) précise que le bocage de Bourgogne est composé de ronce, aubépine, prunellier, noisetier, cornouiller, fusain, sureau, troène, chèvrefeuille, chêne, frêne, érable champêtre principalement. Cette étude souligne l'abondance de ronces et une dominance moyenne de prunellier et aubépine, que nous avons largement constatée sur le terrain et dans notre typologie.

Au niveau de l'avifaune, les haies peuvent jouer deux rôles : celui de ressource alimentaire et celui de lieu de nidification, les deux pouvant être joués pour la même espèce.

Les oiseaux utilisant les haies à différents niveaux (Pollard *et al.*, 1974, cité dans Hippolyte et Bossis, 2008), il semble fondamental de privilégier une multi-stratification des haies. En effet, plus celle-ci est diversifiée en composition, plus il y aura d'espèces présentes, grâce notamment à la diversité de floraison et de fructification (Hedgelink, 2008). De nombreuses espèces nichent et se nourrissent dans la strate arbustive, mais d'autres aussi dans la strate herbacée (Bruant jaune, Rossignol philomèle par exemple) ou dans la strate arborée (Faucon crécerelle, Verdier d'europe) (Pollard *et al.*, 1974, cité dans Hippolyte et Bossis, 2008).

Notons que le prunellier, l'aubépine, le noisetier, le cornouiller et l'érable champêtre sont des espèces indigènes, qui sont susceptibles d'abriter d'avantage d'oiseaux que les végétaux introduits (Hedgelink, 2008).

4.1.3.6. Service rendu par le bocage : les auxiliaires de culture

La présence de l'Homme, mais surtout l'intensification de ses actions, perturbent les équilibres écologiques. L'agriculture est particulièrement concernée et se doit de respecter les règles de gestion et d'aménagement afin de maintenir la biodiversité, et participer à son amélioration.

La notion de biodiversité est très vaste. C'est la connaissance du rôle fonctionnel de la biodiversité qui permet de mieux gérer les agrosystèmes (Sarhou, 2006). Cette partie utile à l'agriculture est appelée « biodiversité fonctionnelle ». Ces composantes, directement utiles à l'agriculture, comprennent toutes les variétés végétales et races animales domestiquées. En revanche, une partie de la biodiversité sauvage s'insère dans l'agrosystème : elle peut être destructive ou au contraire utile. La connaissance des relations entre ces différentes composantes est importante pour comprendre comment la biodiversité constitue un élément de stabilité.

Les pullulations de certains ravageurs font parties du fonctionnement écologique de l'agrosystème lorsqu'il y a un déséquilibre. Au contraire, un milieu naturel en présente beaucoup moins fréquemment grâce aux interactions entre les espèces car étant beaucoup plus diversifiés. Le maintien de la diversité autour des cultures est donc nécessaire, ceci avec la présence de haies, de bande fleuries et enherbées et permet ainsi de réduire la prolifération d'indésirables.

La biodiversité est présente naturellement dans les agrosystèmes même si elle a tendance à s'éroder dans certains cas. Elle ne sert pas directement l'Homme, mais a des fonctions qu'on a tendance à oublier : pollinisation, décomposition de la matière organique, minéralisation, dégradation des molécules phytosanitaires ou contrôle des espèces nuisibles aux cultures. La haie permet de restructurer la chaîne écologique dans un environnement agricole souvent appauvri en biodiversité (Liagre, 2006).

Sur notre lieu d'étude les cultures les plus présentes étaient le blé, l'orge, le colza et le maïs. Les pucerons sont des ravageurs des 3 premières cultures (BASF agro, www.agro.basf.fr). Les tordeuses, les mouches mineuses et les cicadelles sont des nuisibles communs au blé et à l'orge. Le blé et le colza sont tous les deux impactés par la présence des cécidomyies. La culture de colza est mise en danger par les charançons, les altises, les méligèthes et les limaces. Le maïs a quant à lui des ravageurs plus particuliers tels que le taupin, la chrysomèle, la noctuelle et la pyrale.

De nos jours de nombreux auxiliaires sont reconnus pour leur efficacité à réduire le nombre de ces ravageurs dans les cultures, comme les syrphes, les coccinelles, les carabes... et utilisés à des fins de lutte biologique.

Les essences présentes sur le lieu d'étude sont théoriquement propices à la présence d'auxiliaires. Malgré cela, nous n'avons pas vu beaucoup de ces prédateurs. Ceci peut s'expliquer par le fait que les cultures sont encore au stade de pousses (à part le maïs) donc pas impactées par les ravageurs, et par conséquent que les auxiliaires ne soient pas présents.

Les agriculteurs sont souvent impactés par les limaces se trouvant aux abords des haies. Les carabes s'attaquant notamment aux mollusques semblent être une alternative pour réduire les populations de limaces.

La présence de zones refuges est nécessaire aux abords des parcelles pour favoriser l'accueil des populations hivernantes, mais elles doivent aussi être perméables aux populations migrantes. Certaines études (Krompt, 1999) montrent l'intérêt des haies et bandes enherbées sur les populations de *Carabidae*.

Le travail du sol peut avoir un impact sur la population de carabes. En effet, les larves hivernent dans le sol, le travail du sol perturbe leur habitat et peut causer de nombreuses pertes, tout comme les pesticides.

Une étude menée conjointement entre l'INRA et le BBSRC (Biotechnology and Biological Sciences Research Council) au Royaume-Uni a conclu que la présence de carabes dans les champs cultivés serait un moyen de lutte biologique efficace contre les mauvaises herbes. Une meilleure gestion ces populations permettrait alors de diminuer l'usage d'intrants et préserverait ainsi la biodiversité (Journal of Applied Ecology, 2011).

L'action des carabes est significativement plus efficace en présence de bordures de champs aménagés. Parmi ces aménagements, les haies sont les plus bénéfiques (Agroperspectives, diffusion des techniques innovantes en agriculture sur www.agroperspectives.fr).

Nous avons, par ailleurs, vu à diverses reprises des syrphes, de l'ordre des Diptères. Ils ont la particularité d'être souvent mimétiques de guêpes ou d'abeilles. Beaucoup d'espèces sont pollinisatrices au stade adulte, elles peuvent donc jouer un rôle non négligeable pour la pollinisation au même titre que les abeilles ou les papillons. Ils se nourrissent de nectar, de pollen et de miellat de pucerons. Les larves sont zoophages (surtout pucerons) (30%), phytophages (20%) ou saprophages (30%), le reste pouvant avoir des régimes mixtes (Vallet et Sarthou, 2010).

Ces larves comptent parmi les prédateurs de pucerons les plus efficaces, au même titre que les coccinelles, et sont donc essentielles dans leur régulation. Une larve de syrphe peut tuer 300 pucerons en une nuit, elle se nourrit jusqu'à 70 pucerons par jour mais en tue beaucoup plus.

La diversité de la flore de haies, talus et bosquets, entretiennent une grande diversité de la faune (insectes, oiseaux, reptiles, mammifères...) (Annexe qui s'équilibre et empêche les grandes disséminations nuisibles aux cultures. Chaque auxiliaire occupe une niche écologique propre à son espèce pouvant varier au cours de son cycle de vie. La conservation de milieux hétérogènes est donc très importante ainsi que leur connexion pour former des « corridors biologiques ». Ils ont également besoin toute l'année de nourriture (pollen, nectar, proies alternatives), accessible rapidement et le plus longtemps possible mais aussi d'abris. C'est l'aménagement de zones refuges (haies, plantes fleuries, bandes enherbées, nichoirs à oiseaux, abris à chauves-souris) aux alentours des cultures qui va leur fournir.

Les arbres dont les feuilles ont des structures poilues retenant le pollen (noisetier, viorne, tilleul, frêne, laurier) ou bien les arbres à forte production de pollen (conifères, sureau, tilleul à la floraison) sont à privilégier. Il s'agit d'arbres à baies qui attirent les oiseaux insectivores comme la fauvette. L'implantation de haies mixtes de feuillus et conifères est donc la plus adaptée pour renforcer les populations d'auxiliaires. Les plantes à floraison précoce (prunacées, rosacées) permettent d'apporter des compléments de nourriture en l'absence de proies. Certaines essences attirant les insectes constituent parfois une zone de relais pour les auxiliaires. Par exemple, le saule héberge au printemps des auxiliaires attirés par les proies comme les psylles, abondantes sur ces essences. Les plantes à floraison tardive attirent les insectes auxiliaires à l'automne et leur permettent ensuite de trouver un refuge pour la période hivernale. C'est le cas du lierre, riche en prédateurs généralistes (D'après la France Agricole 2022, « Les haies : réservoirs à auxiliaires », 2002). (Annexe 9)

4.1.4. Limites et perspectives

4.1.4.1. Critique de la méthode

Echantillonnage

- **Echelle de la maille**

Nous avons inventorié 20 mailles. Ce qui représente en moyenne quatre mailles par jour. Selon le nombre de haies par zone d'échantillonnage, le temps consacré reste assez variable. Au total, 103 haies ont été prospectées avec une moyenne de 20 haies par jour. Or, nous étions divisés en deux groupes de trois personnes. Une personne seule peut donc espérer échantillonner un minimum de 7 haies par jour. Par contre, cette performance peut être augmentée selon sa compétence en botanique.

La méthode reste assez chronophage et fastidieuse. La prise en compte des herbacées ralentie énormément la progression. La détermination des arbres et arbustes est nettement plus aisée car le plus souvent, les mêmes espèces se retrouvent entre les haies.

Sur les quatre communes considérées dans l'étude, il semble que la richesse spécifique maximale en arbustes soit atteinte à partir de quatre mailles inventoriées exhaustivement. Dans tous les cas, nous comptons entre 10 et 15 espèces arbustives.

Par ailleurs, sur Allériot et Torpes, quatre mailles semblent insuffisantes pour inventorier l'ensemble des espèces d'arbres du bocage de la Bresse bourguignonne.

Ces constats restent à valider en augmentant le nombre de mailles échantillonnées et en effectuant des processus itératifs pour chacune des communes.

Ces constats restent à confirmer en augmentant le nombre de mailles échantillonnées.

Pour les herbacées, sur les quatre communes, nous avons montré à l'aide des courbes de richesse cumulée que la richesse maximum n'est pas atteinte avec l'inventaire de quatre mailles. Il n'y a pas d'obtention d'un plateau traduisant la stabilisation du nombre d'espèces. Avec huit mailles prospectées à Allériot, nous avons échantillonnées la plupart des herbacées. Dans ce cas, l'augmentation de l'effort d'échantillonnage a été bénéfique. Nous supposons donc que sur les autres communes, il faut inventorier au minimum quatre mailles supplémentaires pour avoir une bonne représentativité du peuplement en herbacées.

Il en ressort qu'il faut plus de quatre mailles pour échantillonner les arbres, environ quatre pour les arbustes et au minimum 8 pour les herbacées. Cet effort d'échantillonnage différent suppose que sur certaines mailles, il faudrait inventorier uniquement les herbacées et se satisfaire de 4 ou 5 mailles pour les arbres et arbustes.

- **Echelle de la haie**

Nous avons fait le test de raréfaction à l'échelle de la haie seulement pour Loisy où le nombre de haies par maille était le plus important.

Pour les arbres et arbustes, il y a stabilisation du nombre d'espèces à partir de 24 haies échantillonnées. A ce stade, 92.9% des arbres et 78.6% des arbustes sont échantillonnés. L'ajout de 24 autres haies (soit le double) permet de gagner une espèce d'arbre (7%) et trois espèces d'arbustes (21%) Nous faisons donc l'hypothèse que sur des mailles présentant plus de 24 haies, il n'est pas utile de toutes les inventorier, à moins de vouloir relever un maximum d'espèces présentes. Ce qui suppose de déterminer par vue aérienne le nombre de haies par maille et de choisir aléatoirement celle à inventorier avant de faire la prospection de terrain.

Sur Loisy, l'échantillonnage de 24 haies permet tout de même d'identifier 80% des herbacées (28 espèces sur les 35 comptabilisées). Le maximum de richesse est atteint avec 39 haies. Là aussi se pose la question entre l'objectif de l'échantillonnage (but d'atteindre la richesse maximale ou pas) et l'effort à fournir en termes de temps de travail.

Nous n'avons pas pu le vérifier sur le terrain, mais il est possible que d'inventorier plus de mailles sans réaliser un inventaire exhaustif des haies sur chacune d'elles permettrait d'améliorer la richesse spécifique. En multipliant le nombre de zones d'échantillonnage, nous aurions augmenté la diversité des « paysages » au sein de la commune et donc éventuellement

relevé plus d'espèces (ex : proximité rivière, forêt, habitation). Dans la même idée, la diminution de la taille des mailles (et donc du nombre de haies et donc le temps de travail) aurait permis d'échantillonner plus de mailles. Ces différentes hypothèses sont à tester pour déterminer celle qui permet d'obtenir un maximum de richesse en un minimum de temps.

- **Protocole**

Pour ce qui est du protocole en lui-même (nombre, taille et emplacement des quadrats), il nous est difficile de juger son efficacité. Les choix que nous avons fait nous semblent plutôt pertinents et prennent en compte les différents paramètres pouvant influencer l'échantillonnage. S'affranchir de l'effet bordure et adapter la longueur des sous-quadrats pour chaque strate paraît être une méthode intéressante. Cependant, il se peut que trois quadrats pour des haies longues soient insuffisant pour évaluer le plus justement possible la biodiversité végétale. De nouveau, il faudrait renouveler l'échantillonnage sur les mêmes haies en augmentant le nombre de répliques et noter l'évolution de la richesse spécifique.

- **La faune**

Nous n'avons pas mis en place de protocole d'inventaire de la faune. Suivant les taxons étudiés, des protocoles d'échantillonnage spécifiques doivent être mis en œuvre, ne considérant pas forcément la même approche spatio-temporelle. Par exemple, un échantillonnage des mammifères et des oiseaux pourrait être effectué à l'échelle de paysage « bocage ».

- **Fiche de collecte des données**

A l'issue de la phase de terrain, la fiche de terrain utilisée peut être améliorée pour relever les informations les plus importantes et par la même occasion gagner du temps (Annexe 7).

4.1.4.2. Limites de l'étude

L'étude ainsi réalisée présente des limites que nous proposons de lister dans l'expectative de futurs travaux similaires.

- **Mise au point du protocole d'échantillonnage**

Etant donné l'inexistence de méthode reconnue officiellement pour inventorier les haies, sa mise au point a été relativement complexe. Pour affiner le protocole d'échantillonnage, il a donc été choisi de faire appel à plusieurs experts spécialement pour déterminer :

- la taille des quadrats,
- le nombre de répliques par haie,
- la prise en compte de l'effet « bordure ».

- **Période d'exécution de l'étude**

L'étude a été accomplie au cours de la période d'octobre 2012 où la détermination des plantes herbacées est compromise car leur floraison se termine très souvent vers les mois de septembre ou octobre (Bardet *et al.*, 2008).

Il est alors fort probable que la composition de la strate herbacée des haies ait été sous-estimée du fait que certaines espèces floristiques n'ont pas pu être déterminées ; sans compter qu'il ait pu y avoir des confusions.

- **Elaboration de la typologie**

La durée de réalisation de l'étude a été très courte comparativement à l'ampleur des résultats attendus. Au vu de la contrainte de temps, la typologie du bocage n'a été déterminée qu'à partir des résultats issus d'un nombre limité de haies inventoriées et ne comprenant pas les ripisylves.

Un total de 103 haies a été inventorié dans les quatre zones d'intervention soit une moyenne d'environ 26 haies/zone. Ce nombre limité d'échantillon nous a peut-être conduits à négliger des haies composées d'espèces végétales que nous n'avons pas rencontrées. La richesse floristique notamment pour les plantes herbacées obtenue a donc été probablement sous-évaluée ce qui influe négativement sur la qualité de la typologie. Il y a par ailleurs une différence d'effort d'échantillonnage entre les communes, qui rend la comparaison des richesses spécifiques absolues relativement peu fiable. Les courbes de richesse cumulée nous ont guidé sur ce point, mais l'effort d'échantillonnage aurait dû être le même au sein des communes pour plus de pertinence. En l'occurrence, il n'y avait clairement pas le même nombre de haies dans les communes ce qui complique la régularité de l'échantillonnage.

L'inventaire de la faune nécessite la réalisation de protocoles spécifiques selon les taxons et exige une période de mise en œuvre relativement considérable. Lors de la mission de terrain, nous nous sommes donc limités qu'à faire des observations ponctuelles (avifaune, entomofaune, ...) et des relevés d'indices de présence (nid d'oiseaux, terrier, ...). Ces données constituent un appui descriptif intéressant pour la mise au point d'une typologie mais ne sont pas issues d'un protocole d'inventaire rigoureux. Un soutien bibliographique nous a cependant permis d'émettre des hypothèses.

- **Compétences des membres de l'équipe**

Bien que prévisible, ce biais peut avoir une influence considérable sur les résultats de cette étude. En effet, les membres de l'équipe ne présentent pas le même niveau de compétence et aucun n'était spécialiste en botanique. Il y a donc une certaine marge d'erreur à considérer sur les relevés de végétation et une forte hétérogénéité dans les relevés ponctuels pour la faune.

4.1.4.3. Perspectives et recommandations

Cette étude a permis de mettre en évidence la nécessité de réaliser d'autres travaux parallèles dans un souci d'évaluation de la composition du bocage breton et de mise au point d'une typologie plus complète et représentative.

Nous proposons ainsi une liste non exhaustive de recommandations que notre étude nous permet de faire.

Sur la flore :

- Inventorier la flore des 103 haies étudiées sur une période plus favorable (été) et comparer les données, afin de s'assurer d'une identification correcte de la strate herbacée notamment.
- Renouveler le protocole plusieurs fois dans l'année (sortie d'hiver, milieu de printemps, début été, fin de l'été et automne) pour prendre en compte l'ensemble des espèces qui se succèdent en fonction de leur cycle de développement.
- Evaluer si la typologie donnée dans le point 3) des résultats a une influence sur la composition spécifique de la haie.
- Inventorier la flore d'un plus grand nombre de haies et sur un plus grand nombre de zones d'échantillonnage dans le but d'augmenter la représentativité du territoire en termes de richesse spécifique.
- Caractériser les ripisylves par la mise au point d'un protocole d'échantillonnage adapté. Les zones humides semblant nombreuses sur ce territoire d'après nos constatations, les ripisylves présentent un intérêt certain au niveau de la biodiversité.

Sur la faune :

Oiseaux :

- Mettre en œuvre un protocole d'inventaire spécifique pour l'avifaune. En effet, différents taxons d'intérêt tels que les oiseaux nécessitent la mise en place d'un protocole particulier au cours duquel seraient réalisés des IPA (Indices Ponctuels d'Abondance) selon des modalités spatio-temporelles à déterminer.
- Un accent particulier aurait pu être porté sur la présence de nids dans les haies, leur visibilité étant accrue en automne compte tenu de l'absence de feuillage. Leur présence simple a été relevée mais une détermination des espèces construisant ces nids aurait pu être effectuée, ce qui nécessite davantage de connaissances dont nous ne disposons pas dans notre équipe.

Mammifères :

Pour les espèces de mammifères, deux stratégies d'échantillonnage peuvent être envisagées (Gourdain *et al.*, 2011) :

- échantillonnage par sondage (pièges, points d'écoute nocturne, points de contact,...) (ex : comptage au phare ou battues)
- échantillonnage systématique (par secteur, par milieu de vie,...)

Le relevé des indices de présence débuté sur le terrain est à poursuivre. Il faudrait par exemple mettre en place des transects et noter les indices : les empreintes, les coulées et passages préférentiels, fèces, terriers, marques territoriales,...

La détection avec des pièges photographiques est une autre solution.

De la même façon que pour l'inventaire des oiseaux, les périodes printanière et estivale sont plus propices à l'échantillonnage. Cependant, des espèces peuvent s'observer le reste de l'année (ex : relevés d'empreinte en cas de neige).

Micromammifères :

L'inventaire des micromammifères nécessite des techniques de (Gourdain *et al.*, 2011) :

- capture : pièges à appâts
- observations indirectes : inspection des pelotes de réjection des rapaces ou des restes de repas de carnivores et relevés d'indices de présence.

Entomofaune :

Il semble aussi important de réaliser des inventaires de l'entomofaune. Pour ce taxon, il est indispensable de cibler les espèces à étudier (ex : espèces remarquables d'Odonates, Coléoptères). La plupart du temps, les différents ordres d'insectes sont capturés à l'aide de pièges (filet à papillons, pièges Barber, pièges attractifs, pièges lumineux,...) adaptés au mode de déplacement et de vie des espèces (vol, faune rampante, diurne/nocturne). Des reconnaissances à la vue ou au chant (Orthoptères) sont aussi envisageables. (Gourdain *et al.*, 2011).

Autres :

D'autres protocoles spécifiques pourraient être mis en place pour échantillonner les amphibiens, reptiles, mollusques, arachnides ou encore la microfaune et les bactéries du sol. Un intérêt pour les chiroptères pourrait être porté. En effet, par exemple, le petit Rhinolophe est un chiroptère ayant grandement besoin de bocage et est présent dans le bocage de Côte d'Or (Babski, comm. pers.).

Pour réaliser l'ensemble de ces inventaires, des associations ou autres groupes naturalistes pourraient être mobilisés.

A partir de notre typologie, nous supposons que les protocoles d'inventaire de la faune peuvent se faire selon les types de haies. Sans mettre en place un dispositif pour toutes les haies il serait intéressant de sélectionner plusieurs haies par type et de faire l'inventaire de la

faune sur celles-ci. Ce qui amènerait à comparer les espèces animales présentes selon les espèces végétales en place.

4.1.5. Conclusion

Dans le but de caractériser le bocage de Bresse bourguignonne sur le plan écologique, nous avons inventorié la flore des haies par détermination des pourcentages de recouvrement des espèces selon *Braun-Blanquet* (1952). Cela nous a permis de repérer les espèces arborescentes et arbustives dominantes par haie et la proportion occupée par chacune des strates. Ces informations ont été réutilisées pour construire une typologie du bocage. En considérant la composition floristique douze types de haies ont pu être distingués. Le type le plus représenté au sein de la Bresse bourguignonne est constitué de frêne élevé accompagné d'aubépine, ronce et prunellier. Nous avons vu que les fruits produits sont des ressources alimentaires nécessaires en particulier pour les oiseaux. Les types de haies ont ensuite pu être cartographiés pour chacune des mailles inventoriées.

Avec nos résultats, nous avons aussi pu comparer les quatre communes échantillonnées entre elles. Nous avons noté des différences en termes de stratification des haies et de richesses spécifiques absolues. Loisy se détache avec une densité de haies et une richesse floristique plus importantes. Allériot est caractérisé par la dominance de la strate arbustive dans ses haies. Torpes et Frontenaud ont des compositions intermédiaires. Les espèces dominantes d'arbres et arbustes par commune ont aussi pu être déterminées.

Nous nous sommes aussi intéressés aux atouts écologiques fournis par les haies. Nous avons par exemple relevé la présence de bois morts et creux, les connexions avec d'autres milieux d'intérêt ou encore la présence de talus et fossés. Nous retenons que la majorité des haies échantillonnées sont pluristratifiées. Ces peuplements plus riches conduisent à une diversification de l'habitat qui peut donc satisfaire les exigences de nombreuses espèces animales. En effet, l'augmentation de la biodiversité végétale se traduit par une augmentation de la diversité de son peuplement animal (Baudry *et al.*, 2000). Nous nous sommes aussi intéressés aux connexions, 73 % des 103 haies inventoriées sur le territoire sont connectées. Cette donnée donne de la valeur au bocage étudié puisque les intersections sont souvent des sites qui présentent une richesse spécifique supérieure à celle de la haie (Baudry, 2003).

De plus, nous avons pu prouver qu'environ 40 % des espèces d'arbres et arbustes présents dans les haies pouvaient potentiellement héberger des auxiliaires de culture. Ceux-ci peuvent donc jouer un rôle dans la protection des cultures situées à proximité des haies.

Pour conclure, nous pouvons dire que la structure et composition des haies de la Bresse bourguignonne sont donc pour la plupart adaptées pour fournir un abri, un site de reproduction et de nourrissage pour bon nombre d'espèces.

A partir de courbe de richesse cumulée en fonction de l'effort d'échantillonnage, nous avons pu évaluer l'efficacité de la méthode d'inventaire utilisée. Celle-ci nous semble adaptée pour

représenter au mieux la flore des haies. Cependant, elle demande un effort d'échantillonnage important et est donc très gourmande en temps. Avec nos résultats, nous avons montré que pour évaluer le peuplement végétal de chacune des strates, le nombre de maille à échantillonner est variable. Quatre à cinq mailles semble suffisantes pour les arbres et arbustes mais il semble que la prospection de huit mailles soit nécessaire pour les herbacées. Dans la poursuite de cette étude, il serait bon de considérer plus spécialement la faune. L'idée serait par exemple de relier plus précisément le type de haie à la faune qu'elle héberge. Pour limiter le temps de travail, le choix des espèces à inventorier est primordial, nous proposons par exemple de considérer des espèces patrimoniales ou d'échantillonner les carabes.

Pour ce qui est de la flore, l'extrapolation de la méthode à l'ensemble de la Bourgogne peut être envisagée. Elle est cependant très chronophage et nécessite sans doute quelques adaptations (nombre de mailles, nombre haies inventoriées,...). La période d'inventaire est aussi à réfléchir. En effet, l'échantillonnage de la flore en automne a été une contrainte pour l'identification des herbacées.

Nous avons ainsi pu constater que les haies offraient de nombreux services en termes de biodiversité. Cela est dû en partie à la diversité des espèces végétales présentes et aux différentes morphologies des haies. Un autre aspect est intéressant à prendre en compte pour évaluer les services rendus par le bocage : la valeur énergétique des haies.

4.2. *Vers une valorisation énergétique des bocages de Bourgogne*



Lauranne BOUCHAUD
Maxence GUILLOT
Charlotte JAVELLE



Vincent LARMET
Anna LI-MARCHETTI
Brice MARLET

Master 2 ERE Promo 2012/2013
Tuteur universitaire : GAUJOUR Etienne

Introduction

L'étude sur l'évolution des bocages menée par l'OREB en 2001 a montré une disparition, de l'ordre de 50%, du linéaire des haies en Bourgogne.

Malgré cette régression, le bocage reste important en Bresse bourguignonne et présente un intérêt non négligeable des points de vues agronomique, écologique et économique.

Cette partie illustrera uniquement le rôle économique du bocage au travers d'une étude menée sur quatre communes du territoire bressan qui sont Allériot, Loisy, Frontenaud et Torpes.

Notre projet, qui se veut suffisamment générique pour être étendue à l'ensemble de la Bresse bourguignonne, vise donc à améliorer les connaissances sur le bocage du point de vue de la valorisation énergétique. En effet, le bois produit par l'entretien des haies peut permettre à l'exploitant de se fournir en bois d'œuvre et de chauffage.

Afin de cadrer notre étude, nous avons déterminé différents objectifs opérationnels qui sont :

- la caractérisation des bocages sur le territoire bressan ;
- une proposition de haies à préserver en priorité et les pistes d'améliorations de leurs implantations et de leurs entretiens ;
- une mise au point d'une méthode d'inventaire des critères permettant de caractériser le gisement et son potentiel en bois énergie ;
- l'intégration de ces critères dans une méthode de cartographie.

Notre rapport est structuré de la manière suivante. Dans un premier temps, nous vous présenterons la méthodologie mise en place qui nous a permis de caractériser le bocage et d'estimer le gisement pour chaque type de haies. Ensuite, les résultats seront exposés sous forme d'une typologie créée à partir d'une analyse multi-variée. Pour finir, nous parlerons des différents modes d'entretien pouvant être réalisés sur les haies rencontrées sur le terrain.

Avant de vous présenter notre étude, nous ferons un rapide rappel sur ce qu'est le bois énergie

Rappel

Le bois est depuis toujours l'élément qui a permis aux Hommes de se chauffer, il a ensuite été peu à peu remplacé par les énergies fossiles telles que le gaz et le pétrole. Cependant, avec les problèmes d'épuisement de ces ressources non renouvelables et l'envolée des prix de celles-ci, le bois est revenu au premier plan des énergies de chauffage. Depuis quelques années déjà, des progrès ont été réalisés en matière de chauffage au bois, avec notamment des chaudières plus performantes qui atteignent désormais un rendement de 80%. De plus, de nombreuses normes ont été mises en place pour rendre cette énergie plus propre, c'est-à-dire pour qu'elle rejette moins de particules polluantes dans l'atmosphère.

Lorsque l'on parle de bois énergie, on parle de l'énergie qui est libérée par la combustion du bois. Ce bois combustible peut être trouvé sous différentes formes telles que le bois bûche, les plaquettes forestières, ainsi que les granulés de bois. Les plaquettes ainsi que les granulés

permettent de valoriser l'arbre en entier (y compris ses branches) ainsi que les rebuts et les sciures issus des scieries.

Le bois énergie possède plusieurs avantages. Tout d'abord, c'est une énergie renouvelable qui ne risque pas un tarissement tant que la ressource est gérée raisonnablement.

De plus, cette énergie est beaucoup moins polluante que les énergies fossiles. En effet, elle possède un bilan carbone nul car le CO₂ émit dans l'atmosphère lors de la combustion correspond à celui qui a été fixé par l'arbre durant sa vie. Un arbre mort qui se dégrade naturellement émet autant de CO₂ qu'un arbre que l'on brûle. L'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) a calculé que l'utilisation de bois bûche entraînait l'émission de 40g de CO₂/kWh restitué alors que le fioul émet 466g de CO₂/kWh restitué.

Le bois énergie possède également un intérêt social. D'après une étude menée par la FNB (Fédération Nationale du Bois), il permettrait de créer trois fois plus d'emplois localement que les ressources fossiles.

Enfin, cette filière possède un intérêt économique. Elle est beaucoup moins chère que les énergies fossiles et ceci sera encore plus vrai dans les années à venir avec l'envolée des prix de ces énergies. L'ADEME a estimé que le prix de revient du kWh produit par le bois est de 3,23 cts d'euros alors que pour les énergies fossiles, ce prix varie de 4,04 cts d'euros pour le gaz naturel jusqu'à 10,57 cts d'euros pour l'énergie électrique.

Le bocage étant une valeur patrimoniale de la Bresse bourguignonne, il paraît très utile de valoriser les haies grâce à la filière bois énergie.

4.2.1. Méthodologie

Afin de répondre à la problématique de valorisation énergétique des haies pour le bois de chauffage, nous avons dû mettre au point une méthode de typologie des haies qui composent le bocage qui nous permettrait de caractériser le gisement en bois et son potentiel pour les années à venir. Pour ce faire, nous avons défini plusieurs critères que nous avons intégrés à une fiche terrain.

4.2.1.1. Fiche terrain : caractérisation du bocage

Afin de récolter toutes les données nécessaires à l'estimation du potentiel en bois énergie, nous avons élaboré une fiche terrain regroupant plusieurs paramètres essentiels à notre étude. Ainsi, pour une prise de notes rapide et efficace, nous avons divisé la fiche terrain en quatre sous-parties détaillées ci-après :

Commentaires généraux sur les haies

Date :	Canton :	Commune :
Lieu-dit :	Altitude :	N° parcelle :
Longueur :	Distance prospectée :	Hauteur :
Largeur :		

Localisation de la haie (canton, commune, lieu-dit) : Permet de situer la haie et de traiter les résultats par commune.

Altitude : A un rôle sur le choix de l'essence à replanter.

N° parcelle : Ce critère permet d'indiquer le numéro de la maille et de la haie (propre à notre groupe) et de le retranscrire sur les orthophotos. Ainsi, le traitement des résultats sera plus aisé.

Longueur : Correspond à la longueur totale de la haie mesurée grâce au GPS.

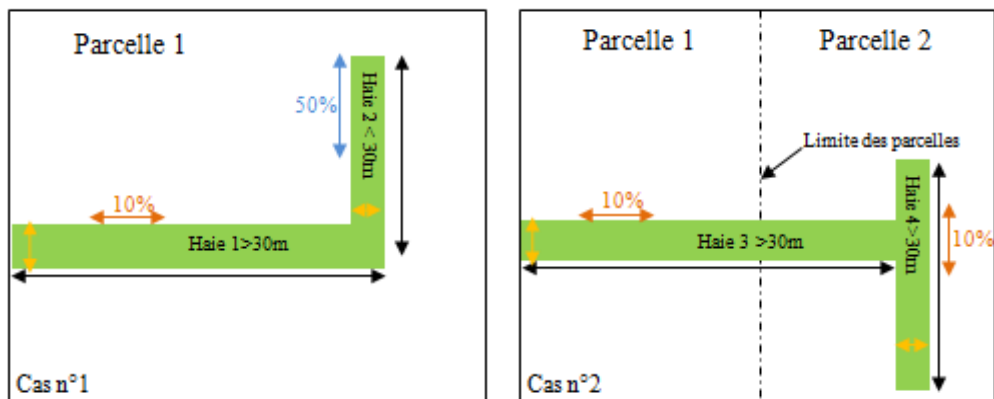
Distance prospectée : Correspond à la distance sur laquelle nous avons effectué nos mesures (diamètre, hauteur, essence, coefficient de branches et de forme).

Pour des haies de plus de 30m, nous avons cubé 10% de sa longueur totale.

Pour des haies de moins de 30m, nous avons cubé la moitié de la haie.

Largeur : La largeur représente l'épaisseur de la haie.

Hauteur : Détermine le type de haie (arborée ou arbustive).



Légende :

- ↔ Longueur totale de la haie
- ↔ Largeur de la haie
- ↔ Longueur prospectée pour une haie < 30m de long
- ↔ Longueur prospectée pour une haie > 30m de long

Figure 49 : Etude de cas sur le terrain

Cas n°1 : Les haies 1 et 2 se trouvent sur une seule parcelle et disposent d'une connexion en L. La longueur totale de la haie 1 est supérieure à 30 mètres. La haie 2 mesure moins de 30 mètres. Ainsi, pour la haie 1 nous avons prospecté 10% de la longueur totale qui nous semblait représentative. Dans le cas de la haie 2, nous avons prospecté 50% de la haie par soucis de représentativité.

Cas n°2 : Les haies 3 et 4 se trouvent sur deux parcelles accolées et disposent d'une connexion en T. Leur longueur respective étant supérieure à 30m, nous avons cubé comme dans le cas n°1-haie 1, 10% de la longueur totale.

Contexte géographique

Contexte naturel : ☐ Plaine ☐ Fond de vallée ☐ Flan de coteau ☐ Crête

Contexte urbanistique : ☐ Zone urbaine ☐ Zone périurbaine ☐ Zone rurale
☐ Bord de route ☐ Bord de chemin d'exploitation

Contexte naturel : Identifier des risques pour les engins agricoles (lamier à scies) et pour les usagers lors de l'exploitation (exemple : humidité du sol). Ce critère permet d'aider dans le choix des essences lors de la replantation.

Contexte urbanistique : Comprendre les pratiques de tailles effectuées sur les haies et les améliorer dans le futur, si besoin.

Exploitabilité de la haie

Etat de santé de la haie : ☐ Bonne ☐ Moyenne ☐ Mauvaise		
Densité : ☐ Forte ☐ Moyenne ☐ Faible		
Pente : ☐ Forte ☐ Faible ☐ Nulle		
Connexion : ☐ T ☐ X ☐ L ☐ O		
Présence de : ☐ Talus Fossé : ☐ avec eau ☐ sans eau ☐ Rien ☐ Eau stagnante		
☐ Eau circulante		

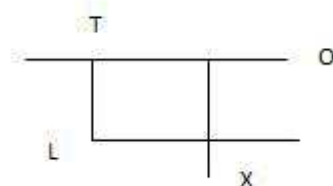
Etat de santé de la haie : Ce critère évalue la qualité du bois pour une éventuelle récolte.

Densité : Evalue la quantité de bois dans une haie.

Pente : Savoir si l'intervention d'engins de taille est réalisable ou non.

Connexion : Nous indique le type de connexions. Cela permet de préparer un chantier de déchiquetage et de connaître la quantité de travail à accomplir.

Présence de talus ou fossé : La présence de talus ou de fossé est à prendre en compte pour le choix de la longueur du bras de l'outil agricole.



Commentaires sur la composition

Espèces dominantes :	Strate haute :
	Strate moyenne :
Espace(s) vide(s) :	Nombre :
	Linéaire :
Rareté(s) végétale(s) :	
Présence de « lianes » ou de plantes grimpantes :	
Commentaires :	

Essences dominantes : Connaître les essences de chaque strate afin de créer des types de haie permettant un diagnostic sur le terrain de la valeur en bois-énergie des haies.

Espaces vides : Permet de faire des propositions d'aménagement pour augmenter la production en bois de la haie.

Rareté végétale : Pour l'identification et la préservation des arbres patrimoniaux.

Présence de liane ou plante grimpante : Connaître la difficulté de taille de la haie.

Ces paramètres ont été intégrés à une méthode de cubage qui nous a permis de caractériser le potentiel énergétique d'une haie.

4.2.1.2. Estimation du gisement : méthode de cubage

- **Choix de la méthode**

Suite à nos recherches bibliographiques, deux méthodes de cubage ont été sélectionnées :

- Méthode 1 : proposée par le Conseil Général de la Sarthe.
- Méthode 2 : proposée par l'Association Mission Haie d'Auvergne.

Après comparaison des paramètres pris en compte par ces dernières, nous avons choisi la méthode 2 construite et approuvée par l'association Mission Haie de l'Union Régionale des Forêts d'Auvergne qui nous semblait la plus pertinente (Annexe 10). En effet, cette dernière nous paraissait plus complète pour deux raisons :

- la hauteur des arbres était prise en compte ;
- une distinction de quatre catégories d'espèces était proposée.

- **Explication de la méthode**

La méthode retenue consiste à cuber le bois des haies sur pied c'est-à-dire comme si une coupe à blanc avait été réalisé (à noter que dans la réalité, cette pratique est rarement réalisée mais cela permet nous permet d'estimer le potentiel maximal de bois contenu dans les haies).

Afin d'estimer ce potentiel, nous avons mesuré différents paramètres tels que la hauteur et le diamètre de l'arbre. Ensuite, deux coefficients ont été attribués en fonction de l'essence en présence :

- un **coefficient de branches (Cb)** qui nous a permis d'estimer la quantité de bois dans les branches par rapport à celle du tronc en se basant sur le fait que si cette valeur est égale à 1, cela signifie qu'il y a autant de bois dans les branches que dans le tronc.
- un **coefficient de forme (Cf)** qui nous a permis de considérer le fait qu'un arbre n'est pas cylindrique.

Les valeurs de ces coefficients étaient préalablement définies dans la méthode et variaient en fonction de quatre types d'espèces :

- les arbustes ronds et très branchus dont le prunellier et le saule avec $C_f = 0.66$ et $C_b = 0.66, 1$ ou 1.33 ;
- les cépées bois dur dont l'érable champêtre et le charme avec $C_f = 0.46$ et $C_b = 1.66, 2$ ou 2.33 ;
- les arbres élancés et bois tendre dont l'aulne, le peuplier et le tremble avec $C_f = 0.58$ et $C_b = 0.33, 0.495$ ou 0.66 ;
- les produits d'élagage bois dur dont le chêne et le frêne avec $C_f = 0.52$ et $C_b = 0.33, 0.495$ ou 0.66 .

L'attribution des coefficients de branches s'est faite selon notre libre arbitre après observation des arbres à cuber.

Les valeurs obtenues pour chacun des paramètres ont ensuite été intégrés dans la formule suivante (résultat exprimé en Mètre Cube Apparent Plaquette = MAP):

$$\text{Volume total} = PI \cdot D^2 / 4 \cdot \text{coefficient de forme} \cdot L \cdot (1 + \text{coefficient de branches}) \cdot 2,6$$

Il est important de préciser que cette méthode ne prend pas en compte les arbres dont le tronc est inférieur à 5 cm de diamètre.

• Application de la méthode

Lors de la prospection sur le terrain, nous avons choisi d'estimer le volume de bois produit par la haie sur une partie représentative de celle-ci, puis d'extrapoler les résultats sur l'ensemble de la longueur de la haie. Pour cela, nous avons décidé de prospecter sur 10% de la haie lorsque celle-ci dépassait les 30 mètres de long et sur 50% lorsque la longueur était inférieure à 30 mètres.

Nous avons aussi cubé des arbres isolés. Cela peut être un arbre seul au milieu d'une parcelle ou un groupe d'arbres séparés d'au moins 3 mètres où la strate arbustive est absente (pas de continuité).

4.2.1.3. Matériel utilisé

Suite aux paramètres déterminés par la méthode, nous avons cherché à savoir quels outils seraient les plus adaptés à leur détermination. Ainsi, nous avons choisi de déterminer la longueur grâce à un GPS et/ou un décamètre et la largeur à l'aide d'un mètre.

L'estimation de la hauteur s'est faite grâce à la technique de croix du bucheron. Pour cela, nous avons utilisé deux bâtons de même dimension. Nous avons placé le premier bâton en position horizontale et le deuxième en position verticale. L'observateur s'est ensuite placé face à l'arbre et a fait coïncider sur une même ligne : le pied de l'arbre, le bas du bâton et son œil, ainsi que le haut de l'arbre, le haut du bâton et son œil.

Une fois les deux extrémités de l'arbre correspondant bien aux extrémités du bâton, nous avons mesuré la distance entre l'arbre et l'opérateur (Figure 50).

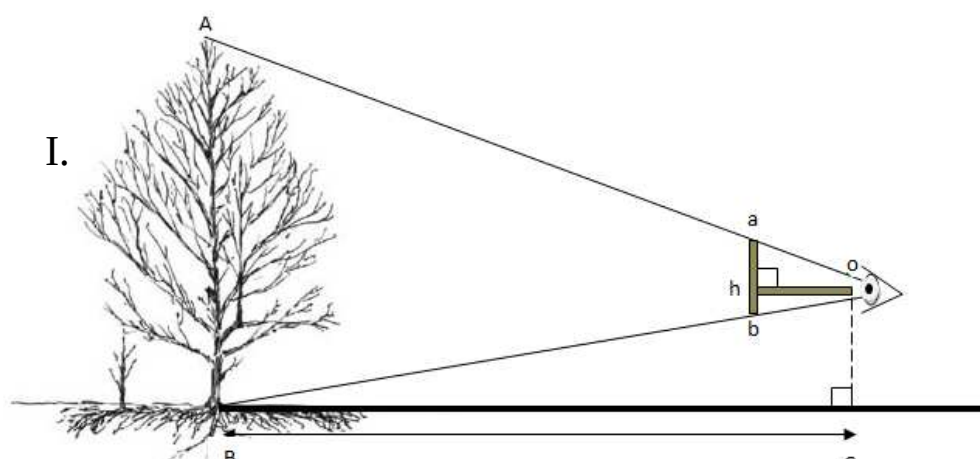


Figure 50 : Technique de la croix du bûcheron

4.2.2. Résultats et discussions

4.2.2.1. Résultats bruts

Nous avons pu prospecter les huit mailles échantillons à Allériot car les mailles considérées sur cette commune possédaient une grande majorité de haies non cubables. En effet, les arbres structurant les haies à Allériot avaient, en majorité, un faible diamètre (inférieur à 5cm). Pour les trois autres communes, nous avons étudié seulement quatre mailles sur les huit proposées du fait du volume important de haies présentes.

Tableau 18 : Récapitulatif des haies par commune

	Allériot	Frontenaud	Loisy	Torpes
Linéaire total commune (m)	29295	95000	60000	68000
Linéaire total maille (m)	3650	7240	14840	10500
% haies exploitables/nombre mailles prospectées	17	80	81	95
Linéaire haies exploitables (m)	235	1573	3492	1480
Linéaire haies non exploitables (m)	991	42	400	0
Nombre de haies recensées	12	30	47	20
Nombre d'arbres isolés recensés	5	105	73	164

La commune d'Allériot (tableau 18), majoritairement occupée par de la forêt, présente le plus faible pourcentage de haies exploitables (17%), pour les raisons évoquées ci-dessus. Les pourcentages de haies exploitables à Frontenaud et à Loisy sont similaires (80% et 81%) alors que le linéaire de haies à Loisy est deux fois plus important qu'à Frontenaud (15 000 m contre 7 000 m). La quasi-totalité des haies de la commune de Torpes sont exploitables (95%).

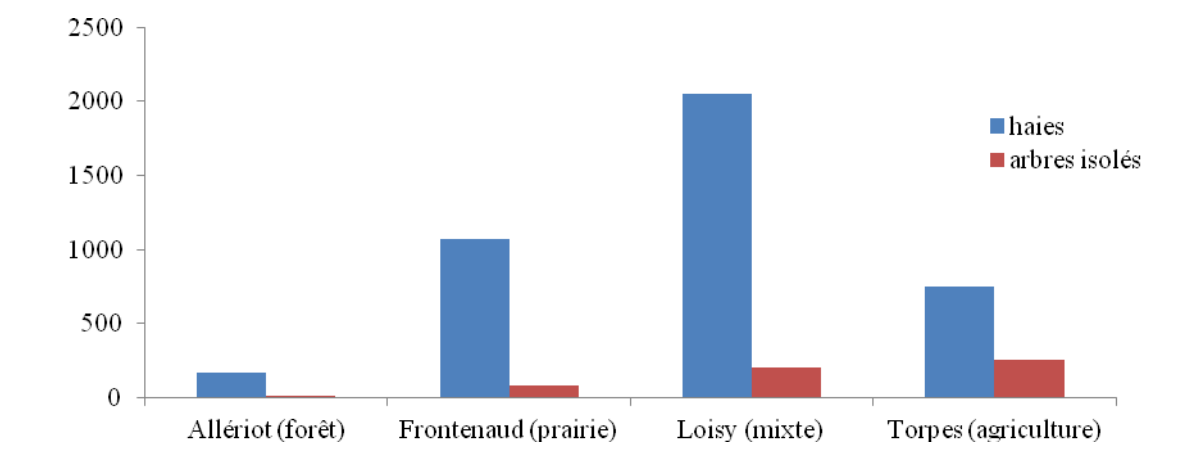


Figure 51 : Volume de bois cubé en MAP des quatre communes étudiées

Les résultats bruts présentés sur la Figure 51 donnent le volume de bois en MAP exploitable sur les quatre mailles étudiées à Torpes, à Frontenaud, et à Loisy et sur les huit mailles étudiées à Allériot. La commune d’Allériot possède le moins de bois exploitable, que ce soit pour les haies (169 MAP) ou pour les arbres isolés (9 MAP) malgré le fait que les huit mailles échantillons ont été étudiées. Le gisement en bois des haies à Frontenaud et à Torpes est de, respectivement, 1 003 et 729 MAP. Le volume total de bois exploitable, c'est-à-dire celui des haies ainsi que celui des arbres isolés, pour ces deux communes est presque similaire (1 150 MAP à Frontenaud et 1 003 MAP à Torpes). La commune de Loisy dispose du plus gros volume de bois des haies exploitable avec 1870 MAP.

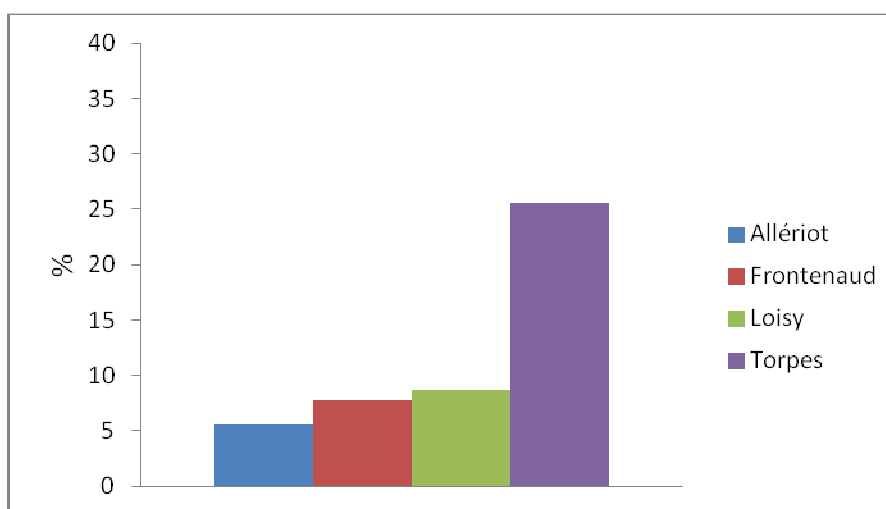


Figure 512 : Pourcentage du volume de bois donné par les arbres isolés par rapport au volume total de bois par commune

La Figure 52 représente le pourcentage du volume de bois donné par les arbres isolés par rapport au volume total de bois par commune. Pour les communes d’Allériot, Frontenaud et Loisy, le volume de bois des arbres isolés représente entre 5 et 9% du volume de bois total. A Torpes, le gisement en bois des arbres isolés représente 25% du gisement bois total, ce qui est non négligeable.

4.2.2.2. Analyses multi-variées

Afin de créer des types de haies, nous avons fait des analyses multivariées grâce aux données collectées sur le terrain. Les outils statistiques utilisés sont l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Une fois les types de haies réalisées, nous les avons chacune relié à une quantité de MAP. Ceci permettra d'estimer le gisement en bois grâce à une méthodologie rapide.

- **L'Analyse factorielle des correspondances**

Cet outil statistique est utilisé avec le logiciel R. Quatre variables sont prises en compte :

- la hauteur moyenne de la haie,
- la densité apparente de la haie,
- le diamètre moyen des troncs pris à 1,30 m de hauteur,
- le coefficient de branche moyen de la haie.

Nous avons attribué des indices à la densité apparente et au coefficient de branche dans le tableau de données. Une densité apparente faible est représentée par la valeur 1, une moyenne par la valeur 2 et une forte par la valeur 3. Un coefficient de branche faible est représenté par la valeur 1, un moyen par la valeur 2 et un fort par la valeur 3. Pour établir l'indice du coefficient de branche sur toute une haie, nous avons pris le coefficient de branche majoritaire de celle-ci.

Le résultat de l'AFC est représenté sur la figure 53.

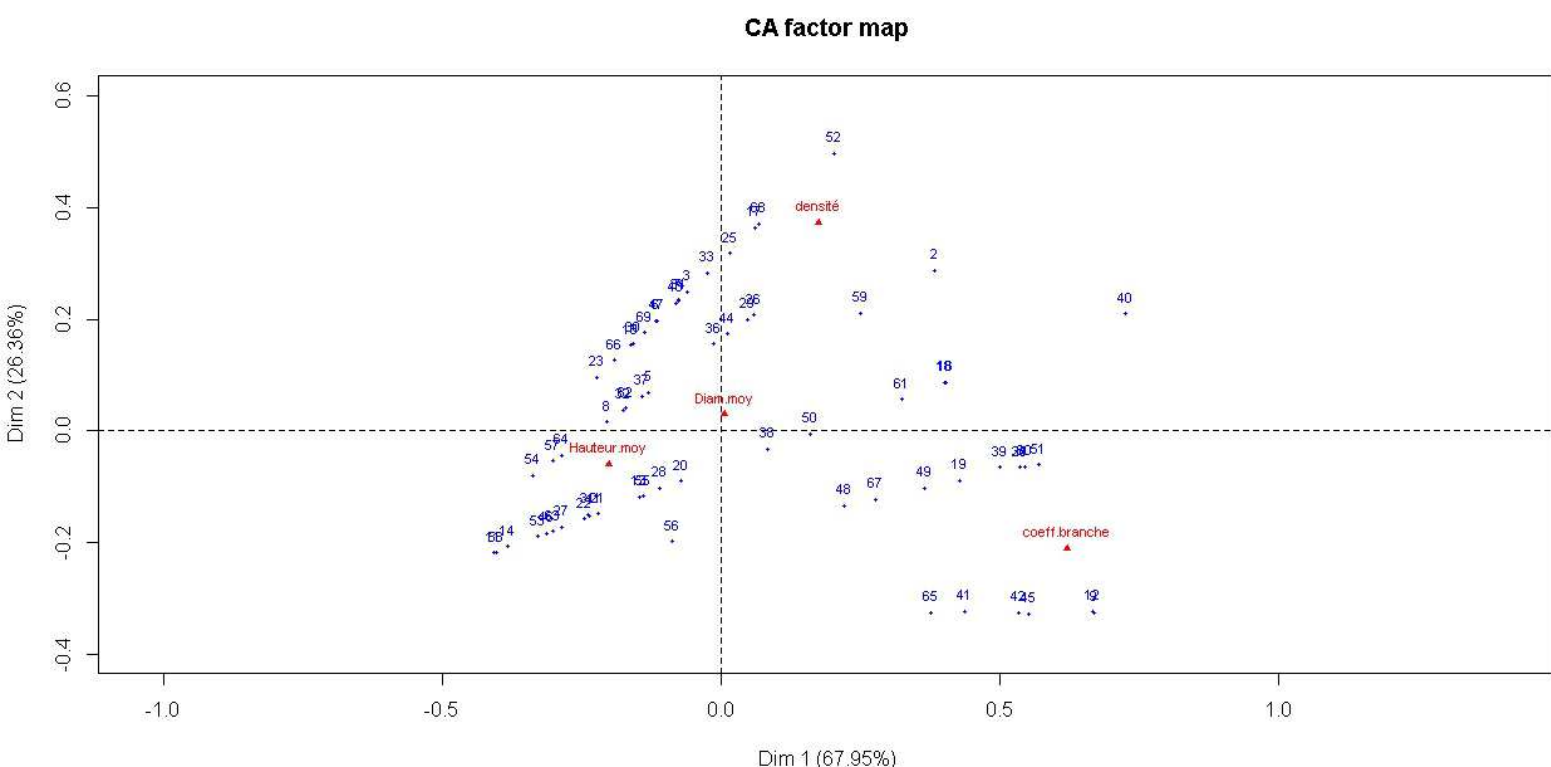


Figure 52 : AFC obtenue à partir des variables densité, diamètre moyen, hauteur moyenne, coefficient de branches moyen

Fichier de sortie :

Contribution des variables à la construction des axes :

\$contrib	Dim 1	Dim 2
Hauteur.moy	2.841632e+01	6.54755708
densité	6.388350e+00	74.18013956
Diam.moy	5.564324e-04	0.03561024
coeff.branches	6.519478e+01	19.23669313

Nous remarquons que les variables qui contribuent le plus à la construction de l'axe 1 sont le coefficient de branches moyen et la hauteur moyenne de la haie, avec respectivement 65 et 28%. Les variables contribuant le plus à la définition de l'axe 2 sont la densité, à 74% et le coefficient de branches moyen, à 19%.

A la suite de l'AFC, une classification ascendante hiérarchique (CAH) est réalisée (Figure 54).

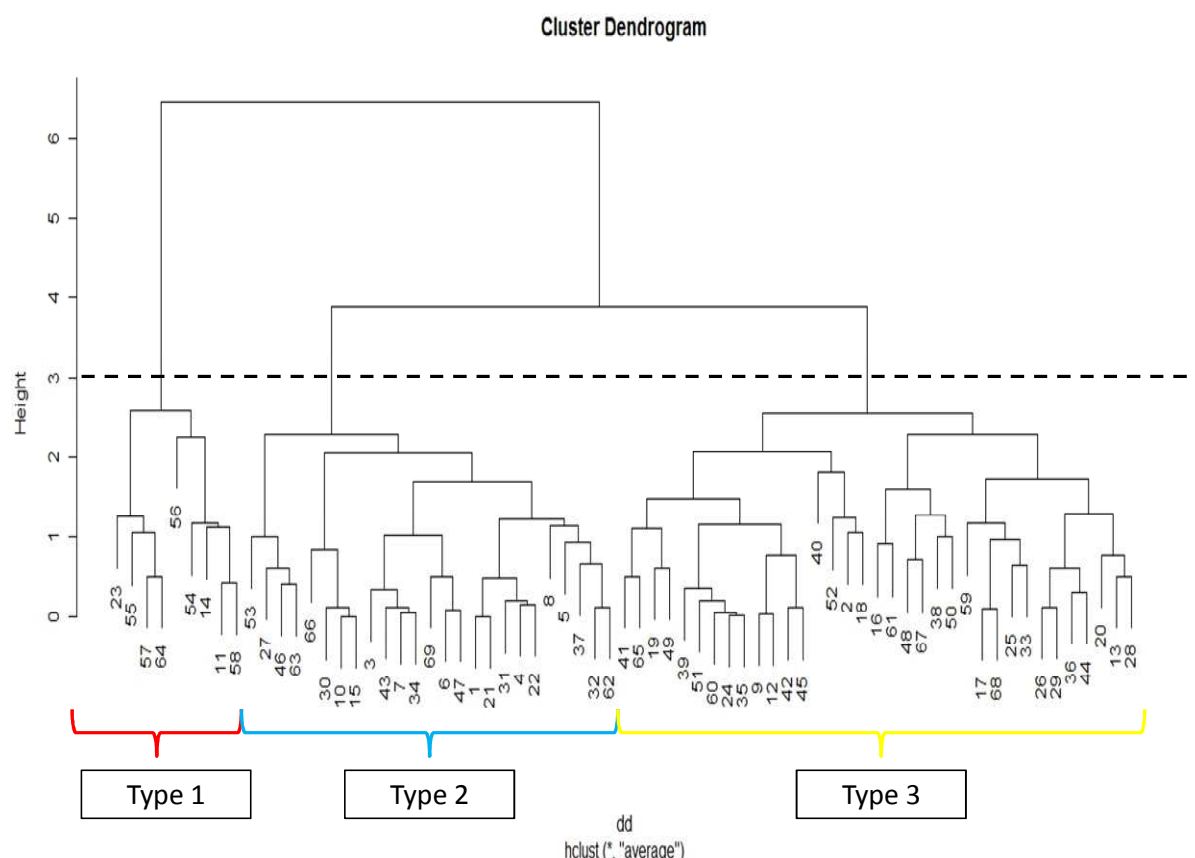


Figure 534 : Dendrogramme obtenu à partir de l'AFCet de la CAH

Nous avons choisi de couper à un niveau où les branches du dendrogramme sont longues, permettant d'avoir trois types de haies possédant des caractéristiques différentes. Plus la hauteur des branches du dendrogramme est importante, plus le type sera distincte des autres. Ainsi, nous avons pu obtenir trois types, le premier étant le plus homogène.

La dichotomie entre le type 1 et les types 2 et 3 se traduit par une hauteur moyenne plus forte pour le type 1. Ensuite, les types 2 et 3 sont différenciés par un coefficient de branche plus fort pour le type 3.

Ce graphique représente les trois types définis. Comme nous l'avons dit précédemment, le coefficient de branches moyen, la hauteur moyenne et la densité de la haie sont les variables qui contribuent le plus à la construction des axes. En effet, sur le graphique, nous voyons que ce sont les trois points les plus éloignés du centre des deux axes formant le graphique. Ces critères sont rassurants car ces trois paramètres paraissent logiques pour calculer un volume de bois. Le diamètre moyen des troncs est le paramètre qui contribue le moins.

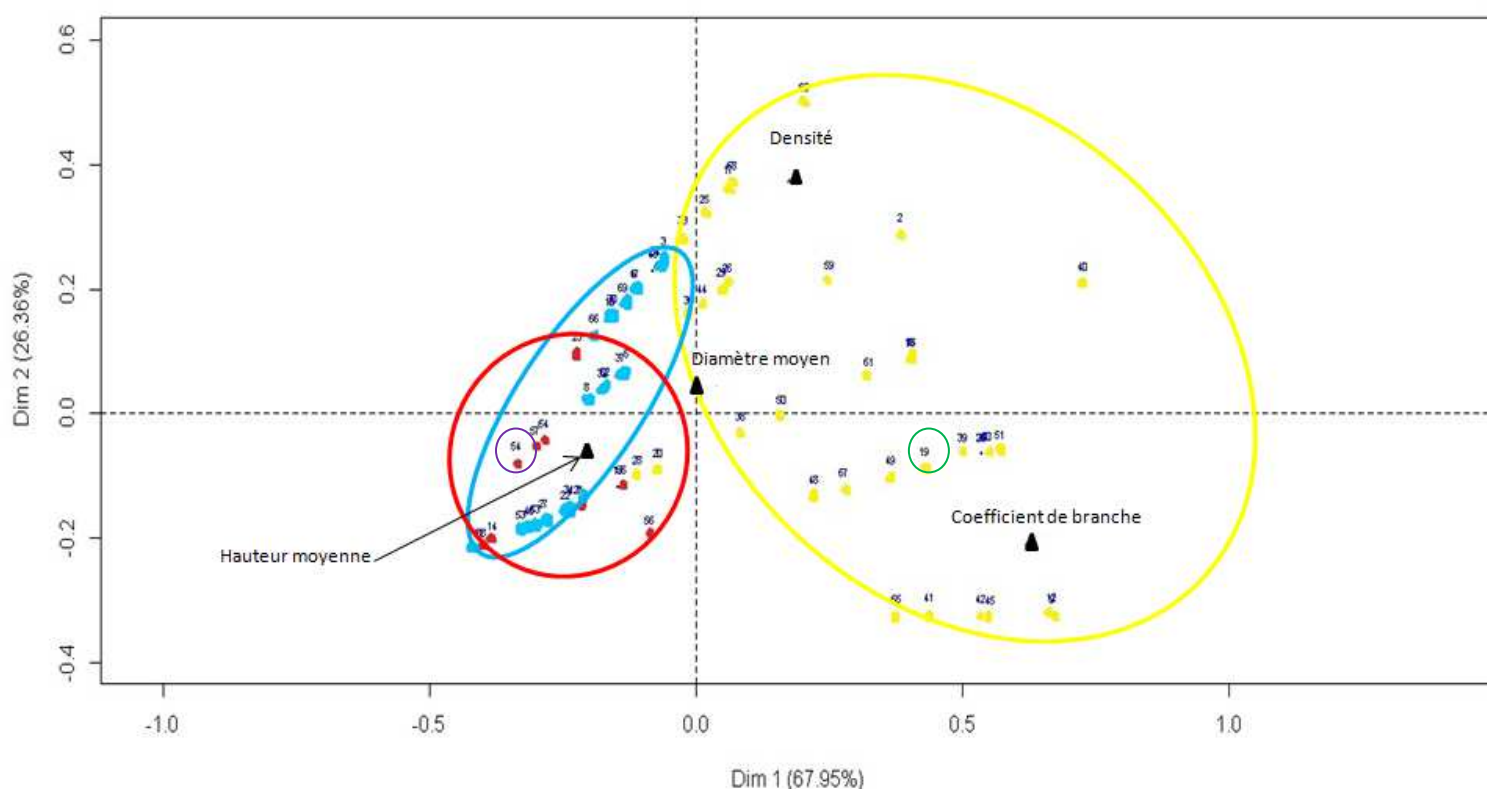


Figure 54 : Représentation des trois types de haies

De plus, il est possible d'estimer les caractéristiques des haies grâce à la Figure 55. Effectivement, plus le point représentant une haie sera proche du point représentant l'une des variables, plus la valeur de cette variable sera élevée. Par exemple, le point 19 (entouré en vert sur le graphique) est très proche du point correspondant au coefficient de branches moyen. Cela veut donc dire que le coefficient de branches majoritaire de la haie représentée par ce point est élevé. Inversement, la haie représentée par le point 54 (entouré en violet sur le graphique) a en majorité, un coefficient de branche faible et une hauteur moyenne élevée.

Nous avons représenté de manière cartographique les trois types de haies présentes dans les mailles prospectées de la commune de Loisy (Figure 56 et 57). Les cartes des autres communes sont présentées en annexe (Annexes 11, 12 et 13).



Légende

Mailles prospectées



Sources : IGN GEOFLA, 2011
IGN BD Ortho, 2007

Auteur : Anna LI-MARCHETTI (2012)

Figure 55 : Cartographie des mailles prospectées sur la commune de Loisy

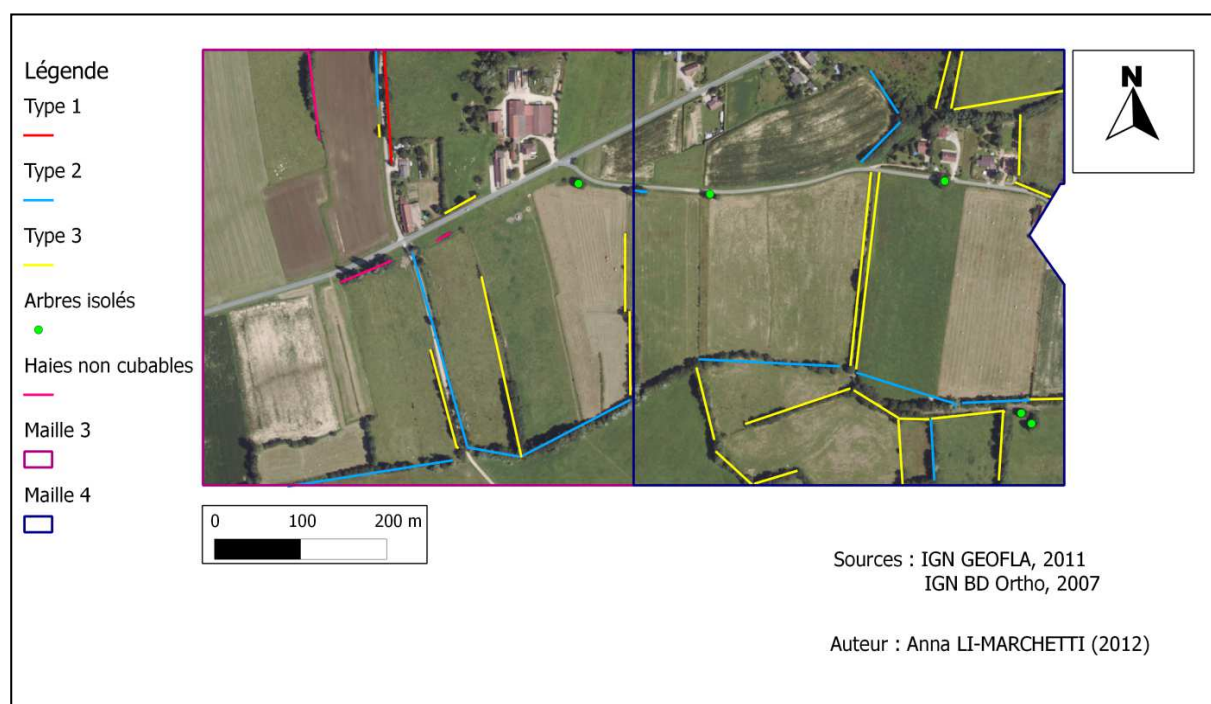


Figure 56 : Cartographie des types de haies sur la commune de Loisy

Tableau 19 : Caractéristiques de chaque type de haies

	Type 1	Type 2	Type 3
Hauteur moyenne (m)	12,27 ± 1,22	8,24 ± 1,11	4,63 ± 1,08
Densité (apparente)	1,8 ± 0,7	2,18 ± 0,87	2,03 ± 0,75
Diamètre moyen tronc (m)	0,18 ± 0,08	0,14 ± 0,04	0,14 ± 0,06
Coefficient de branches moyen	1,33 ± 0,70	1 ± 0	2,17 ± 0,92
MAP/m²	1,04 ± 0,95	0,31 ± 0,22	0,31 ± 0,39

Après avoir classé les haies dans leur type respectif, nous avons calculé les valeurs moyennes de chaque paramètre (Tableau 19). Ainsi, nous avons relié chaque type à une valeur moyenne de production de bois exprimée en MAP/m². (Annexe 14)

Les résultats du tableau confirment l'importance des variables : hauteur, densité et coefficient de branche.

Prenons un exemple : imaginons une haie ayant une hauteur moyenne de 10m, une densité évaluée à 2 et un coefficient de branche de 2. Il ne faut pas oublier que le coefficient de branche et la densité de la haie sont des facteurs prioritaires dans la détermination du type de haie (figure 54).

- Coefficient de branche = 2 → compris entre type 1 et type 3
- Densité = 2 → compris entre type 1 et type 3
- Hauteur moyenne = 10 m → compris entre type 1 et type 2

Les deux facteurs ayant le plus de poids nous indiquent que la haie est de type 1 ou 3. De ce fait nous regardons la hauteur moyenne nous indiquant que la haie est de type 1 ou 2. Le type 1 se retrouve dans les trois facteurs, la haie est donc de type 1.



Figure 57 : Type 1



Figure 59 : Type 2

La gamme de variation des facteurs de ce tableau est représentative car chaque variable de chaque type possède une valeur propre relative. Le type 1 est caractérisé par une hauteur forte, une densité faible et un coefficient de branche moyen. Le type 2 est caractérisé par une hauteur moyenne, une densité forte et un coefficient de branche faible. Le type 3 est caractérisé par une hauteur faible, une densité moyenne et un coefficient de branche fort.

Nous observons que la production en bois pour la typologie 1 est de $1,04 \pm 0,9$ MAP/m² contre $0,31 \pm 0,22$ et $0,31 \pm 0,39$ MAP/m² pour les typologies 2 et 3. Nous avons donc trois typologies de haies mais seulement deux productions de bois différentes.



Figure 60 : Type 3

4.2.3. Discussion

4.2.3.1. Limites de la méthode

La première limite de cette méthode provient de l'accumulation d'erreurs liées à l'utilisation du matériel. En effet, chaque outil possède sa propre précision :

- Mètre : 0.1 cm
- GPS : plus ou moins 4 m
- Décamètre : 1 cm
- Pied à coulisse : 0.1 cm

La seconde limite est liée à nous, opérateurs, qui ne sommes pas des experts dans le domaine du bois énergie. Ainsi, des erreurs d'estimation du coefficient de branches ou de la hauteur (croix du bucheron) ont pu survenir.

La saison d'étude (automne) a pu également accentuer le risque d'erreur lors de la détermination des essences arborées et arbustives.

En connaissance de ces biais et pour en diminuer l'impact, nous avons décidé d'attribuer à chaque opérateur une seule et même tâche tout au long de la phase de terrain.

De plus, le but de notre étude était d'extrapoler les résultats à l'ensemble de la Bresse en travaillant sur 4 communes bressannes. Cependant, l'extrapolation de nos résultats semble difficile, et ce, même à l'ensemble de la commune. En effet, pour calculer le gisement en bois d'une haie, de nombreux critères sont pris en compte et ceux-ci sont très variables d'une haie à l'autre. Une commune contenant environ 60 mailles, toutes plus ou moins différentes, si nous extrapolons nos résultats à la commune, l'erreur sera importante. Cela se justifie par le fait que les rapports « volume de bois en MAP/linéaire de haies » sont très différents entre les mailles de chaque commune. Il nous a donc semblé plus pertinent de créer des types de haies et de les relier à une quantité de bois en MAP. Ainsi, il est possible de connaître le gisement en bois des haies facilement, en relevant les critères utilisés dans les types sur le terrain.

Lors de la création des types de haies, nous avons utilisé les 4 critères cités précédemment. Ceux-ci sont simples à déterminer pour des personnes non initiées au bocage et qui voudraient, par exemple, connaître le gisement en bois de leur commune. C'est pourquoi nous n'avons pas considéré les essences présentes dans les haies pour créer les types, celles-ci pouvant être difficiles à reconnaître sur le terrain. Ce choix a été confirmé lorsque nous avons essayé de déterminer les types en prenant en compte les pourcentages des essences présentes dans chaque haie. En effet, la CAH réalisée avec ce critère ne nous a pas permis de dégager une typologie pertinente au regard de notre objectif.

Nous pouvons remarquer que les écart-types sont importants. Ceci est dû au faible nombre d'échantillons étudiés et au temps imparti sur le terrain. Pour réduire ces variations, il aurait fallu échantillonner un plus grand nombre de mailles.

4.2.3.2. Potentiel du gisement à 20 ans

Pour estimer le gisement à 20 ans, nous avons pris contact avec Thierry PEYRTON de la Fédération de Chasse de Saône-et-Loire, pour avoir l'avis d'un spécialiste. Suite à un

entretien téléphonique, nous avons pu conclure que ce paramètre n'est pas estimable à notre niveau. En effet, il faudrait prendre en compte beaucoup de critères et faire de la modélisation pour estimer ce gisement. Les études déjà réalisées sur ce sujet sont faites sur un grand nombre d'année.

Cependant, nous pouvons tout de même relever quelques données importantes sur le gisement en bois des haies dans le futur.

Trois critères que nous n'avons pas pris en compte pour l'estimation du gisement actuel sont nécessaires pour estimer le gisement futur :

- L'influence de la taille
- L'arrachage
- La repousse spontanée

La repousse spontanée représente moins de 1% par an des haies qui poussent. L'entretien des haies des bords de route et de chemins agricole (la taille et l'arrachage) est obligatoire selon le Code de la Voirie – Article R 116-2. Il empêche donc le développement naturel des haies.

De plus, nous savons que le linéaire de haies a diminué de 10 à 20% en Bourgogne sur les 20 dernières années et cela risque de se reproduire sur les 20 années à venir. Aucune politique n'est menée pour palier cette tendance en Bourgogne. Par exemple, le Conseil Régional de Bourgogne n'effectue aucune plantation depuis plusieurs années. Il y aura donc une perte conséquente du gisement en bois des haies dans 20 ans. Cependant les mesures agro-environnementales (MAE) sont des outils qui peuvent valoriser les efforts entrepris par les agriculteurs pour faire évoluer leur système vers la durabilité. Par exemple les agriculteurs peuvent percevoir une prime s'ils replantent des haies.

4.2.4. Perspectives

4.2.4.1. Haies rencontrées sur le terrain

Haies non productives

Une haie peut être classée non productive selon notre méthode de calcul, lorsque le tronc a un diamètre inférieur à 5cm et lorsque les branches sont fines, ce qui correspond aux haies taillées annuellement. Le passage régulier ne permet pas de récolter du bois au diamètre suffisamment intéressant pour le bois-énergie. Ces haies sont, généralement, celles du bord de route et de chemin d'exploitation.

Haies peu productives

Suite à nos observations de terrains et à l'ouvrage « Entretien courant des haies », les haies arbustives produisent peu de bois de gros diamètre. Cependant, il faut prendre en compte les haies en taillis qui présentent de nombreux petits troncs. Ces derniers peuvent être utilisés pour la production de plaquettes puisque le bois est broyé. Afin de récolter un maximum de

branchages, la coupe rase est idéale. Cette technique se pratique sur des haies ne servant pas de clôture pour le bétail, mais par exemple des haies de cours d'eau, de chemin,...

La coupe rase offre deux avantages :

- la récolte de bois de chauffage ;
- le rajeunissement de la structure.

L'inconvénient de la coupe rase est de provoquer une brèche ponctuelle dans la structure, qui ne dure en général, qu'une saison. Cependant, pour retrouver la haie avec les mêmes fonctions que celle coupée, plusieurs années sont nécessaires.



Figure 58 : Exemple d'une haie peu productive

Haies productives en bois aujourd'hui et demain

Cette photographie représente une jeune haie arborée, ce qui est idéal pour un fort rendement en bois. Nous constatons des troncs de petites tailles avec une partie aérienne bien fournie en branches. Le bois issu de la taille pourra être valorisé en plaquettes. Le diamètre des troncs étant encore petit, plusieurs récoltes pourront être ainsi faites.



Figure 59 : Exemple d'une haie productive

4.2.4.2. La taille des arbres

Les haies taillées annuellement

Celles-ci sont composées d'arbustes. La taille avec les outils tels que le lamier à couteaux ou à scies sont couramment utilisés pour les haies des bords de routes et de chemins. Cette méthode permet de limiter la croissance en largeur des végétaux, ainsi que d'améliorer la visibilité pour les automobilistes. De plus, cette technique est utilisée pour sa rapidité et son coût peu élevé. Cependant, pour la valorisation des haies en bois-énergie, cette taille n'est pas recommandée puisque les déchets de coupe sont entremêlés et trop fins, ce qui complique la mise en tas du bois. Pour notre problématique, il est important de tailler les végétaux avec une méthode plus adéquate (l'élagage des branches ou le tronçonnage).

Les haies-taillis

Elles produisent de nombreux troncs de petites tailles. Pour exploiter ce type de haie, une coupe à blanc est nécessaire et réalisée grâce à une tronçonneuse. Cette technique se réalise tous les 12 ans.

Les haies hautes

Elles sont composées à la fois d'arbres et d'arbustes. Deux entretiens se distinguent.

Le premier est le broyage du pied de la haie réalisé avec une épareuse. Cet appareil peut broyer des branches de 2 cm de diamètre maximum. Il est nécessaire de pratiquer cette coupe tous les 1 à 3 ans.

L'avantage de ce matériel est sa polyvalence. Il broie des végétaux de bordure et les jeunes pousses des branches basses, ce qui le rend adapté au petit tronçon. De plus, il est possible de travailler derrière des clôtures fixes (barbelés) lorsque le matériel possède un bras. Pour finir, les débris n'ont pas besoin d'être ramassés, ce qui diminue le coût d'entretien.

Coût moyen : 15 € km/an

Le second entretien est l'élagage des arbres présents dans la haie. Une nacelle (pour la sécurité des élagueurs) et une tronçonneuse suffisent à la coupe.

Les arbres isolés et alignement d'arbres

La gestion classique est l'élagage tous les 20 à 30 ans. Les outils utilisés sont la tronçonneuse et la nacelle pour une taille en toute sécurité.

Les arbres têtards

Autrefois, l'émondage (coupe au ras du tronc de la totalité des branches d'un arbre de façon à récolter du bois de feu, une branche sommitale, appelée « tire-sève » pouvant être conservée) était couramment utilisé par les paysans. Il offrait deux avantages :

- la récolte annuelle de fourrage pour les bêtes ;
- la récolte des fagots pour le bois de chauffage ou pour le four à bois.



Figure 60 : Arbre têtard possédant un houppier fragilisé

La restauration des têtards

Tous les 6-8 ans, il fallait grimper pour faire tomber les branches à la serpe ou à la hache. Aujourd'hui, cette pratique tend à disparaître. Cependant, certains agriculteurs souhaitent de nouveau entretenir ces arbres qui ont une valeur patrimoniale. La reprise de cette pratique demande de la prudence. En effet, la croissance libre depuis 30 à 40 ans des arbres a pu fragiliser le houppier, comme nous le montre cette photographie (Figure 63). C'est pourquoi l'élagueur doit prendre toutes ces précautions pour ne pas se blesser. De plus, la taille peut être traumatisante pour l'arbre, le fragiliser et l'amener à la mort.



Figure 61 : Arbres têtards sains

Toutefois comme l'association Mission Haies Auvergne le dit, des outils sont édités permettant la reprise de la taille en toute sécurité pour l'homme et l'arbre. Cet extrait de fiche technique l'explique :

« Lorsqu'un arbre têtard n'a pas été taillé depuis longtemps, le risque de mortalité augmente de façon importante : casse du tronc sous le poids des branches et si on intervient, cicatrisation des branches de gros diamètre sur plusieurs années.

Plusieurs solutions existent :

- Sur les essences à forte capacité de bourgeons dormants et donc de rejets (saules, peupliers voire de frênes), rabattre toutes les branches à la base.
- Pour les essences fragiles (chênes, hêtres, érables), 2 techniques :
 - Couper chaque branche à un niveau supérieur au point de coupe initial : la règle étant de couper à une distance égale à 6 fois le diamètre de base de la branche. Les branches sont rabattues 2 ans après, si l'arbre réagit bien.
 - Sur des sujets très âgés donc très grands, il faut rabattre progressivement le houppier dans son ensemble à partir de l'extrémité de chaque branche. Si l'arbre réagit bien, l'opération est renouvelée avec un intervalle de quelques années entre chaque taille.

L'entretien des têtards

Dans un cycle normal de taille, l'entretien d'un têtard impose certaines précautions :

- Périodicité de la taille qui dépend :
 - De l'utilisation prévue :
 - ✓ Vannerie, tous les ans
 - ✓ Piquets, tous les 3 à 4 ans
 - ✓ Fourrage, tous les 3 à 5 ans
 - ✓ Bois de chauffage, tous les 8 à 12 ans pour le saule et tous les 15 à 20 ans pour le chêne
 - De l'essence :
 - ✓ 3 à 15 ans pour le saule
 - ✓ 10 à 20 ans pour le chêne
 - Du contexte pédoclimatique

- Période de taille : toujours pendant la phase de dormance de la végétation (fin d'hiver conseillée).
- Niveau de la taille : juste au dessus du bourrelet cicatriciel
- Outils :
 - Sécateur à main ou à manche : pour l'osier, annuellement
 - Tronçonneuse à élaguer : coupe plus importante, assez légère
 - Nacelle : limite les risques liés à la chute des branches. »

L'émondage est une technique ancienne. Autrefois, la fréquence était tous les 6-8 ans. Aujourd'hui, les intervalles sont plus longs : de 12 à 20 ans. En allongeant les fréquences, l'émondage est revalorisé. Un arbre peut produire de 1,5 à 3 stères soit 2,5 à 5 MAP, ce qui est économiquement intéressant pour l'exploitant.

4.2.4.3. Les périodes d'entretien

Notre démarche de travail est de valoriser les haies bocagères tout en préservant son rôle de protection de la faune et de corridors écologiques.

Pour cela, l'Institut pour le Développement Forestier (IDF) a développé un calendrier des entretiens qui respecte la biodiversité (Tableau 20).

Tableau 20 : Période d'entretien des arbres

	Périodes sensibles pour la biodiversité			Travaux		
	Oiseaux : nidification et couvés	Fleurs et insectes : floraison des espèces herbacées	Ligneux : risque d'affaiblissement et de maladie	Broyage ou fauchage au sol	Coupe des jeunes pousses	Tronçonnage
Janvier						
Février						
Mars						
Avril						
Mai						
Juin						
Juillet						
Aout						
Septembre						
Octobre						
Novembre						
Décembre						

Période conseillée
Période possible
Période déconseillée



Suivant ces préconisations, le travail de taille devrait s'effectuer en hiver, de novembre à janvier, période de dormance des végétaux. De plus, la sève est redescendue et le transport ne concerne alors qu'une faible partie d'eau dans les tissus végétaux permettant une bonne cicatrisation.

4.2.5. Conclusion

L'étude réalisée sur les quatre communes de la Bresse bourguignonne nous a permis d'estimer le gisement de bois des haies et des arbres isolés des mailles prospectées. Pour cela, nous avons utilisé une méthode de cubage construite et approuvée par l'association Mission Haie de l'Union Régionale des Forêts d'Auvergne. Les résultats montrent que la commune de Loisy dispose du plus gros gisement de bois (1870 MAP). Au contraire, la commune d'Alleriot possède le moins de bois exploitable (169 MAP).

L'extrapolation des résultats à l'ensemble de la commune et de la Bresse entière n'étant pas réalisable, nous avons décidé de mettre en place une typologie permettant d'estimer le gisement d'une haie facilement. Quatre critères ont été sélectionnés : la hauteur moyenne de la haie, sa densité apparente, le diamètre moyen des troncs pris à 1,30 m de hauteur et le coefficient de branche moyen de la haie. Nous avons donc réalisé une analyse factorielle des correspondances ainsi qu'une classification ascendante hiérarchique. De ces analyses multivariées, nous avons pu tirer trois types de haies, ayant des critères différents. Nous avons ensuite relié un nombre de MAP à chaque type. Ainsi, il est possible de classer n'importe quelle haie dans un type et de connaître le volume de bois de celle-ci.

Nous avons représenté sous forme de cartes les haies prospectées sur chaque maille en adoptant un code couleur pour chaque type.

De plus, nous avons défini les haies rencontrées sur le terrain comme étant des haies non productives, peu productives ou productives en bois. Les tailles selon le type de haie ainsi que les périodes d'entretien ont également été définies.

Pour terminer l'étude, nous devions estimer le potentiel du gisement de bois à 20 ans. Pour cela, nous avons pris contact avec Monsieur Thierry PEYRTON de la Fédération de Chasse de Saône-et-Loire qui nous a confirmé que ce paramètre n'était pas estimable à notre niveau. Une étude réalisée sur un grand nombre d'années devrait être effectuée pour estimer ce gisement.

Cependant, notre étude a démontré que pour un gisement optimal en bois d'une haie, une bonne gestion est essentielle. Sachant que les haies appartiennent aux agriculteurs et sont présentes principalement pour la délimitation des parcelles agricoles, nous allons vous présenter la relation entre le monde agricole et le bocage.

4.3. *Vers une valorisation agronomique et agricole des bocages de Bourgogne*



BOUTEILLER Céline
QUINCHE Melissa
VAILLANT Mathilde



HENRY Amandine
SITTLER Vincent
WEISSENBURGER
Marion

Master 2 ERE Promo 2012/2013
Tuteur universitaire : GAUJOUR Etienne

Introduction

Les haies et bocages font partie intégrante des activités agricoles. Afin de mieux comprendre la manière dont ils façonnent le paysage, intéressons-nous à un bref historique à l'échelle de la Bourgogne.

L'évolution du bocage est étroitement liée à l'évolution des politiques et des pratiques agricoles. Des facteurs tels que l'évolution de l'occupation du sol, les procédures d'aménagement foncier, la diminution de la SAU par l'urbanisation, les orientations technico-économiques et la mécanisation des exploitations, le drainage ou encore le remembrement, influent directement sur la réduction de la surface des haies. Ainsi, en Bourgogne, depuis trente ans, l'agriculture est marquée par une spécialisation des territoires, se traduisant par un recul des systèmes mixtes de polyculture-élevage au profit des grandes cultures (Dufour et Commeau, 2008).

Entre 1955 et 2003, le nombre des exploitations agricoles bourguignonnes a été divisé par quatre et leur surface moyenne a été multipliée par ce même chiffre. Ceci a conduit à un regroupement et une réorganisation du parcellaire agricole, ainsi qu'à l'arasement d'une partie des haies. En parallèle, la mécanisation et l'augmentation de la productivité n'ont pas permis de compenser la charge de travail. En terme d'entretien des haies, les travaux nécessitant beaucoup de main d'œuvre, comme la taille, sont progressivement devenus difficilement gérables par les exploitants (Desbrosses et al., 1996).

D'autres facteurs ont un impact différé sur l'évolution du bocage. Par exemple, la diminution de la masse salariale et l'augmentation de la taille des exploitations, impactent sur le temps que l'agriculteur peut consacrer à l'entretien de ses haies, et donc sur le type de haies présentes.

En 2002, 1400 communes, représentant plus d'un million d'hectares, avaient été remembrées en Bourgogne. Sur notre secteur d'étude, prenons l'exemple de la commune de Torpes. Le premier arrêté préfectoral ordonnant les opérations de remembrement, au niveau des prairies, a été publié en 1984, et les actions se sont terminées en 1986. Le second arrêté préfectoral, pour la totalité des terres, a été publié en 1999, et les prises de possession des nouvelles parcelles se sont opérées courant 2001. Avec la réorganisation des parcelles, un arrachage massif des haies a été réalisé, afin de créer des parcelles uniques. Tellement important que quelques années plus tard, le pourcentage imposé par la PAC n'était plus respecté, imposant ainsi des replantations.

Avant la Seconde Guerre Mondiale, l'assainissement des parcelles agricoles était rempli par l'association d'une haie avec un fossé et cela même sur les parcelles les plus humides. Le remembrement a eu pour conséquence d'augmenter les surfaces moyennes des parcelles, ne permettant plus aux complexes haies-fossés de remplir correctement ce rôle. Dès lors, l'Etat a lancé des campagnes de drainage des parcelles, technique moderne qui a, par la même

occasion, lourdement modifié le paysage agricole. Les haies gênent, entre autres, le passage des engins et risquent d'endommager le réseau de drains avec leurs racines. Par manque de connaissances, certaines opérations ont parfois conduit à réaliser des travaux qui ont détruit des territoires écologiquement remarquables. C'est seulement à partir des années 80 que les techniques commencent à être plus raisonnées et que la haie retrouve petit à petit un intérêt dans le parcellaire.

Depuis 2005, la PAC favorise le maintien des haies avec la mise en place des exigences réglementaires conditionnelles à l'obtention, par les agriculteurs, d'aides communautaires : environnement, BCAE, santé-productions végétales et animales, protection animale. Dans le cadre de ces BCAE, les agriculteurs doivent consacrer 5% de leur SAU au maintien des particularités d'éléments du paysage (haies, bandes tampons, fossés, mares, dolines, etc) qui constituent des habitats, des zones de transition et des couloirs de déplacement favorables à la diversité des espèces végétales et animales.

Au vu des décisions à l'échelle européenne, le Conseil Régional de Bourgogne propose des aides financières pour l'entretien, la plantation et la restauration de haies. Les Conseils Généraux interviennent aussi dans le financement des travaux connexes engagés lors des remembrements. Pour leur valeur écologique, paysagère ou sociale, les communes peuvent classer les haies en « espace boisé classé », dans le cadre du PLU. Les collectivités disposent d'outils juridiques permettant de protéger le bocage, tels que les ZPPAUP, et les arrêtés préfectoraux. Les haies doivent également être prises en compte lors des différentes opérations d'aménagement foncier. Des commissions sont créées afin de veiller au respect et à la mise en valeur des milieux (Observatoire Régional de l'Environnement de Bourgogne. 2005 – Annexe 15). Mais comme nous le verrons dans les monographies d'exploitations, les agriculteurs et maires de la Bresse bourguignonne, contactés au cours de cette étude, ne perçoivent aucune aide financière ou technique pour l'entretien, la replantation ou la sauvegarde des haies. Les outils juridiques et politiques pour la protection et l'aménagement des bocages existent mais sont très rarement exploités.

C'est pourquoi nous proposons d'étudier les différents biens et services agricoles rendus par ces bocages, et plus particulièrement par les haies. Ce travail permettra une mise en exergue des valeurs agricoles, mais aussi patrimoniales et économiques, qui pourront sensibiliser et inciter les acteurs concernés à la protection et à la valorisation de ces bocages.

Cette valorisation passe par l'identification et la compréhension des rôles, bénéfiques ou néfastes des haies, sur les activités agricoles.

L'élaboration d'une méthodologie détaillée est nécessaire pour mener à bien ce projet de valorisation agronomique et agricole des bocages bourguignons.

L'agronomie étant une science qui vise à gérer et à améliorer l'agriculture, laquelle cible l'activité agricole en elle-même, nous utiliserons plus généralement le terme de valorisation agricole, puisque nous cherchons à étudier l'effet des haies sur les parcelles et sur les pratiques culturelles qui leurs sont associées.

4.3.1. Méthodologie

Cette étude va permettre de répondre à quatre objectifs principaux, à savoir :

- mettre au point une méthode d'inventaire, basée sur des critères scientifiques, permettant de caractériser l'intérêt agronomique et agricole des haies bocagères de la Bresse bourguignonne,
- caractériser les bocages sur le territoire de la Bresse bourguignonne,
- mettre en évidence ces résultats par cartographie,
- et en parallèle, réaliser des monographies d'exploitations agricoles afin d'obtenir des points de vue différents sur les avantages et les inconvénients des haies bocagères mais également afin de mieux cerner le rôle des acteurs locaux dans la gestion et l'entretien des entités de bocage.

Cela permettra, par la suite, de mettre en avant des haies à préserver en priorité et de proposer des pistes d'amélioration et d'entretien pour ces haies.

4.3.1.1. Des haies aux multiples services

Dans un premier temps, nous avons réalisé un travail bibliographique pour mettre en lumière les services agronomiques rendus par les haies.

Cette recherche nous a permis de définir sept rôles des haies, qui ont ensuite été classés en trois catégories de services: les services rendus à l'élevage, aux cultures et enfin ceux permettant la préservation et la protection des milieux (image 65). De plus à chaque rôle, a été attribué plusieurs critères caractéristiques décrits en Annexe 16.

Par exemple, une haie ayant un rôle, une fonction, ou pouvant servir de refuge aux auxiliaires de culture rendra de ce fait service aux cultures. C'est en partant de cette définition que nous avons distingué services et rôles des haies. Ces derniers ont été définis à l'aide de publications scientifiques.

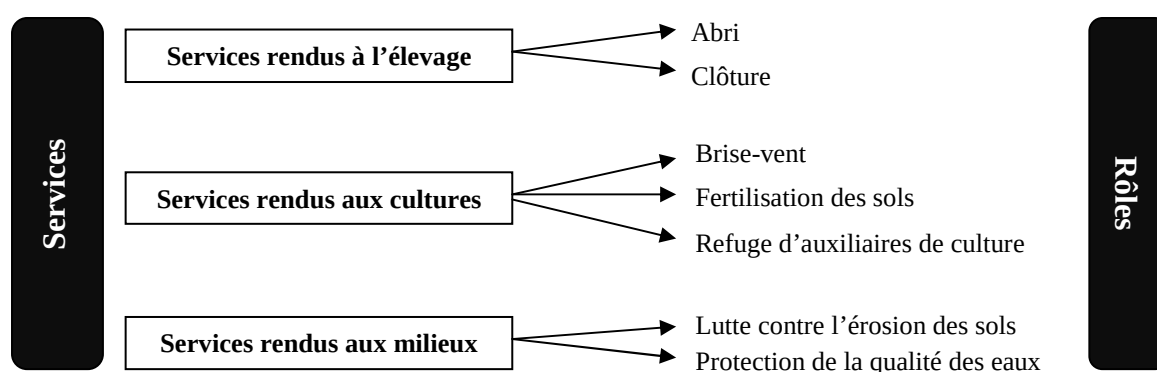


Figure 62: Services et rôles des haies

4.3.1.1.1. Les haies au service de l'élevage

- **Rôle d'abri**

Les haies constituent un abri contre le vent, le soleil, la pluie et le froid. En dehors de la notion de bien-être animal, au cours de diverses études, l'INRA a démontré que le rendement en lait ou en viande est augmenté de l'ordre de 20 % entre des animaux exposés au vent et des animaux abrités.

En effet, des animaux qui souffrent du froid ne restent pas statiques : ils circulent dans la parcelle et piétinent l'herbe dans le but de réguler leur température et de lutter contre la fatigue occasionnée. En cas de vent froid, derrière une haie, la température peut être supérieure jusqu'à 5°C par rapport au reste de la parcelle. Ainsi, les animaux restent abrités derrière et circulent moins, le fourrage est donc moins dévalorisé. De plus, le bétail dépense moins d'énergie à lutter contre les conditions climatiques, et de ce fait, assimile mieux la nourriture, ce qui favorise le développement et l'augmentation de la productivité de l'élevage (ACo-Ed.SOLAGRO., 2000).

De plus, les agriculteurs qui estivent expliquent que les haies limitent les risques de maladies pulmonaires sur jeunes veaux au printemps.



Une haie optimale en termes d'abris doit être constituée d'arbres et d'arbustes feuillus bien denses, sans rupture et avec une orientation perpendiculaire au sens du vent. Ainsi, elle protège une surface équivalente à 15-20 fois la hauteur de la haie (figure 66).

Figure 63: Schéma du rôle d'abri d'une haie sur une pâture.

Source : Mission Haies Auvergne. Rôles des haies sur un territoire. Conseil général du Puy-de-Dôme et Union Régionale des Forêts d'Auvergne.

- **Rôle de clôture**



Figure 64 : Haie ayant un rôle de clôture

Les haies constituent une barrière naturelle pour le bétail. En effet, la plantation délimite la parcelle et fait office de clôture.

Le rôle est optimal lorsque

la haie est continue, basse et buissonnantes (aubépine, noisetier, robinier, ronces, etc). La présence de fossé, talus, clôture artificielle ou muret renforce cette utilité.

4.3.1.1.2. Les haies au service des cultures

- **Rôle de brise vent**

L'effet brise-vent impacte favorablement les cultures, selon différentes modalités. Bien que le rendement soit généralement diminué au pied de la haie, du fait de la concurrence avec les arbres pour l'eau et la lumière, le reste de la culture est protégé du vent sur une surface de l'ordre de 15 à 20 fois la hauteur de la haie. Ceci induit une augmentation du rendement sur cette surface de 5 à 30 %, par rapport à une situation sans haie (6 à 12 % selon les cultures pour une parcelle de 25 ha) (Bruley E., *et al* 2011) – figure 68. En effet, les végétaux transpirent moins pour lutter contre le dessèchement par le vent et donc utilisent mieux l'eau pour produire de la biomasse. De plus, l'évaporation du sol est diminuée, ce qui peut permettre une augmentation de l'efficacité de l'irrigation.

L'effet brise-vent limite également les problèmes de verse sur céréales et le déchirement des feuilles en cultures maraîchères.

Une haie brise-vent capte la chaleur le jour et la restitue la nuit, permettant de gagner en précocité au printemps et de limiter les gelées.

Cet effet brise-vent a également un impact important au niveau de la vitesse des vents sur un territoire donné. Il limite l'effet des intempéries sur les cultures et crée un microclimat favorable aux cultures. Les vents peuvent ainsi être ralentis de 30 à 50 %, sur une distance égale à 15-20 fois la hauteur de la haie, ce qui peut représenter 200 m pour une haie de 10 m.

En protégeant les sols dénudés, les haies brise-vent permettent de limiter l'érosion éolienne.

Pour être optimale en termes de brise-vent, une haie doit être pluristratifiée, haute, semi-perméable et laisser passer une partie du vent, et orientée perpendiculairement aux vents dominants.

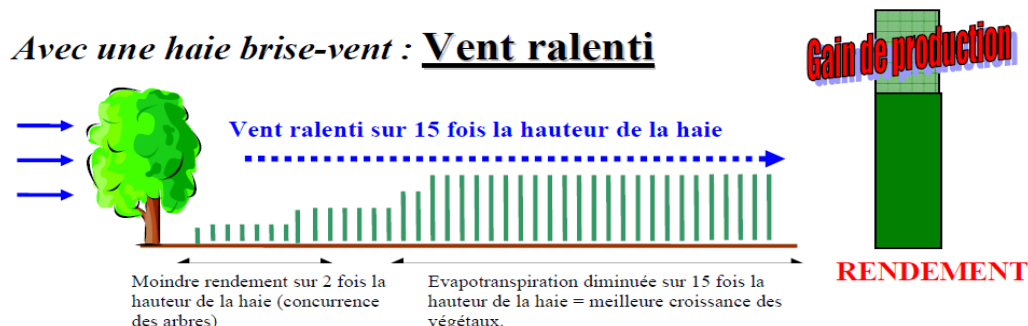


Figure 68: Schéma de l'effet brise-vent d'une haie sur une culture. Source : Mission Haies Auvergne.
Rôles des haies sur un territoire. Conseil général du Puy-de-Dôme et Union Régionale des Forêts d'Auvergne.

- **Rôle de refuge pour les auxiliaires de cultures**

La diversité floristique et faunistique d'une haie peut-être un allié de l'agriculture. La haie joue un rôle de protection et de stimulation de la biodiversité en lui fournissant une multitude d'habitats favorables. Elle héberge notamment des auxiliaires de culture, c'est-à-dire des prédateurs naturels des ravageurs de culture. Elle permet ainsi de lutter naturellement contre les invasions de ravageurs, la propagation de certaines maladies et assure une régulation biologique.

A titre d'exemple, prenons les coccinelles, les syrphes ou encore les chrysopes, qui lorsqu'ils sont présents dans une haie, s'attaquent notamment au développement des pucerons et chenilles. En effet, chaque individu consomme à lui seul de 50 à 300 larves par jour.

- **Rôle de fertilisation**

La haie joue un rôle de fertilisant pour les cultures comme pour les prairies. Les résidus de la haie, tels que les branches et les feuilles mortes, sont riches en matière organique et servent d'apport à la parcelle. L'accumulation de matière organique favorise une grande activité biologique dans le sol (Bottinelli N., 2010). Grâce à toute la macrofaune qui se développe, tels que les vers de terre, la matière organique est incorporée au sol puis elle est minéralisée par la microfaune (champignons, bactéries). Ainsi, la haie permet indirectement d'améliorer significativement la fertilité du sol, en puisant les éléments minéraux dans des horizons de sols souvent profonds, inaccessibles pour les espèces cultivées.

Afin de jouer un rôle dans la fertilisation, la haie doit être arbustive et/ou arborée afin de produire des feuilles mortes, et être suffisamment fournie.

4.3.1.1.3. Les haies au service des milieux

- **Rôle de filtration pour la qualité des eaux**

La haie joue le rôle d'épurateur naturel, elle évite le transfert des polluants dans les eaux superficielles et souterraines (ACo-Ed.SOLAGRO., 2000). Par son pouvoir de filtration, elle régule efficacement le régime des eaux. En effet, les fissures créées par les racines et les animaux fouisseurs (micro-mammifères, lombrics, etc) favorisent l'infiltration d'une eau non turbide, ce qui améliore l'alimentation des nappes phréatiques. De plus, les racines éliminent l'azote nitrique, les éléments polluants, et contribuent à l'amélioration de la qualité de l'eau. Au final, elles permettent une meilleure infiltration, participant ainsi à l'assainissement des sols trop humides.

En retenant les résidus d'engrais et notamment de nitrates, la haie constitue une zone tampon importante protégeant les nappes souterraines et les cours d'eau. Les arbres, grands consommateurs d'azote, interceptent les nitrates en excès ce qui a évidemment une incidence sur la qualité de l'eau.

Afin d'être optimale en termes de filtration des eaux, la haie doit être orientée perpendiculairement à la pente, suffisamment large.

- **Rôle de lutte contre l'érosion du sol**

La haie freine deux phénomènes associés qui sont le ruissellement de l'eau et l'érosion des sols (ACo-Ed.SOLAGRO., 2000). Elle piège une partie des particules minérales érodées, elle participe ainsi à la lutte contre l'érosion des terres agricoles. Il s'agit en effet d'une des principales menaces des sols cultivés, non couverts par la végétation, et donc fragilisés. Ainsi, les haies participent activement à la qualité des sols.

Lorsqu'elles sont bien situées, elles stabilisent les pentes et les talus grâce à leurs racines qui retiennent la terre. Ceci permet d'éviter le ravinement et de limiter le ruissellement de l'eau, ce qui empêche l'érosion hydrique des sols. Les racines retiennent les éléments nutritifs et organiques du sol dans la parcelle. Les haies peuvent donc limiter les problèmes de coulées de boue, de comblement des fossés et préservent ainsi le capital agronomique des sols.

Pour avoir un rôle fort en termes de lutte contre l'érosion du sol, une haie doit notamment être orientée perpendiculairement au sens d'écoulement des eaux résiduaires. Cela dépend également du type de sol, des techniques culturales, de l'orientation du travail du sol qui vont plus ou moins favoriser l'érosion.

Cette identification des différents rôles nous a permis de réaliser notre fiche terrain (figure 69) et de mettre en évidence les mesures et les observations nécessaires pour l'élaboration d'une typologie des bocages.

Rappelons que nous avons effectué des prélèvements de sols et des relevés de température, de façon à étudier les effets agronomiques des haies sur les parcelles agricoles. Nous commencerons donc par exploiter les résultats des mesures biochimiques avant de mettre en évidence une typologie à l'aide des autres critères évalués *in situ*.

Les haies présentent de nombreux atouts vus précédemment, valorisés et exploités par les agriculteurs et les propriétaires de parcelles. Les haies peuvent aussi contribuer à :

- Stocker une grande quantité de carbone dans les tissus des végétaux qui la composent. Ce stockage permet donc de limiter la quantité de carbone de l'air ambiant et contribue à limiter les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cependant, compte-tenu de la complexité de l'estimation de la quantité de carbone stocké, nous n'avons pas retenu ce service pour notre étude.
- Réguler les écoulements d'eau à l'échelle de bassin versant. La problématique de la gestion de la ressource en eau est d'actualité, et les haies peuvent être des alliées intéressantes car elles gardent l'eau et la libèrent peu à peu.
- Lutter contre les pollutions notamment en participant à la dénitrification et à la dégradation des pesticides. En effet, les racines des arbres et des herbacées jouent le rôle d'un véritable filtre, qui capte la majorité des nitrates et des produits phytosanitaires. Ceci limite la dispersion des produits et donc les pollutions en aval.

Fiche terrain : l'identification des haies

Date de la visite et heure : _____ Numéro de parcelle : _____

Surface de la parcelle (ha) : _____ Condition météorologique : _____

Critères généraux :

	Occupation des sols (parcelle)	Occupation de la parcelle adjacente
Prairie permanente		
Prairie temporaire		
Forêt		
Culture	Type : _____	Type : _____
Habitation		
Infrastructure	Type : _____	Type : _____
Elevage	Type : _____	Type : _____
Autres		

Nombre de ruptures : _____ = _____m au total

Forme générale :

- Pyramide ☐
- Demi-cône ☐
- Cube ☐

Nombre de strates : _____

Stade : - Jeune ☐

- Intermédiaire ☐

- Vieillesse ☐

Présence d'arbres :

	Morts	Creux
Absent		
Ponctuel		
Nombreux		

Présence de : ☐ Fossé ☐ Talus ☐ Clôture ☐ Muret

Présence de fossé :

Profondeur : 0- 30 cm ☐ - Curage : Ancien ☐ - Présence d'eau : Stagnante ☐ Circulante ☐

sup 30 cm ☐ Récent ☐ Non ☐

Evacuation des eaux superficielles : ☐ Cours d'eau ☐ Fossé ☐ Absence

Typologie des haies :

- Haie basse ☐
- Herbacée ☐
- Arborée et arbustive ☐
- Arborée ☐
- Arbustive ☐
- Autres : _____

Litière

Etat de dégradation de la litière:

- Feuille de l'année ☐
- Feuilles n-1 ☐
- Feuilles complètement décomposées ☐

Pourcentage de recouvrement sur 1m² :

- 0 à 25 % ☐
- 25 à 50 % ☐
- 50 à 75 % ☐
- 75 à 100 % ☐

Distance maximale de propagation des feuilles : _____m par rapport à la haie

Profondeur litière : _____cm

Haie et parcelles

Connexion des haies

Forme simple

Forme fragmentée

Forme résiduelle

Orientation du travail du sol :

- Perpendiculaire à la pente ☐
- Parallèle à la pente ☐

Travail du sol :

- Labour profond ☐
- Travail superficiel ☐
- Autres : _____

Ravine ou rigole :

- Présence ☐
- Absence ☐ (Localisation sur le schéma)

Résidus de cultures:

- 0 à 25 % ☐
- 25 à 50 % ☐
- 50 à 75 % ☐
- 75% à 100% ☐

Mode de gestion :

- Cépée ☐
- Haut jet ☐
- Futaie sur souche ☐
- Têtard ☐
- Plessage ☐
- Emondé ☐

Interface parcelle/haie :

- Absence ☐
- Présence ☐

Description : ☐ Herbe ☐ Passage ☐ Autres : _____

Mesures biochimiques

Distance de la haie	Température environnante Au sol	N° sachet Humidité et pH	Points GPS
0m			
2m			
10m			

Haie dans son environnement

Pente de la parcelle :

- Plateau ☐
- Faible ☐
- Moyenne ☐
- Forte (10%) ☐

Localisation dans le versant :

- Dans un thalweg ☐
- A mi-pente ☐
- Sur le plateau ☐

Positionnement par rapport à la pente

Structure à la base de la bordure

Schéma

Rôle de la haie dans le paysage :

- Une clôture ☐
- Une ripisylve ☐
- Abris ☐
- Limite de parcelle ☐
- Autres : _____

Schéma de parcelle

(pente, ravine, rigole, travée, n° des haies...)

Remarques

Figure 69 : Fiche terrain

4.3.1.2. Elaboration de la fiche terrain

Les recherches bibliographiques nous ont permis d'établir des hypothèses en lien avec l'utilité de la haie sur les parcelles agricoles (Annexe 17). Prenons pour exemple le positionnement de la haie par rapport à la pente qui nous renseigne sur son utilité en termes de lutte contre l'érosion des sols. Ainsi, une haie perpendiculaire à la pente permet de retenir les éléments transportés par le ruissellement, à l'inverse d'une haie parallèle à la pente. L'objectif étant d'observer l'effet des haies bocagères sur les parcelles agricoles, notre méthode d'inventaire ciblera l'échelle parcellaire. En partant de ce principe, nous avons élaboré une fiche terrain regroupant les critères sélectionnés.

Dans l'optique d'une meilleure utilisation de la fiche terrain, celle-ci a été organisée selon plusieurs thématiques. Pour commencer, nous trouvons le référencement de la haie (date et heure de la visite, numéro de haie, conditions météorologiques) et des critères généraux sur la haie et son environnement (occupation du sol, nombre de ruptures, type de haie, connexions entre les haies, pente de la parcelle, etc.). Des données agricoles (orientation du travail du sol, résidus de culture) et d'autres informations complémentaires (schéma de la haie et des parcelles adjacentes, remarques éventuelles) sont également répertoriées.

Cette fiche terrain a été remplie grâce à nos observations *in situ*. Au début de notre phase terrain, nous avons validé chaque critère par un essai préliminaire. Cet essai avait pour but de connaître et donc de limiter les biais liés à l'observateur remplissant la fiche terrain.

Pour ce faire, nous avons divisé notre groupe de six personnes en deux. Chaque trinôme a inventorié deux haies individuellement puis les résultats ont été confrontés. Une fois le biais de l'observateur déterminé, nous avons pu fixer des limites bien précises pour chaque critère observé et ainsi uniformiser, par la suite, les données récoltées. Les méthodes de mesure et d'observation *in situ* de chaque critère ont été répertoriées en Annexe 18.

Parallèlement à ces observations sur un point donné, nous avons prélevé des échantillons de sol et mesuré la température. Ces échantillons ont permis d'obtenir des mesures biochimiques (humidité relative et pH) dont le protocole se trouve en Annexe 19. Ces mesures nous permettront par la suite de vérifier les hypothèses concernant les différences éventuelles de température, humidité relative et pH induites par la présence de la haie.

Pendant notre période de terrain, nous avons commencé par inventorier les haies se trouvant sur la commune de Torpes. Le deuxième jour, nous nous sommes rendus à Allériot, le troisième jour à Loisy, le quatrième à Frontenaud et nous sommes retournés à Torpes le dernier jour afin de terminer notre inventaire sur les dernières mailles.

La commune de Torpes présente une dominance de cultures, mais les mailles à inventorier étaient relativement riches en prairies. Nous nous sommes donc vite rendus compte qu'il était nécessaire de sélectionner des parcelles agricoles représentatives de chaque commune, de façon à mieux rendre compte de la diversité des haies d'un point de vue agronomique et

agricole. Les mesures biochimiques ont préférentiellement été réalisées sur les cultures, en raison de leur importance d'un point de vue agronomique.

A la suite de cette phase d'acquisition de données et pour pouvoir caractériser les bocages sur le territoire de la Bresse bourguignonne, il a été nécessaire de mettre au point une méthode d'analyse de nos données.

4.3.1.3. Exploitation des données *in situ* : Caractérisation des bocages sur le territoire de la Bresse bourguignonne

Pour analyser nos résultats et pouvoir établir une typologie des bocages de la Bresse bourguignonne, il est nécessaire de regrouper les critères de la fiche terrain en fonction du rôle qu'ils caractérisent. Il est important de préciser qu'un critère peut être utilisé de différentes manières pour caractériser plusieurs rôles. Par exemple, concernant le nombre de ruptures dans la haie, pour le rôle de clôture, il ne faudra aucune rupture alors que pour le rôle d'abri, une limite de cinq ruptures est acceptable.

Devant la diversité et l'ampleur des résultats, nous avons choisi une méthode d'analyse multicritères via le logiciel DEXI, outil d'aide à la décision particulièrement adapté quand il s'agit de confronter et d'agréger des critères entre eux. Celui-ci crée une arborescence (figure 70).

Imaginons-nous un arbre. Le tronc correspond au service rendu par les haies à l'agriculture. Les 3 branches principales représentent :

- ✓ Les services rendus à l'élevage
- ✓ Les services rendus à la culture
- ✓ Les services rendus au milieu

Les branches secondaires symbolisent les rôles des haies, exemple le brise vent, l'abri, lutte contre l'érosion...

Les feuilles correspondent aux critères (recensés dans la fiche terrain) caractérisant les différents rôles. Ces feuilles ont une importance (note relative) faible, moyenne ou forte sur la branche principale.

Afin de caractériser les rôles, nous avons sélectionné les critères les plus pertinents.

L'arborescence est réalisée pour chaque commune, et les haies obtiennent une note pour chaque rôle. Un rôle faible sur la branche principale est caractérisé par un minimum de quatre critères défavorables, un rôle moyen comprend un à trois critères défavorables et enfin, un rôle fort ne possède pas de critères défavorables.

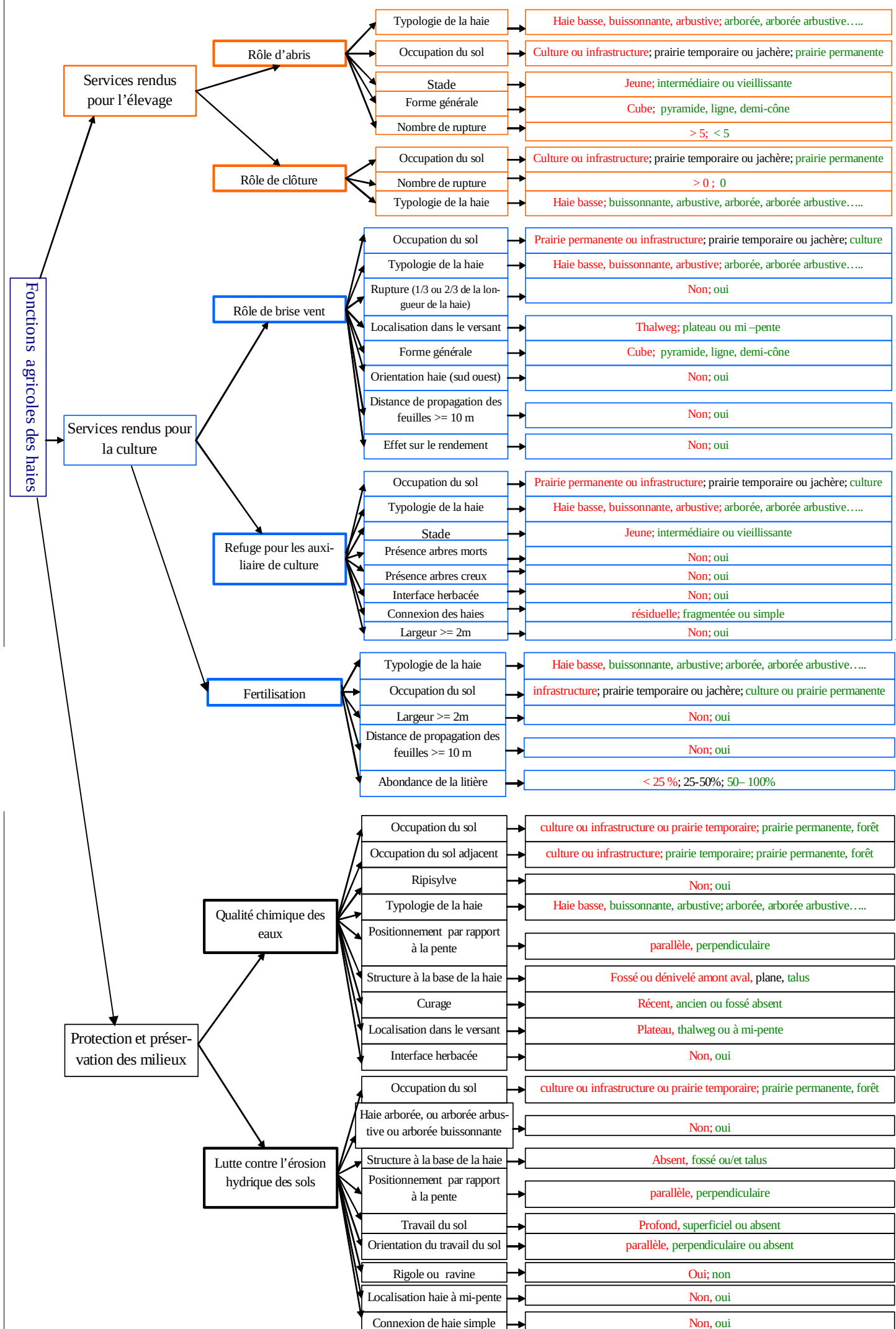


Figure 65: Arborescence basée sur les rôles principaux des haies

Par exemple, pour le rôle de brise-vent, constituant un service pour les cultures : une haie basse, se verra attribuer une note faible, à l'inverse d'une haie arborée qui aura une note forte. En effet, selon nos hypothèses, l'effet brise-vent est fonction de la hauteur de la haie : plus une haie sera haute, plus elle sera efficace dans ce rôle. Une haie orientée Nord-Sud ou Est-Ouest, points cardinaux d'où viennent majoritairement les vents, aura une note forte tandis qu'une haie orientée au Nord ou à l'Est aura une note faible.

La note étant attribuée à la haie, et non à la commune, il est nécessaire de regrouper les notes ainsi récoltées sous Excel, de façon à pouvoir réaliser une typologie des bocages par commune. Des graphiques sont par la suite réalisés par commune, pour observer les principaux types de haies.

Les mesures biochimiques, quant-à elles, ont été analysées à l'aide de graphiques, le but étant de valider les hypothèses (Annexe 19) posées au début de notre étude.

Après analyse des résultats, issus de notre arbre d'évaluation multicritères, nous pouvons mettre en évidence les différents rôles des haies par cartographie.

4.3.1.4. Mise en évidence des résultats par cartographie

Après avoir récupéré nos données GPS et celles de l'équipe de cartographie (cartes IGN, limites de la Bresse bourguignonne et des communes choisies, maillage de 500×500m, mailles sélectionnées), nous avons pu ajouter les points GPS pris lors de notre phase de terrain sur les orthophotoplans (ou cartes aériennes) et observer la répartition spatiale de nos prélèvements de sol. Ce travail de cartographie se fait à l'aide du logiciel QGis.

Les haies prospectées ont été linéarisées (pour chaque commune, une couche « ligne » a été réalisée conjointement aux autres équipes pour faciliter le travail). Les services rendus (rôles principaux) et rôles secondaires de chaque haie, ont été ajoutés dans la table attributaire (tableau regroupant les renseignements des objets présents sur les couches SIG).

Une couche par rôle principal et par commune a ensuite été extraite grâce aux données de la table attributaire. Nous pouvons avoir jusqu'à sept couches vecteurs par commune puisqu'une haie peut avoir plusieurs rôles en même temps (services à la fois pour les cultures et pour les milieux, par exemple). Il n'a pas été possible de réaliser une couche par rôle secondaire, car une haie peut regrouper jusqu'à cinq rôles secondaires différents et cela aurait pu conduire à réaliser jusqu'à quatre-vingt treize couches par commune.

Les rôles seront différenciés par des jeux de couleur et de largeur des lignes.

4.3.1.5. Réalisation de monographies d'exploitations agricoles

En parallèle de la phase d'acquisition des données, nous avons réalisé des monographies d'exploitations agricoles.

Pour ce faire, nous avons élaboré un guide d'entretien (Annexe 20) destiné aux agriculteurs et servant de fil conducteur lors des entretiens. Il est construit en plusieurs parties : une partie sur la vision générale du fonctionnement et sur la structure de l'exploitation et une partie ciblée sur les haies et son gestionnaire.

4.3.2. Résultats et analyses

Lors de la phase terrain, les huit mailles des quatre communes ont été prospectées, soit un total de 99 haies. Concernant les échantillons de sol, nous en avons prélevé 87 à 0, 2 et 10 mètres de la haie dans le but de vérifier les hypothèses concernant le pH et l'humidité. Nous avons également mesuré les températures à 0, 2 et 10 mètres de distance des haies sur 40 haies (13 dans la commune de Torpes, 13 à Loisy, 7 à Allériot et 7 à Frontenaud).

4.3.2.1. Des qualités biochimiques relatives au type de haie

4.3.2.1.1. Températures

Concernant les températures, l'hypothèse que nous cherchons à vérifier est la présence d'un îlot de chaleur concentré sur les haies. C'est-à-dire que nous aurions des températures plus élevées dans la haie que sur la parcelle (à 10m) en période froide, et inversement en période estivale.

Les résultats montrent (figure 71) des températures quasiment similaires à 0, 2 et 10m de la haie. Elles varient selon la commune, mais aussi selon le moment de la journée.

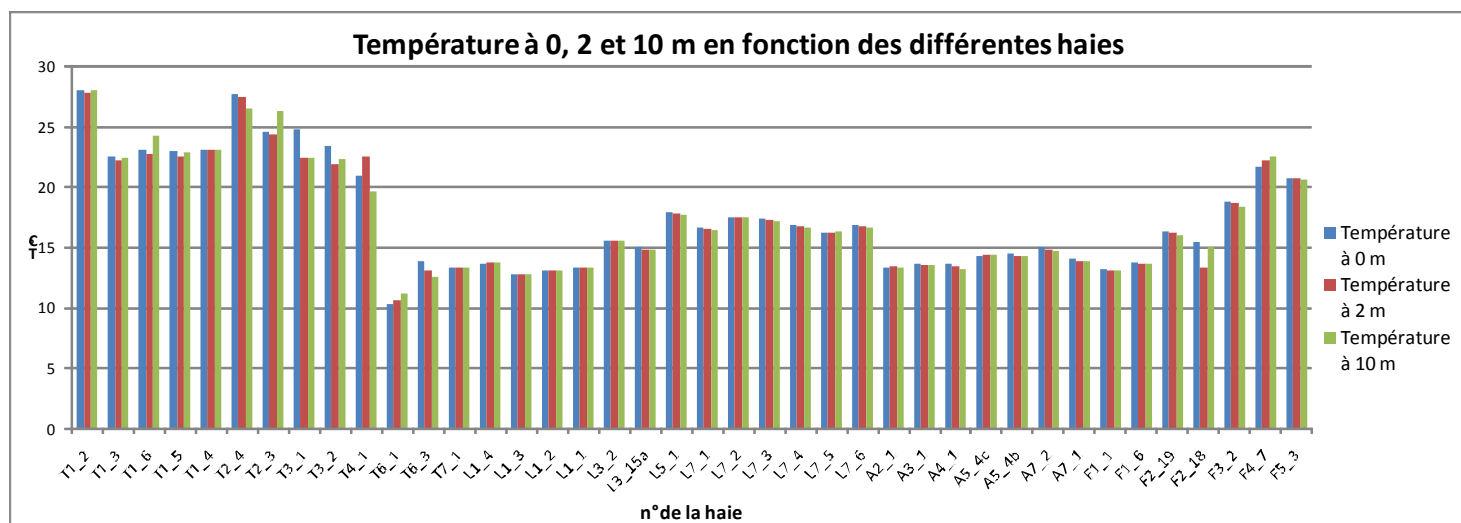


Figure 66: Température à 0, 2 et 10 m en fonction des différentes haies

Sur la commune de Torpes, nous observons des températures élevées des mailles 1 à 4, correspondantes à un après-midi ensoleillé et relativement chaud. Les mailles 6 et 7, quant-à-elles, ont été prospectées un autre jour, plus humide et froid, ce qui explique la différence de température observée.

Il semble nécessaire de réaliser des graphiques plus précis et surtout avec moins de données, de façon à observer une possible différence de température entre 0 et 10m.

Les écarts de température entre la haie et la parcelle sont résultent principalement de l'effet du vent. Comme cité précédemment, la qualité d'une haie brise-vent est déterminée par le type de haie en place. Rappelons qu'une haie pluristratifiée (arborée et arbustive) sera plus efficace qu'une haie basse ou arborée.

Nous allons ainsi nous intéresser aux écarts de températures entre 0, 2 et 10m selon le type de haie (figure 72).

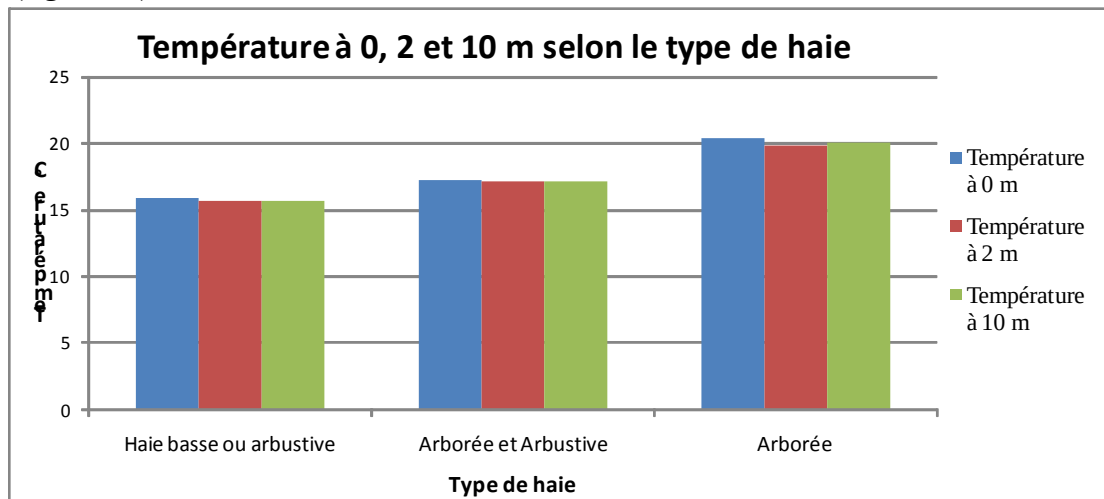


Figure 67: Température à 0, 2 et 10 m selon le type de haie

Un léger écart de température entre 0, 2 et 10m est constaté sur ce graphique. Les températures à 2m sont plus semblables à celles à 10m plutôt qu'à 0m.

Les températures à 2m seront ainsi enlevées de notre prochain graphique (figure 73), pour plus de lisibilité.

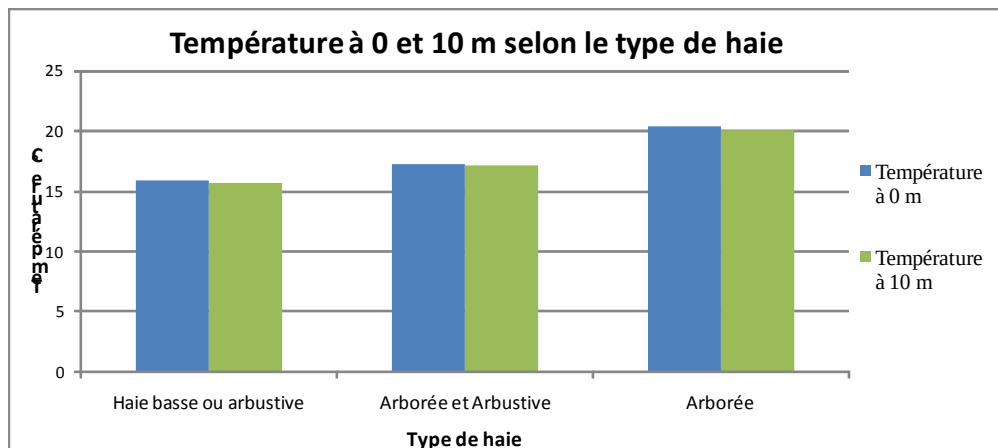


Figure 73 : Température à 0 et 10 m selon le type de haie

Nous constatons une petite différence de température entre 0 et 10m de l'ordre de 0,1 à 0,3°C. Notre hypothèse de départ semble donc confirmée. Cependant, nous ne pouvons pas la valider, notamment à cause de la marge d'erreur de l'appareil de mesure.

Nous devrions observer un écart de température plus important dans les haies pluristratifiées que dans les haies basses ou arborées. Ceci n'est pas vérifié et nous ne pouvons donc pas tirer de conclusions concernant la relation entre type de haie et îlot de chaleur. Nous avons considéré que les écarts de température venaient de la sensibilité de la haie à l'effet brise-vent ; d'autres paramètres peuvent entrer en compte comme le nombre de ruptures et l'exposition de la haie aux vents dominants.

Lors d'une étude ultérieure, il sera préférable de réaliser des relevés de températures sur une période plus longue. Cela permettrait de faire face aux biais liés aux variations diurnes-nocturnes, saisonnières et interannuelles.

4.3.2.1.2. Humidité relative

L'hypothèse que l'on cherche à démontrer est la suivante : l'humidité relative du sol est plus importante au niveau de la haie (à 0m) que dans la parcelle (à 10m).

Nous allons donc réaliser une série de graphiques qui auront pour but de valider ou non notre hypothèse de départ.

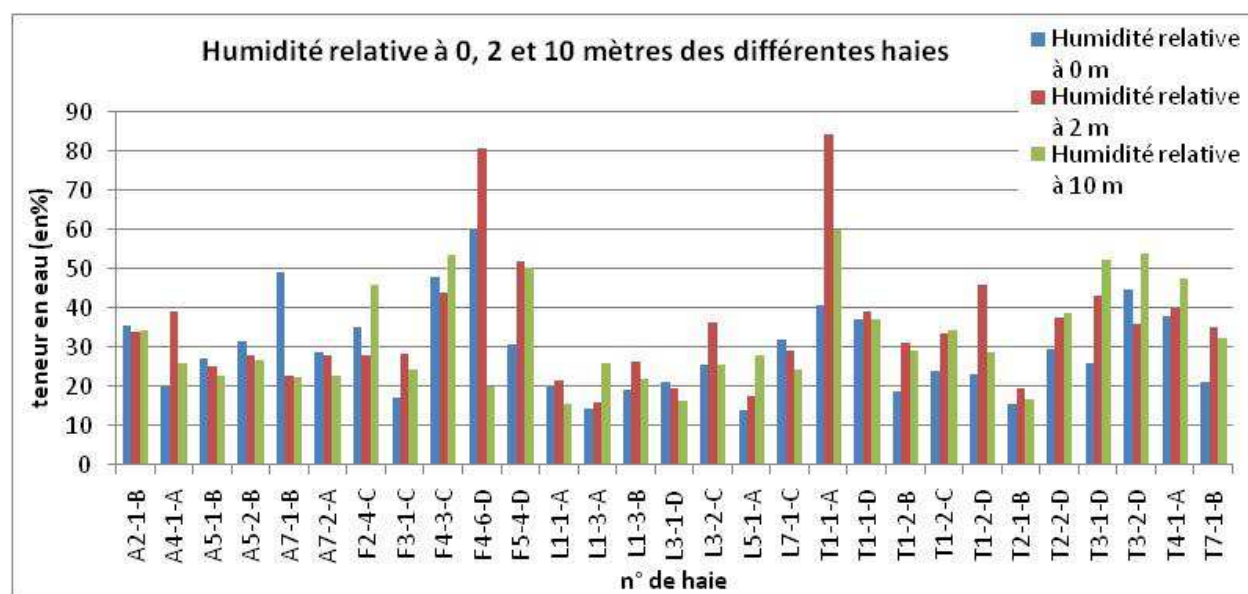


Figure 74 : Humidité relative à 0, 2 et 10 mètres des différentes haies

Dans le graphique représentant l'humidité relative à 0, 2 et 10 mètres (Figure 74), nous avons choisi de classer les haies par commune. Nous pouvons constater la complexité de la lecture des résultats, ainsi dans les analyses suivantes, nous choisirons de classer les haies par ordre croissant de teneur en eau. Et afin de voir si toutes les données sont utiles, nous avons réalisé la moyenne des teneurs en eau pour chaque distance à la haie (figure 75).

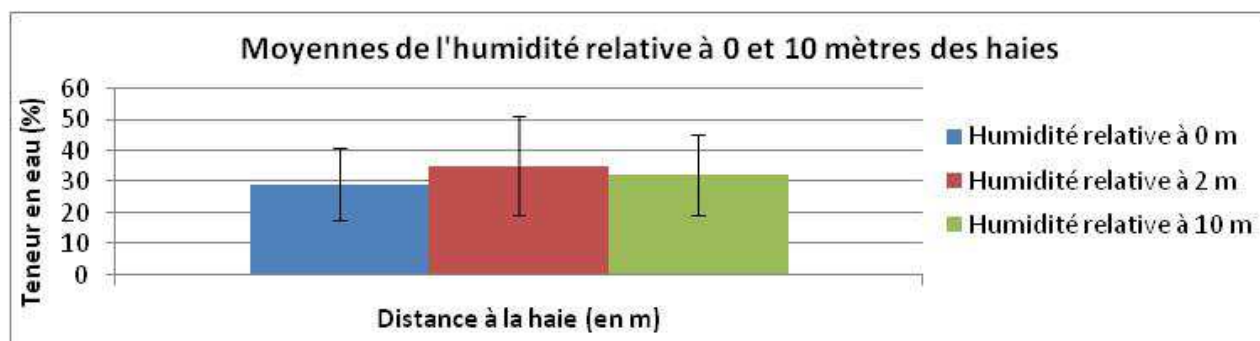


Figure 68 : Moyenne de l'humidité relative à 0, 2 et 10 mètres des haies

Les résultats montrent une augmentation de 3 % entre l'humidité relative à 0 m et celle à 10 m. Il existe également une augmentation relativement marquée à 2 m. Cette dernière s'explique par la présence de l'interface parcelle/haie. Ainsi pour plus de justesse, dans les graphiques suivants, nous allons ôter les valeurs à 2 m. Il peut être remarqué que l'écart-type est assez élevé faute d'un grand nombre d'échantillons, soit 94 échantillons de sol.

Les résultats obtenus ici sont contraires à l'hypothèse posée. L'écart-type trop élevé ne nous permet pas statistiquement de la valider, mais nous pouvons supposer qu'il existe des relations entre l'humidité relative et d'autres paramètres, tels que l'occupation du sol ou le type des haies.

Afin de tester une possible relation entre l'humidité relative et le type d'occupation du sol, nous avons traité les mêmes données que dans la figure 75, mais séparément selon leur origine : culture (Figure 77) ou prairie (Figure 76). Nous émettons l'hypothèse qu'en système prairial, l'humidité relative dans la haie, à 0 m, est plus élevée qu'en contexte cultural.

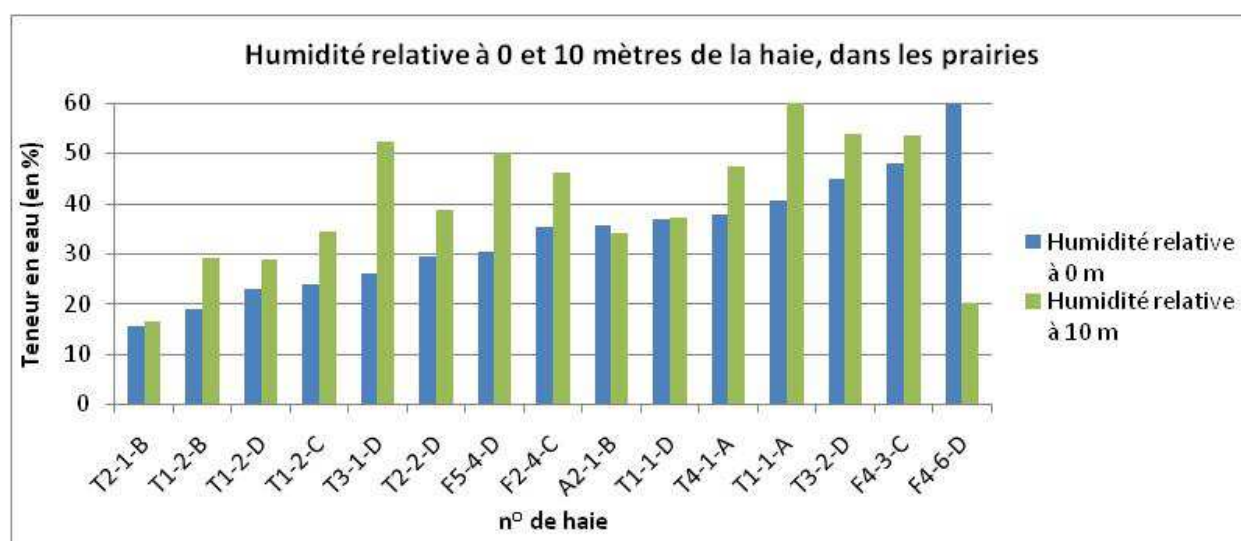


Figure 696: Humidité relative à 0 et 10 mètres de la haie, dans les prairies

Dans les résultats représentant l'humidité relative à 0 et 10 mètres de la haie, dans les prairies (Figure 76), nous pouvons constater que douze haies sur quinze, soit 80% des échantillons, ont une teneur en eau plus forte à 10 m qu'à 0 m.

La plupart des haies prospectées en prairie servaient de pâtures au bétail. Ainsi, ce dernier longe les haies, ce qui provoque un tassement à 0 m et par conséquent, une diminution de la macroporosité du sol, pouvant contenir soit de l'eau, soit du gaz. La porosité ainsi réduite, la possibilité pour l'eau de s'y infiltrer est donc restreinte. A 10 m, l'apport de matière organique par les animaux augmente la porosité du sol, et permet ainsi l'augmentation du stockage en eau. De plus, la végétation herbacée et les racines favorisent la capture et l'évacuation de l'eau dans le sol. Ainsi la surface à 10 m capte et retient plus l'eau que les haies en elles-mêmes (Golabi et al., 1995 ; Pagliai et al., 2004).

Ainsi, la tendance observée ici consiste à dire que l'humidité relative dans les prairies est moins élevée dans la haie que dans la parcelle, notamment en raison du bétail et de la végétation herbacée.

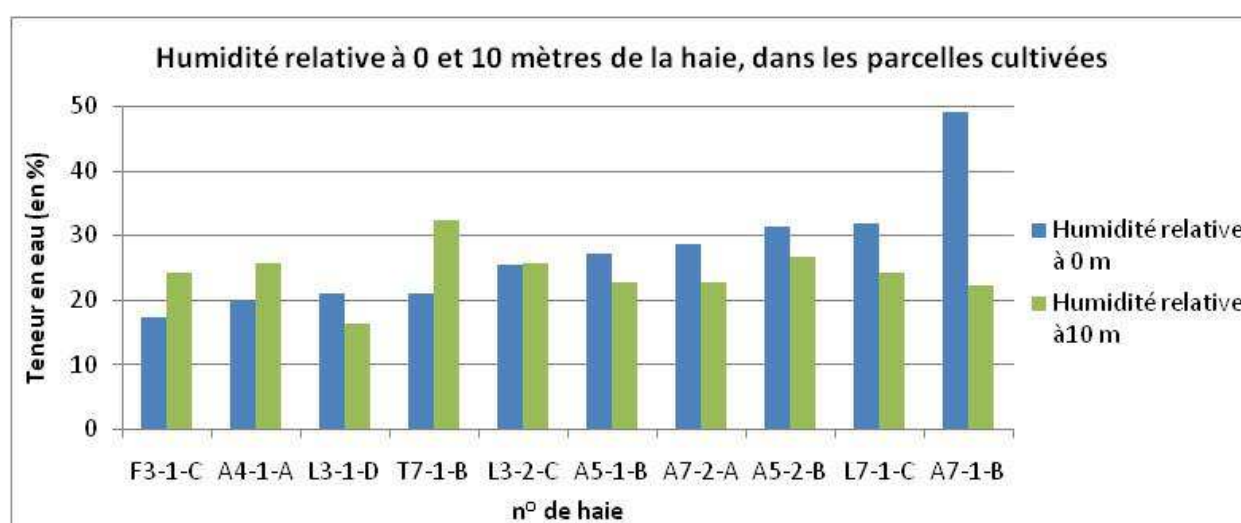


Figure 707 : Humidité relative à 0 et 10 mètres de la haie, dans les parcelles cultivées

Dans le graphique représentant l'humidité relative à 0 et 10 m de la haie, dans des parcelles cultivées en blé, maïs ou colza (Figure 77), nous pouvons constater que pour six haies sur dix, soit 60% des échantillons, nous obtenons une teneur en eau plus forte à 0 m qu'à 10 m.

Par comparaison avec les observations *in situ*, nous constatons que les haies possédant une humidité relative plus élevée à 10 m correspondent généralement à des parcelles possédant plus de 50% de résidus de culture. Une présence suffisamment importante de ces résidus influence l'humidité du sol en permettant un stockage de l'eau dans les premiers centimètres du sol, et donc en augmentant la teneur en eau du sol. Ils créent de l'ombre au sol, ce qui permet de lutter contre l'évaporation, ralentissent l'écoulement de surface et augmentent le taux d'infiltration (Blevins et al., 1983). En présence de moins de 50 % de résidus, l'eau n'est pas préférentiellement stockée et ruisselle en suivant la pente.

Ainsi, la tendance observée ici permet de dire que l'humidité relative du sol dans les parcelles cultivées est plus élevée à 0m qu'à 10m. Lorsque les résidus de cultures sont présents à plus de 50 % sur la parcelle, l'humidité est influencée, et donc plus élevée à 10 mètres.

Afin de comparer l'humidité relative selon l'occupation des sols, nous avons moyenné les données (Figure 78).

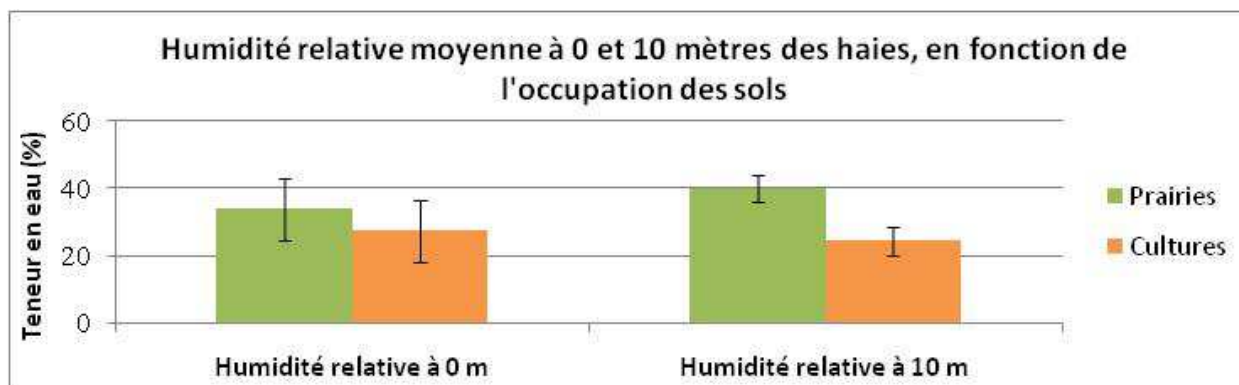


Figure 771 : Humidité relative moyenne à 0 et 10 mètres des haies, en fonction du type d'occupation des sols

En système prairial, ces moyennes permettent de mettre en évidence l'augmentation de l'humidité relative avec l'éloignement de la haie, notamment en raison du bétail et de la végétation herbacée. Et en système cultural, ces moyennes mettent en évidence la diminution de l'humidité avec l'éloignement de la haie, notamment en raison du ruissellement sur les sols nus.

L'écart type plus élevé pour les valeurs à 0 m peut s'expliquer par la difficulté des prélèvements dans les haies, puisqu'il pouvait y avoir la présence de clôtures.

Même si les résultats ne permettent pas de donner des conclusions certaines, nous observons une tendance confirmant notre hypothèse pour une occupation du sol de type cultivé, qui est que l'humidité relative dans la haie et plus forte à 0m qu'à 10m de la haie. Pour les prairies, notre hypothèse n'est pas validée, puisque c'est le sol à 10m qui semble plus humide que le sol à 0m.

Afin de valider l'hypothèse d'une possible relation entre l'humidité relative et les différents types de haies, nous allons traiter les mêmes données que dans la figure 75, mais séparément selon les haies basses ou arbustives, arborées et arbustives, arborées (Figure 79).

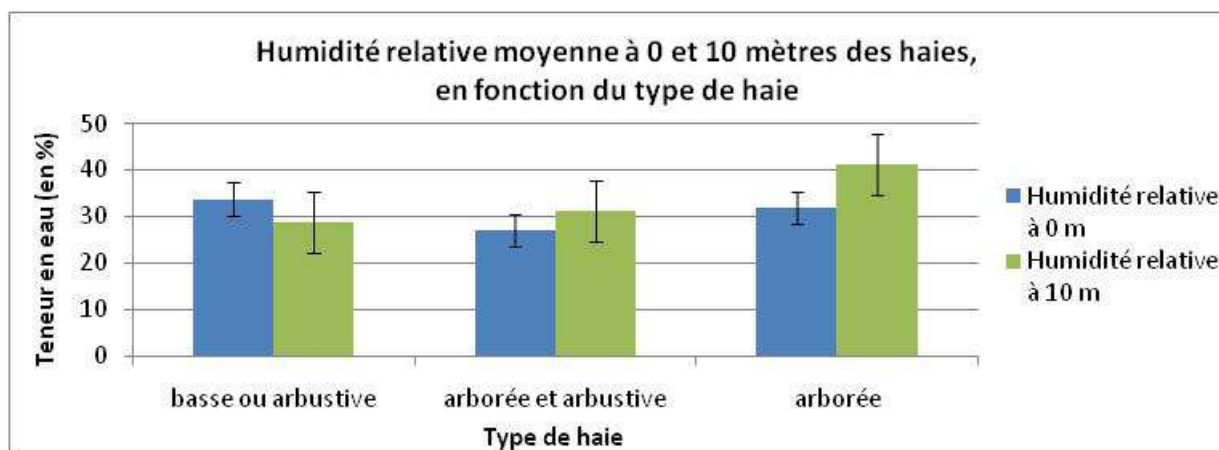


Figure 79 : Humidité relative moyenne à 0 et 10 mètres des haies, en fonction du type de haie

Pour les haies basses ou arbustives, nous observons une augmentation de la teneur en eau de 5% au sein de la haie (0m) par rapport à la parcelle (10m). De par sa richesse spécifique et sa morphologie basse et dense, ce type de haie permet de mieux conserver l'humidité du sol.

Les haies arborées et arbustives présentent une plus faible humidité relative à 0 m, avec une différence de 4% par rapport à l'humidité du sol à 10 m. Pour les haies arborées monostratifiées, l'observation est la même. Il existe une différence de 9 % entre l'humidité à 0 m et celle à 10 m. Ces deux types de haies possèdent des espèces qui consomment plus d'eau.

Le système racinaire des haies de type arboré-arbustif ou arboré est très développé et capte l'eau plus facilement que celui des haies basses, moins développé et peu profond.

L'eau qui arrive au niveau des haies est donc soit captée rapidement par le système végétal (haies arborées-arbustives ou arborées) qui a un rôle important de drainage, soit laissée au système sol (haies basses ou arbustives).

Parallèlement, et étant donné que le système racinaire des haies arborées-arbustives et arborées est plus développé, celui-ci s'étend dans le sol et occupe une partie de la porosité. L'eau a donc moins de place pour s'y loger.

Si l'on additionne ces deux paramètres, nous comprenons aisément que le sol au niveau de la haie soit moins humide que le sol à 10m de la haie.

Cependant, nous observons une humidité plus forte dans les haies arborées que dans les haies arborées et arbustives. Ceci peut s'expliquer par une hétérogénéité du système racinaire dans les types de haies arborées et arbustives, les racines s'implantant dans des pores de tailles différentes, et donc diminuant la place restante pour l'eau.

Même si les résultats ne permettent pas de donner des conclusions certaines, nous observons une tendance confirmant notre hypothèse qui est que l'humidité relative varie en fonction du type de haie (Bruley et al., 2011).

A travers l'analyse de l'humidité relative des échantillons de sol, nous ne pouvons pas imposer de certitudes, mais nous avons pu observer des tendances qui, appuyées de publications, tendent à confirmer nos hypothèses.

Nous avons émis l'hypothèse que l'humidité relative était plus élevée dans la haie quand dans la parcelle. Les résultats, non significatifs, obtenus ne valident pas cette tendance pour des systèmes de prairies. Pour répondre à ce problème, il faut prendre en compte de nombreux paramètres, c'est pourquoi, nous avons mis en avant l'existence de relations entre l'humidité relative, l'occupation du sol et le type des haies.

En système cultural, la teneur en eau dans la haie et dans la parcelle est fonction du pourcentage de résidus de culture. Et en système prairial, celle-ci est fonction de la mise en pâturage de la parcelle et de la végétation herbacée. En plus de cette influence de l'occupation des sols, le type de haie joue sur l'humidité relative.

Sachant que les différents types de haies, de par l'hétérogénéité de leur système racinaire, jouent un rôle sur l'humidité relative du sol, nous pourrions étudier la relation entre hauteur de haie et zone d'impact de la haie sur la parcelle en termes d'humidité. L'idée serait donc de mesurer l'humidité relative du sol à différentes distances de la haie, afin d'observer une distance maximale d'impact de la haie selon sa hauteur.

Il serait également intéressant de réitérer cette expérience en mesurant l'humidité du sol sur une période continue de façon à réaliser une moyenne plus juste, selon les variations diurnes-nocturnes, saisonnières et climatiques (événement pluvieux, sécheresse, ...). Nous pouvons en effet supposer que le temps relativement humide et froid qui nous a accompagné, lors de notre échantillonnage *in situ*, a orienté nos résultats de façon non négligeable. En effet, lors d'un épisode de sécheresse, nous aurions sans doute observé des valeurs d'humidité relative plus forte au sein de la haie que dans la parcelle car celle-ci permet de garder un peu de fraîcheur et d'humidité.

4.3.2.1.3. pH

Rappelons que l'hypothèse initiale que nous cherchons à démontrer est que le pH est plus acide au sein de la haie (à 0m) que dans la parcelle (à 10m).

Dans un premier temps, nous réalisons un graphique qui représente le pH à 0, 2 et 10 mètres de la haie, en fonction du numéro de haie, de façon à observer une possible tendance.

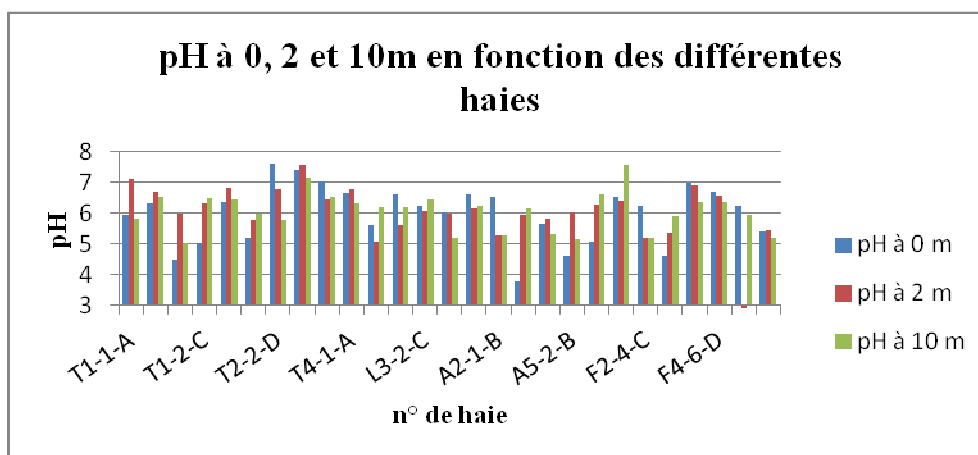


Figure 720: pH à 0, 2 et 10 mètres, en fonction des différentes haies

Ce premier graphique ne nous montre aucune tendance bien marquée et ne permet pas de valider l'hypothèse initiale (figure 80).

Le pH à 2m, trop influencé par la présence d'un fossé, d'une bande enherbée ou autre interface parcelle/haie, sera ôté des graphiques suivants.

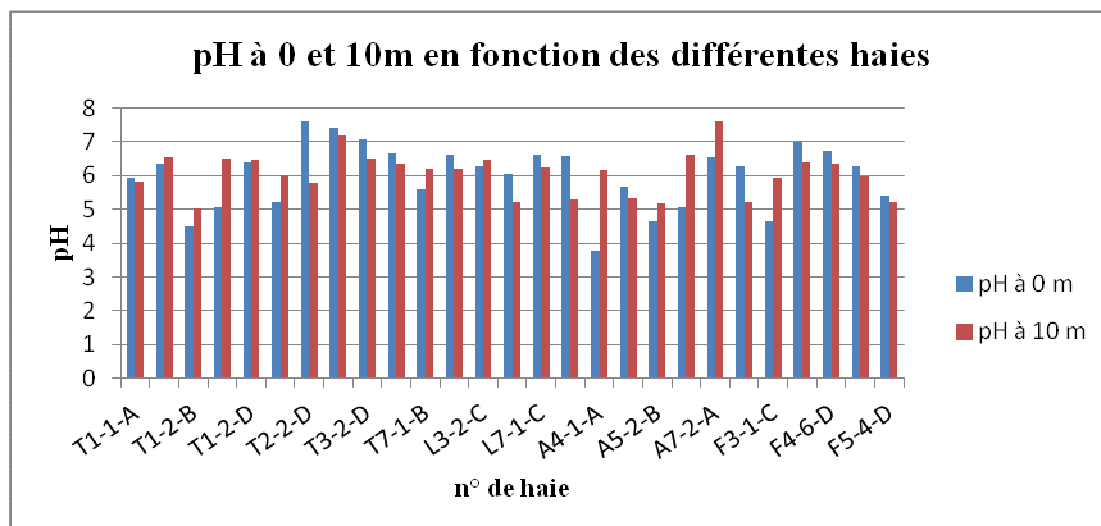


Figure 731 : pH à 0 et 10 mètres, en fonction des différentes haies

Nous n'observons pas de tendance, puisque nous avons 13 haies qui montrent un pH plus faible à 0m qu'à 10m, et 14 haies qui montrent un pH plus fort à 0m qu'à 10m (Figure 81).

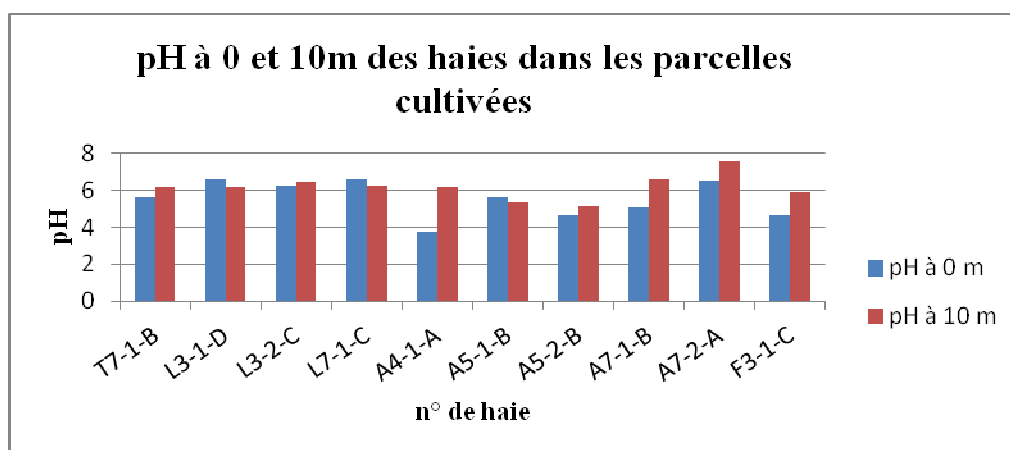


Figure 742 : pH à 0 et 10 mètres, en fonction des différentes haies

La figure 82 nous montre le pH à 0 et à 10m des haies dans les parcelles cultivées. De façon générale (70%), nous observons un pH plus faible à 0m qu'à 10m des haies. L'hypothèse initiale est donc validée pour les haies des parcelles cultivées.

Cependant, si nous comparons les quatre communes, nous observons qu'à Loisy, le pH à 10m est quasiment égal au pH à 10m des autres communes mais que le pH à 0m est plus fort que dans les autres communes. L'hypothèse initiale ne peut donc pas être validée à la seule vue de la commune de Loisy.

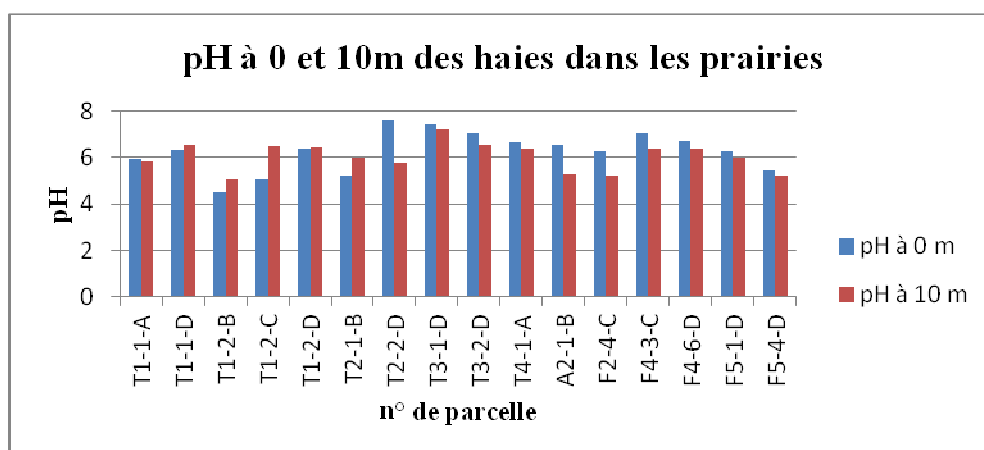


Figure 75: pH à 0 et 10 mètres des haies dans les prairies

A l'inverse des parcelles cultivées, les prairies semblent montrer un pH plus fort à 0m qu'à 10m de la haie (figure 83). Seule la commune de Torpes montre l'inverse avec 60% de haies qui ont un pH plus faible à 0m qu'à 10m. Pour cette commune, l'hypothèse initiale peut être validée, mais pas pour les autres communes.

Enfin, nous réalisons une analyse des données pH avec le type de haie (basse ou arbustive, arborée et arbustive, arborée) (figure 85). De façon à observer les résultats de façon globale et à n'observer que l'effet du type de haie sur le pH, nous calculons les moyennes de pH de toutes les haies à 0 et 10m selon leur type et nous obtenons le graphique suivant :

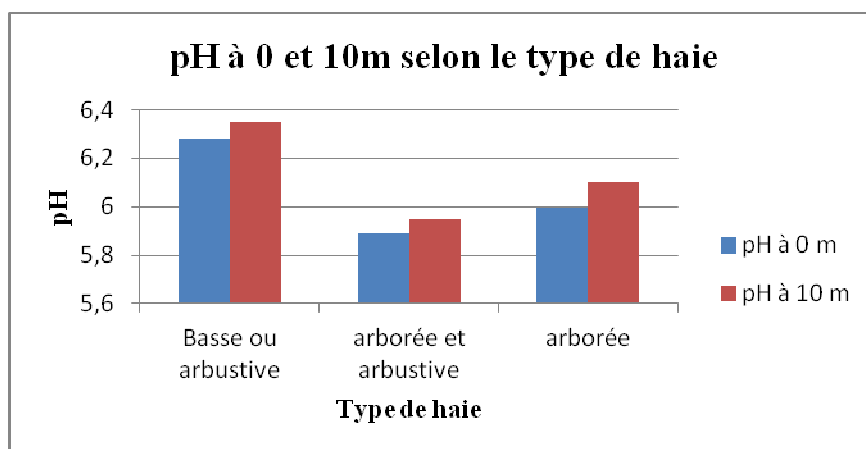


Figure 76: pH à 0 et 10 mètres selon le type de haie

Lorsque nous représentons le pH en fonction du type de haie, nous obtenons en moyenne des pH plus faibles à 0m qu'à 10m de la haie. Cette représentation graphique nous permet de valider l'hypothèse initiale. Nous observons également une forte différence de pH selon le type de haie, que ce soit à 0m ou à 10m.

Les haies arborées et arbustives ont un pH faible, assez acide (moyenne de 5,9), à l'inverse des haies basses ou arbustives qui présentent un pH plus neutre (moyenne de 6,3). Les haies arborées quant-à elles, montrent un pH intermédiaire entre les deux autres types de haies avec un moyenne de 6,05. Ce phénomène peut s'expliquer par une forte présence d'aubépines et de lierres grimpants qui acidifie le sol. (Bruley E., *et al*, 2011).

D'une manière générale, nous manquons de données pour faire une comparaison entre communes.

A l'avenir, il faudra faire un nombre de prélèvements identique sur chaque commune en veillant à réaliser plusieurs prélèvements sur des types d'occupation de sol différents et sur des types de haies différents. Ceci permettra une analyse plus facile.

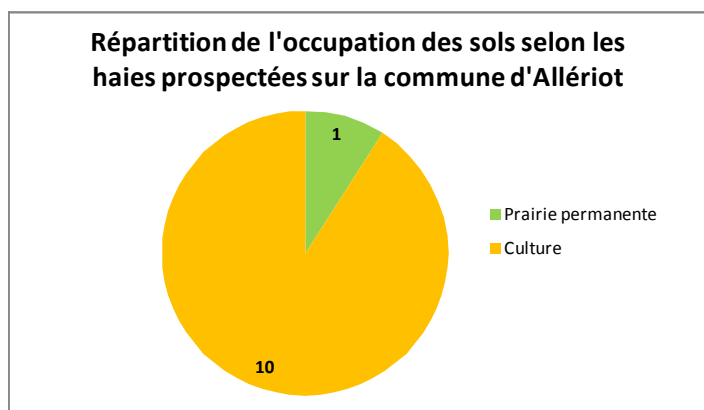
Ces résultats et analyses biochimiques ne nous permettent pas de tirer de conclusions claires et nous ne pouvons pas élaborer de typologie de haie à l'aide de ces mesures. Ce sont les autres critères de la fiche terrain qui vont nous aider à construire une typologie des bocages de la Bresse bourguignonne.

4.3.2.2. Un bocage organisé selon l'occupation du sol

4.3.2.2.1. Des haies aux multiples rôles

Dans les graphiques correspondant aux différents rôles des haies, les rôles d'abris et de clôture sont uniquement identifiés dans les prairies. Pour les rôles de brise vent et de refuge pour les auxiliaires de culture, seul les haies de cultures sont prises en compte. Pour les autres rôles qui sont la fertilisation, la protection des eaux et la lutte contre l'érosion, tous les types d'occupation des sols ont été considérés.

- **Rôle des haies sur la commune d'Allériot**



L'occupation des sols d'Allériot est caractérisée par des cultures, ce qui a valu le choix de cette commune. Comme le montre la figure 85, les haies prospectées se situent majoritairement sur ces cultures.

Figure 77: Répartition de l'occupation des sols selon les haies prospectées sur la commune d'Allériot

Dans la prairie une seule haie a été étudiée. Celle-ci possède un rôle moyen pour les abris et fort pour les clôtures. Pour la fonction d'abris, cette haie est basse et présente donc peu d'intérêt en tant que protection face au vent. A contrario, une haie basse et dense présente un fort intérêt dans le rôle de clôture.



Figure 78: haie en bordure de parcelle cultivée, à Allériot (A3-1-B)

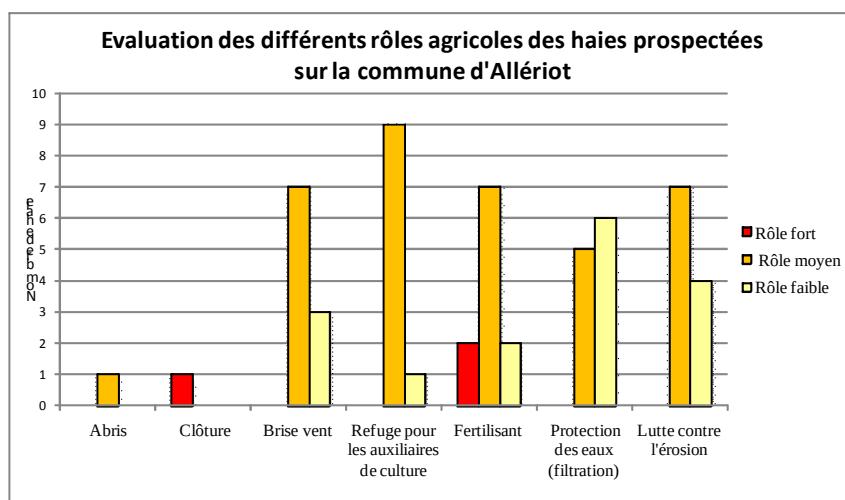


Figure 79: Rôles agricoles des haies prospectées sur la commune d'Allériot

En ce qui concerne les cultures, elles sont plutôt homogènes dans les rôles de brise vent et de refuge (figure 87). Elles ne présentent aucun rôle fort en termes de brise vent car leur positionnement est défavorable au ralentissement du vent et la distance propagation des feuilles est inférieure à 10 mètres. Pour le refuge, les haies sont déclassées par l'absence d'arbre mort et/ou creux, et l'absence d'interface parcelle/haie.

Les haies de cette commune présentent peu d'intérêt envers la protection des eaux et la lutte contre l'érosion. Pour la protection des eaux, la majorité des haies sont buissonnantes et/ou basses, ce qui ne présente pas un grand intérêt pour la filtration des eaux de ruissellement fortement chargées. Pour la fonction de lutte contre l'érosion, la moitié des haies ont un rôle faible de part leurs positionnements parallèles à la pente et le travail profond du sol. L'observation de ravines et de rigoles sur les parcelles confirme ce faible rôle.

- **Rôle des haies sur la commune de Frontenaud**

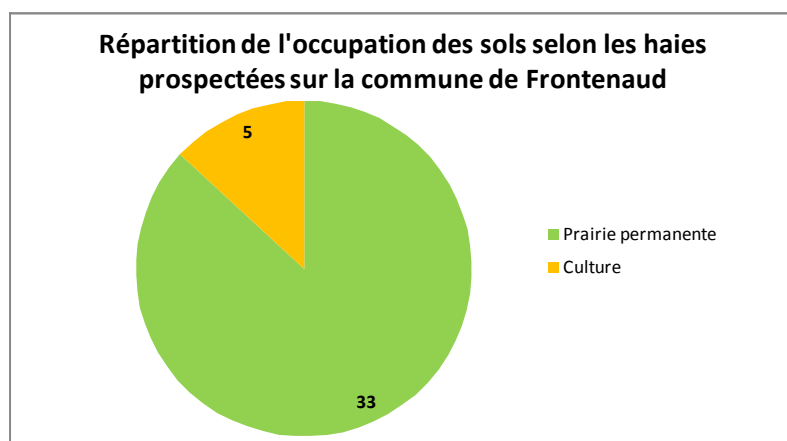


Figure 88: Répartition de l'occupation des sols selon les haies prospectées sur la commune de Frontenaud

L'occupation des sols de Frontenaud est caractérisée par les prairies, ce qui a valu le choix de cette commune. Comme le montre la figure 88, lors de notre étude sur le terrain, la majorité des haies prospectées se localisait sur des prairies permanentes.

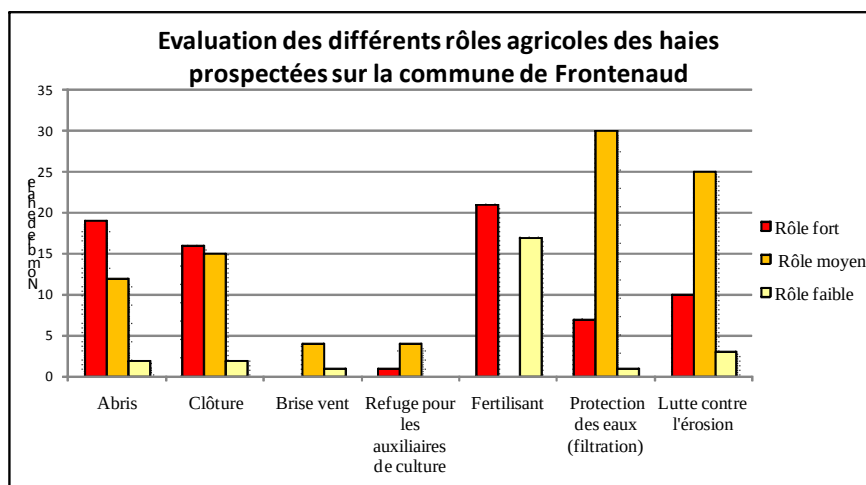


Figure 880: Rôles agricoles des haies prospectées sur la commune de Frontenaud

Les haies étudiées sur ce territoire sont intéressantes d'un point de vue agricole car elles présentent un fort enjeu pour la protection des animaux. Nous constatons que le rôle d'abris oscille entre fort et moyen (figure 89). Deux des haies, classées en faibles pour le rôle de clôtures et d'abris, sont des haies basses avec une forte présence de rupture.



Figure 81: haie en bordure de prairie, à Frontenaud (F4-2-B)

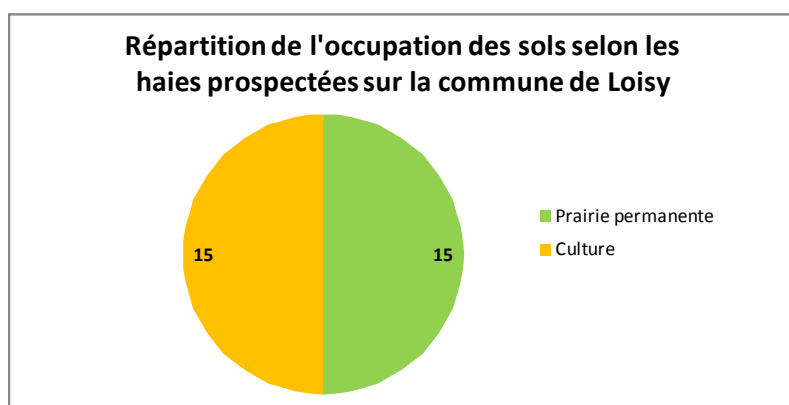
Les autres sont déclassées de part leur mauvaise orientation au vent et un nombre de rupture important.

En ce qui concerne les parcelles culturales prospectées, les utilités sont très dissociées. Pour le rôle de brise vent, aucune haie ne possède un fort potentiel car leurs localisations dans le versant ne leur permettent pas de protéger la parcelle du vent. Pour le rôle de refuge, nous constatons que les haies sont majoritairement moyennes, de part l'absence d'arbre mort ou/et creux.

Pour le rôle de fertilisant, les haies sont réparties en deux groupes distincts, forts et faibles. Plus du tiers des haies ont un faible rôle dans la fertilisation car la distance de propagation des feuilles est inférieure à 10 mètres et le taux de recouvrement de celles-ci est inférieur à 25 %.

Les rôles de protection des eaux et de lutte contre l'érosion sont majoritairement moyens. Ce déclasserment est engendré par un mauvais positionnement de la haie par rapport à la pente et une localisation défavorable dans le versant.

- **Rôle des haies sur la commune de Loisy**



L'occupation des sols de Loisy est mixte, ce qui a valu le choix de cette commune. Comme le montre la figure 91, lors de notre étude sur le terrain, nous avons étudié quinze haies en prairie et quinze en culture.

Figure 82: Répartition de l'occupation des sols selon les haies prospectées sur la commune de Loisy

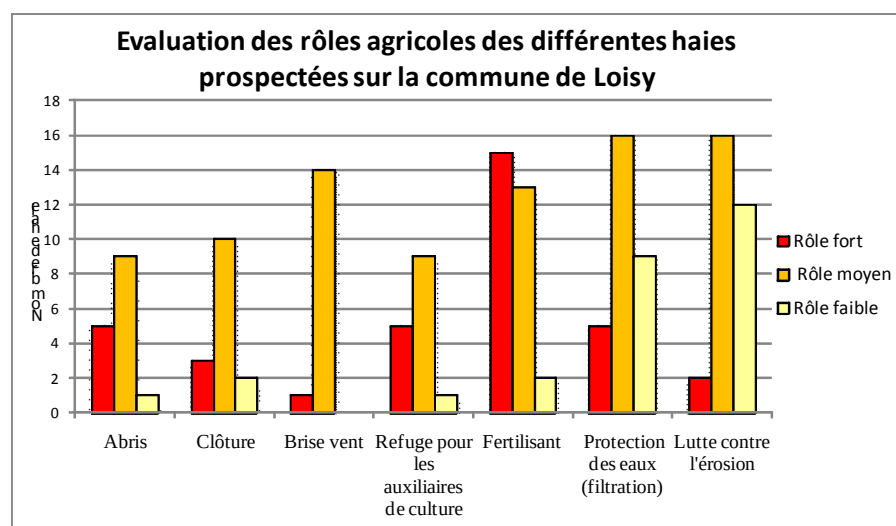


Figure 83: Rôles agricoles des haies prospectées sur la commune de Loisy

Pour les prairies, les rôles des haies en termes d'abris et de clôture sont plutôt moyens (figure 92). Ceci est induit par le nombre important de rupture et les orientations défavorables à la protection contre le vent. La haie qui possède un rôle faible est basse. Pour la fonction de clôture, les deux tiers des haies ont un rôle moyen, étant donné leur important nombre de rupture.

Pour les cultures, quatorze haies ont un rôle moyen de brise vent, dû à leur localisation par rapport au sens du vent et leur trop faible nombre de rupture.



Figure 84: haie en bordure de parcelle cultivée, à Loisy (L3-3-B)

Pour la fonction de refuge, neuf haies sont moyennes, notamment à cause de l'absence d'arbre creux et mort, et de connexion des haies.

Les haies de cette commune ont un fort potentiel au niveau de la fertilisation. A contrario, nous constatons une forte présence de rôle faible pour la filtration des eaux et de l'érosion des sols. Neuf haies ont un rôle faible pour la protection des eaux car elles sont positionnées parallèlement à la pente et la parcelle adjacente est une culture. Douze haies sur trente ont un faible potentiel de lutte contre l'érosion. En effet, leur positionnement par rapport à la pente et le travail du sol, profond et parallèle à cette dernière, ne leur permettent pas d'être efficace.

- **Rôle des haies de la commune de Torpes**



Figure 85: Répartition de l'occupation des sols selon les haies prospectées sur la commune de Torpes

Selon le « *corine land cover* », l'occupation des sols de Torpes est caractérisée par les cultures, ce qui a valu le choix de cette commune. Comme le montre la figure 94, lors de notre étude sur le terrain, la majorité des haies prospectées se localisait sur des prairies permanentes.

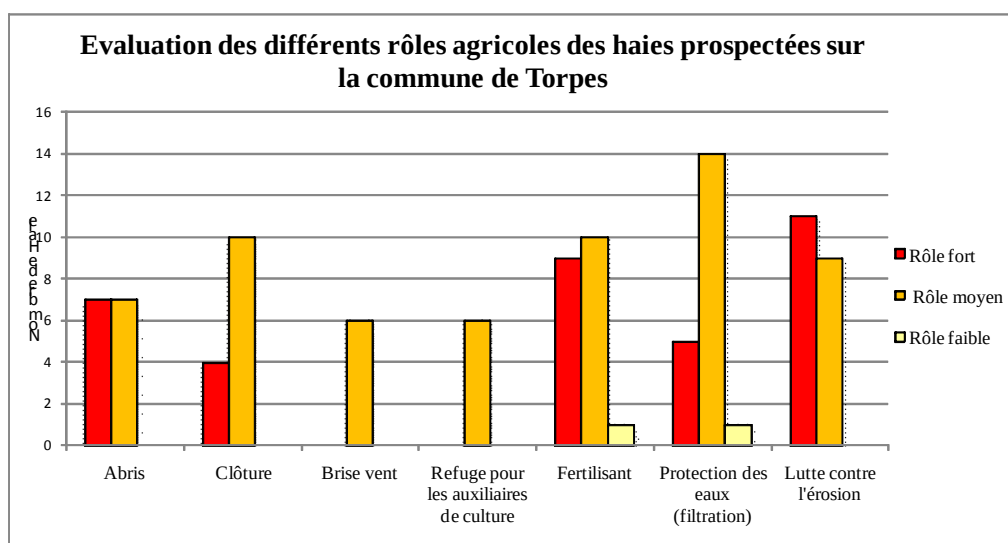


Figure 86: Rôles agricoles des haies prospectées sur la commune de Torpes

Dans les prairies, les quatorze haies rencontrées sont importantes en termes de protection du bétail (figure 95). Dans les mêmes proportions, elles révèlent un rôle d'abris fort à moyen. Lorsque ce rôle est moyen, ceci induit que les haies présentent un nombre de rupture important et une orientation défavorable à la protection contre le vent. Pour le rôle de clôture, nous observons une disparité des résultats, la majorité des haies présentes un rôle moyen étant donné leur important nombre de ruptures.



Figure 87:Haie en bordure de prairie, à Torpes (T1-1-A)

Dans les cultures, les six haies présentent un rôle moyen de brise vent et de refuge pour les auxiliaires. En majorité, elles sont déclassées, pour le rôle de brise vent par des ruptures insuffisantes et une orientation peu favorable, et pour le rôle de refuge, par l'absence d'arbre mort et creux.

Les haies présentes sur cette communes présentent plus d'intérêt en ce qui concerne la fertilisation et la lutte contre l'érosion. La haie qui possède un rôle faible pour la fertilisation est une haie buissonnante. La majorité des haies ont un rôle moyen dans la protection de l'eau car leur positionnement par rapport à la pente est parallèle à la pente.

- **Bilan et comparaison entre les communes**

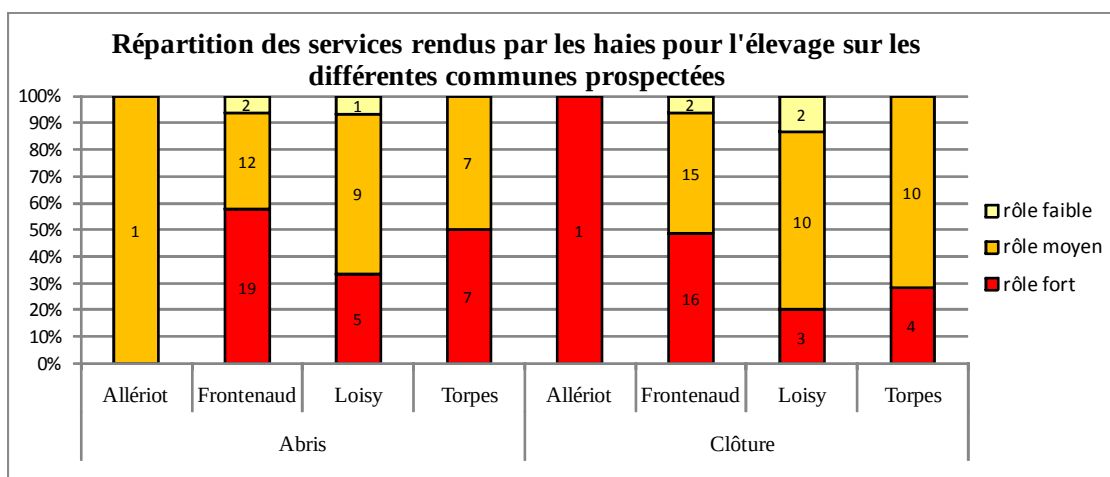


Figure 88: Services rendus par les haies pour l'élevage

En ce qui concerne les services rendus pour l'élevage, Allériot ne peut pas être comparée aux autres communes car une seule haie a été prospectée en prairie (figure 97).

Pour les abris, nous remarquons que Frontenaud et Torpes ont un rôle fort, relativement semblable (50% pour Torpes, 60% pour Frontenaud), et environ 10% des haies ont un rôle faible.

Etant donné que l'occupation du sol de Frontenaud est dominée par les prairies, l'élevage y est plus présent et le rôle de clôture est alors utile. Cette nécessité est traduite par un rôle fort en termes de clôture.

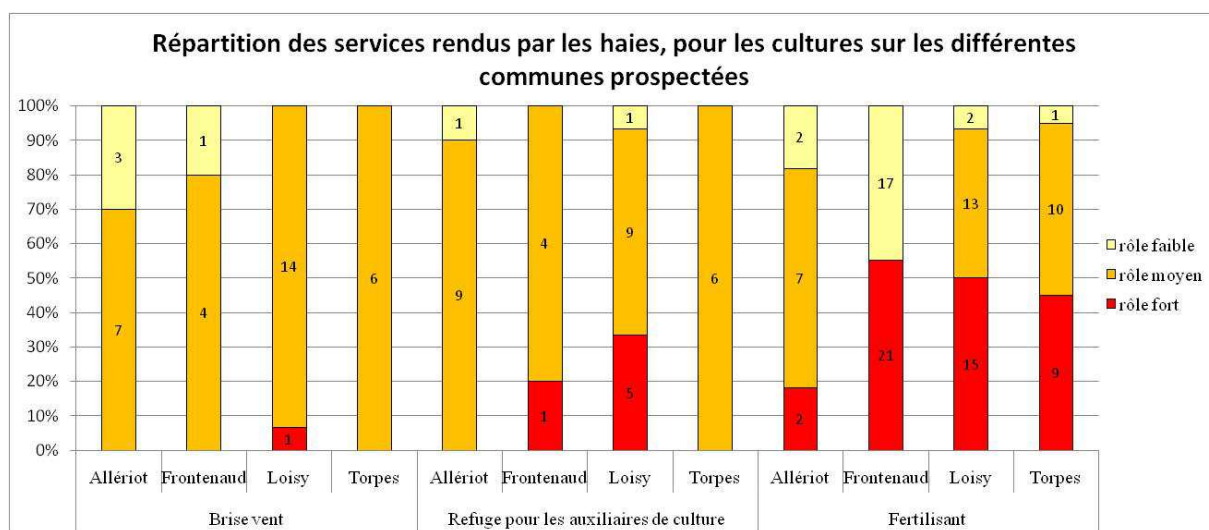


Figure 98 : Services rendus par les haies pour les cultures

Pour le brise vent, le rôle est moyen dans la plupart des communes, ce qui s'explique globalement par une mauvaise orientation des haies par rapport au sens du vent (figure 98).

Les haies possédant le plus fort potentiel de refuge pour les auxiliaires de cultures sont Frontenaud et Loisy.

Pour toutes les communes, le rôle le mieux exercé est celui de fertilisant pour les cultures et les prairies. Allériot est la commune qui possède le moins de haies à rôle fertilisant.

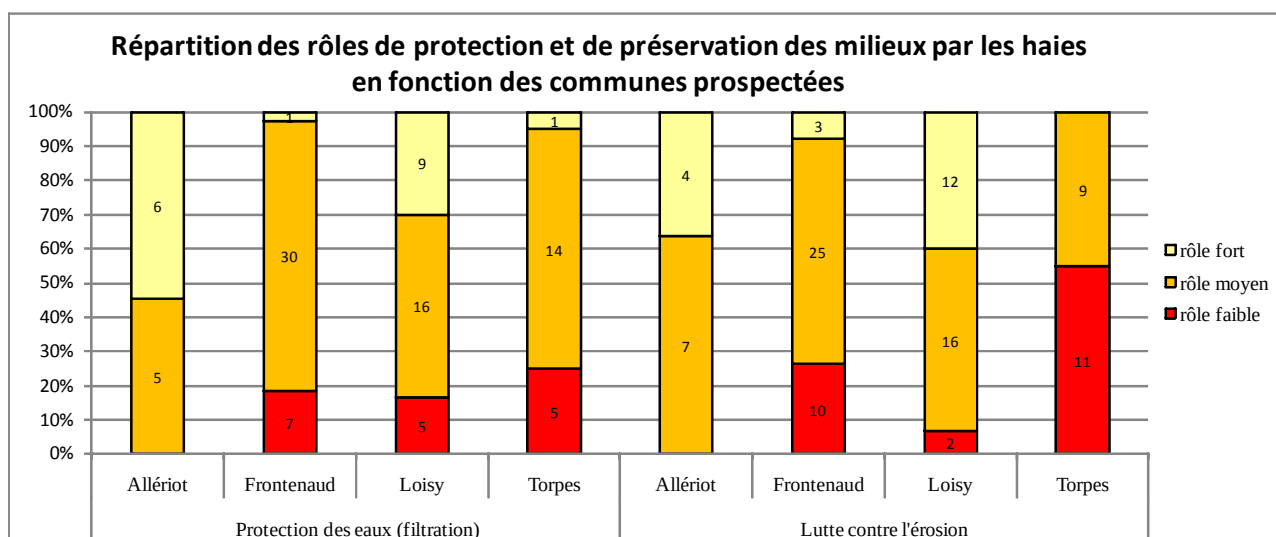


Figure 99 : Services rendus pour la protection et la préservation des milieux par les haies

Nous remarquons que la commune d'Allériot ne possède aucune haie qui représente une importance majeure en termes de filtration d'eau et de lutte contre l'érosion (figure 99).

Pour le rôle de protection des eaux, les haies de Frontenaud et Torpes sont relativement semblables. Sur ces deux communes, environ 20-25% des haies ont un rôle fort et 70-75% possèdent un rôle moyen.

Pour la lutte contre l'érosion, les communes sont hétérogènes. Les haies de Torpes présentent les plus forts potentiels.

Nous trouvons ci-après un tableau récapitulatif (tableau 21) du ou des rôles dominants des haies prospectées par commune.

Tableau 21: Synthèse des rôles dominants des haies par commune

Commune		Allériot	Frontenaud	Loisy	Torpes
Entité paysagère dominante		Fôrets	Prairies	Mixte	Cultures
Service rendu	Rôles	<i>En nombre de haies ayant un rôle fort</i>			
A l'élevage	Abris	0	19	5	7
	Clôture	1	16	3	4
Aux cultures	Brise-vent	0	0	1	0
	Refuge aux auxiliaires de culture	0	1	5	0
	Fertilisation des sols	2	21	15	9
Aux milieux	Préservation de la qualité des eaux	0	7	5	5
	Lutte contre l'érosion	0	10	2	11

Sur la commune d'Allériot, à dominance forestière, nous ne distinguons pas de rôle dominant significatif, même si le rôle de fertilisant pour les cultures semble ressortir.

Concernant la commune de Frontenaud, caractérisée par une dominance de prairies, les rôles d'abri et de clôture ressortent nettement, ainsi que le rôle de fertilisant pour les cultures. Principalement, nous observons un service rendu à l'élevage.

Sur la commune de Loisy, qui représente un paysage mixte, nous pouvons distinguer un rôle dominant en tant que fertilisant pour les cultures, mais également des rôles d'abri, de refuge pour les auxiliaires de culture ainsi que de protection de la qualité de l'eau. Globalement, cette commune est caractérisée par des haies qui rendent service à la fois à l'élevage, aux cultures et aux milieux, avec une petite dominance pour le service rendu aux cultures.

Enfin, sur la commune de Torpes, avec une dominance de cultures, nous observons une dominance des rôles de lutte contre l'érosion et de fertilisant pour les cultures, correspondant à des services rendus aux milieux et aux cultures.

Globalement, nous observons une relation forte entre l'entité paysagère dominante et les services rendus aux parcelles agricoles par les haies.

Nous avons répertorié dans le tableau n°22 les conditions optimales pour assurer les différents rôles des haies. Cela nous a permis de réaliser la typologie du bocage de chaque commune. Nous allons étudier la possibilité de l'extrapoler avant de la mettre en évidence par cartographie.

Tableau 22: typologie des bocages de la Bresse bourguignonne : fonctions agricoles des haies

Objectif	Rôle	Etat de référence de la haie
Services rendus pour l'élevage	Abris	Implantation de la haie : dans une prairie permanente Typologie de la haie : Haie arborée ou arborée arbustive ou arborée buissonnante dont le stade est intermédiaire ou vieillissant, avec une forme de pyramide, ligne ou demi-cône Nombre de rupture : il doit être inférieur à 5
	Clôture	Implantation de la haie : dans une prairie permanente Nombre de rupture : il doit être égal à 0 Typologie de la haie : buissonnante, arbustive, arborée, arborée arbustive, arborée buissonnante
Services rendus pour la culture	Brise vent	Implantation de la haie : culture Typologie de la haie : Haie arborée ou arborée arbustive ou arborée buissonnante avec une forme de pyramide, ligne ou demi-cône Rupture : la longueur des ruptures doivent être égal à 1/3 ou 2/3 de la longueur totale de la haie Positionnement : à mi-pente ou dans le plateau, avec une orientation sud ouest Distance de propagation des feuilles : supérieur ou égale à 10 m Effet sur le rendement : une haie arborée aura plus d'effet sur le rendement qu'une haie basse
	Refuge pour les auxiliaires de culture	Implantation de la haie : culture Typologie de la haie : Haie arborée ou arborée arbustive ou arborée buissonnante dont le stade est intermédiaire ou vieillissant et d'une largeur supérieur à 2m Observation : présence d'arbres morts et creux, présence d'une bande enherbée Connexion des haies : simple ou fragmentée
	Fertilisation	Implantation de la haie : culture ou dans une prairie permanente Typologie de la haie : Haie arborée ou arborée arbustive ou arborée buissonnante et d'une largeur supérieur à 2m Distance de propagation des feuilles : supérieur ou égale à 10 m Abondance de la litière : entre 50 et 100%
Protection et préservation des milieux	Qualité chimique des eaux	Implantation de la haie : dans une prairie permanente (vitesse infiltration la plus élevée) ou une forêt, l'occupation du sol adjacent doit être une prairie permanente Typologie et structure de la haie : Haie arborée ou arborée arbustive ou arborée buissonnante avec un système racinaire développé, sur talus, présence d'une bande enherbée, présence d'un fossé avec un curage ancien Positionnement : perpendiculaire à la pente Fonction : ripisylve
	Lutte contre l'érosion	Implantation de la haie : dans une prairie permanente ou une forêt Typologie et structure de la haie : Haie arborée, ou arborée arbustive ou arborée buissonnante, sur talus, présence d'un fossé Positionnement : perpendiculaire à la pente et à mi pente Observation de la parcelle : absence de ravine, le travail du sol superficielle et perpendiculaire à la pente Connexion des haies : simple

4.3.2.2.2. Extrapolation et préconisations

Lors de notre phase terrain, comme expliqué précédemment, par souci de temps et d'organisation, nous avons huit mailles à notre disposition. Afin de définir objectivement le nombre de mailles à prospecter pour être représentatif de la zone d'étude, nous avons comparé les résultats de deux communes suivant les quatre premières mailles, puis selon la totalité des mailles.

Cela nous permettra de voir si la typologie réalisée à l'aide de 8 mailles aurait été la même grâce à l'inventaire de 4 mailles seulement. Si tel est le cas, alors la méthode sera extrapolable sur la prise en compte de seulement 4 mailles, ce qui serait un gain de temps non négligeable.

• Commune de Frontenaud

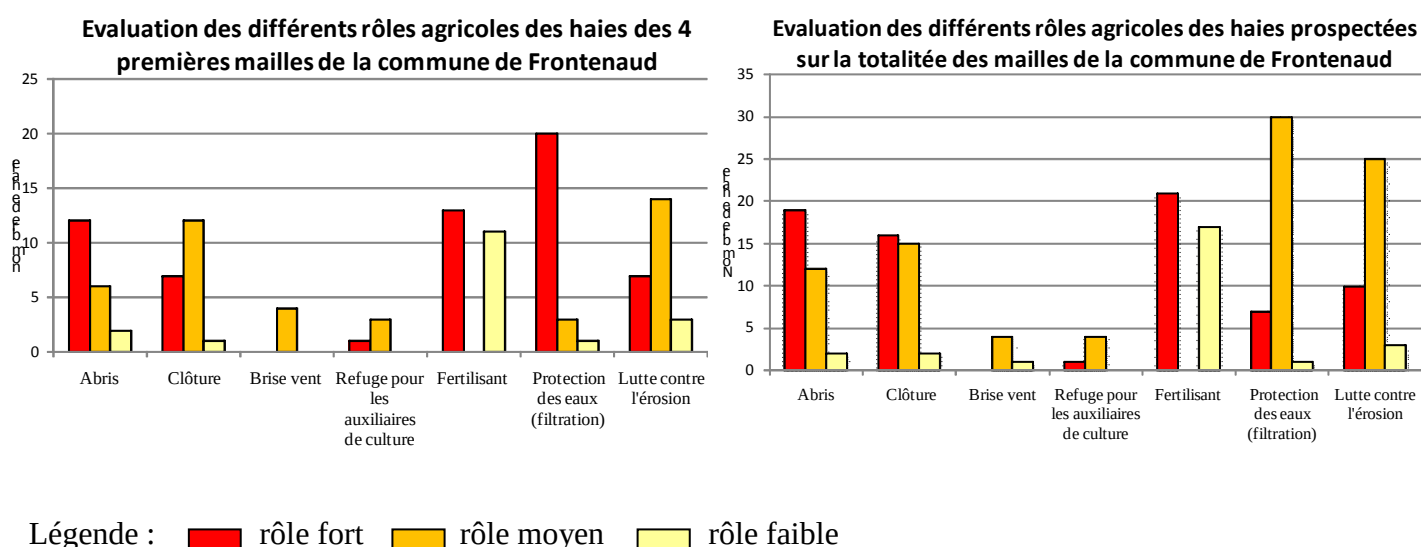


Figure 89: Comparaison des mailles prospectées sur la commune de Frontenaud

Pour la commune de Frontenaud, les haies prospectées dans les quatre premières mailles et dans la totalité des mailles jouent des rôles significativement semblables au niveau des abris, de brise vent, de refuge pour les auxiliaires de cultures, de fertilisant et de lutte contre l'érosion (figure 100).

En ce qui concerne les rôles de clôtures et de protection des eaux, le nombre de maille prospecté influe sur les résultats. En effet, pour le premier rôle, dans les quatre premières mailles est moyen, puis il devient à tendance forte dans la totalité des mailles. Pour le second rôle, dans les quatre premières mailles il est significativement fort et dans la totalité il est significativement moyen.

Ainsi, pour Frontenaud, nous pouvons conclure que les rôles d'abris, de brise vent, de refuge pour les auxiliaires de cultures, de fertilisant et de lutte contre l'érosion sont extrapolables puisqu'ils donnent les mêmes résultats dans quatre mailles et dans la totalité des mailles.

- Commune de Loisy

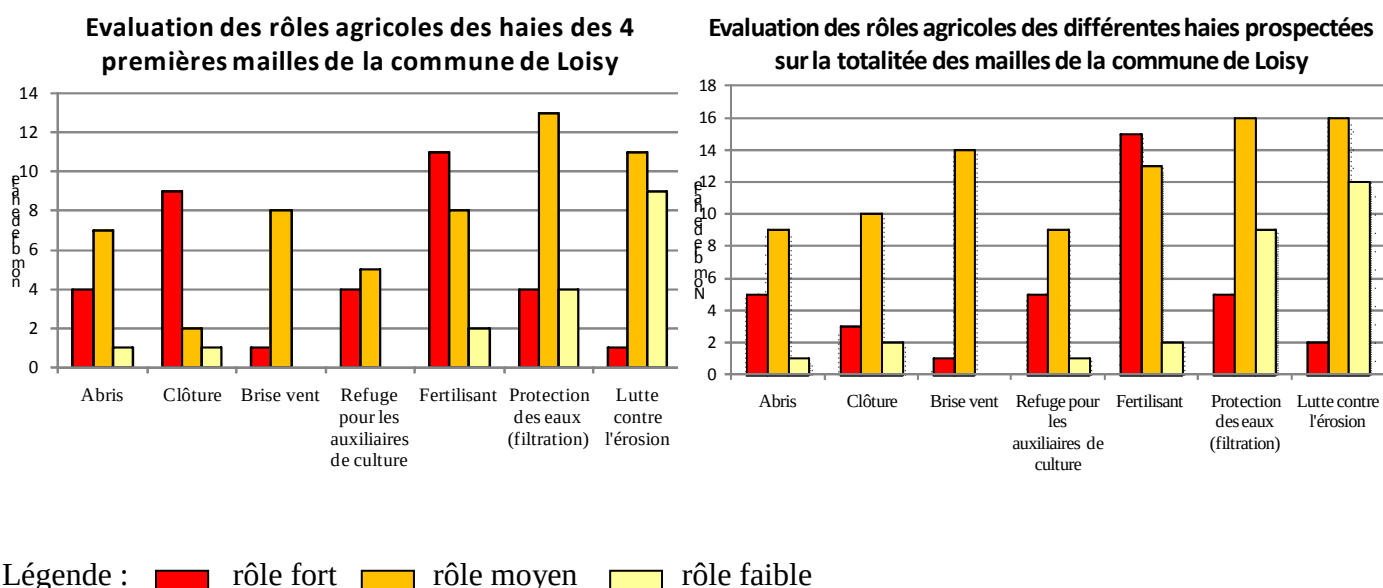


Figure 90: Comparaison des mailles prospectées sur la commune de Loisy

Pour la commune de Loisy, les haies prospectées dans les quatre premières mailles et dans la totalité des mailles jouent des rôles significativement semblables au niveau des abris, de brise vent, de refuge pour les auxiliaires de cultures, de fertilisant, de protection des eaux et de lutte contre l'érosion (figure 101).

En ce qui concerne le rôle de clôture, le nombre de maille prospecté influe sur les résultats. En effet, dans les quatre premières mailles le rôle est significativement fort, tandis qu'il est significativement moyen dans la totalité des mailles.

Ainsi, pour Loisy, nous pouvons conclure que les rôles d'abris, de brise vent, de refuge pour les auxiliaires de cultures, de fertilisant, de protection des eaux et de lutte contre l'érosion sont extrapolables puisqu'ils donnent les même résultats dans quatre mailles et dans la totalité des mailles.

Nous venons de voir que pour les communes de Loisy et de Frontenau, les rôles d'abris, de brise vent, de refuge pour les auxiliaires de cultures, de fertilisant et de lutte contre l'érosion sont extrapolables puisqu'ils donnent les même résultats dans quatre mailles et dans la totalité des mailles.

Ainsi lors d'une prochaine étude comparable à celle-ci, sur les autres communes de la Bresse Bourguignonne, voire sur le territoire Bourguignon, ces rôles donnés aux haies peuvent être défini sur quatre mailles choisis selon le protocole défini précédemment.

4.3.2.3. Une typologie des bocages mise en valeur par cartographie

Comme expliqué dans la partie méthodologie, nous avons mis en évidence la typologie agronomique et agricole des haies de la Bresse bourguignonne par cartographie.

L'outil cartographique nous permet seulement de rendre compte des principaux services rendus par la haie concernée. Un jeu de couleur est mis en place pour différencier les différents services, et un jeu de largeur de ligne pour rendre compte de l'association de plusieurs services pour une seule haie.

Les couleurs utilisées (couleur primaire pour un service rendu, couleur secondaire lors de l'association de deux services) sont celles représentées en sur la figure 102.

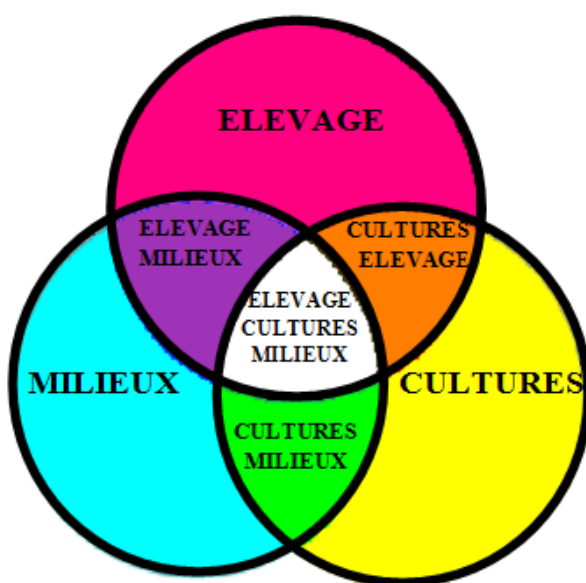


Figure 912: Services rendus aux haies bocagères et couleurs associées

Les services élevage – milieux, cultures – élevage et cultures – milieux seront représentés par des lignes plus épaisses, puisqu'addition de deux services. De même, les haies servant à la fois à l'élevage, aux cultures et aux milieux, seront représentées par les lignes les plus larges. Les lignes les plus larges, addition des trois services pouvant être rendus aux parcelles agricoles, sont synonymes de haies à préserver en priorité. Leur représentation cartographique permet leur localisation géographique et leur éloignement ou regroupement possible.

Cette complémentarité de symboles (de couleur et taille différentes) permet une lisibilité plus rapide des cartes pouvant être obtenues par le logiciel de SIG.

Nous avons choisi d'illustrer notre méthode de cartographie par un exemple : une représentation de la typologie des haies sur les mailles 3 et 4 de la commune de Loisy (figure 103).

Mise en évidence de la typologie agronomique et agricole des haies de la Bresse bourguignonne

Exemple: Mailles 3 et 4 de la commune de Loisy

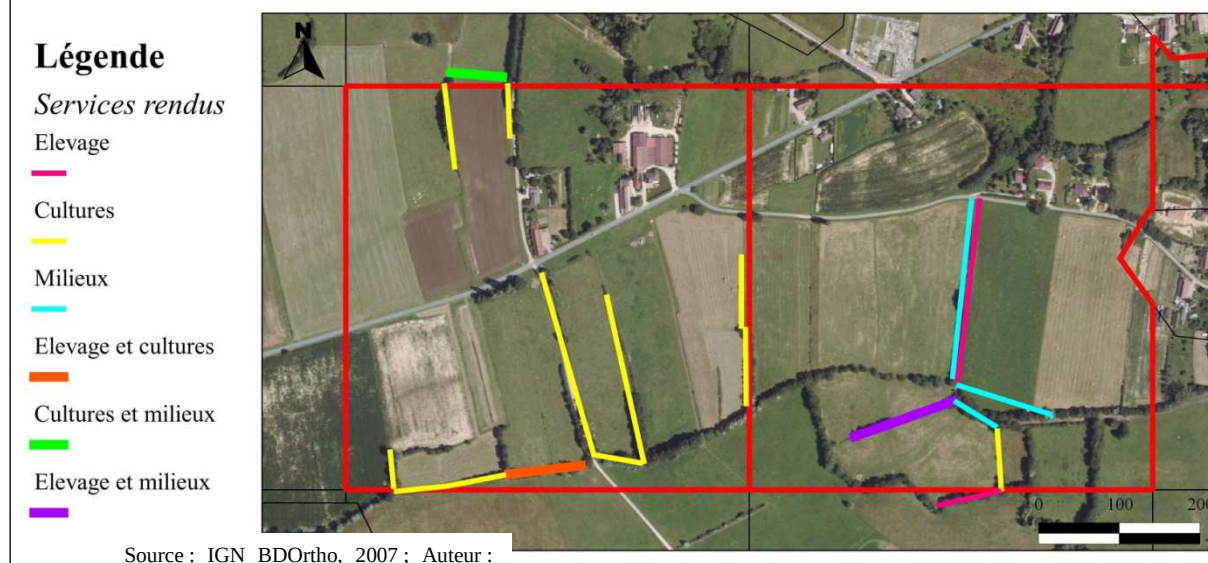


Figure 92: Typologie agricole des haies des mailles 3 et 4 de la commune de Loisy

Nous avons également pu observer, grâce aux outils cartographiques et GPS, la répartition spatiale des sites de prélèvement de nos échantillons de sols, utilisés pour les mesures de pH et d'humidité relative.

Ci-après un exemple de la répartition des points GPS relevés sur la maille 1 de la commune de Loisy (figure 104).

Les cartes établies permettront aux divers acteurs locaux, responsables de la gestion et de l'entretien des haies bocagères, de connaître l'intérêt agricole des différentes haies sur leur territoire.

Pour mieux appréhender le rôle des agriculteurs parmi ces acteurs, et afin de connaître leur point de vue sur les bocages, nous avons fait des interviews. Celles-ci nous ont servi lors de la réalisation de monographies d'exploitation.

Répartition des points GPS Exemple: Maille 1 de la commune de Loisy

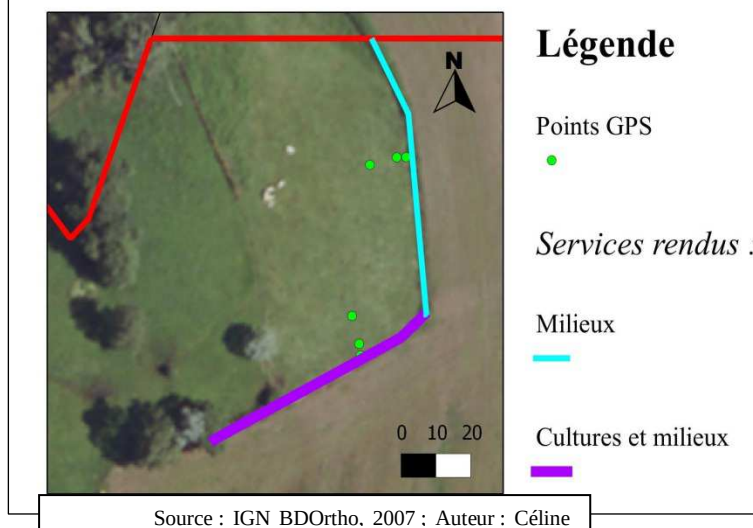


Figure 93: Répartition des points GPS (maille 1 de la commune de Loisy)

4.3.2.4. Des monographies d'exploitation pour appréhender les acteurs intervenant dans l'entretien, la gestion et l'amélioration des bocages

Certains agriculteurs interviewés ayant souhaité l'anonymat, les monographies suivantes ont de fait toutes été rendues anonymes. Nous utiliserons comme noms Messieurs A, B, C et D.

- **Monographie 1 : M. A**

Statut : individuel

UTH : père et fils

Historique : Autrefois, lorsque le père de M.A était sur l'exploitation, il s'agissait d'une exploitation laitière sur 25 ha. A la reprise de celle-ci, M.A a cessé cette activité en raison des fortes contraintes liées à ce type de production, pour la réorienter vers la production de vaches allaitantes.

Productions et parcellaire:

Aujourd'hui, la surface de l'exploitation est de 140 ha dont 40 en propriété et 100 en fermage. Sur ces 140 ha, 20 sont cultivés en céréales avec une rotation type blé-orge-maïs grain qui sont entièrement destinées à l'alimentation du troupeau.

L'exploitant possède un troupeau de 90 vaches allaitantes de race montbéliarde.

Commercialisation :

La commercialisation de la production se fait vers un grossiste qui écoule ses produits de manière locale. Les brouards sont destinés à la vente en gros pour le marché italien.

Généralités sur les haies :

Il n'y a pas de grands linéaires de haies sur l'exploitation, il s'agit majoritairement de bosquets qui entrecoupent les parcelles. Les haies présentes sont simples, avec une seule strate, et de type arborées de 2 m de large.

Suite au remembrement, de nombreuses haies ont été arrachées, mais il y a également eu de petites campagnes de replantation afin de redélimiter physiquement certaines parcelles en prairie. De telles campagnes de plantation n'ont plus lieu car une augmentation du linéaire de haie entraînerait des contraintes trop importantes en terme d'entretien.

Entretien et gestion :

Les haies présentes sur l'exploitation sont entretenues en automne par élagage mécanique. Celui-ci a lieu tous les deux à trois ans et s'étale sur une période de trois à quatre jours.

Valorisation :

Les produits issus de l'entretien sont valorisés comme bois de chauffe pour usage personnel.

La haie et son environnement :

Les haies sur l'exploitation ne délimitent que les parcelles en prairie, il n'y a pas de haies autour des parcelles en cultures. Une ou deux mares ont été conservées pour leur fonction

d'abreuvement des bêtes qui pâturent. De l'eau est tout de même captée par forage pour assurer une alimentation en eau de qualité irréprochable pour le troupeau. L'entretien des mares est réalisé tous les cinq à six ans.

La haie et son gestionnaire :

Dans le passé, les haies étaient la source première de bois de chauffe, avec des essences arborescentes comme le hêtre ou encore le chêne. « Avant, pas un bout de bois ne se perdait ! », précise-t-il. L'exode rural et l'accessibilité plus aisée à d'autres énergies sont les principales explications à la diminution des haies dans le paysage.

A l'heure actuelle, même si l'entretien est lourd à gérer, les haies représentent plusieurs avantages surtout concernant l'activité d'élevage pour l'agriculteur. Nous pouvons citer les rôles d'abris, de zones rafraîchissantes via les courants d'air, d'assainissements des parcelles, de drainage des parcelles en automne, de paillage via les feuilles pour les vaches au bord des haies ou encore une barrière protectrice face aux vols de pyrales, premier ravageur pour la culture de maïs. En revanche, trop de haies offrent trop d'ombres, ce qui favorise le développement de parasites.

L'agriculteur précise que la valorisation énergétique sous forme de bûchettes peut être intéressante et permettrait de justifier les maintiens de haies.

Dans cette région, aucune communication, action ou encore aides de type prime, pouvant favoriser le maintien des haies, n'existe. Il n'est donc pas étonnant que l'agriculteur n'ait pu participer à des réunions d'informations, ni rencontrer de techniciens spécialisés.

La politique locale favorise le développement et la production de céréale, pour un gain de surface et de production. C'est ainsi que la suppression des haies dans les grandes cultures est fréquente. En revanche, celles présentes dans les prairies sont généralement maintenues.

• Monographie 2 : M. B

Statut : individuel

UTH : seul avec un ouvrier à 75%

Historique : Son entreprise est familiale, ses parents se sont installés en 1987 avec une exploitation laitière et lui-même a repris l'entreprise en 1998. Il a conservé la même activité et possède aujourd'hui deux fois quatre salles de traite. M.B est également adjoint au maire.

Productions et parcellaire:

M. B gère un cheptel de 50 de vaches laitières de races montbéliardes ainsi que quelques taurillons pour la viande.

Sur une centaine d'hectares, 30 ha sont en propriété, et les 70 restants sont en fermage.

L'agriculteur produit des céréales avec une rotation de type orge-blé-maïs ; qui sont entièrement consommées sur place. Certaines cultures servent à valoriser les mauvais terrains. Cette année, M. B a dû acheter 10-15 ha de foin car la récolte de céréales a été mauvaise du fait de la sécheresse. Le surplus de maïs est envoyé en Alsace. En 2012, 2,5 ha de maïs ensilé a été moissonné.

Son parcellaire se compose de 10 à 15 ha de prairies inondables qu'il valorise en pâtures.

Ses parcelles sont réparties sur six communes. Dans la région, les sols sont de type limoneux battant ; les parcelles de M. B sont situées entre rivières et côteaux, et sont plutôt de sableux.

Commercialisation :

Le volume de sa production principale de lait s'élève à 400 000 litres par an. Il commercialise la totalité à la coopérative privée de Verdun sur le Doubs, mais son contrat se termine au 30 mars 2013 et aucun acheteur n'a été arrêté : pour le moment aucune solution n'est trouvée. Si le contrat n'est pas reconduit, l'agriculteur pense à changer son activité pour un élevage allaitant.

Même si son exploitation et la plupart de ces parcelles, se situent en zone AOC Comté, M. B n'a pas voulu souscrire à ce label en raison du trop grand nombre de contraintes qu'il implique. Notamment le cahier des charges stipule que les « produits d'ensilage et les autres aliments fermentés, [...] sont interdits toute l'année sur l'exploitation produisant du lait à comté et dans l'alimentation du troupeau laitier [...] ». (Source : « Cahier des charges consolidé de l'Appellation d'Origine Protégée COMTE » ; version du 28 janvier 2008 ; article 5.1.9). La plupart des prairies de M. B étant en zone inondable, les vaches ne peuvent pas paître toute l'année, et donc doivent à un moment donné être nourri avec des aliments fermentés.

Généralités sur les haies :

M. B possède environ 30 ares de haies, déduites de la PAC. L'orientation de la PAC ne favorisant la présence de haies via des primes, M. B précisait qu'il était difficile pour lui de les maintenir.

Depuis le remembrement de 2003, les parcelles ont été redessinées et les haies enlevées sur les zones de cultures, et non pas sur les prairies. Les parcelles ont des dimensions différentes, les prairies ont une surface de 10 à 15ha tandis que les parcelles cultivées sont en général inférieures à 3ha, exception faite pour sa plus grande parcelle cultivée qui fait 6 ha.

M. B a des haies qui sont en place depuis la génération d'avant, de type généralement arborées et faisant 3-4m de large.

Il ne réalise pas de nouvelles campagnes de plantation, même si un contrat rivière (via la DDA) l'a obligé à planter des espèces arborées type frênes sur les ripisylves pour le maintien des berges. S'il ne réalise pas de nouvelles plantations c'est en raison du type de gestion qui est en place, la croissance sur souche qui ne nécessite pas de replantation.

Néanmoins, M. B précise que quelques haies ont été replantées lors du remembrement, surtout sur les parcelles destinées à l'élevage.

Entretien et gestion :

L'agriculteur réalise lui-même l'entretien de ses haies. Auparavant, il réalisait un traitement chimique tous les deux ans : depuis, il a pu investir dans du matériel, c'est ainsi qu'il réalise un débroussaillage au lamier tous les 10-15 ans, selon les besoins de chaque haie, sur les parcelles cultivées. Alors que dans les prairies, les haies qui se trouvent en milieu de parcelle sont entretenues par les vaches. L'entretien permet entre autres de maintenir le caractère

arboré des haies, pour éviter la propagation d'espèces épineuses qui diminuerait la qualité globale des haies.

L'entretien des haies est chronophage pour l'agriculteur, qui précise ne recevoir aucune aide pour leur entretien, alors que ces dernières représentent des avantages non négligeables pour le milieu. Toutefois, l'agriculteur confirme une réduction du linéaire de haie de son exploitation, en raison de la complexité de l'entretien : il chiffre cette baisse à 30 ares sur 100 ares environ, pour des raisons de manque de temps et de main d'œuvre pour réaliser ces tâches.

Production de bois :

Le bois récolté est destiné à une utilisation personnelle, pour du bois de chauffage. Des espèces en place telle que du frêne, du cerisier, des noisetiers ou du noyer représente du bois intéressants.

La haie et son environnement :

M. B ne possède pas de bandes enherbées le long de ses haies car il en a déjà trop en bordure de rivière : 1km de chaque côté de la rivière, soit 2km en tout, car il possède des parcelles de part et d'autre de la rivière. Il conserve également des zones enherbées autour des arbres isolés, même s'il n'a pas souscrit aux mesures agro-environnementales territorialisées.

M. B possède six mares, dont quatre utilisées autant qu'abreuvoir pour les bêtes. Elles ont été aménagées avec un drain donc l'eau est propre puisque les vaches peuvent s'y abreuver, sans y rentrer. Dans les parcelles cultivées, deux mares sont également gardées et sont entourées d'arbres, au cas où celles-ci soient remises en pâturage. M. B est conscient des phénomènes de ruissellements d'engrais et donc de pollution des eaux : la présence d'arbres, en tant que zone tampon, permet pour lui de limiter en partie ces éventuelles pollutions.

Concernant l'entretien de ces mares, M. B réalise un nettoyage du tout pour que l'eau reste propre, mais cela ne nécessite pas un énorme travail car l'aménagement de ces mares les laisse relativement propres tout le temps.

Tous les 10 ans, un passage de pelleteuse est réalisé dans les mares les moins aménagées car les vaches peuvent patauger dedans et donc y ramener de la terre, qu'il faut donc ôter pour éviter qu'elles se rebouchent.



Figure 94: Mare conservée au cœur d'une culture de blé d'hiver

La haie et son gestionnaire :

M. B ne trouve pas beaucoup d'intérêt aux haies sur les cultures car sous les haies, rien ne pousse du fait du manque de soleil et d'eau. Il précise que la pousse est mauvaise jusqu'à 10m dans la parcelle.

En revanche, sur les prairies, il y trouve un intérêt important pour le bien-être de ses bêtes qui trouvent grâce aux haies un ombrage pendant les saisons chaudes mais aussi un abri du vent et à la pluie. Les principaux atouts au maintien des haies sont donc les services rendus pour l'élevage. Cependant, s'il fait trop chaud, les vaches s'accumulent sous les haies : le piétinement, l'accumulation des excréments et la chaleur ont pour effet de favoriser le développement de lymphocytes, qui représentent un risque pour leurs pis.

Selon M. B, les haies n'influencent ni la pression en ravageurs sur ses cultures, ni la pression en maladie sur ses troupeaux. M. B nous a expliqué que des sangliers, quelques années auparavant, posaient problèmes dans ses prairies et ses champs de maïs. Depuis que 22 ha de peupliers ont été coupés sur une parcelle voisine, il n'y a plus de sangliers. Pour lui, il n'a pas observé d'effet haie sur les populations de sangliers et d'éventuels ravages qu'ils peuvent entraîner.

M. B insiste sur le fait qu'il est difficile de préserver et maintenir un linéaire de haies important sur une exploitation en raison de l'entretien qui représente une lourde tâche pour lui. De plus, il déplore ne jamais avoir participé à des réunions d'information concernant les haies : en effet, il ne connaît pas l'existence de telles réunions ou encore de formations thématiques. Toutefois, un technicien spécialisé en ripisylve est déjà intervenu plusieurs fois concernant leurs entretiens et préservations sur l'exploitation de l'agriculteur. Il précise également que la chambre d'agriculture est très présente pour la valorisation du bois, via différents techniciens disponibles.

• Monographie 3 : M. C

Remarque : M. C est à la retraite mais reste encore très actif sur l'exploitation. Les informations suivantes concernent l'exploitation actuelle.

Statut : GAEC

UTH : 2

Historique : L'exploitation a été créée en 1950 par le père de M. C, que son fils a lui-même repris aujourd'hui: l'installation de ce dernier a été possible grâce à la mise en place d'un robot de traite (150 000€). Les deux fils sont présents sur l'exploitation, l'un s'occupe du bétail et l'autre fait uniquement la culture.

Productions et parcellaire :

Les 350 hectares qui composent le parcellaire de l'exploitation s'étend sur sept communes de la région.

Son exploitation en polyculture-élevage se compose de 150 vaches laitières, de race montbéliarde. Les prairies permanentes représentent environ 100 ha du parcellaire. Le fumier est produit sur place et la totalité est



Figure 95: Robot de traite

valorisée en engrais. Quelques vaches à viande sont également produites sur place. La production annuelle est d'environ 1 240 000L lait/an. Par vache, le rendement moyen est de 10 000L/vache.

M. C précise que sur la région, 4,5 millions de lait produits sont produits annuellement. Actuellement les producteurs de lait de la région appréhendent leurs activités en raison d'un conflit avec la laiterie locale (coopérative de Verdun sur le Doubs) : leur contrat a été dénoncé. Le maintien de ce dernier implique une baisse de 20€/1000L, alors qu'il est de 320€/1000L actuellement.

Les cultures s'étendent sur près de 250 ha. La rotation pour les cultures est de type blé-orge-maïs ensilage-colza.

Commercialisation :

Le lait est vendu à une coopérative, la laiterie de Verdun sur le Doubs.

Généralités sur les haies :

Des campagnes d'arrachement, des acacias par exemple, sont réalisées. En contrepartie, des campagnes de plantation sont effectuées dans des lieux plus adaptés. Quand le parcellaire a évolué, nombreuses de ses parcelles ont été drainées.

Le linéaire de haie est très hétérogène sur son parcellaire : une de ses parcelles de 35 ha est dénuée de haies alors qu'une autre, d'un hectare, compte près de 3 km de haie.

Entretien et gestion :

L'exploitant réalise lui-même l'entretien annuel des haies et cela durant 15 jours après les récoltes d'automne. Dans le passé, l'entretien se faisait par traitement chimique. Depuis que l'achat de matériel a été possible, une taille mécanique des ligneux avec un élagueur est réalisée.

Production de bois :

Le bois est récupéré pour le chauffage.

La haie et son environnement :

Il n'y a pas de mares sur l'exploitation, mais de nombreuses rivières. Des bandes enherbées sont placées le long des rivières. M.C ne prend pas en compte l'intérêt écologique des haies lors de leurs entretiens, même si quelques parcelles sont en zone Natura 2000.

L'exploitant n'observe ni problèmes sanitaires sur les cultures, ni sur les cheptels. Pour M. C, les haies représentent donc un intérêt pour l'activité d'élevage, plus que pour les cultures. En effet, les haies offrent un abri pour les bêtes. Pour exemple, l'agriculteur nous informe que les haies favorisent le développement des limaces, importants ravageurs pour les cultures.

La haie et son gestionnaire :

L'entretien régulier des haies, le développement d'espèces nuisibles (escargots) et la perte de SAU qu'elles impliquent représentent les principaux freins au maintien des haies, selon l'exploitant.

En revanche, la valorisation énergétique ou encore les services à l'élevage sont des motivations intéressantes à mettre en avant pour le maintien et le développement du bocage. Pour M. C, les haies conservent une certaines valeurs de tradition et de paysage.

Dans la région, l'ancien exploitant n'a pas connaissances de communication, d'action ou aide qui pourraient favoriser le maintien des haies, ni de réunions sur le thème. A l'heure actuelle, il n'existe pas de politique locale visant la conservation des haies.

• Monographie 4 : M. D

Remarque: M. D étant retraité, cette monographie concerne l'exploitation lorsqu'il en était dirigeant.

Statut : statut sans profession, puis conjoint-collaborateur

UTH : 2 UTH, avec sa conjointe ; aucun saisonnier, mais quelques aides familiales

Historique : Les parents de M. D ont créé une exploitation en polyculture-élevage, dans les années 80. En 1990, lorsque le couple reprend l'entreprise familiale, la production est immédiatement certifiée pour l'AOC Volaille de Bresse, « seule volaille au monde à recevoir une AOC », comme a tenu à préciser Mme D.

Le parcellaire est composé de parcelles provenant de sept exploitations différentes sur la commune. Lorsque M. D a pris sa retraite en 2006, il ne restait plus qu'une trentaine d'hectares sur son exploitation. Sa conjointe, quant à elle, a pris sa retraite en 2008, lors de la reprise par un jeune agriculteur.

Productions et parcellaire:

Son parcellaire se composait de 60 ha de SAU dont 30 en fermage.

Sa production s'élevait à environ 6000-7000 volailles par an. M. D a choisi, dès le départ de produire sous le label AOC, ce qui représentait certaines obligations au vu du cahier des charges. « Les volailles de Bresse sont les seules volailles qui ont l'AOC au monde ». C'est ainsi que tous les produits céréaliers sont autoconsommés, puisque le cahier des charges stipule que tous les aliments doivent être produits en Bresse. Concernant les haies, un minimum de pourcentage d'abris est nécessaire : en pratique, cela signifie que des haies d'une certaine largeur sont obligatoires. Un contrôle d'hygiène de la Direction des Services Vétérinaires (DSV) a lieu annuellement, en plus des contrôles ponctuels et inopinés.

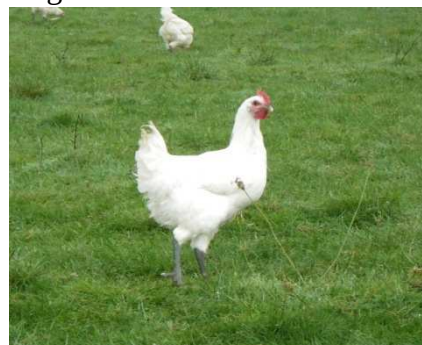


Figure 96: Volaille de Bresse AOC

Le cahier des charges de l'AOC Poulet de Bresse implique entre autres :

- une surface minimale de 10m²/poulet
- les lots ne peuvent se mélanger
- les bandes étaient de 500 poulets et sont passées récemment à 600 poulets
- un minimum d'arbres isolés est obligatoire selon le nombre de volailles
- l'aliment est obligatoirement produit sur place.

Les céréales sont produites sur place : la rotation type était maïs/blé/orge.

En étudiant la rentabilité de la transformation des volailles, le couple D a décidé de mettre en place un atelier d'abattage. Celui-ci a été créé plus tard afin de limiter les charges liées au transport, au transformateur, etc. A l'époque, le couple d'exploitant était les premiers dans la région à avoir un abattoir et cela pour permettre l'indépendance de l'exploitation.

Commercialisation :

La présence d'un abattoir permet de valoriser au mieux les produits et ceci en favorisant la vente sur place. M. D précise que le repreneur a choisi de conserver le mode de commercialisation en direct, mais a également choisi de vendre sur les marchés.

Généralités sur les haies :

Avant le remembrement, 50% des haies ont été enlevées mais il reste cependant de grandes haies arborées de 3m d'emprise d'une seule strate, relativement vieilles, ainsi que quelques arbres isolés dans les parcours de poulets. M. D n'a jamais entrepris de nouvelles campagnes de plantation.

M. D ne connaît l'existence d'aucune aide concernant les haies.

Entretien et gestion :

Une entreprise intervient pour un entretien mécanique des haies, tous les 3-4 ans, sur une journée, avec un roulement des haies. Généralement ceci est réalisé après les récoltes mais surtout quand l'entrepreneur est disponible. Cela ne représente pas beaucoup de temps par rapport aux services rendus par ce type de milieu.

Production de bois :

Le bois était parfois destiné au chauffage, mais pas suffisant pour la totalité de la consommation. Le chauffage de l'eau se fait au bois, mais la quantité n'est pas suffisante avec les haies taillées, même avec les quelques bosquets présents sur l'exploitation.

La haie et son environnement :

Les bandes enherbées ont été mises en place après 2000. Elles étaient de 2-3m au début, puis ont été agrandies sur 10m en raison d'un sol mou, donc non cultivable. M. D précise que, dans le passé, la PAC avait obligé la suppression et/ou réduction des haies supérieures à 2m.

Il n'y a pas de mares sur l'exploitation.

La haie et son gestionnaire :

M. D n'observe aucun problème sanitaire sur les poulets et aucun problème de sangliers. En revanche, les avantages sont indispensables pour l'élevage de volailles : les haies représentent un abri par rapport aux prédateurs, comme les buses par exemple, à la chaleur ou encore au vent.

Concernant les avantages vis-à-vis des cultures, l'ancien agriculteur n'a remarqué aucun intérêt ressenti au niveau des auxiliaires de culture. Au contraire, les haies favorisent certains prédateurs, comme les renards qui se cachent dans les haies. L'entretien et les difficultés d'exploitations vis-à-vis des passages d'engins agricoles.

Les principaux freins au développement et au maintien des haies résident dans les difficultés d'exploitation pour les cultures mais aussi dans le coût de ces haies, puisque la PAC fait payer un impôt dessus et ne donne aucune subvention. M. D n'a jamais participé à des réunions d'informations concernant les haies, puisque rien n'a été proposé dans la région. M. D précise que développer les bocages pourrait être favorisé par des aides financières, comme des aides à la création par exemple.

- **Bilan sur les monographies**

Ces monographies nous ont permis d'apprécier les fonctionnalités des haies et de mieux comprendre les limites à leur développement et à leur maintien au sein d'une exploitation agricole.

Il s'avère que, même si ce sont les agriculteurs qui sont responsables de l'entretien et du maintien des haies bocagères au sein de leur parcellaire ; et malgré les actuelles préoccupations en termes de préservation de l'environnement et donc de valorisation du bocage ; les exploitants agricoles ne perçoivent aucune aide financière qui leur permettrait d'allouer de la main d'œuvre et du temps en vue de restaurer le bocage. Les agriculteurs décident donc par eux-mêmes de se « sacrifier » pour gérer et entretenir les haies présentes sur leur parcelles, en considérant qu'ils aient conscience des nombreux atouts que ces haies peuvent apporter à l'agriculture, que ce soit des cultures végétales ou de l'élevage.

L'enjeu actuel est donc de faire comprendre aux exploitants les bénéfices qu'ils peuvent avoir à maintenir, voire réimplanter des haies tout en leur apportant un entretien adapté. Les rendements agricoles n'en sont qu'améliorés et le faire prendre conscience aux agriculteurs permettrait qu'ils participent de façon volontaire à la valorisation des zones bocagères, même si nous pouvons supposer qu'une aide financière serait plus efficace.

4.3.3. Discussion

La méthode d'inventaire élaborée ne dépend pas uniquement des différents rôles attribués aux haies. En effet, d'autres facteurs ont fortement influencés les résultats comme le nombre élevé de haies à inventorier, la disponibilité de certains matériels ainsi que la durée d'étude très courte.

Dans l'optique de couvrir l'ensemble des mailles prévues lors de la phase terrain, les critères répertoriés sont les principaux et les plus simples à renseigner. Un compromis a été opéré entre qualité et quantité de l'information recueillie.

Malgré la minimisation du biais lié à l'observateur, certains critères restent sensibles tels que l'évaluation de la présence d'arbres morts et creux, la distance maximale de propagation des feuilles ou le pourcentage de recouvrement du sol par les feuilles mortes. L'impact sur l'étude est cependant limité car chaque membre du groupe relevait généralement les mêmes critères tout au long de la phase terrain. Dans cette même optique, chaque type d'analyse en laboratoire a été réalisé par le même opérateur.

Concernant l'exploitation des données de terrain, le logiciel DEXI est un logiciel adapté à notre étude. Il a permis de corréler nos critères de manière simple et rapide, malgré une longue phase de construction de l'arborescence et un travail important dans la saisie des données de terrain. Certaines limites du logiciel ont tout de même perturbé l'analyse des données. Ainsi, un nombre trop important de critères renseignés par variables, démultipliait le nombre de calculs imposés au logiciel. La valorisation des données via DEXI a donc été réalisée en prenant en compte ses limites, obligeant une certaine simplification des critères par rapport au début de l'étude.

L'illustration des résultats a été réalisée via un logiciel de SIG, permettant d'obtenir des cartes représentant linéairement les haies prospectées, selon un code couleur et un code épaisseur, définis par les différents rôles attribués. La nécessité d'une présentation compréhensible des informations a déterminé la quantité d'informations présentées (uniquement les services rendus ; ou rôles primaires) ainsi que leur forme (linéaire simple avec code couleur).

Enfin, pour la réalisation de monographies d'exploitations, il était tout d'abord question de renseigner de manière concise mais précise un certain nombre d'informations sur l'exploitation visitée. L'objectif était de dresser un tableau de celles-ci avant de s'intéresser aux haies. Pour cette partie, il était question d'obtenir la perception de l'agriculteur par rapport à ses haies, de déterminer le type d'entretien réalisé ainsi que de témoigner de l'évolution passée et future du linéaire de haie dans son secteur.

A partir des recherches bibliographiques, il a été possible de déterminer les paramètres des haies qui impactent positivement comme négativement les parcelles agricoles. Ces résultats s'appuient sur des publications scientifiques.

L'analyse des mesures de température, d'humidité relative et de pH a été relativement compliquée du fait d'un échantillonnage biaisé par les variations météorologiques inter-journalières, le manque de précision des appareils de mesure, la manque d'informations sur le type de sol en place.

Le protocole de mesure biochimique nécessiterait d'être revu, en prenant en compte tous ces paramètres. Il serait intéressant de réaliser ces mesures de façon continue sur une longue période, de façon à annihiler les variations diurnes-nocturnes, saisonnières et interannuelles. Il faudrait également réaliser des études pédologiques, qui permettraient d'interpréter plus efficacement les résultats de pH et d'humidité, directement influencés par le type de sol présent.

Les résultats obtenus via l'évaluation des rôles des haies par communes mettent en avant des tendances quant aux activités agricoles présentes. Concernant l'extrapolation, elle est rendue possible après connaissance de l'occupation du sol prédominante dans l'entité géographique étudiée, celle-ci étant directement reliée aux types de haies en place. Il semble tout de même important de vérifier cette relation *in situ*. C'est pourquoi nous avons tenté de savoir à partir de combien de mailles prospectées les rôles des haies répertoriés sont représentatifs de l'ensemble de la commune. Nous avons prospecté huit mailles sur toutes les communes, alors que sur trois d'entre elles les autres équipes n'ont eu le temps d'en étudier que quatre. De ce fait, nous voulions savoir si la typologie trouvée après prospection des huit mailles aurait été la même si nous avions répertorié seulement les haies des quatre premières mailles. Les résultats nous montrent que cinq rôles sur sept suivent la même évolution sur quatre et huit mailles. Les rôles les plus forts déterminés après prospection des huit mailles sont également forts sur quatre mailles seulement. Il en est de même pour les rôles faibles et moyens, même si de petites différences sont observables. Par manque de temps, nous n'avons pu vérifier ce qu'il en était avec la prise en compte de six mailles, mais il serait intéressant de le faire avant de mener une étude similaire, afin de voir si la typologie est la même sur six et huit mailles, ou en tout les cas meilleure que sur seulement quatre mailles, ce qui permettrait un gain de temps.

La typologie mise en évidence par cartographie permet de proposer des haies à préserver en priorité. En effet, certaines haies présentent à la fois un service pour l'élevage, les cultures et les milieux ; ce sont donc des haies qui nécessitent d'être préservées.

Les différents rôles des haies peuvent être améliorés permettant ainsi de renforcer leur impact positif sur les milieux.

Concernant les rôles d'abris et de clôture, il s'agit de maintenir une certaine densité de végétaux au sein de la haie afin de limiter toute rupture du linéaire. Pour cela, il faut replanter régulièrement des arbres et/ou arbustes dans les trouées qui peuvent apparaître. Les haies basses, qui ont une influence faible dans ces domaines, peuvent être associées avec des essences arborées.

Pour améliorer le rôle de refuge à auxiliaires, il faut éviter de systématiquement retirer l'ensemble des arbres vieillissants composant les haies. En effet, c'est la présence de souches,

d'arbres morts et de creux dans les troncs qui favorisent l'implantation et le développement des populations d'auxiliaires.

Afin d'assurer les fonctions de protection des eaux et de lutte contre l'érosion, il est conseillé de restaurer ou de recréer les fossés, les talus et de mettre en place des bandes enherbées autour des parcelles, notamment au bord des cours d'eau. Il est également recommandé de créer des bandes enherbées au pied de haies orientées perpendiculairement aux écoulements d'eau. Ces dernières permettraient alors de limiter l'impact du labour sur l'emprise racinaire de la haie.

Enfin, le fait de réaliser des monographies d'exploitation a permis de cerner au mieux le rôle des haies dans un contexte agricole. Les entretiens avec les différents agriculteurs ont contribué à la mise en évidence des principaux atouts et contraintes des haies. Il en découle ainsi des raisons de leur maintien comme de leur arrachage selon différentes activités agricoles. D'autres aspects ont été mis en lumière comme leur importante valeur patrimoniale.

Il serait intéressant de réaliser un outil d'aide à la décision destiné aux agriculteurs qui leur permettrait de savoir quel entretien apporter aux haies se trouvant sur leurs parcelles selon l'activité qui s'y trouve (élevage ou cultures) ; mais aussi où il serait intéressant de réimplanter des haies sur leur parcellaire.

4.3.4. Conclusion

Notre étude est basée sur la relation entre bocages et agriculture.

Nous avons cherché à attribuer à chaque haie un rôle représentant un service rendu à la parcelle agricole. Les services ainsi déterminés montrent l'influence positive pour l'élevage, pour la conduite des cultures et pour la protection des milieux. Au nombre de trois, ils constituent les critères de base pour l'élaboration de la typologie.

Ainsi, les communes d'Allériot, de Frontenaud, de Loisy et de Torpes ont été prospectées sur huit mailles se sont vues attribuer un ou plusieurs rôles dominants auxquels sont associés un ou plusieurs services.

L'étude nous montre une relation forte entre l'occupation du sol majoritaire de l'entité géographique étudiée et le service dominant que nous trouvons sur celle-ci.

Ces services sont représentés par cartographie et seront utilisés pour créer une typologie commune aux quatre équipes de travail.

Les haies ont des rôles très importants en ce qui concerne la protection des milieux en général, qu'il s'agisse d'un soutien à la production agricole ou du maintien de la bonne qualité environnementale de ceux-ci. Il est, dans la plupart des cas, possible d'améliorer efficacement ces effets par un entretien adapté qui passe par un comblement des ruptures de haies, un maintien d'arbres anciens et par l'abandon de certaines souches ainsi que par l'entretien voire

la restauration des fossés et talus. L'implantation de bandes enherbées, notamment en bord de cours d'eau, semble également importante.

C'est généralement les exploitants agricoles qui entretiennent ces haies en fonction de leurs besoins liés à leurs activités agricoles. La réalisation de monographies d'exploitation a permis d'apprécier les fonctionnalités des haies et de mieux comprendre les limites à leur développement et à leur maintien au sein d'une exploitation agricole.

Au niveau international comme local, les bénéfices apportés aux parcelles agricoles par les haies, et plus globalement par les bocages, sont de mieux en mieux appréhendés. De ce fait, de nouvelles politiques agricoles sont mises en place en vue de protéger le paysage bocager.

Cependant dans les zones de grandes cultures, les haies ont pratiquement disparu afin d'optimiser l'espace exploitable. Cet arrachage intensif représente un danger pour l'environnement (érosion des sols, pollution des eaux, inondation...) et nous pouvons alors nous questionner sur le devenir des régions bocagères.

Dans les années à venir, les haies feront-elles l'objet de préoccupations concernant la préservation de la richesse paysagère caractéristique de la France ? Ou bien notre paysage agricole sera-t-il modifié par une surexploitation des surfaces pour faire face aux besoins alimentaires ou énergétiques des générations actuelles et futures ?

5. TYPOLOGIE DES BOCAGES BRESSANS ET EXTRAPOLATION AU TERRITOIRE BOURGUIGNON

5.1. Méthodologie

Les haies prospectées au sein des différents groupes de travail ont fait l'objet d'une nomenclature commune afin de pouvoir les comparer dans une typologie commune.

Ainsi, chaque haie a été nommée d'abord par la maille où la haie est présente (ex : L3 pour la maille n°3 sur la commune de Loisy). Pour balayer l'ensemble des haies présentes sur chaque maille, une sous-dénomination a été réalisée. Pour reprendre notre exemple, la 2^{ème} haie prospectée sur la maille L3 est nommée L3_2.

Grâce à ces noms communs, les haies ont pu être classées selon les typologies de chaque groupe décrites dans les rapports précédents (valorisation écologique, énergétique et agronomique).

5.2. Résultats

5.2.1. Typologie globale

La totalité des haies prospectées représente 173 haies. Cependant, toutes ces haies n'ont pas été prospectées par l'ensemble des groupes. Le nombre de haies catégorisées par les trois groupes descend à 32 soit environ 20% de la totalité.

Les typologies de haie ont été insérées dans un tableau de croisement dynamique afin de mettre en évidence des corrélations entre elles (figure 108).

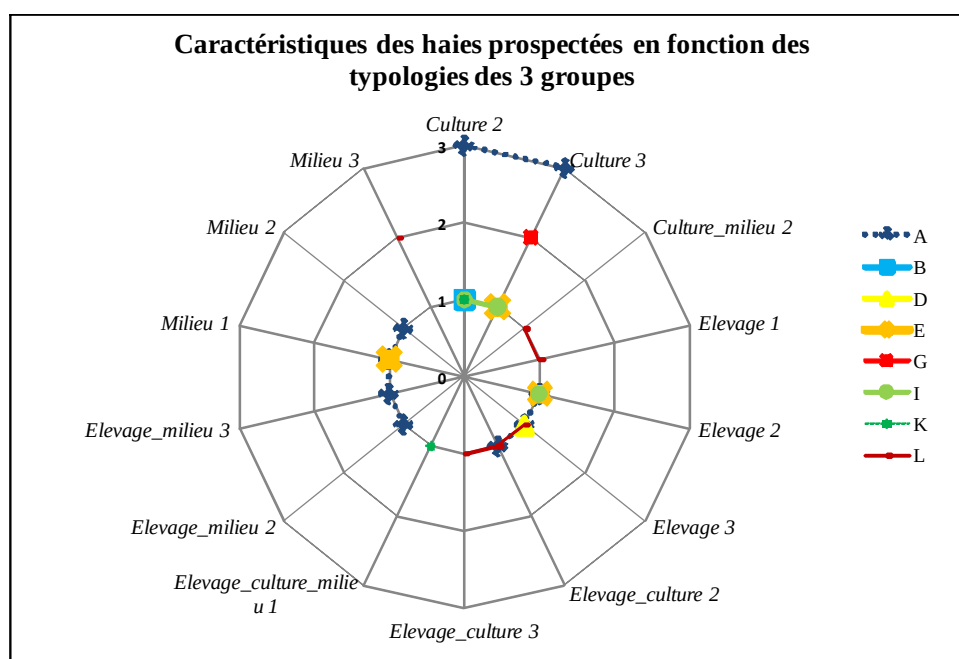


Figure 978: Caractéristiques des haies prospectées en fonction des typologies des 3 groupes

Certaines haies n'ont pas été prospectées par le groupe de valorisation énergétique en raison de leur caractère non cubable (diamètre des troncs inférieur à 5cm). Ces haies ont été nommées « non cubable » dans la typologie commune, afin de les prendre en compte, puisque ce caractère peut être mis en relation directe avec les essences végétales recensées par le groupe de valorisation écologique.

En ajoutant ce dernier caractère au tableau de croisement dynamique, nous obtenons le graphique suivant (figure 109):

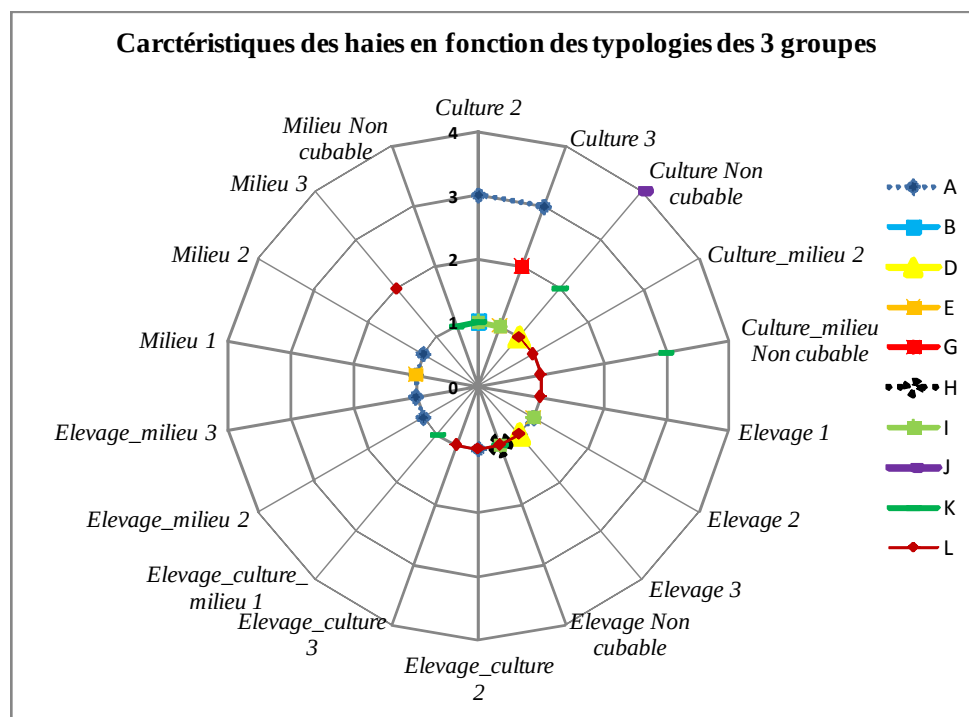


Figure 9809: Caractéristiques des haies en fonction des typologies des 3 groupes

5.2.2. Typologie préférentielles

Dans notre étude, nous remarquons qu'il ressort des associations préférentielles entre les typologies décrites par chaque groupe. Elles sont résumées dans le tableau 23 :

Tableau 23: Typologies préférentielles des haies prospectées

Nombre de haies	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
4	J	Non cubable	Culture
3	K	Non cubable	Culture et milieu
2	K	Non cubable	Culture
2	G	3	Culture
3	A	2	Culture
3	A	3	Culture
2	L	3	Milieu

Ces typologies représentent 18 haies retenues pour le croisement des données.

Si l'on se réfère aux typologies de chaque groupe de travail, nous pouvons mettre en relation :

- les haies de type A (6), composées en grande partie d'une strate arborée constituée de frêne, et d'une strate arbustive de prunellier et d'aubépines. Ce type de haie intervient en culture et rend des services notamment en termes de fertilisation, brise-vent pour les cultures et refuge des auxiliaires de cultures (voir Partie 4). Cependant, en termes de valorisation énergétique, ce type de haie ne présente pas le plus fort intérêt pour la production de bois de chauffe (typologie 2 et 3, partie valorisation énergétique).
- Les haies de types G (2), composés de différents arbres mais dominées par le noisetier et les ronces. Elles sont visibles exclusivement en milieu culturale où elles ont un rôle d'auxiliaire de culture et de fertilisation. Leur hauteur un peu faible (voir typologie 3, Partie valorisation énergétique) ne leur permet pas de servir de brise-vent.
- Les haies de types K (5), plutôt arbustives, composées de ronces, ainsi que de prunelliers. De faibles arbres sont présents. Elles présentent un rôle en contexte culturale ainsi qu'en prairies permanentes. Leur valorisation énergétique est cependant nulle (haies non cubables).
- Les haies de types J, basses, et composées de prunelliers principalement. Ces haies sont visibles en contextes culturales, et ne sont pas cubables non plus.
- Enfin les haies de types L, très diversifiées (dominance de ronce et de prunellier), présentes en prairies ou en lisière de forêts, ont un rôle important dans la qualité chimique des eaux, et peut limiter l'érosion si elle est plantée perpendiculairement à la topographie locale. Ces haies présentent un faible intérêt énergétique pour le bois de chauffe (typologie 3).

On remarque ici que les haies visibles dans un contexte culturales sont principalement de type arbustives et présentent un potentiel énergétique plutôt faible concernant le bois de chauffe (typologie 2 et 3 = 0.31 MAP/m²), voire même une absence de valorisation potentielle.

5.2.3. Typologies uniques à certains contextes

Après avoir utilisé un critère quantitatif (nombre de haie partageant les mêmes typologies), nous pouvons également nous attarder sur un critère d'exception : exclusivité d'association entre les typologies.

On peut alors dégager la présence de typologies qui ne ressortent que dans certaines conditions privilégiées (tableau 24) :

Tableau 24 : Typologies présentant des conditions

Nombre de haies	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
1	E	1	Milieu
1	H	Non cubable	Elevage

Ici, la haie de type H, composée de charme et d'arbustes, n'est visible qu'en contexte d'élevage. Son potentiel énergétique est nul.

La haie de type E, composées en partie d'arbres (chêne pédonculé, peuplier d'Italie, frêne...) n'est visible qu'en lisière de forêt. Elle possède un fort potentiel énergétique (typologie 1 : 1.04 MAP/m²).

5.2.4. Typologies compatibles à plusieurs contextes

Un dernier critère de comparaison peut être la compatibilité des essences avec les différents milieux. On remarque alors que les haies de types L (10 haies), constituées d'arbres diverses et de noisetier/ronces, rendent des services à la fois en contexte culturelle, d'élevage, et de prairie ou lisière de forêts. Leur MAP appartient à la typologie 2 et 3 préférentiellement (0.31 MAP/m²).

On peut aussi noter les services rendus par les haies de type A (11 au total) sur les différents contextes (élevage, milieu et culture). Ces haies ne présentent pas non plus de fort potentiel énergétique puisqu'elles appartiennent également aux typologies 2 et 3 du groupe de valorisation énergétique.

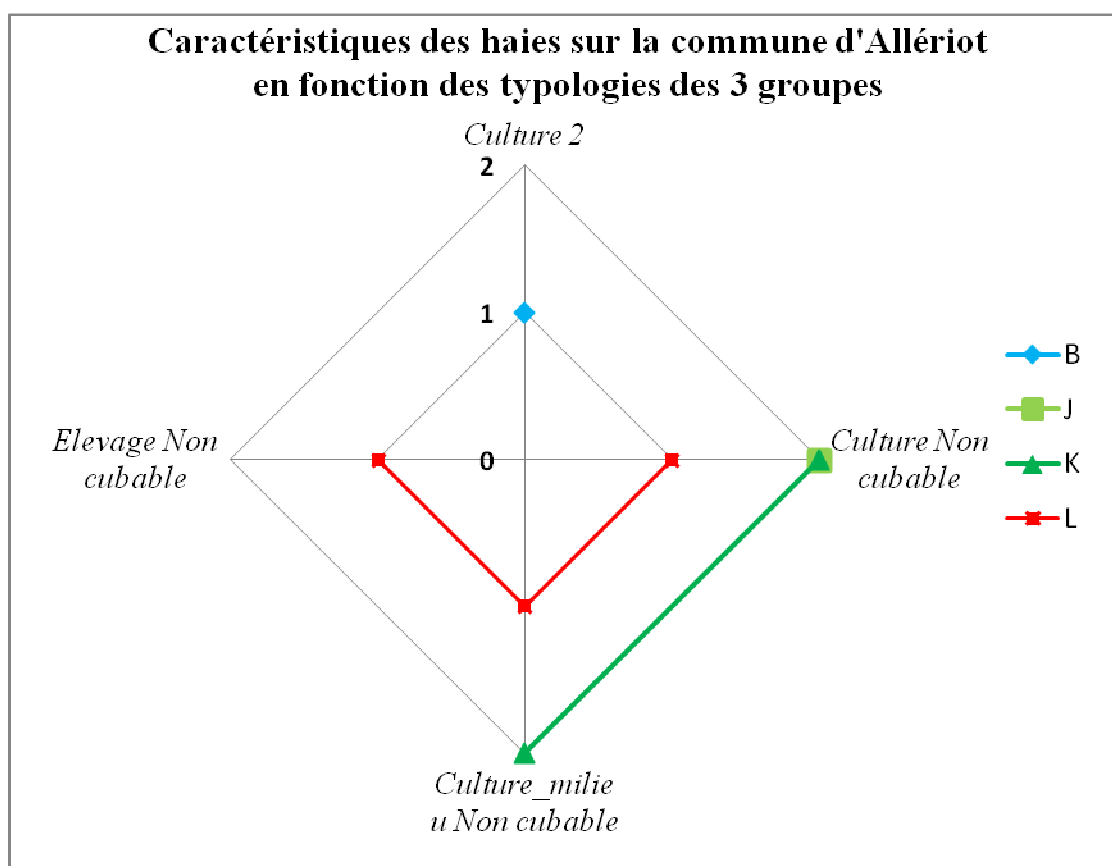
Certaines mailles n'ont été prospectées que par le groupe de valorisation agricole, et certaines haies des autres mailles n'ont fait l'objet des observations que d'un seul groupe. De ce fait, nous avons pris en considération seulement les haies étudiées par au moins deux groupes.

Pour plus de facilité, et afin de mettre en avant une ou plusieurs typologies par commune, nous avons réalisés plusieurs graphiques, toujours en prenant en compte le caractère non cubable de certaines haies pour le groupe de valorisation énergétique.

5.3. Typologie par commune

5.3.1. Commune d'Allériot

Sur la commune d'Allériot, 10 haies ont été prospectées par l'ensemble des groupes (figure 110).



Seule une haie peut être cubée. Nous observons une majorité de haies de type K (4 haies) et de type culture (6 haies).

Nous pouvons ainsi mettre en relation une haie de type K, composée en particulier d'une strate arborée peu abondante (robinier, orme, érable et frêne) et d'une strate arbustive dominée par la ronce. Ce type de haie intervient en culture et rend des services notamment en termes de fertilisation, brise-vent et refuge pour les auxiliaires de cultures. On ne peut cependant pas parler de valorisation énergétique sur cette typologie car une seule haie a pu être cubée.

Le faible nombre de haies est corrélée avec le faible linéaire de haie déterminé sur la commune par le groupe cartographie.

5.3.2. Commune de Frontenau

Sur la commune de Frontenau, 24 haies ont été prospectées par l'ensemble des groupes (figure 111).

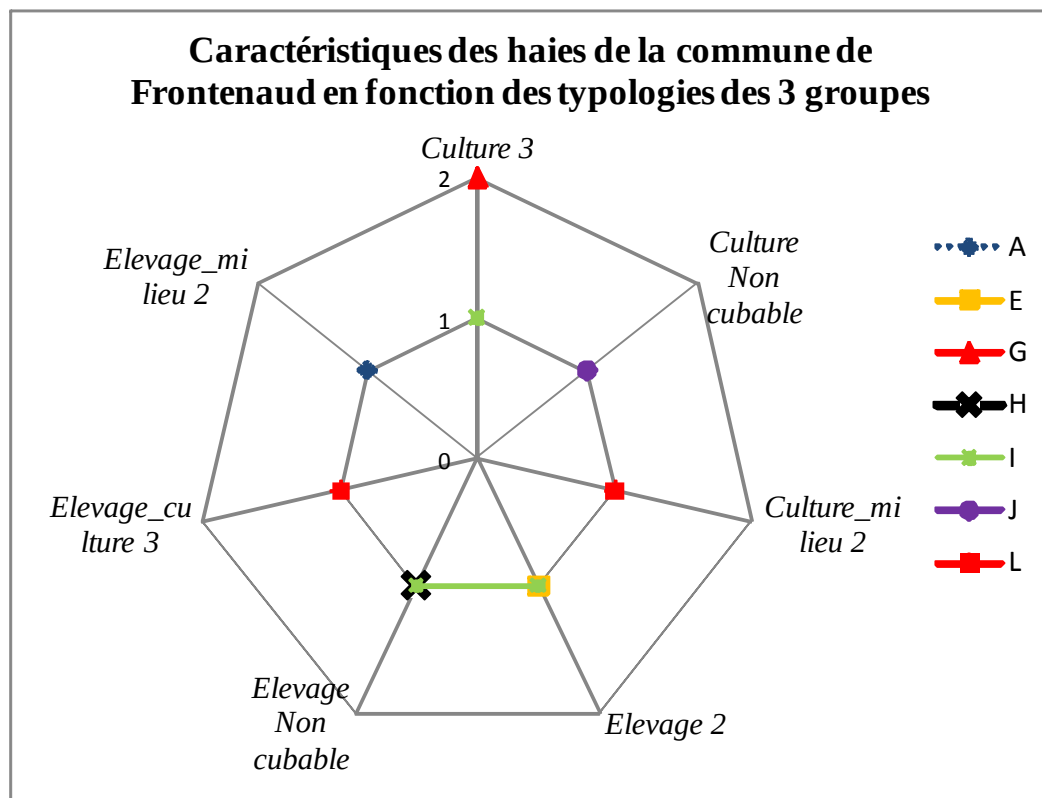


Figure 1001: Typologie commune sur Frontenau

Sur la commune de Frontenau, nous avons une majorité de haies de type 3 (figure 111). Concernant la valorisation agricole, nous avons un même nombre de haies de type élevage et culture (5 de chaque). De même, pour la valorisation écologique, nous avons un même nombre de types A, I et L (4 de chaque).

Nous remarquons une typologie associant comme caractéristiques la présence du duo noisetier-ronce (G), les haies sont reliées à un système de « cultures » (rôle de brise-vent, fertilisation et refuge) en terme de valeur énergétique ce type de haies présentent un faible intérêt énergétique pour le bois de chauffe et leur hauteur est relativement faible.

Les haies de type A (dominé par le frêne, le prunellier, l'aubépine et la ronce) sont associées au service de l'élevage (typologie du groupe 3) et les haies ne présentent pas le plus fort intérêt pour la production de bois de chauffe (typologie 2).

Les haies de type J (dominé par le prunellier) sont liées à un système de culture et leur valeur énergétique est nulle.

Les haies associées à un système de cultures sont associées à un potentiel énergétique assez peu élevé (typologie 2 et 3).

Les haies prospectées sur la commune de Frontenaud présentent une forte diversité (7 typologies différentes d'après le groupe Ecologie). Ceci est à mettre en relation avec le fort pourcentage de linéarité de la commune (62.5m/ha) et la prépondérance des zones prairiales sur la commune.

5.3.3. Commune de Loisy

La commune de Loisy présente le maximum de haies prospectées par tous les groupes de travail (40 haies). Elles présentent les typologies suivantes (figure 112) :

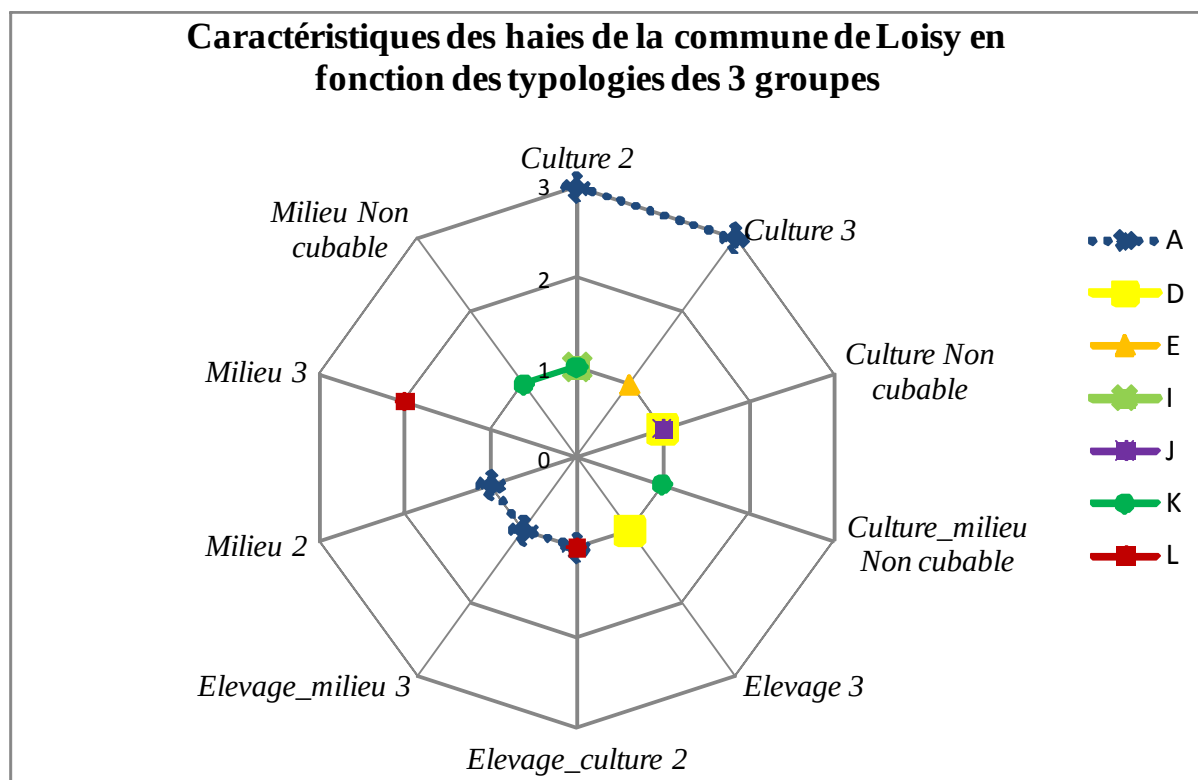


Figure 1012: Typologie commune sur Loisy

Au sein de cette commune plusieurs typologies sont notables :

Les haies de type A sont associées le plus souvent à un système de culture et de faible potentiel énergétique.

Les haies de type B (dominée par le robinier) sont attachées à une valeur énergétique moyenne et une hauteur de haie relativement intéressante (effet brise-vent)

Les haies de type C (dominé par l'orme) sont caractérisées par une valeur énergétique faible ainsi qu'une hauteur de haie faible.

Les haies dominées par l'érable champêtre (type D) sont associées à un système d'élevage et à un faible potentiel en bois de chauffe.

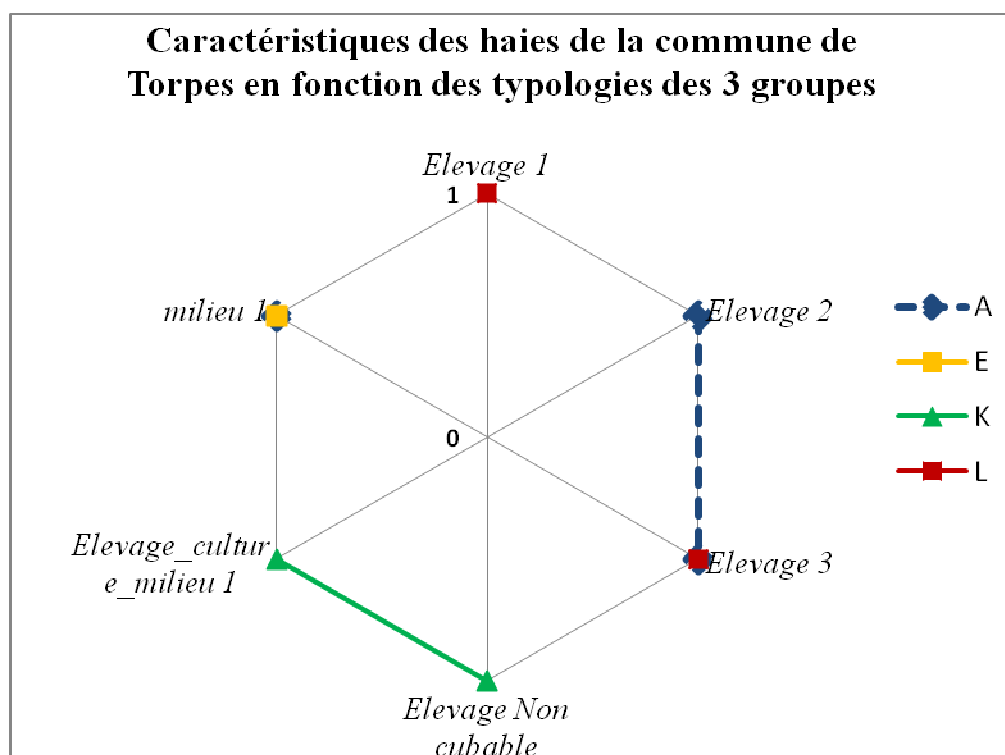
Les haies de type K sont le plus souvent conjuguées à un système de culture et de valeur énergétique nulle.

Les types écologiques « L » sont associées à un potentiel énergétique faible (typologie 3).

La commune de Loisy, représentative de l'entité géographique mixte présente également une grande diversité de haies (groupe Ecologie). Ces haies sont présentes dans les différents contextes et rendent des services dans tous les milieux présents sur la commune (lisières de forêts et prairies, cultures, élevages..).

5.3.4. Commune de Torpes

Seulement 13 haies ont été prospectées par l'ensemble des groupes sur la commune de Torpes (figure 113).



La commune de Torpes se caractérise par 4 typologies différentes.

Les haies suivant une typologie écologique « A » sont associées le plus souvent des haies au service de l'élevage, en terme de valorisation énergétique, cette typologie peut avoir une valeur pour le bois de chauffe , il est important de noter que cette caractéristique peut ne pas être retrouvée sur toute les haies de cette typologie commune.

Les haies de type E sont groupées avec des haies rendant service au milieu , ces dernières ont une hauteur élevée et un fort potentiel en bois de chauffe.

Les haies de type L sont jointes à un service rendu à l'élevage et peuvent avoir un potentielle énergétique fort ou faible.

Les haies associées aux cultures et au milieu correspondent à un pouvoir énergétique moyen (2).

La commune de Torpes, représentative de l'entité géographique culturelle, présente une faible diversité dans la typologie de ses haies (seulement 4 classes d'après le groupe Ecologie). Le faible nombre de haie peut être mis en corrélation avec la faiblesse du linéaire sur la commune ainsi que la mauvaise connexion entre les haies (voir les résultats du groupe Cartographie). Les services rendus par ces haies sont utiles aux élevages et peu aux cultures alors qu'une grande partie de la commune est occupée par des cultures.

Cette étude montre la difficulté qu'il existe à croiser différentes typologies de haies. Les critères pris en compte dans chaque groupe pour caractériser le bocage sont différents, et le nombre limité de haies prospectées ne permet pas de mettre en évidence des typologies par commune.

Si des extrapolations à l'échelle de la commune ont pu être réalisées au sein d'un même groupe de travail, le nombre de critères intervenant dans la caractérisation du bocage rend difficile la corrélation entre les différents groupes.

Il est néanmoins possible d'isoler des typologies préférentielles à l'échelle globale (voir tableau 23). Ces typologies correspondent aux haies les plus fréquemment prospectées sur l'ensemble de l'étude, et sont caractérisées par une diversité, des services écosystémiques et un potentiel énergétique propre.

6. CONCLUSION GENERALE

L'étude présentée ici permet de dégager des pistes pour une future valorisation du bocage de la Bresse bourguignonne.

Dans un premier temps, une méthode d'échantillonnage a été mise au point par un découpage du territoire bressan en entités géographiques, qui a permis d'identifier quatre communes pour l'échantillonnage.

L'analyse cartographique de ces communes a révélé que le niveau de connexion des haies était d'autant plus important lorsque :

- ✓ le linéaire est développé
- ✓ les surfaces agricoles et prairiales restent limitées.

L'étude de l'aspect historique a permis de mettre en évidence un fait déjà observé antérieurement : le linéaire de haie a fortement diminué sur le territoire étudié.

Dans un second temps, une typologie du bocage de la Bresse bourguignonne a pu être proposée, grâce à la prise en compte de plusieurs facteurs :

- la biodiversité bocagère, et principalement la composition végétale,
- des paramètres physiques tels que la hauteur moyenne, la densité, le coefficient de branche et le diamètre moyen des essences,
- la relation avec les parcelles agricoles et les services associés.

Du point de vue de la composition végétale, le type de haies le plus représenté sur le territoire prospecté est constitué de frêne élevé accompagné d'arbustes pionniers : l'aubépine, la ronce et le prunellier. La majorité des haies étant bien connectées, multi-stratifiées, et fournies en bois mort, il peut être déduit que celles-ci sont favorables à la présence d'abris, de sites de reproduction et de nourriture pour la faune.

Concernant le gisement en bois, peu de haies présentent un potentiel énergétique exploitable aujourd'hui du fait de l'abondance d'arbustes dont les troncs trop minces rendent les essences impossibles à cuber.

L'occupation du sol des entités géographiques détermine les types de services rendus à l'agriculteur dans son activité. Ainsi, sur l'ensemble des communes prospectées, les services rendus aux cultures sont majoritaires, notamment concernant la fertilisation des sols par les haies.

Par ailleurs, la commune de Loisy qui présente le plus de haies, est celle où le plus gros cubage de bois a été mesuré. De plus, il a été mis en évidence l'influence des haies concernant la fertilisation, les abris, les refuges aux auxiliaires de culture, la protection de la qualité des eaux...

Il a également été démontré que la méthode de cartographie est transférable à d'autres territoires, en prenant garde toutefois d'adapter les critères d'échantillonnage pour répondre aux objectifs posés.

Ce travail a été confronté à plusieurs limites.

La méthode utilisée pour l'élaboration d'une typologie selon la composition végétale se base sur des inventaires dont le protocole semble bien adapté pour la flore des haies. Cependant, d'autres techniques pourront apporter de la précision et de la représentativité à cette méthode car la période de réalisation du projet n'était pas optimale.

Les équipes ayant travaillé sur la valorisation écologique et sur la valorisation énergétique préconisent la réalisation d'études pluriannuelles.

Dans une finalité de valorisation, des études supplémentaires sont à prévoir. En effet, une approche par commune a été nécessaire notamment pour l'aspect « profondeur historique » et la réalisation de monographies. Cependant, cela n'a pas vraiment de sens du point de vue écologique. Aucune relation entre la typologie et les communes prospectées n'a été mise en évidence. Il paraît donc intéressant de développer un protocole à l'échelle du paysage bocager.

Par ailleurs, la typologie mise au point doit être validée, par des suivis supplémentaires réalisés à des périodes adaptées (pour la faune et les plantes herbacées par exemple). Ces études pourraient être l'objet de stages encadrés par Alterre Bourgogne. En parallèle, le caractère extrapolable de la méthode pourrait être testé en réalisant une étude similaire sur un autre territoire.

GLOSSAIRE

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée

« L'appellation d'Origine Contrôlée est un signe français qui désigne un produit qui tire son authenticité et sa typicité de son origine géographique. Elle est l'expression d'un lien intime entre le produit et son terroir :

- une zone géographique : caractéristiques géologiques, agronomiques, climatiques et historiques...

- des disciplines humaines, conditions de production spécifiques pour tirer le meilleur parti de la nature.

Pour pouvoir être commercialisé, un produit sous Appellation d'Origine Contrôlée est soumis à un dispositif de contrôle comprenant des contrôles de terrain et des analyses chimiques et organoleptiques. », INAO, 2000, <http://www.inao.gouv.fr/>, consulté le 29/11/12)

DDA : Directive Départementale de l'Agriculture (actuelle_Directions départementales des territoires DDT)

DSV : Direction des Services Vétérinaires

Effet bordure (ou effet de lisière) : Effet selon lequel la présence ou l'abondance d'espèces à l'interface entre deux unités paysagères peut être conditionnée par celles-ci. (Ex : à l'interface entre une haie et une prairie, des espèces prairiales peuvent être relevées dont la présence ne serait allouable qu'à la prairie et non la haie).

MAET : Mesures agro-environnementales territorialisées

« Les MAET s'appliquent sur des territoires à enjeux environnementaux ciblés au sein de zones d'action prioritaires définies localement.

- zones Natura 2000 (mesure 214 I1)
- zones concernées par les risques de pollution diffuses dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (mesure 214 I2)
- zones concernées par d'autres enjeux spécifiques comme la biodiversité et autres enjeux liés à la Directive Cadre sur l'Eau (mesure 214 I3).

Ces mesures reposent sur des cahiers des charges agroenvironnementaux à la parcelle ou appliqués à des éléments structurants de l'espace agricole (haies, bosquets, fossés, mares et plans d'eau...) définis de façon spécifique en fonction des enjeux environnementaux du territoire considéré.

Elles permettent de répondre de façon adaptée à des menaces localisées ou de préserver des ressources remarquables (priorité aux sites Natura 2000 et aux bassins versants prioritaires définis au titre de la DCE). [...]

Les MAET comprennent 3 mesures :

- **214-I1 : MAE Territorialisées pour la préservation de la biodiversité en zone Natura 2000**
- **214-I2 : MAE Territorialisées pour la prévention des pollutions diffuses (azote ou**

pesticides)

214-I3 : MAE Territorialisées pour la protection de la biodiversité et/ou la prévention des pollutions diffuses hors zones prioritaires DCE et Natura 2000. »

(FEADER Rhone-Alpes, 2007, <http://feader.rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/>, consulté le 29/11/12)

MO : Matière organique

PAC : Politique Agricole Commune

« A sa création, la PAC visait à garantir une meilleure sécurité des approvisionnements alimentaires pour l'Europe, tout en assurant un niveau de vie équitable à ses agriculteurs. Au fil du temps, la PAC, forte de ses succès, a dû s'adapter à un environnement international qui avait profondément changé et répondre aux nouvelles attentes des consommateurs et des citoyens européens. Ce faisant, la PAC a conforté l'avenir économique et social de l'agriculture européenne. [...] Trois grands principes définis à l'origine régissent encore le marché agricole : un marché unifié permettant la libre circulation des produits agricoles, une préférence communautaire, une solidarité financière. », Ministère de l'agriculture, l'agroalimentaire et de la forêt, 2010, <http://agriculture.gouv.fr/tout-savoir-sur-la-pac>, consulté le 29/11/12

PP : Prairie permanente

PT : Prairie temporaire

Quadrats : Fraction carrée ou rectangulaire d'un paysage matérialisant un échantillon reproductible au sein duquel sont déterminées les animaux et végétaux présents (biology-online.org).

SAU : Surface Agricole Utile

« La surface agricole utile (SAU) est un concept statistique destiné à évaluer le territoire consacré à la production agricole. La SAU est composée de terres arables (grande culture, cultures maraîchères, prairies artificielles, etc.), surfaces toujours en herbe (prairies permanentes, alpages), cultures pérennes (vignes, vergers, etc.). Elle n'inclut pas les bois et forêts. Elle comprend en revanche les surfaces en jachère (comprises dans les terres arables). », Actu-environnement, 2003, <http://www.actu-environnement.com/>, consulté le 29/11/12

UTH : Unité de Travail Annuel

« L'unité de travail annuel (UTA) est l'unité de mesure de la quantité de travail humain fourni sur chaque exploitation agricole. Cette unité équivaut au travail d'une personne travaillant à temps plein pendant une année. », INSEE, 2005, <http://www.insee.fr/>, consulté le 29/11/12

BIBLIOGRAPHIE

ARBRES ET PAYSAGES D'AUTAN. 1999. *La Feuille d'Autan*, n°9. 9p.

ACo-Ed.Solagro., 2000. *Arbres et eaux : rôle des arbres champêtres*. Administration de l'aménagement foncier de basse Autriche, fonds européen pour le patrimoine naturel (Espagne), An Taisce (Irlande)., 32p.

AgroTransfert Bretagne., 2009. *FAQ : Bocage et qualité de l'eau ; les réponses apportées par la recherche*. Territ'Eau-Agro-Transfert, France., 01-03p.

Almaric N., Brezillon M., Faiq C., Roubinet E., Schroeder M., et Tite A., 2008, *La vulgarisation de l'agro-écologie : de la théorie au terrain*. Projet INP-ENSAT. Solagro. Montpellier, France, 01-03p.

Alterre Bourgogne-Agence pour l'environnement et développement soutenable., 2006. *Bocage de Bourgogne : la boîte à outils-Moyens, mesures, méthodes et programmes pour conserver ou restituer les haies*. Lycée agroalimentaire, Plombières-lès-Dijon., 10-45p.

Alterre Bourgogne-Agence pour l'environnement et développement soutenable., 2005. *Bocage de Bourgogne*. Repères n°37., 12p.

Arbre & Paysage 32., 2006. *Le livret de la haie champêtre en Gascogne*. Auch., 02-19p.

Archives départementales de Saône et Loire.

Association Saône-Bresse-Revermont., 2008. *Contrat de Pays de la Bresse Bourguignonne*. Antenne Départementale Louhans., 154p.

Assogba F., Guillermin C. et Roose E., 1997. *Influence de la fumure organique sur la réhabilitation d'un sol superficiel en vue de la production d'une céréale fourragère dans les Rougiers de Camarès (S.O. France)*. ORSTOM, Laboratoire d'étude du Comportement des Sols Cultivés (LCSC), 134p.

BARDET O., FEDOROFF E., CAUSSE G., MORET J.. 2008. *Atlas de la fore de Bourgogne*. Paris : Muséum national d'Histoire naturelle. 752 p. (Collection Pathénopé).

Baudry J., Jounin A., 2003. *De la haie aux bocages. Organisation, dynamique et gestion*. INRA Paris, 236-252p.

BAUDRY J., MERRIAM G.. 1988. "Connectivity and connectedness: functional vs structural patterns in landscapes". In *Proceedings of 2nd Seminar of the Association for Landscape Ecology*. Munster : K.F. Schreiber.

BAUDRY O., BOURGERY C., GUYOT G., RIEUX R.. 2000. *Haies composites réservoirs d'auxiliaires*. CTIFL. 116 p.

BAUREL F., BAUDRY J.. 1999. *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Paris, édition TEC & DOC. 359p.

BAZIN PIERRE, 1996, *L'entretien courant des haies, les grands modèles d'entretien des haies*, 2^{ème} édition revue et corrigée, Paris, Institut pour le développement forestier (IDF), 71 pages, 2-904-74050-3.

Blackburn M., Berrouard A., et Giroux M., 2001. *Effets comparatifs de différentes cultures et modes de fertilisation sur la teneur en nitrates dans les sols en fin de culture et dans les eaux de drainage souterrain*. Cahiers de l'observatoire de la qualité des sols du Québec. IRDA-Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement. Te de Saint-Lambert-de-Lauzon.

Blevins R., Mith M., Thomas G., et Frye W., 1983. Influence of conservation tillage and soil properties. J. Soil and Water Conservation 38. 301-305p.

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, Université de Rennes 1, Bretagne, 146p.

Bottinelli N., 2010. *Evolution de la structure et de la perméabilité d'un sol en contexte de non labour associé à l'apport d'effluent d'élevage rôle de l'activité lombricienne*. These/Agrocampus Ouest. France, 06-15p.

BRAWN J.D., ELDER W.H., EVANS K.E.. 1982. *Winter foraging by cavity nesting birds in an oak-hickory forest*. Wildlife Society Bulletin 10. 271-275.

Bruley E., Chabrol D., Jono C ET Ly C., 2011. *L'impact des haies dans le paysage de Paimpont : Aspect écologique et socio-écologique*. Mémoire de stage Master 1- Ecologie, Biodiversité et Evolution. UE : PAIM. Université Paris-Sud 11. Agro ParisTech. 05-38p.

BULL E.L., PARKS C.G., TORGERSEN T.R.. 1997. *Trees and logs important to wildlife in the interior Columbia River Basin*. USDA Forest Service – Pacific Northwest Research. 55p.

Centre d'Architecture, d'Urbanisme, d'Environnement de la Saine Maritime (CAUE 76)., 2009. *Préservation des éléments naturels et bâtis : méthodologie de recensement des haies*, 20p.

Centres d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural (CIVAN)., 2003. *Pour un développement durable en agriculture-Gérer haies et bocage avec les plans de gestion des haies*. Cahiers techniques d'agriculture durable. Réseaux d'agriculture durable. Bretagne., 36p.

Chambre d'agriculture Haute Marne., 2008. *ZPS BASSIGNY : Etude Projet de territoire MAE 2007- Participation à la définition et la mise en place de MAE pour les oiseaux de milieu ouvert*. DIREN Champagne Ardenne. Outines, France.

Chambre d'agriculture Sarthe-Agricultures & Territoires., 2010. *Le bocage et l'agriculture*. Parc Natural régional Normandie-Marie. Sarthe., 01-04p.

Chandosné C., Langlois P., Santarelli A., et Verguet C., 2008. *Catalogue technique pour la préservation et la valorisation des haies champêtres en Franche-Comté*. Fédération Régionale des Chasseurs de Franche Comté, 03-10p.

COLLOQUE DE RESTITUTION DU PROGRAMME CASDAR. 2011. *Les entomophages en grandes cultures : diversité, service rendu et potentialités des habitats*.

Conseil d'Architecture, d'Urbanisme, d'Environnement de la Seine-Maritime (C.A.U.E.), 2009. *Préservation des éléments naturels et bâtis-Méthodologie pour le recensement des haies*. Rouen, 02-19p.

Conseil d'Architecture, d'Urbanisme, d'Environnement de Saône-et-Loire (C.A.U.E.), 2000. *Les haies de nos jardins*. Montceau les Mines Cedex.

Conseil de Développement., 2003. *Partie II : Un projet pour la Bresse Bourguignonne*. Charte du Pays de la Bresse Bourguignonne. Opera 2000- Saône-Bresse-Revermont., 01-42p.

Conseil General du Calvados, 2010. Guide technique: les haies bocagères, 29p.

Conseil General du Puy de Dôme. *Rôle des haies sur un territoire*. Mission Haies Auvergne. Union Régionale des Forêts d'Auvergne.

Conseil Général des Vosges., 2011. *Haies et agriculture dans les Vosges – concilier productivité et biodiversité*. 01-06p.

Contrat Nature., 2004. *Le Bocage*. Phase IV-Contrat Nature.

CORINE LAND COVER, 2006.

Cousin I., Vogel H-J et Nicoullaud B., 2004. *Influence de la structure du sol à différentes échelles sur les transferts d'eau*. Etude et Gestion des Sols, Volume 11. 69-87p.

COUVET D., TEYSSÉDRE-COUVET A.. 2010. *Ecologie et biodiversité*. Paris : édition Belin. 336p.

DARVEAU M., DESROCHERS A.. 2001. *Le bois mort et le faune vertébrée – Etat des connaissances au Québec*. Québec : Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier (DEF-0199). 37p.

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.

Delon E., Herman S., Lehane F., Nocera M. et Rollin O., 2009. *Rapport de stage à Paimpont: Comparaison entre 2 types de haies base et arbustive, et une prairie*. IPMC-Paris Universitas. Université Paris-Sud 11.

Desbrosses R., Ducerf G., Guillemot H., Hermant D., Mérot P., Notteghem P., Portet F., et Scmutz T., 1996. *Patrimoine naturel de Bourgogne n°4-année 1996*. Revue publiée par le Conservatoire des sites naturels de Bourguignons. Quétigny., 01-35p.

DRAAF BASSE NORMANDIE. 2009. *Typologie Régionale des Haies en Basse Normandie. Etude préparatoire sur la biomasse des haies de la région Basse Normandie*. 27 p.

DUCERF G., CHIFFAUT A.. 1996. *La flore du bocage*. Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons. 33p. ISBN : 1240-1609.

Dufour J et Commeau A., 2008. *Connaissance et promotion du bocage bourguignon : L'exemple de la Puisaye*. Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons-territoires naturels de Bourgogne-N°1. 37-39p.

EBERHARDT L.S.. 1997. *A test of an environmental advertisement hypothesis for the function of drumming in yellow-bellied sapsuckers*. Condor 99. 798-803.

Écomusée de la Bresse bourguignonne, 1986. *La Bresse bourguignonne, guide de découverte*, 2^{ème} édition : 5p.

Ecomusée de la Bresse bourguignonne, 2003. *1900-2000 la Bresse, un pays et des hommes ou les mutations d'un territoire* : 77p.

EHRlich P.R., DOBLIN D.S., WHEYE D.. 1988. *The birder's handbook: A field guide to natural history of north American birds*. New York : Simon & Schuster.

FAO., 2012. *AC et élevage*. Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs-Agriculture de conservation.

GOURDAIN P., PONCET L., HAFFNER P., SIBLET J-P., OLIVEREAU F., HESSE S.. 2011. *Crtographie Nationale des Enjeux Territorialisés de Biodiversité remarquables (CARNET B) – Inventaires de la biodiversité remarquable (volet 1. Faune) sur deux régions pilotes : La Lorraine et la région Centre*. V.1.0. 213p.

Hallaire V et Heddadj D., 2004. *Effet de l'activité biologique sur la structure de sols soumis à différents pratiques culturales*. Etude de Gestion des Sols, Volume 11. 47-58p.

HIPPOLYTE S., 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*. ONCFS Poitou-Charentes Limousin, Mémoire de stage. 146 p.

HUNTER M.L.. 1990. *Wildlife, forest, and forestry: Principles of managing forests for biological diversity*. New Jersey : Prentice Hall, Englewood Cliffs.

IBIS, 2004. Fiche : *haies et arbres d'alignement*, pdf ,4p.

IGN, BD ORTHO, 2007.

IGN, GEOFLA, 2011.

LA FRANCE AGRICOLE. 2002. « Les haies : réservoirs à auxiliaires ». *La France Agricole*, n°2922.

Laigre F., 2006. *Les Haies rurales : Rôles-crétation-entretien*. France Agricole Editions. 319p.

Marchandea S., Aubineau J., 1996. Le bocage, milieu d'accueil de la faune sauvage. ONCFS, 7p.

Ministère de l'agriculture, l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire., 2010. *Paysage et aménagement foncier, agricole et forestier*. Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires. Paris, 73p.

Ministère de l'écologie et du développement durable, 2006 : Compte-rendu de l'atelier transfrontalier (France-Espagne) sur les atlas de paysages et du 1^{er} atelier régional des sites et des paysages, 21 p.

Ministère de la Région wallonne-Division de la Nature et des Forêts. *Guide pour la plantation de haies*. Brochure Technique., Direction de la Conservation de la Nature et des Espaces verts., 16-38p.

Mission Haies Auvergne (URFA), 2012, *Gérer le bocage et le valoriser*, 19/10/2012

Morin S., 2011. Agrifaune et le bocage : à la reconquête d'un milieu multifonctionnel unique. Faune sauvage n°291 : 33p

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

Observatoire Régional de l'environnement de Bourgogne (OREB)., 2000. *Repères No.20*. Périodique de l'observatoire régional de l'environnement de Bourgogne. Dijon., 12p.

OBSERVATOIRE REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE BOURGOGNE (OREB). 2011. *Les bocages en Bourgognes – Volume 2 : Présentation et résultats du dispositif d'observation des évolutions des bocages en Bourgognes*. 92 p.

ONCFS. 2012. « Capacité d'accueil des haies pour l'avifaune en France : Colombidés et turdidés ». *Faune sauvage*, n°294.

Pointereau P., et Bazin D., 1995. *Arbres des champs : haies, alignements, prés vergers ou l'art du bocage*. Solagro. 137p.

Pointereau P., et Coulon F., 2006. *La haie en France et en Europe : évolution ou régression, au travers des politiques agricoles*. Premières rencontres nationales de la haie champêtre. Toulouse, 01-09p.

Pointereau P., 2002. *Les haies évolution du linéaire en France depuis quarante ans*. Solagro, le courrier de l'environnement n°46. Toulouse., 06p.

RAMADE F.. 2009. *Element d'écologie – Ecologie fondamentale*. Paris : Edition Dunod. 689 p.

RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G.. 1989. *Flore forestière française, guide écologique illustré. Tome 1 : plaines et collines*. Institut pour le développement forestier. 1785 p.

RICKLEFS R.E., 1969. *An analysis of nesting mortality in birds*. Washington : Smithsonian Institution Press.

Roche A., 2006. – Les unités et structures paysagères dans les Atlas de paysages, Rapport de fin d'étude réalisé à la Direction de la Nature et des Paysages, Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable, 75p.

SARTHOU J. P.. 2006. « Dossier : la biodiversité dans tous ces états ». *Alter Agri*, n°76.

Seguin J.F., Des composants du paysage : Unités, structures, éléments.

SOLTNER D.. 1999. *Planter des haies*. Ed. Sciences et techniques agricoles.

Soltner D., 1991. *Le livre des bocages: L'arbre et la haie, pour la production agricole, pour l'équilibre écologique et le cadre de vie rurale*, 207p.

SOLTNER D.. 1988. *Le livre des bocages : l'arbre et la haie pour la production agricole, pour l'équilibre écologique et le cadre de vie rurale*. 8^{ème} édition. 206 pages (Collection Sciences et Techniques Agricoles)

STEEGER C., MACHMER M., WALTERS E.. 1996. *Ecology and management of woodpeckers and wildlife trees in British Columbia*. Delta, BC: Environment Canada, Fraser River Action Plan, Canadian Wildlife Service. 23 p.

Vadaine E., 2002. - Appréciation quantitative de l'évolution du paysage bocager. Mise au point d'un indicateur de la dynamique bocagère. Mémoire de maîtrise de géographie, Université de Caen, Basse Normandie, 66 p.

VALLET A., SARTHOU J. P.. 2010. *ONF – Les dossiers forestiers n°19*. ONF.

Vezina A., 2001. *Les haies brise-vent*, *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec*, pdf 18p.

Vinatier JM, Kockmann F, Fabre B, Gautronneau Y, Michaux F., 1988. *Fertilité physique et travail du sol*. Chambre Régionale d'Agriculture Rhône-Alpes. Classeur à usage des techniciens. 13-111p.

White J.-T., 1990. *Le long des haies au fil du temps*. Ed Gaillimard, Paris, 46p.

Wight B., 2012, National Windbreak Forester, USDA, Soil Conservation Service.

SITOGRAPHIE

HEDGELINK. *Hedgeline, working together for the UK hedgerow* [en ligne]. Disponible sur <<http://www.hedgeline.org.uk/about-hedgeline.html>>. Consulté le 30/10/12.

ECOPAINS D'ABORD. *Portail et Guide encyclopédique de l'Avifaune* [en ligne]. Disponible sur <oiseaux.net>. Consulté le 30/10/12.

MNHN. *Inventaire National du Patrimoine Naturel* [en ligne]. < inpn.mnhn.fr>. Consulté le 27/11/12.

MNHN. *Vigie nature*. Disponible sur <<http://vigienature.mnhn.fr/>>. Consulté en novembre 2012.

BASF agro. Disponible sur <www.agro.basf.fr>. Consulté en novembre 2012.

ARAD² (Atelier Régional d'Agronomie et de Développement Durable). *Les auxiliaires en grandes cultures, des alliés de poids ? – Agro Perspectives – Agronomie – Diffusion des techniques innovantes en agriculture*. Disponible sur <<http://www.agroperspectives.fr/post/Les-auxiliaires-en-grandes-cultures-des-allies-de-poids>>. Consulté en novembre 2012.

XPAIR, 2011, *Chauffage au bois*, http://conseils.xpair.com/consulter_savoir_faire/chauffage_bois.htm, 29/10/2012

JARDINBRICO, 2011, *Rythme de vie d'un arbre ou arbuste*, <http://www.jardinbrico.com/index.phtml?srub=9&iart=849>, 29/10/2012

ROULLEAU D., 2001, *La Haie Bocagère*, <http://didier.virion.free.fr/rouldeni/index.html>, 29/10/2012

MELQUIOT D., 26/02/2009, Bois énergie, l'Office national des forêts (ONF) prédit un bel avenir en France, <http://www.actualites-news-environnement.com/19742-bois-energie-office-national-forets-onf-avenir-france.html>, 29/10/2012

Actu-Environnement, 15/04/2008, *Le bois-énergie*, http://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/bois_energie/bois_energie.php4, 29/10/2012

Biomasse Normandie, Réglementation liée aux plates-formes de conditionnement / stockage de bois, http://www.biomasse-normandie.org/conditionnement-bois-plate-forme-reglementation-liee-plates-formes-conditionnement-stockage-bois_398_fr.html, 29/10/2012

Réseau agriculture durable, *MAE* <http://www.agriculture-durable.org>, 16/10/2012

VIDEOGRAPHIE

DURON J., 07/2009, *Le Bois Energie*, <http://vimeo.com/5975291>, 29/10/2012