

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

TRANSPORTER DES GENS OU DES ARBRES ?

IMPACT DU CHOIX DE TERREAU SUR LES OPÉRATIONS DANS LE PROJET DE REFORESTATION LIMAY,
NICARAGUA

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN GÉOGRAPHIE

PAR

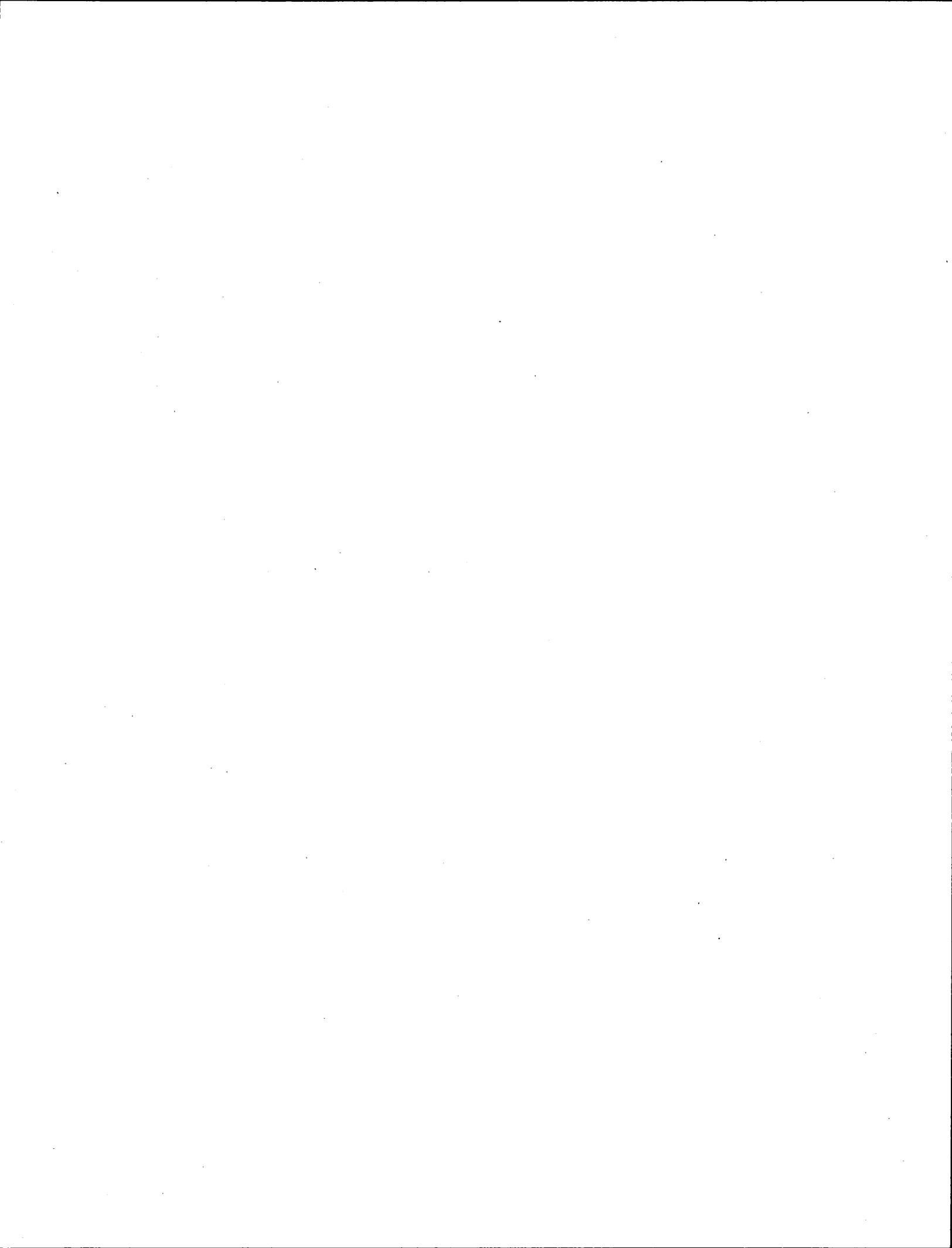
FÉLIX VINCENT

MARS 2016

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»



REMERCIEMENTS

Je tiens à débiter mon mémoire en prenant le temps de remercier convenablement les gens qui ont vécu à mes côtés durant les années qu'ont duré mon projet de maîtrise. Il s'agit probablement des remerciements les plus significatifs de ma vie. Au moment de débiter ma maîtrise à la fin de l'été 2012, j'étais encore loin de saisir tout l'impact que cette décision aurait sur ma vie. Avec un peu de recul, je sais que ce choix aura été un événement extrêmement positif pour moi et que si c'était à refaire, je le referais sans hésitation. Par contre, au quotidien, ces années ont aussi été difficiles quelques fois. Aussi ai-je décidé d'ignorer l'ordre traditionnel des sections de remerciements classiques. J'ai voulu commencer par reconnaître l'importance des personnes qui ont vu le côté obscur et beaucoup moins charmant de mon projet de maîtrise. Évidemment, je veux parler de ma famille qui m'a toujours encouragé à continuer dans la voie que j'ai choisie.

Alafia, tu m'as appuyé sans arrêt durant l'entièreté de mon périple, autant durant les meilleurs que les pires moments. Tu étais présente pour m'encourager à continuer d'avancer quand ma confiance diminuait, mais tu étais aussi là pour me féliciter quand j'atteignais mes objectifs. Tu as eu un impact des plus importants dans ma motivation et, sans même t'en soucier, ton rappel constant de mes objectifs et ta foi en mon projet autant qu'en moi ont fait que sans toi, j'aurais sans doute abandonné le navire dès la première tempête. Je t'en remercie infiniment !

DÉDICACE

À ma famille, parents et amis
Ainsi qu'à toutes les personnes ayant participé
de près ou de loin à la réalisation de ce travail,
ma plus profonde reconnaissance
pour votre soutien et vos encouragements

AVANT-PROPOS

La présente recherche s'inscrit dans un processus réflexif qui débute dans mes années passées au collège d'Alma et par l'influence qu'ont aussi eu mes années d'études au baccalauréat de géographie à l'Université du Québec à Chicoutimi. Ces années m'ont fait réaliser l'ampleur de la problématique environnementale, notamment la pollution de l'atmosphère par le dioxyde de carbone et ses impacts.

Beaucoup de chercheurs, professeurs et entrepreneurs sont aussi engagés dans ce processus réflexif. Notamment M. François Privé pour ses projets de reforestation, M. Murray Hay et ses cours sur la géographie physique, puis les travaux de l'équipe d'Enracine, dirigée par M. Khalil Baker, m'ont amené à réfléchir sur les stratégies employées pour réparer les dommages atmosphériques.

Cette recherche s'appuie sur une étude approfondie d'articles scientifiques ainsi que sur des contacts pratiques de ce qui n'était qu'au début une vague intuition, observation et préoccupation. La méthodologie reprend une collecte de données primaires amassées par l'équipe d'Enracine. Toutefois, le processus inclut sa propre analyse quantitative de nouvelles données qui visent à consolider les premières.

Cette recherche veut contribuer, un tant soit peu, aux connaissances scientifiques dans le domaine de la géographie, plus précisément dans le domaine de la géomatique et de l'économie spatiale, afin de mettre en lumière ce sujet important de notre temps. Par contre, elle est limitée par son caractère exploratoire et les appendices offrent les outils nécessaires à reproduire la démarche pour de nouvelles analyses.

La validité de l'interprétation de la mesure s'effectue par le biais d'analyses de déplacements qui, par leur répétition, finissent par former un patron de déplacements et de destinations sur le territoire étudié.

Enfin, il est de mise de remercier l'équipe d'Enracine dont le projet, tel que nous le connaissons, a vu le jour en 2008. De plus, ce travail a été soutenu financièrement par le Programme de bourses à la mobilité du ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MEESR). Merci également à l'équipe du département de géographie de l'UQÀM qui m'a rendu accessible le matériel nécessaire pour l'étude ainsi qu'un merci tout spécial à mon directeur de recherche, Yann Roche, sans lequel ce projet n'aurait pas été possible. Enfin, merci à M. Alayn Ouellet pour sa révision de la qualité du français écrit de ce mémoire.

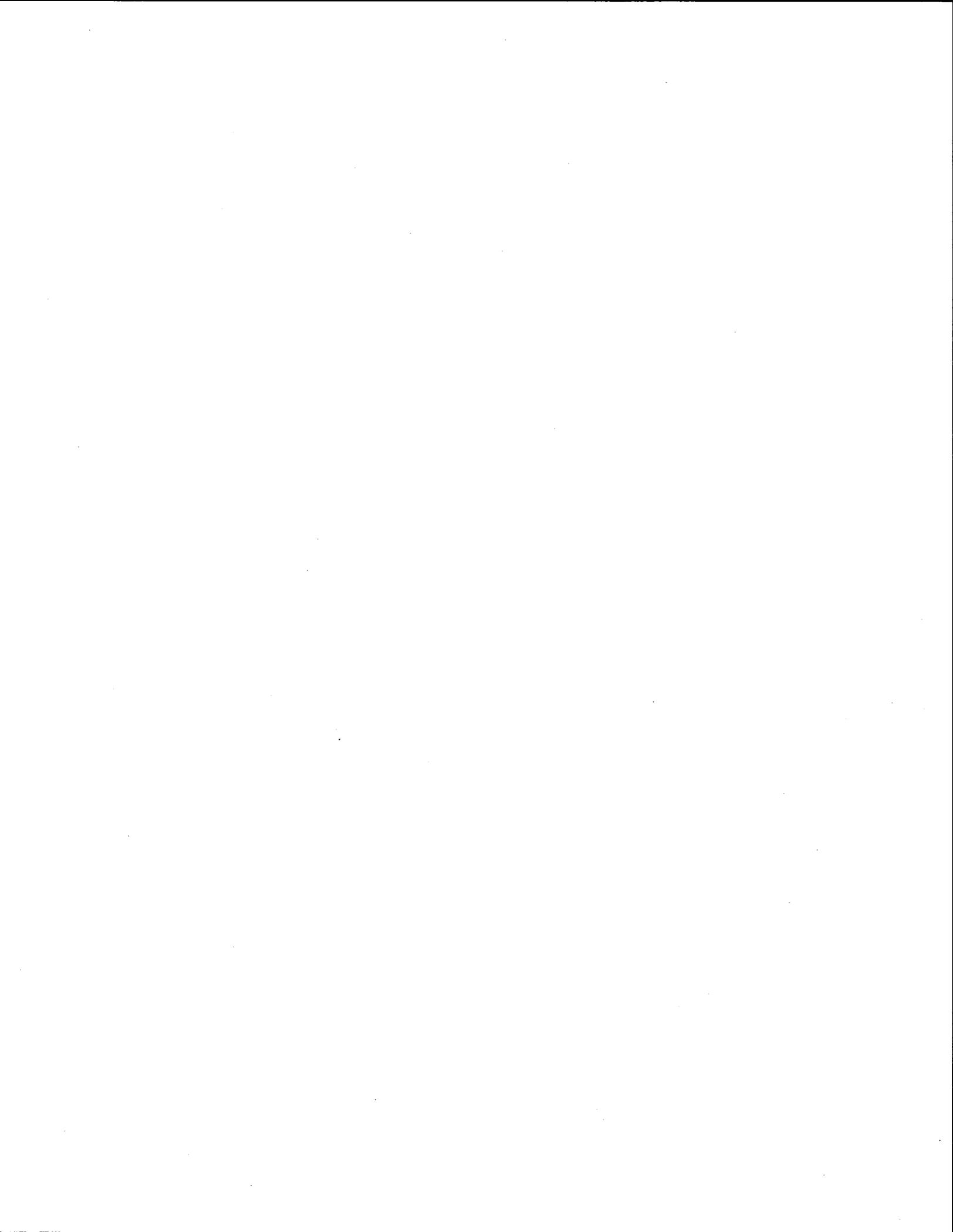
TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	vii
AVANT-PROPOS	vii
TABLE DES MATIÈRES	ix
Liste des figures.....	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des abréviations, sigles et acronymes	ix
Liste des symboles et des unités	xi
RÉSUMÉ	xiii
INTRODUCTION	1
PROBLÉMATIQUE	3
CADRE THÉORIQUE	33
MÉTHODOLOGIE.....	45
RÉSULTATS	103
DISCUSSION	109
CONCLUSION.....	113
BIBLIOGRAPHIE	115
APPENDICE A.....	125

x

LISTE DES FIGURES

Schéma de l'économie dualiste	34
L'État isolé.....	36
Notions de coûts liés aux distances selon les travaux de Von Thünen.....	38
Point de Fermat	40
Concepts utilisés pour la question secondaire 1.....	51
Concepts utilisés pour la question secondaire 2.....	53
Concepts utilisés pour la question secondaire 3.....	55
Sélection de la table attributaire de la plantation compacte de 2010.	67
Affichage de la table attributaire.....	68
Information de parcelle sur l'inventaire de données.....	69
Format des polygones de plantation compacte dans l'interface du SIG.....	73
Représentation des lignes sur l'interface du SIG.....	73
Image des cages de transport utilisées lors du transport des pousses d'arbres.	76
Image d'une charrette utilisée pour le transport.....	77
Dimensions de la boîte de camionnette de transport.....	78
Carte des chemins utilisés pour le transport au sein du projet.....	82
Localisation des plantations compactes de 2010.	84
Localisation des barrières vivantes de 2011.	86
Localisation des plantations compactes de 2011	88
Localisation des plantations silvopastorales de 2012	90
Localisation des barrières vivantes de 2012	94
Localisation des plantations compacte de 2013	96
Localisation des plantations silvopastorales de 2013	98
Évolution de la distance des parcelles.....	106
Distribution du nombre de parcelles selon leur distance	107



LISTE DES TABLEAUX

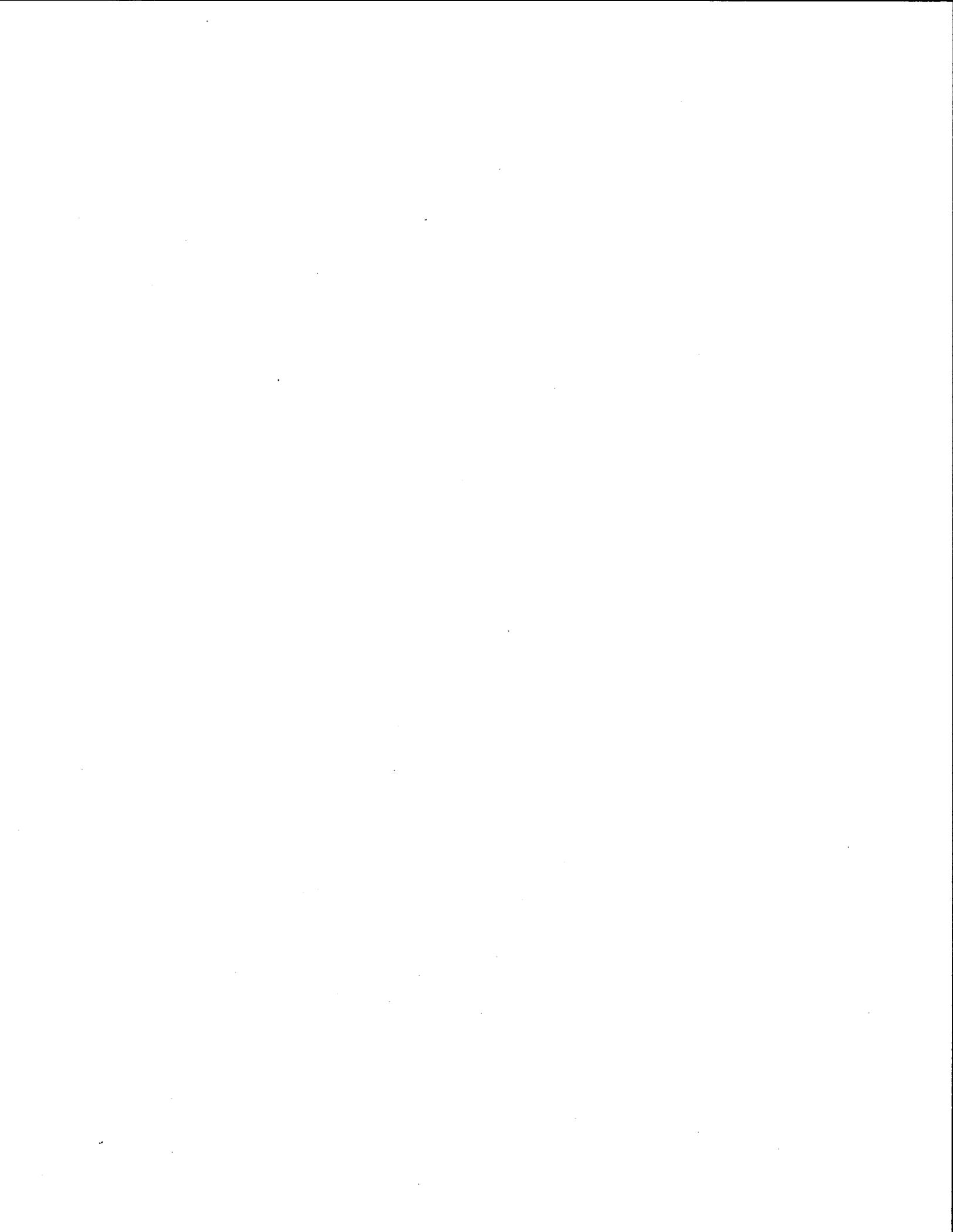
Synthèse des variables et indicateurs utilisés dans la recherche.	61
Nombre d'arbres plantés selon la superficie des aires de plantation.	75
Comparaison de la capacité de transport entre le camion et la charrette	79
Données pour la plantation compacte 2010	83
Données des barrièrs vivantes 2011	85
Données pour la plantation compacte 2011	87
Données pour les plantations silvopastorales 2012.....	89
Données pour les plantations compactes 2012.....	91
Données pour les barrièrs vivantes 2012	93
Données pour les plantations compactes de 2013	95
Données pour les plantations silvopastorales 2013.....	97
Données pour les barrières vivantes 2013.....	99
Distances parcourues et émissions de carbone liées	105
Répartition du nombre de parcelles.....	108

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
EPA	Environmental protection agency
DEM	Modèle d'élévation digital
FMI	Fonds monétaire international
FSLN	Front sandiniste de libération nationale
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPS	Système de positionnement global
IDH	Indice de développement humain
MDP	Mécanisme de développement propre
NOAA	National oceanic and atmospheric administration
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique
OMM	Organisation météorologique mondiale
SIG	Système d'information géographique
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
UTM	Transverse universelle de Mercator
WCI	Western climate initiative
WGS 84	Système géodésique mondial 1984

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

CO ₂	Dioxyde de carbone
ppm	Parties par million
t _{CO₂E}	Tonne de CO ₂ équivalent
Ha	Hectare
°	Degrés
'	Minutes
''	Secondes
N	Nord
O	Ouest
km ²	Kilomètre carré
cm ³	Centimètre cube



RÉSUMÉ

Cette recherche veut comprendre pourquoi une modification dans les opérations du projet de carbone au Nicaragua influencerait les coûts et l'empreinte environnementale du projet, c'est-à-dire les émissions de GES liées au transport de matériel, de personnel et de plantes, ainsi que la combustion de sac de plastiques utilisés pour l'ensemencement des arbres après leur utilisation. Des données géographiques sont utilisées pour quantifier les déplacements sur le territoire du projet et le patron qui en ressort permet de quantifier le CO₂ émis par les déplacements actuels. Ces données sont ensuite comparées à un modèle qui utilise un terreau de plantation utilisant des pastilles de tourbe plutôt que des sacs de plastique pour l'ensemencement des arbres. L'enseignement majeur de la recherche montre qu'il y a une distance optimale à respecter lors de la manutention des plants, car c'est cette distance qui influence en grande partie les émissions de CO₂ du projet. Certaines limites de cette recherche sont identifiées, dont le temps limité sur le terrain et alloué pour cette recherche qui ne permet pas de confirmer la concordance claire des déplacements avec les chemins cartographiés. Tout de même, ces modèles peuvent être solidifiés et mis à jour lors de recherche ultérieures et de visites sur le terrain.

MOTS-CLÉS : Puits de carbone, empreinte écologique, optimisation des opérations, géomarketing.

INTRODUCTION

Depuis les années 1970, des doutes s'accroissent face à la croissance économique exponentielle au détriment de l'environnement (Meadows, 1972, p. 295). Aujourd'hui, la science nous dit que les émissions de CO₂ sont la cause principale des changements climatiques. Principalement, la combustion d'énergies fossiles qui est l'une des causes principales de l'augmentation de la température globale de la planète (GIEC, 2007, p. 5).

Nous vivons en ce moment même les conséquences des changements climatiques: « Avec 2013, le XXI^e siècle compte déjà treize des 14 années les plus chaudes jamais observées » (OMM, 2014, p.4). La sécheresse de 2012 a affecté plus de la moitié des États-Unis, résultant en un coût de 30 milliards de dollars (États-Unis, 2013, p.1). À cause de cette sécheresse, les feux de forêt ont brûlé une fois et demie plus de surface qu'habituellement (États-Unis, 2013, p.3). L'ouragan Sandy a causé des dommages résidentiels estimés à 100 millions de dollars au Canada, sans compter les dommages records sur la côte est des États-Unis (National Hurricane Center, 2013, p.19).

Certes, nous avons toujours connu des températures extrêmes mais, avec les changements climatiques, ces températures sont suraugmentées. Ainsi, le coût des dommages matériels de l'ouragan Sandy a été estimé à 70 milliards de dollars (Russ, 2012, s.p.).

Il faut compter en plus l'aide aux victimes de sécheresses, les paiements d'assurances, les interventions contre les feux de forêt, la construction de digues, etc. Toutes ces dépenses s'accumulent et représentent la facture des changements climatiques. Réduire le réchauffement global par la réduction d'émissions de GES est donc d'un grand intérêt (Noss, 2001, p. 578).

Souvent négligé, mais efficace, un moyen simple et peu coûteux consiste à planter des arbres. En effet, de plus en plus d'études scientifiques démontrent que les arbres, par le processus de photosynthèse, sont littéralement des pompes à CO₂ (Dewar *et* Cannell, 1992, p. 49). L'avantage est que les arbres n'ont pas besoin de rémunération pour faire ce travail et qu'ils le font sans arrêt. Avec la dernière conférence de Paris sur les changements climatiques, l'idée que les arbres peuvent être utilisés comme «banques de CO₂», est en voie de devenir une pratique politique concrète (Bäckstrand *et* Lövbrand, 2006, p. 50). C'est donc à partir de ces idées que plusieurs projets de puits de carbone ont vu le jour un peu partout à travers le monde. Ceux-ci seront l'objet du présent mémoire.

Cette recherche vise, en étudiant ces projets, à mieux comprendre et optimiser leurs opérations qui utilisent majoritairement des données géographiques. La problématique sera élaborée, dans une première étape, avec sa mise contexte. Suivra l'explication des données utilisées et de la méthodologie employée. Le mémoire se termine avec les résultats, puis leur discussion.

CHAPITRE 1

PROBLÉMATIQUE

1. Introduction

Les dernières mesures datant de février 2013 chiffrent le taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère à un taux dangereusement élevé par rapport à la normale (Hansen *et al.* 2008, P.2).

Le sujet de réflexion de ce mémoire est donc basé sur cet état des lieux où l'atmosphère est saturée de dioxyde de carbone à 396.8 parties par million (ppm). Le seuil de sécurité a largement été dépassé selon une étude du National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) qui établit le seuil sécuritaire à 350 ppm (Hansen *et al.* 2008, P.13).

Les projets de puits de carbone offrent une partie de la solution, mais il y a tout de même quelques problèmes qui touchent la crédibilité des approches. Dans cette recherche, le problème est l'utilisation de sacs de plastique lors de l'ensemencement des arbres et l'essence consommée pour le transport relié aux opérations.

Cette recherche vise donc à répondre à la question de savoir pourquoi ces projets ne réduisent-ils pas davantage leur utilisation du plastique et d'essence pour ainsi réduire leur impact environnemental ?

1.2 Mise en contexte

Cette section explique l'origine et la définition des puits de carbone, le contexte géographique, la pertinence sociale, les enjeux, les acteurs, puis la pertinence scientifique et géographique de cette recherche. Pour bien comprendre le contexte

économique global du sujet, la section se termine par une brève explication du système d'échange de crédits d'émissions de carbone et de l'importance de cette recherche pour améliorer le positionnement de ces interventions.

1.3 Résultats de la première recension des écrits et revue de lecture

Une revue de la littérature sur le sujet a été menée pour approfondir les connaissances sur l'objet d'étude. Premièrement, il faut mentionner le livre de Nathalie Gravel (2001) sur l'Amérique Latine, un ouvrage très détaillé en ce qui concerne la géographie de l'Amérique latine. Il passe en revue chaque pays du continent en approfondissant les nuances culturelles et les facteurs géopolitiques tout en menant une description factuelle des ressources naturelles et des relations avec les autres États.

D'autres ouvrages plus techniques ont dû être consultés. Il faut notamment mentionner tous les documents techniques du projet Communitree, dont la plupart sont disponibles publiquement et qui donnent des informations critiques sur la façon dont sont menées les opérations. Par exemple, les différents types de plantations sont tous décrits, jusqu'aux formules mathématiques utilisées pour calculer le carbone séquestré par un arbre selon son essence et le climat dans lequel il se développe.

Pour parler plus précisément du cas du Nicaragua, l'ouvrage d'enquête de Garry Webb est un incontournable. Ce journaliste mène, dans son livre *Dark Alliance*, une enquête approfondie sur le dossier de la révolution sandiniste et du financement de son combat mené en sous-main par les États-Unis, ce qui précise le contexte géopolitique et social actuel du Nicaragua.

Pour ce qui est de la recension des écrits spécifiques pertinents au sujet de recherche, en consultant la littérature sur le sujet, il est beaucoup fait mention de critiques face aux puits de carbone et ceci à des degrés différents. Au premier degré, il existe

certaines projets qui ne tiennent pas compte des communautés locales dans leurs interventions. Ces projets peuvent apparaître comme une tentative du capitalisme à donner une valeur marchande à la nature. Ces critiques ont été prises en compte et dans le cadre du projet Communitree des solutions y sont proposées. Certes, il y a eu des échecs et, malheureusement, se sont souvent ces projets qui sont mis de l'avant dans les médias grand public. D'un autre côté, il existe des projets tout à fait fonctionnels.

Une des premières critiques que l'on peut faire des puits de carbone c'est le manque de dialogue avec les communautés locales. Ici, les projets de puits de carbone sont perçus comme des projets de coopération internationale. Il existe de nombreuses critiques vis-à-vis ces projets prestigieux qui s'avèrent parfois plus coûteux que bénéfiques. Actuellement, en coopération internationale, le lien entre la communauté et son projet est considérée vital. Les projets qui fonctionnent actuellement sont ceux qui sont appropriés par la communauté locale. Les responsables sont à l'écoute des besoins de la communauté et le dialogue est favorisé. La première leçon importante qui en a été retirée au cours des expériences antérieures se résume à tenir en compte les communautés locales dans le développement de projets et de garder un regard critique par rapport au discours environnementaliste des industries. Comme mentionné dans un article paru dans le Monde Diplomatique au sujet des plantations industrielles d'eucalyptus dans la Pampa: « Un discours environnementaliste sur la fixation du carbone permet aux industriels du secteur de se prévaloir de la lutte contre le réchauffement climatique » (Herman, 2010, s.p.). Quand un projet vient directement de la part de n'importe quelle industrie, le regard critique à porter est de vérifier si un

tel projet inclut vraiment la communauté ou s'il ne s'agit que d'une stratégie d'écoblanchiment.¹

Pour pallier ce problème, des certifications ont été élaborées et un puits de carbone certifié assure que celui-ci a été monté dans les règles et en respectant la communauté hôte du projet. Dans le cas du projet Communitree, la certification *Plan Vivo* est l'assurance que la communauté reçoit bien les bénéfices des crédits carbone.

Plan Vivo est une certification de crédits carbone. Cette certification examine et passe annuellement en revue les projets. Ces derniers doivent prouver qu'ils respectent des critères spécifiques comme l'additionalité, l'absence de fuites et la permanence en utilisant les spécifications techniques de chaque projet et en évaluant les risques. Pour être certifié, le projet doit être vérifié par une tierce partie et chaque crédit est numéroté individuellement pour éviter la double comptabilité.

Cette première critique est ce qui ressort au premier degré de la littérature sur le sujet des puits de carbone. Par contre, en alliant cette critique avec la littérature en géographie, il est possible de mettre en valeur des possibilités de recherche, notamment dans ce qui touche à la géographie sociale. En sociologie et en géographie sociale, l'espace social est un concept qui fait régulièrement surface. Par exemple, pour Durkheim et l'École de Chicago, l'espace social est la zone habitée par un groupe. Depuis, au fil des développements et de la recherche, ce concept a bien évolué. Pour ce qui est de la géographie, Claval (1984, p.106) apporte une perspective qui rend possible l'observation d'un lien qui touche aux activités économiques:

«Ce n'est pas l'espace comme entité naturelle qui est important pour la géographie, mais l'espace comme le résultat d'investissements,

¹ L'écoblanchiment est une des différentes tactiques dans l'art de tromper le consommateur. Dans ce cas précis, il consiste à montrer socialement et écologiquement responsable lorsque ce n'est pas le cas en réalité (Deglise, 2009 *in* Duchesne-Lachance, 2013, p. 5)

d'activités économiques et d'applications variées de technologies de transport et de communications.»

Dans cette citation, Paul Claval ouvre la porte à une analyse plus profonde du territoire qui ne se résume pas seulement aux interactions d'un groupe avec une portion d'espace. Il inclut aussi dans son analyse les applications de technologies de transport, qui est une des facettes principales de cette recherche. Cette idée apporte une plus large perspective, car l'analyse demande de chercher des concepts qui vont au-delà de la technique et demande de faire appel à des concepts théoriques pour expliquer les observations sur le terrain.

Toujours dans le domaine de la géographie, d'autres critiques qui permettent de mieux orienter la recherche, notamment dans le domaine de la géographie radicale qui se sépare de la géographie quantitative pour apporter une perspective critique du libéralisme. En effet, selon cette géographie, il ne suffit pas qu'une société fonctionne pour qu'elle soit acceptable et le rôle du chercheur n'est pas de justifier ce qui existe, mais de mieux comprendre la réalité et de critiquer les tares face aux droits humains les plus fondamentaux.

Avec les puits de carbone, la commodification de la nature serait une des tares les plus décriées. Par ce terme, on indique qu'une valeur marchande est attribuée à la nature, dans ce cas précis au CO₂. Ceci fait que la nature devient une commodité dont on peut disposer selon nos besoins. Dans la géographie, cette critique découle des études de l'économiste Karl Polanyi sur l'économie de marché. Ce dernier apporte l'idée qu'il existe des marchandises fictives comme le travail, la terre et la monnaie. Ces biens ne sont pas des marchandises, car elles n'ont pas été produites ou commercialisées. Pourtant, le marché leur accorde un prix comme aux autres marchandises. Dans cette optique, les puits de carbone peuvent être perçus comme une tentative de l'économie de marché pour englober le CO₂. Ainsi, l'économie de marché est de plus en plus éloignée de sa forme pure, c'est-à-dire celle basée sur l'étalon or:

Notre thèse est que l'idée du marché s'ajustant lui-même était purement utopique. Une telle institution ne pouvait exister de façon suivie sans anéantir la substance humaine et naturelle de la société sans détruire l'homme et sans transformer son milieu en un désert. (Polanyi, 1944, p. 22)

La publication du livre de Karl Polanyi aura eu une grande influence sur la géographie. William Bunge et David Harvey, géographes quantitativistes², se détournent du courant pour former ce qui deviendra le courant de la géographie radicale. Ces géographes veulent montrer qu'un autre point de vue existe par rapport à la géographie quantitative trop proche des intérêts économiques dominants et de l'État complice. Ces géographes prônent une approche inductive, sur le terrain, en contact avec les espaces et les populations étudiées. Aujourd'hui, la géographie radicale s'intéresse à « la remise en question radicale du capitalisme, et non à son aménagement ou à la seule dénonciation de son virage néolibéral ou des « dérives » des marchés financiers » (Clerval, 2012, p.29)

À partir de cette lecture, il est possible de faire un lien avec les puits de carbone, notamment avec le concept de commodification, sur lequel de multiples auteurs ont basé leurs recherches. La commodification vient de ce que Marx appelait du capitalisme primitif et peut être comprise comme la privatisation de terres et l'expulsion des populations paysannes (Harvey, 2007, p.34). À partir des travaux de Polanyi et d'autres auteurs qui ont fait leurs recherches sur ce phénomène, le géographe Scott Prudham apporte des distinctions importantes au terme. Il n'explique pas seulement comment et pourquoi les commodités sont échangées, mais aussi d'où elles viennent, comment elles arrivent à travers un système d'intrants de matériaux bruts et de travail, à travers le transport, l'entreposage, la distribution pour finalement

² La géographie quantitative est une branche de la géographie dont les travaux partagent un cadre de référence conceptuel et méthodologique en rapport avec les présentations cartographiques, la modélisation de données environnementales, les modèles spatiaux dynamiques, la géostatistique, le traitement de données de télédétection, l'analyse de flux et de réseaux et l'étude des interactions spatiales, par exemple. (Pumain *et al*, 1996, p.2)

arriver aux marchés (et la disposition en fin de vie) (Prudham *in* Castree *et al* , 2009, p.125). Finalement, il ressort de cela que même le développement durable, compétiteur majeur du néolibéralisme dans une course à l'orthodoxie du développement postsocialiste, ne pose pas un défi assez grand face aux mastodontes émergents du marché libre (McCarthy et Prudham, 2004, p.277).

La littérature en géographie est très variée sur le sujet et cela est bon signe de son effervescence. Pour la géographie, cela peut aussi être perçu comme un défi. Ce défi peut inclure le travail pour offrir des systèmes plus précis et plus équitables en termes de droits, de marchés et de prix ou travailler pour endiguer l'expansion de la commodification de la nature. La géographie peut aussi être un forum de discussion sur les sujets comme la bioprospection³, les échanges de crédits d'émissions et les zones naturelles protégées, contribuant ainsi à créer un cadre empirique et théorique pour évaluer si de tels services environnementaux seraient adéquats et bénéfiques dans certaines circonstances (Liverman, 2004, p. 735). Ce cadre est encore loin d'être défini, mais il est manifeste qu'il prend de l'ampleur, car de nombreux auteurs s'intéressent à ce sujet et qu'il s'agit d'un enjeu important pour le XXI^e siècle.

Toujours inspirée du travail de Polanyi, la littérature fait ressortir entre autres que l'actuelle apparence de domination du capitalisme fait que les autres formes d'organisation économique, celles fondées sur la réciprocité ou la redistribution par exemple, ont été disqualifiées et de plus en plus marginalisées (Escobar *in* Sachs, 1992, p.134). Toutefois, il existe des moyens de tenir tête à la tendance à la commodification dans les projets environnementaux. Pour cela, il faut prendre en compte les besoins de la population locale. Il arrive que la mauvaise perception du

³ La bioprospection est un terme qui découle de la *Convention sur la diversité biologique*, signée au Sommet de Rio de 1992. L'article premier de cette convention précise que ces objectifs sont « la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques » (UNEP, 1992, p.3). Les ressources génétique peuvent être, entre autres choses, des gènes isolés, des graines, des boutures et des plantes entières (Morin, 2003, p. 309).

développement, dans certaines pratiques, fasse que la capacité des populations à définir leurs propres besoins est altérée. Pour pallier cela, des orientations subséquentes ont été adoptées dans cette recherche. Il faut que les formes d'interactions soient renforcées et qu'elles tiennent compte du tissu social. Brisant ainsi les principes économiques d'échange d'équivalents, la population peut continuer de vivre à sa façon (Esteva *in* Sachs, p.21). Ceci peut limiter l'impact et l'étendue des opérations commerciales qui doivent quand même être maintenues, que les risques de commodification du temps et du fruit des efforts sont réduits. La mobilisation sociale est donc une partie à prendre en compte dans la recherche.

Il n'y a pas que la mobilisation sociale qui soit à prendre en compte dans la littérature, il y a aussi la notion d'échelle à laquelle cette mobilisation a lieu. De plus en plus, la globalisation semble atomiser les interactions à l'échelle locale, mais est-ce vraiment le cas? Cela dépend de la façon dont un projet est abordé et il y a des éléments fondamentaux à prendre en compte lors de la mise en place de ces projets. Tout d'abord, la structuration au niveau local est importante quand vient le temps de travailler sur les projets environnementaux, mais il semble qu'il y ait un retard par rapport aux structures à l'échelle globale. Dans le contexte de globalisation, l'individualisme entrepreneurial à l'échelle locale peut expliquer les difficultés de la mobilisation sociale. Toutefois, si les interactions sont encouragées, la mise en relation de divers acteurs au niveau de la concertation et du partenariat permet des négociations et, du coup, des compromis susceptibles d'orienter l'adaptation locale à la globalisation au profit des collectivités et non à leurs dépens (Klein, 1997, p. 372). Comme mentionné précédemment, le projet *Communitree* est basé sur des partenariats et la concertation et comme il sera expliqué plus loin, les participants sont consultés sur une base quotidienne par les techniciens et aussi via des rencontres annuelles. Ceci permet d'amorcer un dialogue régulier et de laisser place aux ajustements dans un projet aux interactions dynamiques.

La littérature en géographie est constamment mise à jour, mais il existe une notion de base qui est très importante dans la recherche. Comme le démontrent les recherches de Jamie Peck sur le sujet, la notion scalaire dans les interactions ne peut pas être ignorée. Partant de l'échelle régionale (celle des interactions locales concertées) dans les projets environnementaux, il faut aussi tenir compte d'une échelle plus large ; celle des politiques nationales. Ici, les interactions n'ont pas seulement lieu à l'échelle de la région de San Juan de Limay, mais elles sont aussi liées aux politiques du gouvernement en place. La redistribution des terres suite à la guerre civile est un bon exemple qui démontre que les politiques nationales ont une influence importante sur un projet qui est à l'échelle régionale et même locale, lorsque l'on considère la participation directe de la communauté dans le projet. Entre l'échelle locale et l'échelle nationale, voire internationale, des interactions complexes ont lieu et ces relations interscalaires doivent être considérées pour cette recherche. Considérant cela, il est difficile de penser qu'un projet efficace à un endroit soit reproductible ailleurs, car à l'échelle locale, l'espace est inégal et varié. Donc, au lieu de voir les différences locales comme des contraintes à l'application d'une politique nationale générale, il faut comprendre ces différences géographiques comme l'occasion d'une compétition sous-nationale, d'adaptation personnelle et d'interventions spécifiques à chaque circonstance (Peck, 2002, p. 356). Les relations interscalaires occupent une place privilégiée au sein de la littérature en géographie radicale et surtout quand vient le temps de critiquer les relations de régimes néolibéraux nationaux avec la force de travail locale.

1.4 Pertinence pratique

Les puits de carbone sont un sujet de réflexion qui, depuis le protocole de Kyoto, prend de plus en plus d'importance, notamment en Europe, où la loi oblige les entreprises des pays signataires à limiter leurs émissions de GES. Ces interventions environnementales s'inscrivent dans un contexte qualifié comme étant l'enjeu du

XXI^e siècle. Plus que de simples opérations de reforestation, les puits de carbone représentent un défi d'innovation technique et organisationnelle, ils requièrent aussi une planification à long terme et certaines de leurs facettes demeurent encore inconnues. L'objectif de cette recherche est de mettre en perspective les problèmes non résolus des puits de carbone et de contribuer à trouver leur solution. L'idée des puits de carbone est ambitieuse. En effet, il est de plus en plus clair que l'adaptation aux changements climatiques demande des transformations institutionnelles et des changements de valeurs profonds. De plus en plus de chercheurs écrivent que cette adaptation demande un changement de paradigme dans notre société. Comme le mentionne le géographe Mark Pelling: «la résilience (absorber les problèmes du climat à mesure qu'ils surviennent) ne pose pas de défi au statu quo (Pelling, 2011, p.51). Le changement de paradigme, par contre, a une portée beaucoup plus profonde, car il vise un changement global du régime politico-économique actuel qui est considéré comme la source du problème.

1.4.1 Définition d'un puits de carbone.

Pour débiter, il faut connaître la provenance des puits de carbone⁴ et la manière dont ils s'inscrivent dans cette adaptation aux changements climatiques qui est ici proposée comme une transition de la résilience vers la transformation.

Ici, l'exemple du Western Climate Initiative (WCI) s'avère pertinent étant donné qu'il démontre que le Québec fait aussi partie du mouvement et que ce phénomène ne se limite pas qu'à l'Union Européenne.

⁴ Selon la définition de Ressources naturelles Canada: « Une forêt est considérée comme un puits de dioxyde de carbone si elle absorbe davantage de dioxyde de carbone dans l'atmosphère qu'elle n'en rejette ». <<http://www.mcan.gc.ca/forets/changements-climatiques/13086>>, consulté le 2 septembre 2014.

La WCI a été fondée en réaction aux juridictions canadiennes, étasuniennes et mexicaines face au retrait et à la non-ratification du Protocole de Kyoto par ces mêmes pays. Il est vrai que depuis la crise financière de 2008, la plupart des participants se sont retirés du projet, mais le Québec et la Californie en font toujours partie. L'objectif du groupe est de légiférer, établir des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), cibler et obliger les plus grands pollueurs à transformer leurs activités pour les rendre plus respectueuses de l'environnement. Plusieurs entreprises et institutions ont déjà commencé à le faire: «l'aluminerie Alouette à Sept-Îles, l'aciérie d'Arcelor Mittal à Contrecoeur, la cimenterie Lafarge à Saint-Constant, l'incinérateur de la Ville de Québec ainsi que l'Université McGill» (Bélair-Cirino, 2013, s.p.), doivent fournir un bilan annuel des émissions de CO₂ liées à leurs activités et compenser pour les émissions qui n'atteignent pas les objectifs de réduction. Le puits de carbone est donc une des manières de compenser les émissions excédentaires, car en finançant la plantation d'une forêt, le carbone séquestré par la photosynthèse des arbres va, sur le moyen terme, compenser le surplus d'émissions de carbone des activités industrielles. Il s'agit, en fait, du premier pas de la transition vers le changement de paradigme.

Tout comme dans l'Union Européenne, la WCI utilise un mécanisme de marché du carbone. C'est à partir de ce marché que se vendent, s'achètent et s'échangent des crédits carbone. Ces crédits équivalent à un volume conventionnel d'émissions de GES qui a été évité ou compensé. Il existe plusieurs façons de faire, mais dans le cadre de ce projet, le participant finance une plantation d'arbres. La plantation ne peut pas se faire n'importe comment ; la méthodologie doit être approuvée et révisée par une tierce partie indépendante, par exemple, la fondation Plan Vivo, qui se spécialise dans ce type d'accréditations. Il existe aussi des certifications comme Carbonfix ou Gold Standard. L'objet de ce mémoire est donc le projet de reforestation Limay qui propose un service de compensation d'émissions de GES par la reforestation.

L'initiative de la WCI provient du Mécanisme de Développement Propre (MDP) qui faisait partie du Protocole de Kyoto mis en place par la Convention Cadre des Nations unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) en 1997⁵. Dans le cas de la WCI, ce sont des juridictions locales, tandis que pour l'Europe, ce sont des États qui placent les objectifs et qui légifèrent sur les droits d'émissions.

Le protocole de Kyoto découle d'un long processus. Il est possible de remonter jusqu'au premier sommet de la Terre en 1972 et l'adoption de la première forme économique du principe du pollueur-payeur. Le principe, adopté par l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE) et ensuite par plusieurs pays développés, est défini dans le code français de l'environnement comme: « le principe selon lequel les frais résultants des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur» (France, 2012, p.26). 1972 a aussi été l'année de la publication du controversé rapport Halte à la croissance? Lequel, basé sur les données d'un des premiers modèles informatiques du climat, a été la première publication montrant les dangers écologiques de la croissance économique. En 1987 avec la sortie du rapport *Brundtland*, intitulé: *Notre Avenir à Tous*, la toute première définition du concept de développement durable a finalement été publiée. Pour bien comprendre le fonctionnement des puits de carbone, il faut expliquer leur situation géographique. La partie suivante explique ce contexte.

1.4.2 Le Nicaragua et la partie nord-ouest du pays.

Le terrain sur lequel a lieu l'objet de ce mémoire se situe au Nord-est du Nicaragua, un pays d'Amérique centrale qui partage ses frontières avec le Costa Rica au sud et le

⁵ Le MDP fonctionne de la manière suivante: « les pays industrialisés payent pour des projets qui réduisent ou évitent des émissions dans des nations moins riches et sont récompensés de crédits pouvant être utilisés pour atteindre leurs propres objectifs d'émissions» (UN, 2013, s.p.)

Honduras au nord. Son indice de développement humain (IDH) est de 0.614, ce qui en fait l'avant dernier pays des Amériques avant Haïti. Le Nicaragua est pourtant reconnu pour sa richesse en biodiversité et pour son climat tropical. Les lignes de crête accidentées et ses sommets volcaniques, héritage de la zone de subduction sur laquelle il est situé, offrent des paysages remarquables.

Pour ce qui est de sa gestion environnementale, la politique d'utilisation des terres était inexistante pendant la période où la famille Somoza était au pouvoir, soit de 1937 à 1979. Ce gouvernement était caractérisé par une exploitation des ressources naturelles confiée à des firmes étrangères. En 1979, la prise de pouvoir par le Front Sandiniste de Libération Nationale (FSLN) avait pour but de nationaliser et redistribuer les terres des grands propriétaires aux sans terres et aux petits producteurs. Jusqu'en 1990, la guerre des «contras» a bloqué les opérations de construction de routes et l'accès au bois d'œuvre prisé, prévenant les changements d'utilisation des terres aux abords des artères routières (Vandermeer, 1991, p.42). La conscription forcée, un système économique en dépression et les conflits entre les groupes rebelles et sandinistes ont poussé la population des régions rurales périphériques vers les villes.

Au Nord-ouest du Nicaragua, les données de production agricole du gouvernement et les analyses de données Landsat MSS indiquent que la portion de terre agricole en production au début du conflit (1979-80) était inférieure de 60% à celle de 1972-73 parce que les conflits interféraient avec les plantations et empêchaient la population d'accéder aux terres agricoles (Howe, 1983 *in* Stevens *et al*, 2011, p. 2609).

Au moment de la cessation de la violence, le gouvernement émergent manquait de moyens politiques pour gouverner efficacement et les institutions communautaires étaient fragilisées par la guerre. Pendant ce temps, l'exploitation demeurait souvent incontrôlée et représentait une opportunité pour les interventions de conservation

d'asseoir les institutions communautaires pour prévenir des pertes substantielles de biodiversité (Hatton *et al.* 2001, p.47).

Dans une région où la vie de la population dépend directement des ressources locales, anticiper les impacts sociaux et écologiques aidera donc à améliorer la sécurité naturelle et économique dans le cadre de la restauration post-conflit (Stevens *et al.* 2011, p.2610).

1.4.3 Partenariats internationaux pour une intervention locale

Tout comme les aires protégées, les puits de carbone assignent et délimitent une partie du territoire en plus de promettre des bénéfices en échange de ces modifications. Les enjeux se font sentir à l'échelle régionale et proviennent surtout des partenariats entre les acteurs locaux, les institutions et les entreprises qui créent des interrelations à la fois sociales et économiques (Klein, 1997, p.371).

Au Nicaragua, les parcelles agricoles consistent majoritairement en des petits lots de subsistance, nichés dans une matrice de forêts et de terres agricoles qui utilisent des techniques agroforestières à basse intensité. À l'échelle de San Juan de Limay, le projet a pris forme sur la base d'ententes signées avec les agriculteurs de la communauté qui sont intéressés à participer au projet.

Ces ententes forment la première étape dans l'élaboration d'un crédit carbone généré par le projet Limay. Chaque producteur ou groupe de producteurs écrit un Plan Vivo qui est, en d'autres termes, un plan d'aménagement. Ce plan d'aménagement est décidé par la communauté selon ses besoins, ses intérêts et selon ce qui correspond le mieux à l'écosystème. La carte cible les parties des terres qui sont sous-utilisées et qui peuvent potentiellement contenir une forêt sans nuire à la culture principale de chaque producteur. Une fois cette cartographie établie, l'équipe technique

d'Aproedin, un organisme majoritairement composé de techniciens forestiers locaux, assure le support et le suivi auprès des participants.

La tâche principale est de visiter quotidiennement les participants. Chaque technicien se voit associer des producteurs qui ont une ou plusieurs parcelles de plantation inscrites au projet et le technicien est responsable du suivi auprès des participants. Les visites peuvent consister en l'acheminement de nouvelles semences, de matériel, de conseils et aussi pour faire la collecte de données nécessaires au calcul du bilan carbone du projet. Ces données vont de la cartographie par système de positionnement global (GPS) au calcul du diamètre et de la hauteur des arbres, du taux de survie des graines, etc. Comme il sera expliqué dans la méthodologie, la cartographie de ces déplacements est indispensable pour répondre aux questions de recherche, l'objectif étant de savoir pourquoi un changement dans le matériel viendrait modifier le nombre de déplacements et, au final, la consommation d'essence et les émissions de GES liées au transport.

Le projet est aussi viable grâce à un partenariat international. Basé à Montréal, l'organisme Enracine est responsable de l'aspect administratif et financier du projet. C'est l'équipe d'Enracine qui s'occupe de la comptabilité, de la certification des crédits et qui fait affaire avec les courtiers du marché du carbone. C'est aussi Enracine qui collecte les données du projet et qui gère la base de données.

1.5.4 Enjeux

Il est manifeste aujourd'hui que les changements climatiques représentent un enjeu global et commun. Cette recherche se concentre plus précisément sur l'enjeu de réduction des déchets dérivés du pétrole comme le plastique et l'essence qui sont utilisés dans les opérations du projet, ce qui amène des diminutions d'émission de GES.

1.5 Pertinence géographique et scientifique.

Cette recherche vise à contribuer à trouver des moyens d'optimiser des opérations pour en réduire l'empreinte carbone.⁶ Le rapport du GIEC de 2014 nous rappelle la pertinence scientifique du sujet, car tout n'est pas encore clair au sujet des changements climatiques. De plus, une section précise du rapport de 2007 confirme la pertinence géographique de ce sujet de recherche:

Il existe des obstacles, des limites et des coûts que l'on ne cerne pas toujours parfaitement, notamment parce que l'efficacité des mesures d'adaptation (voir de mitigation) dépend dans une large mesure de facteurs de risque géographiques et climatiques particuliers ainsi que de diverses contraintes institutionnelles, politiques et financières (GIEC, 2007, p.73).

Il s'agit aussi d'une contribution à un débat en géographie qui porte sur « La relativisation de la prétendue objectivité de l'espace » (Di Méo, 1998, p.100). Cette recherche veut contribuer au débat en observant la diversité des représentations de l'espace où s'expriment des sujets, des agents ou des acteurs.

D'ailleurs, la citation suivante explique bien comment les puits de carbone sont des interventions qui créent une dynamique au sein du territoire:

L'approvisionnement en services écosystémiques dépend de conditions biophysiques et de changements à travers le temps et l'espace causés par la modification humaine des couverts et de l'utilisation des sols. Ces mosaïques spatiales du couvert des sols et du changement dans son utilisation peuvent être reliées à de grandes régions et donner des mesures directes des activités humaines (Riitters *et al*, 2000, p.604).⁷

Il y a tout un volet d'aménagement du territoire qui s'intègre à ces projets. En effet, les interventions demandent de nouvelles délimitations et affectations de parcelles

⁶ L'empreinte carbone représente la somme des GES émis tout au long du cycle de vie du produit.

⁷ " The provision of ecosystem services depends on biophysical conditions and changes over space and time due to human induced land cover, land use and climatic changes. Spatial patterns of land cover and land cover change can be linked to large regions and provide direct measures of human activity ".

agricoles qui peuvent modifier le territoire sur plusieurs aspects dont son accessibilité par exemple. La pertinence géographique de notre recherche s'inscrit donc dans ce contexte.

1.6 Type de recherche

Il faut tout d'abord préciser qu'il s'agit d'une recherche non contrôlée. En effet, compte-tenu du fait que le terrain est dynamique, il était difficile de contrôler tous les aspects qui auraient pu influencer les observations. Dans le contexte du projet *Communitree*, l'immense superficie du territoire, sa complexité, ainsi que sa nature changeante, font que la plupart des facteurs sont hors de contrôle. Par exemple, dans le cadre des visites menées par les techniciens, il est possible de connaître leur fréquence. D'un autre côté, concernant les chemins qu'empruntent les techniciens, il peut arriver qu'une crue fasse dévier temporairement le chemin vers une parcelle. Ceci est un exemple de facteur hors de contrôle relevant de la météo. La recherche n'en devient pas impossible, mais non expérimentale, c'est-à-dire que le sujet d'observation est une réalité soumise aux aléas naturels et qu'il n'est pas créé artificiellement en laboratoire. La plupart des facteurs ne peuvent donc pas être contrôlés, mais des observations peuvent tout de même être faites. De plus, il s'agit d'une recherche de type non expérimental parce que les observations sont basées sur des événements du passé, tandis que dans le cadre d'une recherche expérimentale, les observations ont lieu au présent.

Pour ce type de recherche, étant donné que la plupart des facteurs sont hors de contrôle, plutôt que de chercher une corrélation avec un facteur particulier, l'approche hypothético-déductive est mieux appropriée pour répondre aux questions de recherche. En effet, cette approche permet de favoriser la recherche d'une cohérence logique avec les observations (Bédard, 2013, p.40)

Il faut aussi préciser qu'une approche hypothético-déductive sous-entend une démarche holistique, c'est-à-dire que le phénomène que nous observons est considéré comme une totalité ou comme un tout. Ici, le tout est plus important que la somme des parties. Plus précisément, le territoire du projet *Communitree* est pris en compte dans sa globalité, plutôt que de considérer séparément ses parties. Avec cette démarche, cette recherche s'intéresse à la manière dont les relations sont organisées sur le territoire.

Cela apporte un autre point qu'il faut préciser avant d'aborder la problématique en tant que telle, c'est l'approche systémique qui apparaît ici la plus appropriée. Étant donné que l'optimisation des opérations en est le cœur, l'approche systémique, quand elle est reliée à un territoire, ouvre des possibilités d'observations qui sont très utiles pour arriver à des réponses réalistes. Ceci est basé sur des lectures précédentes en géographie, notamment la définition de Claude Raffestin qui définit le territoire comme « La relation qu'entretient un groupe avec une portion d'espace » (Piolle, 1990, p. 151). Comme le mentionne Raffestin au sujet de la « géostructure » ou du « système réel », les deux sont à rendre intelligibles par la médiation d'un langage (Raffestin, 1977, p.123). Une des façons de rendre intelligible cette structure est la famille de concepts liés à l'approche systémique⁸. Ici, elle est considérée comme la médiation la plus appropriée du langage géographique, ne serait-ce que pour la complexité des relations qui ont lieu sur le territoire du projet *Communitree*, ce qui sera élaboré en détail dans la méthodologie. Pour l'instant, il faut garder en tête la notion de système territorial où des relations sont entretenues entre les acteurs du projet.

La municipalité de San Juan de Limay s'étend sur une superficie de 485 km² et les parcelles du projet *Communitree* y sont parsemées un peu partout, selon l'endroit où

⁸ La systémique est un savoir répondant à quatre concepts de base: le système, la complexité, la globalité et l'interaction (Donnadieu *et al.* 2003, p. 3).

habitent les participants membres du projet. Habituellement, la maison familiale se situe près de la plantation, mais dans d'autres cas, il faut marcher plus loin pour atteindre la parcelle de plantation. La superficie d'une parcelle de plantation peut varier entre 0,4 et 33 hectares (ha), dépendamment du type de plantation qui y a lieu. Il existe trois méthodes de plantation dans le projet: espèces mixtes, silvo-pastorale et barrière.

La plantation mixte est une technique d'afforestation qui consiste à planter une forêt mixte sur un lot sous-utilisé à partir d'espèces d'arbres indigènes (Baker *et coll.* 2012, p.6). La méthode silvo-pastorale est une alternative intégrant les arbres et des pâturages améliorés avec du bétail (Baker *et coll.* 2012, p.6). La méthode barrière (aussi connue sous le nom de «barrières vivantes») consiste à planter des arbres le long de tous les types de frontières comme les barrières entre les lots des agriculteurs (Baker *et coll.* 2012, p.6).

Avec cette brève mise en contexte, une vision générale de l'objet d'étude peut être présentée, mais avant d'aller plus loin dans les détails, il faut établir la problématique de cette recherche.

1.7 Problème général

Comme nous l'avons mentionné dans la mise en contexte, L'incinération des sacs de plastique utilisés pour l'ensemencement des graines d'arbres font que les opérations produisent des déchets excédentaires en plus d'émettre des GES par la combustion du plastique. De plus, ces déchets ne sont pas biodégradables et sont brûlés en fin de cycle, ce qui émet des GES sous forme de CO₂.

Depuis le rapport du GIEC, il est évident que le CO₂ est une des causes majeures de l'évolution du climat, car il est un puissant gaz à effet de serre⁹, avec le méthane et l'oxyde nitreux. Il est donc nécessaire de trouver des façons de réduire au maximum ces émissions. Dans les dernières années, les observations ont montré que «les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) imputables aux activités humaines ont augmenté depuis l'époque préindustrielle ; la hausse a été de 70% entre 1970 et 2004 » (GIEC, 2005, p.5). Actuellement, la concentration de CO₂ mesurées dans l'air atteignent jusqu'à 401,8 parties par millions (ppm) (NOAA, 2014, p.4). Ceci est très préoccupant quand nous savons que le seuil sécuritaire est fixé à 350 ppm (Hansen *et al.* 2008, p. 16).

Le problème général de cette recherche est de réduire au maximum les déchets de plastique qui découlent du projet, car *Communitree* est avant tout un projet à vocation environnementaliste. Le fait de produire un tant soit peu de déchets de plastique peut sembler contradictoire et il est nécessaire de tester des alternatives.

En plus de produire du CO₂, ces sacs sont volumineux, pesants et difficiles à transporter. Le transport de ces sacs devient donc lui aussi problématique. En effet, l'acheminement des plants de la pépinière vers le site de plantation se fait à partir de ces sacs d'ensemencement. Ils sont transportés, la plupart du temps, dans des cagettes (ou *cajillas*). Les *cajillas* sont ensuite transportées par camion ou avec une charrette à bœufs, mais la plupart du temps, c'est à pied qu'elles sont transportées.

Avec les sacs de plastique, peu de plants peuvent être transportés en un seul voyage et cela demande beaucoup de trajets aller-retour qui se font souvent par des chemins où l'accès est difficile. Cela rend le transport moins efficace et plus la distance est grande, plus la consommation d'essence augmente. Comme les parcelles de

⁹ Le dioxyde de carbone est ici défini comme un gaz d'origine naturelle ou résultant de la combustion de combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon, etc) (...) c'est le principal gaz à effet de serre anthropique qui influe sur le bilan radiatif de la terre (GIEC, 2007, p. 79).

plantation sont disséminées un peu partout, cela rend le transport sur le territoire peu efficace.

Quand les arbres sont transportés par camion, cela accroît davantage la consommation d'essence et les émissions de CO₂ des opérations s'en trouvent augmentées.

Enfin, la manutention que demande ce type d'ensemencement est questionnable sur le plan de l'efficacité et de la pollution. Il faut beaucoup de travail pour les remplir de terre, les placer et les arroser. Il faut donc tester la possibilité d'une alternative à cette méthode pour que les sacs soient remplacés par des substrats d'ensemencement plus efficaces, mais qui sont plus onéreux. Ces derniers sont moins volumineux et plus légers, de sorte qu'un plus grand nombre peut être transporté lors d'un seul voyage, ce qui réduirait les trajets aller-retour nécessaires en camion.

1.8 Problème spécifique

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le fardeau du transport est la question centrale dans cette recherche. Pour mieux comprendre la situation, elle a été divisée en trois facettes. Cette recherche s'attache à trois facteurs critiques qui touchent directement au projet tels que l'empreinte carbone générale du projet *Communitree*, les coûts que comprendraient ce changement dans les opérations et, finalement, pour qui, de la communauté ou de l'organisme, ces dépenses ou bénéfices se feront ressentir.

Ces trois facettes seront utilisées pour formuler les trois questions secondaires de la recherche, trois questions qui finalement répondront à la problématique spécifique, à savoir la façon optimale de réduire l'empreinte carbone des opérations sans que cela

ne coûte trop cher. Dans le cas du projet, cette alternative serait d'utiliser des pastilles de tourbe compressée qui remplaceraient les sacs en plastique. Ces pastilles sont biodégradables, plus légères et compactes que les sacs remplis de terre, mais elles coûtent plus cher à acquérir. Cela induit une incertitude vis-à-vis du fait que le coût initial plus élevé ne soit pas rentabilisé à moyen terme par une meilleure efficacité opérationnelle.

Cette recherche vise aussi à savoir si l'empreinte carbone du projet pourrait être réduite en utilisant cette alternative dans les opérations. Pour ce faire, elle ne se concentre pas seulement sur les économies potentielles liées à ce terreau alternatif, mais aussi sur les répercussions que ce changement aurait sur le transport des sacs, du matériel et sur le déplacement des techniciens forestiers lorsqu'ils visitent les producteurs. En somme, ce changement est susceptible d'influencer les transports et, en bout de ligne, la consommation de carburant dans les transports.

Dans cette alternative, la localisation des pépinières est une partie importante de la recherche. Dans le projet *Communitree*, certains participants jouent le rôle de pépiniéristes. Leur tâche est de préparer les nouveaux plants, de la graine à la pousse, jusqu'à l'étape de la transplantation finale dans les parcelles. Les pépinières jouent un rôle d'intermédiaire entre l'arrivage des graines d'arbres et leur plantation. Ce sont les pépinières qui reçoivent les graines, les placent dans les sacs de terre jusqu'à ce que la pousse soit prête. Une fois prête, c'est à partir des pépinières que sont redistribuées les plantes pour la plantation finale.

Ceci est très important à considérer d'un point de vue géographique et aussi suivant un point de vue d'optimisation, car les pépinières peuvent être vues comme les centres de distribution d'où proviennent les arbres du projet. Ceci étant dit, la localisation des pépinières risque aussi d'influencer l'empreinte carbone du projet, c'est-à-dire que plus une pépinière est éloignée d'une parcelle, plus son accessibilité diminue et demandera du transport et plus de carburant pour y acheminer les plants.

Ces pépinières seront très utiles pour comprendre l'aspect géographique de la recherche, car elles ont rapport avec trois concepts de base en géographie. Le premier est la localisation (coordonnées spatiales et géométrie), puis les attributs (les propriétés comme le nombre d'arbres produits par chaque pépinière, par exemple) et enfin : les relations (topologie comme les parcelles qui sont affiliées à telle ou telle pépinière, par exemple) (Burrough et McDonnell, 1998, p.28).

La localisation des pépinières aura une influence sur les coûts et ce qui risque le plus de faire aller de l'avant l'alternative ou le maintien du statu quo. Cette facette est donc visée dans la présente recherche comme un facteur déterminant sur la façon dont sont menées les opérations.

Pour arriver à répondre à nos questions secondaires et pour en revenir à la question principale, la recherche commence par analyser tout ce qui a trait aux coûts. Cette partie aura pour but de comparer les coûts actuels avec ceux de l'alternative des pastilles de tourbe. Par la suite, l'aspect du transport sera analysé et la recherche se concentrera sur les voyages que requièrent les opérations en incluant les visites des techniciens et le transport de matériel. Finalement, une étude de la localisation des équipements sera menée pour connaître où sont les points de contact dans le système de transport du projet *Communitree*.

1.9 Hypothèse principale et spécifique de la recherche

Au point de vue géographique, peut être associée toute une dimension géomarketing. Le géomarketing est une branche de la géographie qui allie les notions d'espace et de marketing. Certains concepts tels que la proximité et la localisation seront en effet très utiles pour répondre aux questions de cette recherche.

1.9.1 Question et hypothèse principale

Étant donné le contexte général des changements climatiques et en tenant compte de la problématique spécifique de ce mémoire, il est nécessaire de se poser la question suivante:

Pourquoi ces projets ne réduisent-ils pas davantage leur utilisation leur utilisation des sacs de plastique et de l'essence pour ainsi minimiser leur impact environnemental?

L'hypothèse principale est posée de la façon suivante: considérant que la transition inclurait un nouveau type de terreau d'ensemencement plus facile à manier, ceci sera à l'avantage économique du projet qui pourra notamment transporter plus d'arbres en un seul voyage qu'avec les sacs de terre conventionnels. Deuxièmement, étant donné que cette transition implique des terreaux biodégradables, il est possible que cela influence à la baisse la consommation de plastique dans le projet et que son empreinte carbone en bénéficie. Finalement, ces améliorations risquent de se répercuter dans des économies pour les organismes externes comme *Enracine*, l'organisme montréalais responsable de l'aspect financier du projet, ou par des économies du côté de l'organisme à San Juan de Limay.

L'hypothèse principale est donc scindée en trois parties visant chacune des facettes mentionnées ci-dessus. Dans un premier temps, cette recherche vise à connaître dans quelle mesure la transition serait bénéfique ou non au projet et ceci sous un angle strictement économique, c'est-à-dire que les observations sont basées sur les coûts de la transition et de son maintien. Dans cette partie, il s'agit de comparer les coûts actuels des sacs de plastique et d'estimer, selon les observations de la recherche, un comparatif avec une situation où les opérations seraient menées avec des pastilles de tourbe compressée. Il existe beaucoup de parties des opérations qui risquent d'être influencées par cette transition.

Il y a premièrement les coûts liés à l'approvisionnement en matériel de base. Comme il sera démontré dans la partie résultats, nous constatons une bonne différence de prix entre les sacs et les pastilles, ces dernières étant plus onéreuses au départ que les sacs. Mais cela ne veut pas dire qu'au bout du compte ce sont les pastilles qui coûtent le plus cher. Si, comme il sera expliqué dans la partie résultat, au final il s'avère que les sacs, moins chers au début, coûtent plus cher au final parce qu'ils ne sont pas compatibles avec un transport efficace. L'idée derrière la question ici : définir si la stratégie économique du projet doit être orientée à court ou moyen terme et pourquoi?

Les coûts ne sont pas seulement basés sur l'approvisionnement en matériaux. Il faut aussi se pencher sur les effets qu'aurait ce changement sur la main-d'œuvre. Dans le projet *Communitree*, une main-d'oeuvre est nécessaire pour affecter des tâches comme remplir les sacs de terre, entretenir les plants et les transplanter. La famille participante ne peut pas à elle seule subvenir à ce travail et il arrive fréquemment qu'elle engage d'autres membres de la communauté pour l'aider. Ceux-ci sont rémunérés avec les revenus générés par la forêt et le projet. Ici, la question touche la rémunération et le temps travaillé. Notre recherche veut connaître les effets d'un tel changement sur la main-d'œuvre. Il est possible que les sacs demandent plus de manutention que les pastilles de tourbe. En matière de coûts, il faut aussi compter la consommation de carburant, car elle risque fort d'être influencée par le type de terreau utilisé. Il faut seulement penser à la différence de dimension entre les deux types de terreaux. Cela risque de changer la manière dont le transport est fait.

Dans un second temps, c'est l'empreinte carbone qui fait l'objet de la recherche. L'objectif est ici de savoir pourquoi une des deux méthodes d'ensemencement est meilleure que l'autre en termes d'émission de CO₂. Pour ce faire, il faut mener une

analyse de cycle de vie¹⁰ des deux produits et ensuite les comparer. Les données d'analyse du cycle de vie peuvent englober tout le processus de fabrication d'un produit, c'est-à-dire de l'extraction des matières premières à la gestion en fin d'utilisation. Ici, étant donné le temps et les ressources disponibles pour la recherche, l'analyse doit se contenter d'utiliser des données à l'échelle du projet. Donc, ce qui fera la différence sera l'acheminement des terreaux aux parcelles et de connaître de quelle façon ceux-ci sont éliminés à la fin de leur utilisation. Entre les sacs et les pastilles, il existe des différences notables.

Dans un troisième temps, étant donné que la main d'oeuvre devrait être influencée par le changement dans l'équipement, cette recherche vise à savoir pourquoi la communauté bénéficierait ou non de la mise en place d'une alternative. Dans cette perspective, il faut tenir compte des économies potentielles et savoir si les travailleurs du projet auront autant accès à la rémunération qu'ils l'avaient avec le travail précédent (le remplissage de sacs et leur manutention). En d'autres mots, est-ce que la transition vers les pastilles demandera autant d'heures de travail qu'avec les sacs et pourquoi? Cette question sous-entend qu'il faudra étudier quelles sont les autres tâches possibles lorsque plus de temps de travail est disponible. Cela pourrait avoir une influence sur le rendement de la forêt, car plus de temps pourrait être investi dans son entretien.

En somme, la question principale est de savoir pourquoi une transition serait possible ou non pour le projet, et elle peut se diviser en trois parties: la question de coûts, celle de l'empreinte carbone et celle des bénéficiaires des avantages qui en découlent.

L'objectif est ici surtout de décrire la réalité basée sur les observations qui ont été menées. Cela veut dire que le projet Communitree est passé à la loupe pour être décrit

¹⁰ Le cycle de vie d'un produit est la prise en compte de toutes les relations (environnementales, économiques et sociales) propres à un produit ou un service, et ce tout au long de son cycle de vie, soit de l'extraction des matières premières jusqu'à son élimination finale, ce que l'on nomme « *du berceau au tombeau* ». (CIRAIG, 2014, s.p.)

aussi fidèlement que possible. Cette question est à la base du choix des facteurs qui sont observés, mais il faut encore préciser les questions secondaires pour faire ressortir les concepts associés aux facteurs qui sont observés.

1.9.1.1 Première question et hypothèse secondaire

La première question secondaire se concentre sur les coûts et elle s'énonce comme suit:

Pour l'ensemencement des arbres du projet Communitree, pourquoi l'utilisation de pastilles de tourbe plutôt que de sacs de terre permettrait-elle de réduire les dépenses reliées au projet?

L'hypothèse est que les dépenses indirectes du projet seront réduites si les pastilles de tourbe sont utilisées parce que celles-ci requièrent moins de travail lors de la plantation et permettent un transport plus efficace.

1.9.1.2 Deuxième question et hypothèse secondaire

La seconde question secondaire cherche à dévoiler l'empreinte carbone des opérations menées dans le cadre du projet. La question s'écrit comme suit:

Pour l'ensemencement des arbres du projet carbone Limay, pourquoi l'utilisation de pastilles de tourbe plutôt que de sacs de terre réduirait l'empreinte carbone du projet de carbone Limay?

Ici, les coûts sont mis de côté pour se concentrer sur l'impact environnemental des deux différents terreaux.

L'hypothèse est que la plus petite dimension des pastilles de tourbe accroît l'efficacité du transport. Un transport plus efficace permet de réduire la consommation de carburant pour les camions et réduirait aussi le nombre de voyages, car plus de pastilles peuvent être transportées en un seul voyage que des sacs de plastique. De plus, l'utilisation du plastique peut être éliminée si l'alternative des pastilles de tourbe est choisie. Ceci influencera grandement l'empreinte carbone, car les pastilles sont biodégradables et ne produisent pas de déchets de plastique qui sont brûlés après leur utilisation.

1.9.1.3 Troisième question et hypothèse secondaire

La troisième question secondaire vise à savoir si c'est la communauté ou les organismes chapeautant le projet qui seront le plus affectés par les coûts et les économies réalisées dans l'éventualité d'une transition. Pour bien saisir l'importance de cette question, il faut savoir que ce sont deux organismes en partenariat qui supportent projet Communitree.

Le premier organisme est basé à Montréal. Enracine a été responsable de tout l'aspect financier du projet depuis 2008. Sur le terrain, c'est l'organisme Aproedin qui assure le suivi technique auprès des participants. Ces deux organismes travaillent en partenariat auprès de la communauté. De l'autre côté se trouve le groupe de participants au projet. Les détails du budget sont expliqués dans la section du cadre opératoire, mais pour l'instant, il est important de savoir que la question secondaire cherche à comprendre laquelle des deux parties est susceptible de retirer des avantages ou d'être désavantagée par la transition projetée.

Pour la troisième question secondaire, l'hypothèse est que la demande de main-d'œuvre locale sera diminuée, car l'ensemencement avec des pastilles de tourbe demande moins de manutention que les sacs de plastique, lesquels il faut remplir de

terre et déplacer régulièrement. Par contre, cette baisse en main-d'œuvre peut être utilisée à l'avantage du projet. Si moins de temps de travail est nécessaire à l'entretien des pépinières, plus de travail peut être investi dans l'entretien de la forêt en tant que telle. Par exemple, au lieu de remplir des sacs de terre, les employés du projet pourraient faire un suivi des arbres, prendre soin des pousses qui sont à risque de ne pas survivre à la saison sèche et participer à la collecte de données pour le calcul du carbone séquestré. Du côté des organismes, l'hypothèse est que les coûts initiaux de la transition causeraient plus de dépenses que de revenus au départ. À mesure que l'alternative des pastilles s'installe, ce coût pourrait de se rentabiliser au fil du temps, car les pastilles permettront d'économiser sur le transport et que le taux de survie des plantes pourrait s'améliorer. De plus, les pastilles offrent une meilleure efficacité que les sacs de terre, car ils sont déjà fournis avec de l'engrais de départ intégrée dans la tourbe compressée. Cette partie de la recherche s'intéresse surtout aux interactions qui ont lieu dans le cadre du projet entre Aproedin, les participants et Enracine. Elle se concentre sur l'allocation des budgets et sur le temps de travail rémunéré lors des opérations d'ensemencement.

CHAPITRE 2

CADRE THÉORIQUE

2. Cadre théorique

Le territoire n'est pas défini seulement comme un espace délimité de ressources, mais comme le mode d'établissement d'un groupe dans l'environnement naturel qui, dans l'organisation de la localisation des activités instaure et fait prévaloir les conditions de la communication-langage et de l'apprentissage collectif (Perrin in Benko, 1996, p.18). Partant de cette définition du territoire, le choix d'un cadre théorique et conceptuel est la base sur laquelle est fondée cette recherche. Cette partie a pour objectif d'expliquer ce cadre et comment celui-ci est pertinent pour expliquer les questions posées précédemment. Le cadre théorique devait être assez ouvert pour permettre à cette recherche d'être menée à temps, c'est-à-dire qu'il ne doit pas trop contraindre la collecte de données. Sans tenir compte de cette contrainte, d'autres théories auraient pu être adaptées au contexte de cette recherche. Par exemple, la théorie de l'économie dualiste. Elle découle d'une réaction aux effets produits par les politiques impérialistes et néo-impérialistes en Amérique latine. La théorie de l'économie dualiste a été pensée par le géographe brésilien Milton Santos et découle de l'observation directe des sociétés en voie de développement. Elle peut s'apparenter à une analyse systémique avec l'effet de classe comme postulat explicatif. Comme l'explique Nathalie Gravel : « Milton Santos avançait que les économies des villes latino-américaines reposent sur une stratification socioéconomique où cohabitent un circuit supérieur et un circuit inférieur, le premier étant « globalisé » et le second de nature informelle » (Velut, 2006, p. 174 in Gravel, 2009, p.42). Cette théorie est très appropriée, car elle explique la diversité des sources de mal développement dans les villes latino-américaines avec l'espace comme un facteur déterminant. Ce développement est entretenu par des liens avec les « forces externes appartenant à un

système dont le centre se trouve dans les pays pôles » (Santos, 1975, p.28). La figure suivante schématise cette théorie. Les puits de carbone y seraient intégrés comme activité régionale faisant le lien entre les deux circuits macro et micro économiques.

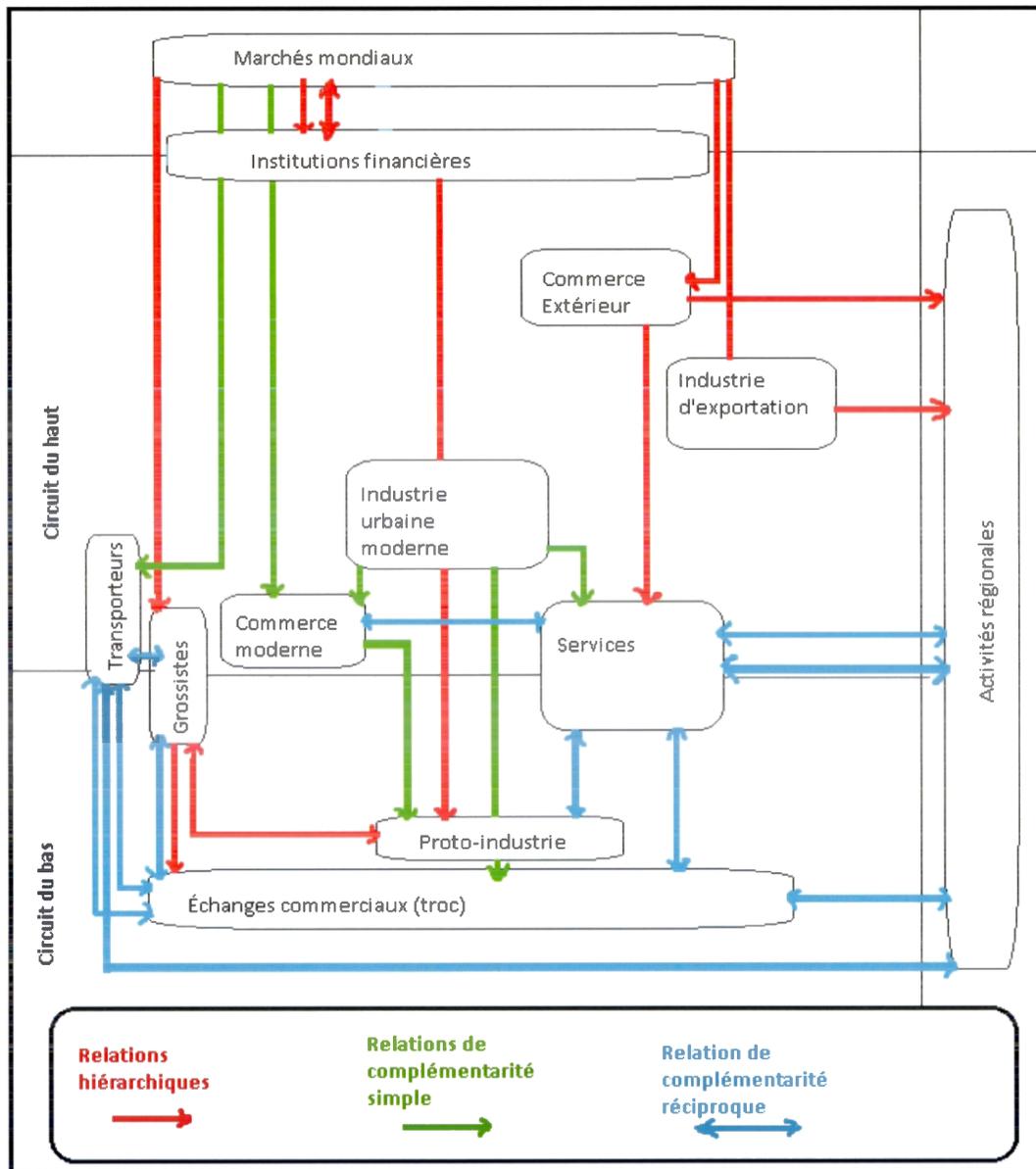


Figure1 : Schéma de l'économie dualiste d'après Milton Santos. Inspiré de Gravel (2009, p. 43) elle-même inspirée de Santos (1975, p.36)

La théorie de l'économie dualiste aurait besoin d'une collecte de données longitudinale sur au moins deux semestres pour expliquer les interactions entre les deux circuits économiques. Ce schéma montre bien comment le projet Communitree est inscrit dans des relations interscalaires. Cette théorie serait parfaite si ce mémoire s'avérait être une thèse, mais dans le cadre d'un mémoire de maîtrise, la contrainte de temps est plus limitative.

Tout en tenant compte de cette contrainte, cette recherche s'en tiendra à la théorie de la localisation, laquelle a été un fondement pour plusieurs développements scientifiques, notamment en économie régionale. Elle fait partie des théories fondamentales de la géographie économique et son cadre conceptuel est pertinent pour interpréter les données recueillies sur le terrain.

Bien que le crédit puisse aussi être attribué à des auteurs qui l'ont travaillée auparavant, la théorie de la localisation est principalement liée aux recherches de Johann Heinrich von Thünen, auteur du livre *Der Isolierte Staat* (L'État isolé), publié en 1826.

Dans ces recherches, il propose comme modèle une très grande ville située au centre d'une plaine fertile qui n'est pas drainée par aucun canal ou rivière navigable. Sur cette plaine, le sol est cultivable et a une fertilité uniforme. Plus loin de la ville, les plaines laissent place à un désert aride et non cultivable qui coupe toute communication entre la ville et le monde extérieur. Les commodités agricoles produites dans les plaines sont livrées au seul endroit de consommation qu'est la ville. La ville dépend donc entièrement de la campagne qui l'entoure pour son approvisionnement en biens agricoles. Après avoir décrit l'État isolé, von Thünen pose la question suivante: « Compte tenu de ces circonstances, comment se comportera l'agriculture? En quoi et comment la distance à partir de la ville affectera-t-elle les méthodes agraires en sachant que celles-ci sont exécutées de façon optimale et rationnelle? » (Thünen, 1851, p.2). Par la suite, von Thünen fait évoluer sa théorie

en prenant en compte les obstacles géographiques. La figure 2 montre la forme de l'État isolé tel qu'il ressort d'après les hypothèses et conclusions de von Thünen. (figure 2).

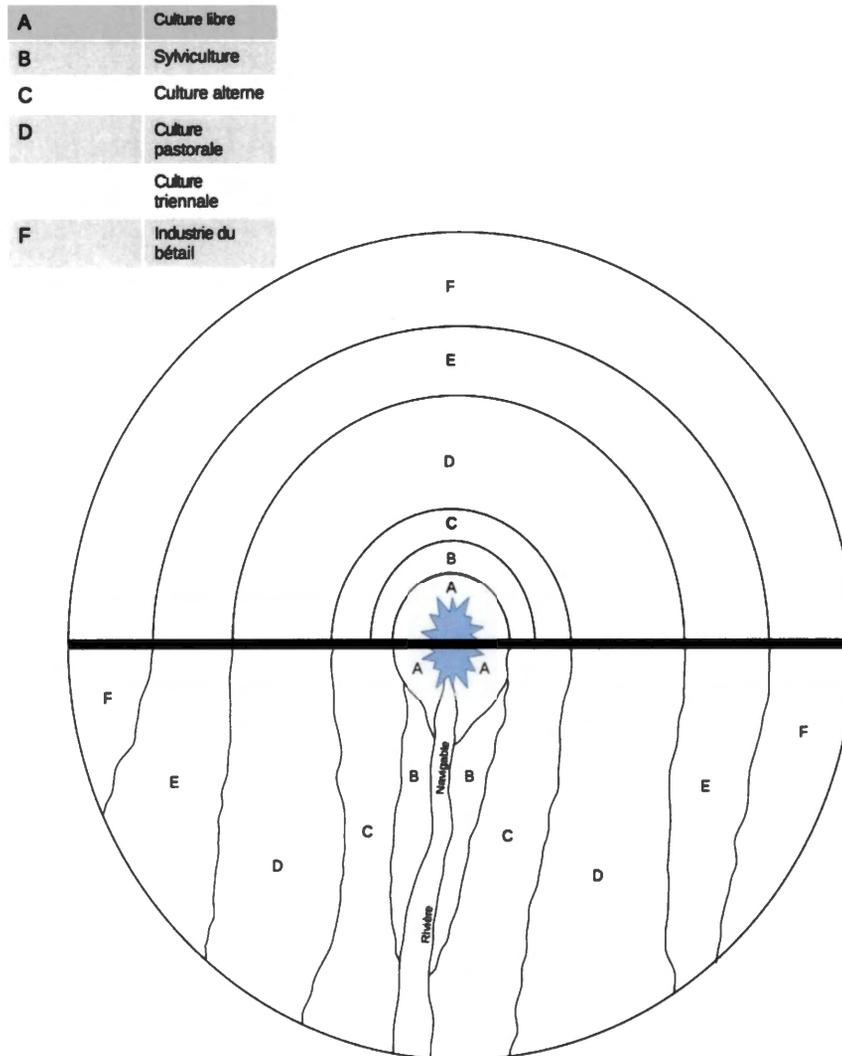


Figure 2: Dans la moitié du haut, les moitiés de cercles se forment autour de la ville. La moitié du bas représente l'État isolé quand on le suppose traversé par une rivière navigable.

Dans ces recherches, l'auteur a aussi noté que le coût de transport des biens consomme une partie de la rente économique. Parce que les coûts de transport et la rente économique varient en suivant les biens, la distance du marché résulte en différentes utilisations du sol. En somme, dans la théorie de la localisation, c'est la distance du marché qui est le principal discriminant du type de culture pratiquée, du plus au moins périssable. Parallèlement, l'auteur a développé les notions de coûts reliés aux distances, coût du transport, mais aussi du terrain vis-à-vis du rapport obtenu (figure 3 à la page suivante).

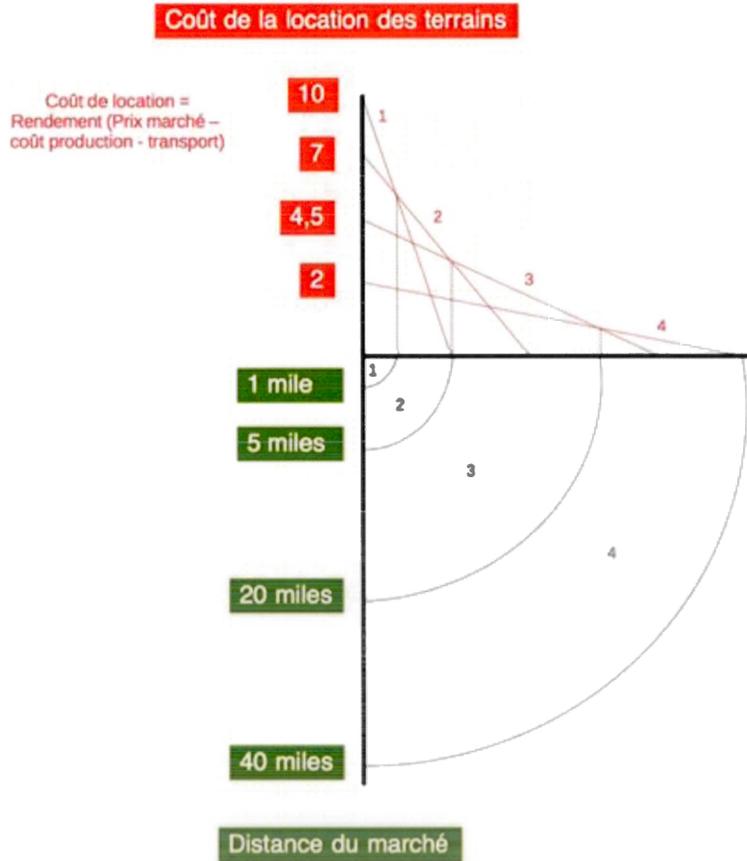


Figure 3 : Les notions de coûts liés aux distances, au transport et au terrain vis-à-vis du rapport obtenu selon les travaux de Von Thünen. (Inspiré de : Latour et le Floc'h, 2001, p.39)

La théorie de von Thünen permet de comprendre les bases du raisonnement de l'analyse spatiale exposée dans cette recherche. Avec ce fondement et les recherches qui l'ont suivi, le domaine de la géographie découvre que la théorie de von Thünen présente des avantages distincts: Premièrement, elle démontre un dualisme entre la localisation et la valeur foncière d'un lot de terre. Deuxièmement, l'ordonnement

spatial des productions et la non-existence d'une production sans coût sont un problème ayant rapport aux inégalités. Finalement, l'extension de cette théorie à une demande élastique, aux variations dans les frais de transport et à la non-uniformité dans la fertilité de la terre est aujourd'hui rendue possible grâce aux méthodes de programmation (Stevens, 1968, p. 24).

Dans le cas du présent projet de recherche, ces avantages vont permettre de scinder le territoire du projet Communitree en différentes parties et ces parties pourront être traitées séparément dans un système d'information géographique (SIG). Ce qui est important de retenir avec la théorie de von Thünen, c'est que plus une production s'éloigne de son marché, plus le fardeau du transport s'accroît et plus la marchandise demande des efforts pour être acheminée à son marché. Au final, ceci peut résulter en un changement de production pour des céréales moins coûteuses à produire et éventuellement à la réduction de la valeur foncière des terres pour pallier au coût de transport élevé vers le marché.

Après von Thünen, d'autres auteurs allemands se sont basés sur ces recherches pour développer de nouvelles théories. Parmi les plus connues, il y a la théorie des lieux centraux de Walter Christaller et le célèbre Problème de Weber, développé par Alfred Weber, lequel à partir d'un diagramme de Varignon a développé un algorithme pour déterminer la situation optimale pour l'implantation d'usines.

L'évocation de ce problème est très utile pour ce mémoire, car la localisation optimale des pépinières du projet est une variable clé dans l'optimisation du transport des arbres vers leur parcelle de plantation. Le problème de Weber vient d'un autre problème ; celui de Fermat. Le problème de Fermat aide grandement à comprendre la théorie de la localisation et de l'économie spatiale. Il se formule comme suit: soit trois points A, B et C, il faut localiser un point D de manière à ce que la somme des distances entre D et chacun des trois points soit minimisée. La solution apportée par Evangelista Torricelli montre bien comment ce type de problème se résout dans un

contexte d'économie spatiale et la figure 4 montre comment la solution de Torricelli s'applique au problème de Fermat.

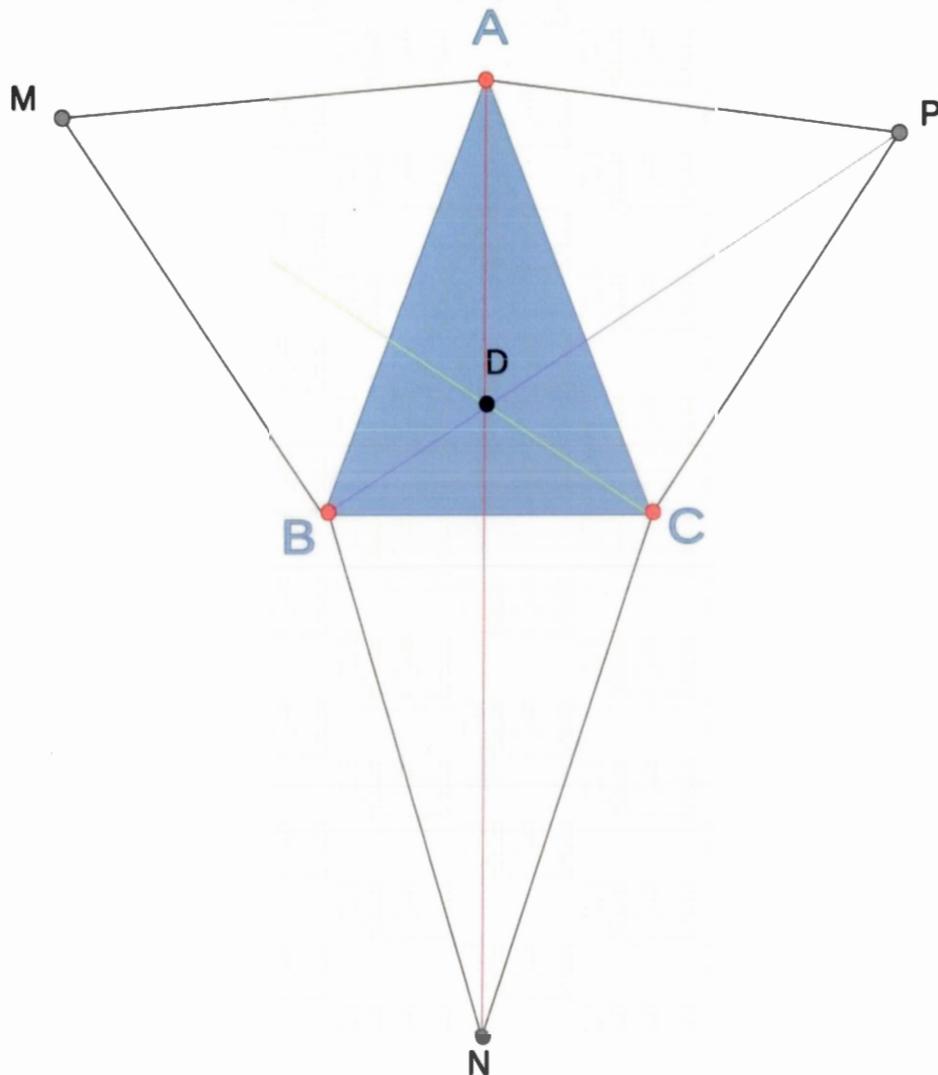


Figure 4: Soit un triangle ABC . À l'extérieur de ce triangle sont construits trois triangles équilatéraux ABM , BCN et ACP . Les droites AN , BP et CM sont concourantes en un point D (ou point de Fermat) du triangle ABC . (Inspiré de: Krarup, 1997, p.217)

Le problème de Fermat a servi de base pour développer d'autres problèmes qui apportent des précisions quant à ce projet de recherche. Une autre solution au problème du triangle de Weber a été apportée par Thomas Simpson et découle directement de la solution de Torricelli, à la différence que cette solution vise directement à minimiser les coûts du transport. Simpson apporte la nuance qu'il peut être plus avantageux de se rapprocher d'un des points du triangle A, B, C. Ce rapprochement dépend de ce qui est transporté, de la direction, du point de départ et des coûts de transport, d'où la notion de «points d'attraction» auxquels peut être attribuée une force d'attraction selon les données qui leur sont associées. Finalement, avec la solution apportée par Simpson, il peut y avoir des avantages à se rapprocher du point A, B ou C.

Actuellement, ces problèmes peuvent être placés dans la catégorie des problèmes d'attraction-répulsion et la nouvelle géographie économique montre que ces problèmes sont encore d'actualité. Par exemple, les recherches actuelles dans ce domaine ont pour sujet l'innovation dans l'espace global et dans le contexte des biotechnologies (Manzagol *in* Klein *et* Guillaume, 2014, p. 39), l'industrie de l'aéronautique (Jalabert *et* Zuliani *in* Klein *et* Guillaume, 2014, p.69), et celui de la localisation industrielle (Guillaume *in* Klein *et* Guillaume, 2014, p. 15).

Les mêmes principes et concepts de la géographie économique peuvent être ainsi intégrés au projet Communitree, plus précisément pour ce qui est de l'optimisation des opérations. Pour ce projet, le problème est de connaître l'emplacement optimal d'une pépinière en tenant compte de la distance qui la sépare du bureau central, des chemins d'accès et des parcelles de plantation. Avec le problème de Weber et l'intégration des données cartographiques dans un SIG, il est possible de cibler des emplacements optimaux pour les pépinières. Ceci peut faire en sorte que moins de temps est perdu à transporter les arbres et que celui-ci peut être investi à la plantation et l'entretien.

Découlant de la théorie de la localisation et de la compréhension des grands principes qui président à la répartition et à l'interaction des activités économiques dans l'espace géographique, une branche de la géographie a récemment émergé et apporte des concepts et des méthodes appliquées à l'aide de SIG. L'un des plus grands développements à venir des applications de la géographie réside dans la gestion de l'environnement et le géomarketing apporte des applications qui peuvent servir à cette gestion. Le géomarketing peut brièvement être défini comme l'ensemble formé par les données, le système informatique de traitement et les méthodes appliquées par un analyste, qui concourent à produire des informations d'aide à la décision sous forme de représentations spatiales liées à de la cartographie, plutôt que sous forme de graphiques ou de tableaux (Latour *et* le Floch, 2001, p.14). En économie spatiale, le géomarketing est une application spécifique. Ici, comme pour la théorie de la localisation, la distance est le facteur qui influence le plus l'économie. En ajustant la théorie de la localisation au contexte actuel, le géomarketing fait remarquer que la distance comporte un coût, implique une mise en oeuvre technologique et mène à un effet économique mesurable. De plus, avec l'émergence des préoccupations environnementales, le coût du transport ne se mesure pas seulement en valeur monétaire, mais aussi selon des impacts écologiques. Dans cette recherche, l'impact écologique étudié sera les émissions de CO₂ reliées au transport des plantes.

La mobilité est un concept apporté par le géomarketing qui s'avère utile pour étudier le projet Communitree, car les terrains de la région sont très accidentés et variés. Pour parvenir à une parcelle ou une pépinière, il faut marcher et utiliser des moyens de transport comme la moto, la charrette à bœufs. Dans d'autres cas, c'est le type de route qui influence la mobilité. Il peut s'agir de sentiers traversés par des rivières, de routes rocailleuses ou des chemins détournés par des obstacles sur le terrain.

Deux postulats explicatifs seront utilisés pour la recherche : l'effet de lieu de production et, surtout, l'effet de mobilité spatiale. Le lieu de production comme postulat explicatif permettra d'utiliser la centralité du village de Limay qui abrite le

bureau principal du projet. C'est à partir de ce bureau que partent les matériaux, les techniciens et les graines d'arbres. Ce facteur est très important, car le bureau est en quelque sorte le marché de l'État isolé tel que décrit dans la théorie de la localisation. Le bureau central est ainsi le point d'origine des opérations. Ce point central est situé dans une région où la topographie est diversifiée et, comme dans la théorie de la localisation, les différents objets tels que les cours d'eau et les montagnes influencent la localisation des parcelles. Cela influence aussi le système de routes et de chemins d'accès. La topographie qui change l'accessibilité aux parcelles apporte le second postulat explicatif: celui de l'effet de mobilité spatiale. Pour se rendre aux parcelles, différents modes de transport sont utilisés, les distances varient sur un large spectre et le réseau de sentiers dépend de la topographie changeante de la région. Il s'avère que l'effet de mobilité est celui le plus susceptible de répondre aux questions de recherche, mais pour bien y répondre, un cadre conceptuel doit être précisé. Ce cadre servira à expliquer les concepts étudiés pour la recherche et les variables et indicateurs qui en découlent.

Le cadre conceptuel choisi provient de la systémique qui a pour métaconcept le territoire. Ce concept est amplement utilisé dans une multitude de domaines, mais c'est en géographie que le territoire est un concept central aux questionnements. Le territoire vu dans sa perspective géographique, peut s'apparenter à un système complexe, ce qui explique donc l'approche systémique qui a été choisie dans le cas présent. Il s'avère que: « le territoire est un système complexe évolutif qui associe un ensemble d'acteurs d'une part, l'espace géographique que ces acteurs utilisent, aménagent et gèrent d'autre part » (Moine, 2006, p.126). Cette définition, croisée avec la théorie de la localisation va permettre de cibler les concepts qui seront utilisés pour déterminer les variables et indicateurs de la recherche

CHAPITRE 3

MÉTHODOLOGIE

Le cadre opératoire présenté ici vise à clarifier l'approche et le type de recherche visé. Il précise aussi la méthodologie utilisée pour répondre aux questions de recherche.

3. Méthode d'acquisition des données

Il faut préciser d'emblée qu'il s'agit d'une recherche d'exploratoire car l'objectif est d'enquêter sur les principales dimensions du problème. Les dimensions sont l'empreinte carbone du projet, les coûts et les retombées d'un changement dans les opérations d'ensemencement.

La chronologie d'observation débute par la collecte d'information disponible auprès de l'organisme situé à Montréal. Cette première étape consiste à collecter les données sur les états financiers et la distribution des fonds du projet. Ces données montrent le fonctionnement du partenariat entre l'organisme de Montréal et celui situé à San Juan de Limay. Par la suite, le reste des données est collecté sur le terrain au Nicaragua. Ce jeu de données viendra compléter le premier en précisant la dimension spatiale du projet.

Évidemment, concernant les données, il y a eu des limites budgétaires concernant l'acquisition d'images satellites de la région.

Ces images étaient beaucoup trop onéreuses et il a fallu y pallier en utilisant des couches de données topographiques qui s'affichent dans un SIG pour ainsi les traiter de façon à ce qu'elles rendent le plus fidèlement possible la topographie du terrain.

Un autre problème urgent était de connaître à l'avance les données manquantes pour que la collecte de données sur le terrain soit efficace, étant donné que le temps alloué pour la collecte était limité. Il a fallu remettre le projet d'un semestre pour construire un inventaire de données déjà disponibles auprès de l'organisme à Montréal.

Cette première étude permet d'orienter les observations qui pourraient avoir lieu dans une recherche subséquente. Étant donné la contrainte de temps, une épreuve de vérification ne peut être menée, quoique possible. Pour faire cela, il faut retourner sur le terrain et ajouter les nouvelles données. Une vérification serait appropriée, car elle éviterait de faire une simplification trop exagérée du phénomène et que la confiance sur les données recueillies en une seule visite terrain nécessite des nuances. Sans cette contrainte de temps, une vérification aurait pu finalement permettre de nuancer les prémisses du phénomène qui constituent des choix à priori. Il existe aussi le biais instrumental néanmoins. Toutes les données amassées par GPS ont été révisées auprès de l'équipe technique du projet, laquelle confirmait et corrigeait au besoin la localisation des données collectées à l'aide du GPS.

Dans l'ensemble, certaines variables et indicateurs devraient montrer des relations en fonction de la distance et des coûts, par exemple. De plus, l'empreinte carbone du transport devrait montrer des liens avec la distance des parcelles et le nombre de visites effectuées par les techniciens forestiers.

Finalement, le type de recherche fondamentale d'exploration a été choisi compte tenu du temps alloué à la recherche et par tradition disciplinaire. La nature du problème et l'état encore peu développée des connaissances sur les gestions de projets environnementaux concernant les puits de carbone sont aussi des raisons pour lesquelles cette méthode est la plus appropriée.

3.1 Type d'approche

L'approche utilisée est de type descriptive quantitative. C'est-à-dire que la collecte des données vise en majeure partie des données quantitatives qui serviront à décrire l'objet de recherche pour trouver les réponses aux questions de recherche. Bien qu'il se trouve aussi des données qualitatives, elles ne sont pas assez représentatives de la base de données pour dire que cette dernière est qualitative en soi. L'approche est aussi corrélationnelle, c'est-à-dire que ce sont les liens entre les différentes données qui serviront en grande partie à répondre aux questions de recherche.

Différentes analyses statistiques seront donc utilisées pour traiter ces données. Premièrement, les moyennes et les valeurs extrêmes de chaque variable seront établies lorsque ce sera possible ce qui permettra d'établir un écart type dans les variables pour affiner l'interprétation des résultats. D'autres analyses statistiques permettront de connaître les moyennes et écarts-types des distances parcourues par les techniciens lors des visites de parcelles. Ensuite, la fréquence de ces visites sera calculée pour connaître la distance totale parcourue pendant la période d'étude.

3.2 Choix du terrain et de la période d'étude

Pour la collecte de données sur le terrain, le lieu choisi est la région de San Juan de Limay située au nord-ouest du Nicaragua, dans la province d'Estelí. Toutes les données utilisées dans la recherche datent de la période allant de 2010 à mai 2014. L'unité de temps inclut donc ces trois années. Il faut préciser que 2010 est l'année la moins étoffée en nombre de données et que plus le temps approche 2014, plus les données sont précises et nombreuses. Cela est dû au travail constamment amélioré de l'équipe en charge de la collecte de données, mais aussi parce que chaque année, le projet prend de l'expansion et de nouveaux membres sont ajoutés au projet, ce qui s'avère un plus grand nombre de données à gérer. La géopolitique du pays a

brièvement été évoquée dans les premières pages de ce mémoire, mais il faut préciser le cas de San Juan de Limay dans le contexte des changements climatiques et comment le couvert forestier change selon la géopolitique d'un pays. Pour comprendre l'importance d'un projet de reforestation, il faut comprendre les causes de la déforestation au Nicaragua.

Depuis des décennies, les entreprises forestières détruisent de vastes étendues de la forêt nicaraguayenne aux fins d'exportation, une activité qui ne profite qu'à l'élite du pays. De plus, étant donnée la forte valeur de certaines espèces d'arbres, les coupes forestières illégales y demeurent toujours répandues (Jeffrey, 2001, s.p.). 40% de la population vit en effet sous le seuil de la pauvreté. C'est l'une des causes principales de la déforestation. Pour la population, les forêts du Nicaragua constituent une source de biens gratuits tels que les aliments, le carburant, le fourrage et les matériaux de construction. Les forêts fournissent également des terres agricoles fertiles et de l'eau douce (Sunderlin, 2008, p.24). Dans la municipalité de San Juan de Limay, 95,5% de la population se sert du bois de chauffage pour cuisiner. Cette forte dépendance impose une pression constante sur les ressources forestières avoisinantes. Bien que la collecte de bois ne mène pas directement à la déforestation, mais plutôt à la dégradation des forêts, les régions ayant subi des coupes forestières illégales sont davantage affectées par la collecte continue de bois de chauffage, causant ainsi une déforestation accélérée (De Miranda *et* Alves-Milho, 1999, p.11).

L'autre cause principale de la déforestation au Nicaragua est l'agriculture commerciale. Les coupes à blanc qu'elle nécessite sur de vastes étendues de forêt servent à la culture de tabac, de bananes, de café, de sucre et à l'élevage de bovins. Dans la région de San Juan de Limay, les terres sont toujours principalement employées comme pâturage. Les éleveurs doivent défricher de vastes étendues de forêt à cause de la longue saison sèche et de la rareté de la végétation. Il faut approximativement 1,4 hectare (ha) (soit environ l'équivalent de deux terrains de soccer) pour répondre aux besoins alimentaires d'une seule vache.

L'histoire récente du Nicaragua et ses nombreux changements de gouvernement ont causé de fréquentes et radicales réformes agraires. En 1979, le Front sandiniste de libération nationale a renversé le régime de Somoza et le gouvernement a mis en place des lois protégeant l'environnement, a créé des parcs nationaux, entrepris des programmes de reforestation et banni de nombreux pesticides dangereux (Jeffrey, 2001, s.p.). Les sandinistes ont également mené une réforme agraire sans précédent donnant plus de deux millions d'hectares de terres à plus de la moitié des pauvres du pays.

Le taux de déforestation des forêts tropicales nicaraguayennes est passé d'environ 100 000 hectares par année à la fin des années 1970 – le plus haut taux de la région – à 50 200 hectares par année en 1985 – l'un des plus faibles taux [d'Amérique centrale] (Jeffrey, 2001, s.p.).

La guerre entre les sandinistes et leurs opposants, les *contras* appuyés militairement par les États-Unis, s'est poursuivie jusqu'en 1990 et, suite à la défaite des sandinistes, une grande partie des régions forestières a été redistribuée aux *contras* paramilitaires et aux soldats du gouvernement. En plus des conflits et des réformes agraires, la réglementation environnementale s'est affaiblie. L'intervention d'institutions financières comme la Banque Mondiale et le Fonds Monétaire International (FMI) ont imposé des mesures strictes au gouvernement nicaraguayen pour qu'il rembourse ses dettes extérieures. Cela a obligé le gouvernement à couper d'importantes sommes dans les programmes environnementaux et dans les mesures d'application des lois environnementales.

Finalement, les activités minières font planer de graves menaces sur la santé humaine et sur l'environnement nicaraguayen (Butler, 2006, s.p.). La mine retrouvée dans le bassin versant entourant San Juan de Limay est une cause de déforestation et de pollution de l'eau. Contrairement aux promesses faites par les entreprises minières, la

richesse générée par les activités n'est pas redistribuée parmi les travailleurs ou la communauté avoisinante, rendant la situation encore pire.

La déforestation a des impacts à San Juan de Limay. Par exemple, l'érosion des sols survient quand il n'y a plus de racines pour maintenir le sol en place, ce qui cause des glissements de terrain, dont les dommages s'aggravent lors de fortes pluies ou de tempêtes tropicales. Le sol est donc emporté par lessivage et s'accumule en contrebas, là où les communautés sont situées généralement (Fiset, 2011, s.p.).

L'unité de temps utilisée pour la recherche est basée sur la disponibilité des données. Les premières données disponibles datent de 2010 et s'étendent jusqu'à 2014. Bien que les données soient de plus en plus détaillées avec le temps, la recherche se concentre sur cette période d'étude de quatre ans.

3.3 Sources et indicateurs

Pour mener cette recherche, il a fallu cibler les indicateurs à observer lors de la période d'étude sur le terrain. Les indicateurs découlent en grande partie de concepts qui viennent du cadre théorique de la recherche. Ces concepts sont en lien avec les études actuelles en géomarketing et découlent aussi de la théorie de la localisation. À partir de ces concepts sont déterminées les variables et de ces variables découlent finalement les indicateurs (ou données) observés sur le terrain. Ces concepts sont reliés à chaque question de recherche secondaire et sont: la proximité, la localisation, la centralité, le réseau, la topographie, la friction, l'optimisation, les opérations et la répartition.

Tout d'abord, un concept tel que la friction peut être compris de différentes façons. La friction en sciences physiques n'est pas nécessairement identique à la friction dans son sens géographique. Dans la partie qui suit, une définition de chacun de ces concepts est donc nécessaire pour comprendre le sens qu'il prend dans un contexte

géographique. Chaque concept est relié à une question secondaire de la problématique et sa définition de chaque concept est donnée.

Pour la première question secondaire, les concepts choisis permettent de relier les déplacements avec les coûts du projet. Voici comment ces concepts sont organisés:

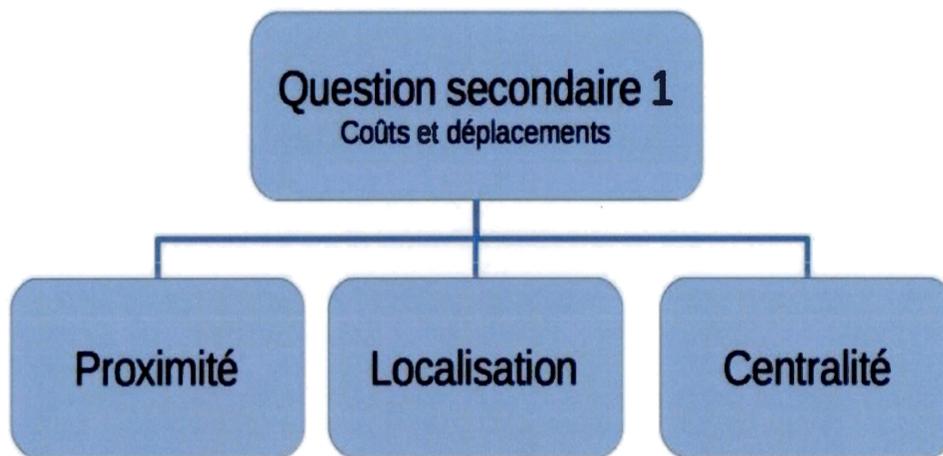


Figure 5: Schéma de concepts utilisés pour la question secondaire 1

Le concept de proximité est un concept fréquemment utilisé et plusieurs types de proximités existent en géographie. Premièrement, la proximité, particulièrement dans le cadre de projets de coopération comme le projet Communitree, peut être une proximité qui utilise des objets non spatiaux. Ici, il s'agit de proximité organisée ou «relationnelle» qui se réfère alors à une dimension de projet collectif et intègre une dimension politique. Ce type de proximité se définit alors comme « la capacité d'une organisation à faire interagir ses membres » (Gallaud et al., 2012, p. 266). En géographie économique, la proximité peut se définir comme une régulation des relations entre des acteurs économiques dans un esprit d'innovation produisant ainsi des « économies de proximité » (Proulx, 2009, p. 187). Finalement, la proximité peut

inclure une dimension spatioéconomique et c'est précisément cette définition qui sera utilisée pour la présente recherche. Il s'agit ici d'une proximité mutuelle d'unités localisées. Plus précisément, c'est la dimension spatiale des relations transactionnelles qui prend en compte les coûts de transport selon la distance (Scott, 2005, p.239).

La localisation est aussi un concept clé en géographie. Tout comme la proximité, c'est un concept très utilisé et qui peut avoir différentes définitions. La localisation peut, premièrement, se référer à la construction de rapports identitaires au territoire. Par exemple, selon Di Méo (2002, p.182), la délimitation des contours géographiques des territoires d'une ethnie africaine qui fait référence à des lieux plus mythiques que réellement géographiques. Dans d'autres cas, la localisation peut aussi être définie comme la concentration d'activités sur un lieu en particulier. Dans ce sens, la localisation est à l'opposé de l'atomisation. Pour la recherche, il faut retenir que la localisation est l'effet du coût de déplacement et, donc, de l'arbitrage des ménages et des entreprises dans leur localisation (Wiel, 1999, p.191).

Le concept de centralité est quant à lui défini premièrement comme un lieu de rassemblement et de circulation (Raffestin in Auriac et Brunet, 1986, p. 182). La centralité est aussi l'effet de forces centrifuges dans l'espace. Par exemple, l'âge, le sexe, les pratiques, les instrumentations, les références culturelles et même le statut (exercice d'une formation professionnelle) peuvent créer des pôles d'intérêt ou des quartiers, d'où le concept de centralité (Piolle, 1990, p. 152). Pour la recherche, la définition retenue de la centralité est celle d'une hiérarchie dans l'espace. Il s'agit d'une attractivité de la périphérie vers un centre qui structure l'espace autour de pôles d'activité (Proulx, 2009, p.182).

La deuxième question secondaire est axée sur l'empreinte carbone des opérations. Même si cette empreinte garde des liens avec les concepts utilisés dans la première

question secondaire, des concepts mieux adaptés doivent être utilisés et la figure 6 montre comment ces concepts sont utilisés.

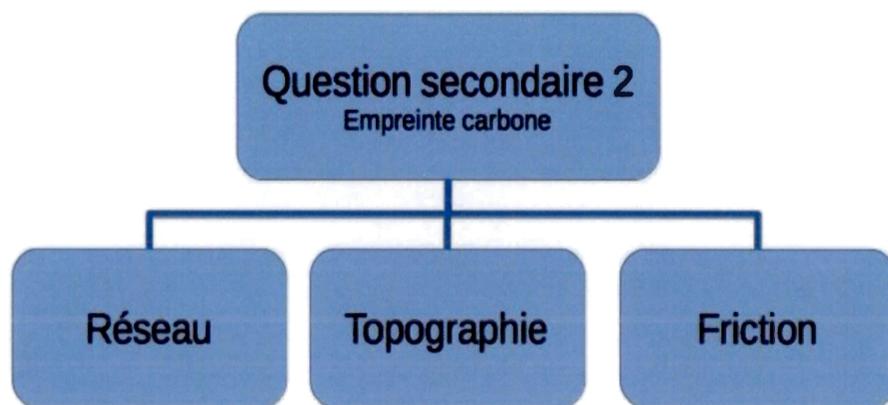


Figure 6: Schéma des concepts utilisés pour la question secondaire 2

Pour Raffestin (1977, p. 130), le réseau est le cadre des relations où il y a un processus d'échange ou de communication. Pour l'auteur, ce réseau est une interface biosociale. En d'autres mots, c'est une structure qui satisfait nos besoins en énergie et en information. Scott (2005, p. 244) définit le réseau comme des formes spécialisées, mais complémentaires de l'activité économique. À ces réseaux s'ajoutent des marchés locaux du travail et qui sont le siège d'économies d'agglomérations. Chacun de ces noyaux s'insère dans ces « structures complexes d'interactions globales ». La définition qui est retenue dans cette recherche est celle d'une représentation du territoire qui est organisée selon une métrique topologique (Di Méo, 2002, p. 179) c'est-à-dire que le territoire est mesurable selon des variable topologiques telles que l'altitude des reliefs ou par des barrières comme les rivières par exemple.

La topographie est définie par Francis (*in* Castree *et al*, 2009, p. 432) comme un concept qui permet de mesurer des variables abiotiques dans les écosystèmes agricoles. Pierre George, dans son dictionnaire de la géographie ne retient que la définition originelle: « Description de la configuration d'un lieu, ou description des lieux, c'est à dire d'une portion d'espace terrestre » (Elissalde, 2005, p.2). Il ne faut d'ailleurs pas confondre topographie avec l'orographie, qui s'intéresse strictement à l'étude des reliefs. Ici, la topographie s'entend comme: « l'exécution, l'exploitation et le contrôle des observations concernant la position planimétrique et altimétrique, la forme, les dimensions et l'identification des objets géographiques, objets ou entités localisés du monde réel, éléments concrets, fixes et durables, existant à la surface du sol à un moment donné » (Brabant, 2003, s.p.).

Le concept de la friction de l'espace est central en géographie lorsqu'elle se concentre sur les processus économiques et sociaux. Par convention, ce concept s'aligne sur des problèmes concernant la distance et comment la quantifier. Mais de plus en plus, les problèmes visent plutôt à comprendre les impacts de la distance et du temps sur les flux logistiques. Ceci apporte le concept de friction logistique qui inclut quatre éléments: le coût du transport, l'organisation de la chaîne d'approvisionnement, puis l'environnement transactionnel et physique (Hesse *et* Rodrigue, 2004, p. 179). L'environnement physique exerce un rôle important, car il représente l'entière pression que l'espace exerce sur la chaîne d'approvisionnement. Cela prend plus de sens sur les territoires comme San Juan de Limay, où les accès sont plus difficiles.

La troisième question secondaire cherche à comprendre quelle partie du projet sera la plus affectée par ces changements, à savoir si c'est plutôt la communauté ou l'organisme qui retirera le plus de bénéfices en changeant le mode d'opération du projet. Les concepts utilisés dans cette question vont chercher ceux des deux premières pour se généraliser à l'ensemble de la recherche, comme le montre la figure à la page suivante:

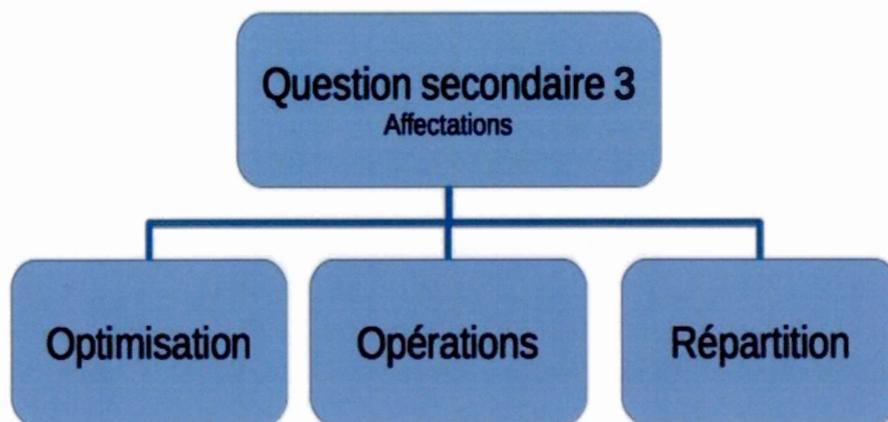


Figure 7: Schéma des concepts utilisés pour la question secondaire 3

L'optimisation est un concept qui peut être retrouvé dans plusieurs domaines, dont celui de l'écologie. Dans ce domaine, l'optimisation peut être définie comme une conservation des efforts pour rendre plus efficaces les services écosystémiques (Seppelt *et al*, 2011, p. 634). Dans le domaine de la géographie économique, l'optimisation peut être définie comme une régularisation des rapports réciproques entre territoires régionaux (Benko, 1997, p. 17). En géographie, il existe un domaine de recherche axé sur ce concept: l'optimisation de l'espace (Suchet, 2010, p. 242) et, dans un autre cadre comme le géomarketing, l'optimisation se définit par l'étude des réseaux de distribution et de l'amélioration des relations entre les points de distribution.

Les opérations sont ici définies selon le langage conceptuel utilisé pour les systèmes. Les opérations se définissent généralement comme un ensemble d'actions programmées dans le temps qui ont un même objectif final. En géographie, ce concept est très utile dans l'exploration des relations spatiales et de leur traitement.

En termes techniques, elles se définissent par des relations topologiques et leur interprétation algébrique (Egenhofer, 1989, p. 459). La définition retenue pour la recherche sera celle de la localisation des relations entre l'organisme Enracine et Aproedin.

La répartition est un concept qui peut être compris dans son premier sens en géographie économique comme: «une répartition spatiale des activités entre différents centres de dimensions inégales, hiérarchisés selon les principales fonctions urbaines exercées» (Proulx, 2009, p.181). Ce concept est aussi utilisé en démographie quand il est question de « répartition de population » (Gumuchian, 1991, p. 345) qui peut être expliquée, mais ne se limite pas aux pôles d'emploi. Dans cette recherche, ce concept sera utilisé pour expliquer comment les fonds sont partagés entre la communauté et les organismes. Le concept de répartition se définira selon son sens figuré, c'est à dire: « un développement spatial qui s'appuie sur une croissance élargie pilotée par le centre » (Bret, 2009, p. 22).

Dans la partie précédente, une définition de chaque concept a été retenue et son lien avec la recherche a été précisé et de ces concepts découlent les variables et indicateurs de la recherche. Ici, plusieurs choix s'offrent selon chacun des concepts. Il faut d'emblée préciser les indicateurs possibles, car ils sont nombreux en géographie. Les indicateurs possibles sont la plupart du temps des indicateurs topologiques, c'est-à-dire que ce sont des indicateurs auxquels est reliée une localisation géographique. À partir de ces données topologiques, d'autres variables peuvent être associées aux localisations. Par exemple, il est nécessaire de connaître les emplacements de chaque pépinière, ceci est entré dans le logiciel d'information géographique. À partir de cette localisation, il est possible de relier d'autres données de variables non topologiques comme le nombre d'arbres plantés annuellement par une pépinière particulière. En connaissant cette variable pour chacune des pépinières, il est ensuite possible de comparer les productions de chaque pépinière et d'en tirer des tendances sur les données recueillies au fil des années. D'autres indicateurs ont été recensés comme la

distance pour se rendre à chaque pépinière, le moment du déplacement, le mode de transport, le nom du producteur, la superficie de l'aire de plantation, le type de plantation, le matériel requis et son coût, etc.

Pour que les données soient encore plus représentatives, des critères fondamentaux comme la précision, la fidélité, la validité et l'unicité ont été pris en compte dans l'étude.

La précision a été établie par la contre-vérification des observations avec l'aide du technicien auquel est associée la donnée concernée. Pour cela aussi, il a fallu tenir compte de la limite de temps de l'enquête terrain. Pour s'assurer de la précision des données, chacune d'entre elles a été montrée à son technicien et celui-ci apportait des corrections si cela s'avérait nécessaire. Ensuite, ces données étaient vérifiées par la technicienne en chef, laquelle a une connaissance approfondie du projet, puisqu'elle y travaille quotidiennement depuis son commencement.

La fidélité et la validité sont assurées en demandant aux techniciens de fournir les données qu'ils et elles ont eux-mêmes récoltées sur le terrain au cours de l'année. Ceci a pu réduire le temps de collecte de données tout en permettant de cibler exactement les données manquantes lors du terrain. La fidélité est aussi assurée par l'utilisation de données récoltées par le GPS personnel du technicien utilisé lors de ses visites quotidiennes, lequel enregistre ses déplacements.

L'unicité est quant à elle assurée par le recensement des données et leur classement dans un tableau pour être en mesure d'éviter les doublons.

Ces critères sont valables pour les données terrain, mais d'autres sources de données usuelles et inédites ont été utilisées pour la recherche notamment les éléments du paysage de San Juan de Limay, les relevés de terrain et les cadastres disponibles dans la banque de données d'Enracine. Avec l'ensemble des sources, il a été possible de faire l'inventaire des variables et indicateurs associés à leurs concepts. Le tableau

suivant est un résumé synthétique de l'organisation des données et de leur lien avec chaque question de la problématique :

Question	Concepts	Variables	Indicateurs
Question secondaire 1	Proximité	Distance	Kilométrage, nombre de voyages et nombre de visites dans le voyage.
		Destination	Localisation, nom du producteur et type de plantation.
		Temps	Type de transport, vitesse et temps de visite moyen.
	Localisation	Positionnement	Coordonnées topologiques de la parcelle, forme et superficie.
		Disposition	Étendue totale de l'aire, nombre moyen de parcelles par km ²
		Éloignement	Éloignement moyen de chaque parcelle au centre, écart type de l'éloignement et quartiles.
	Centralité	Demande des infrastructures	Superficie de la pépinière, nombre d'arbres sur la surface et nombre de voyages requis pour remplir la superficie.

		Équilibre	Nombre total de points, moyenne de points pour chaque pépinière, distance moyenne du centre.
		Distribution	Capacité d'une charrette et du camion, empreinte carbone du camion, Capacité de transport pastilles de tourbe / sacs de plastique.
Question secondaire 2	Réseau	Type de chemin	Vitesse moyenne, type et nombre de transitions de type vers la destination.
		Étendue	Aire totale du territoire, distance la plus longue à parcourir et nombre de parcelles situées dans le dernier quartile de distance.
		Voies d'accès	Localisation des carrefours routiers, leur nombre et destination associée.
	Topographie	Altitude	Altitude par GPS, données altimétries obtenues par krigeage et Modèle digital d'élévation.
		Hydrographie	Étendue des cours d'eau, superficie et localisation.
		Type de terrain	Nombre de chemins traversant des plaines, des montagnes ou des cours d'eau.

	Friction	Sinuosité	Longueur du tracé, distance directe, coefficient.
		Contournements	Nombre d'obstacles sur la course, nombre de traverses de cours d'eau et nombre d'obstacles à contourner.
		Correspondances	Nombre d'arrêts requis pour se rendre à destination.
Question secondaire 3	Optimisation	Capacité de transport	Dimension du camion, dimension charette et vitesse moyenne de chaque moyen de transport.
		Carburant	Nombre moyen de litres consommés par 100 km, nombre de kilomètres parcourus et coût moyen du carburant.
		Équipement	Centimètres cubes du moteur de moto, du camion, type de carburant.
	Opérations	Rémunération	Coût par employé moyen pour une saison de plantation, fraction du budget allouée pour cette rémunération et répartition annuelle du budget de l'organisme.

		Personnel	Nombre d'employés saisonniers, moyenne d'employés par pépinière et moyenne du temps rémunéré.
		Coûts	Coût carburant annuel, coût main-d'oeuvre annuelle et équipement.
	Répartition	Budget actuel	Carburant, équipement et main-d'œuvre.
		Partage coûts	Sections du budget, répartition entre les organismes et partage.
		Budget prévu	Carburant, équipement e main-d'oeuvre.

Tableau 1: Tableau synthèse des variables et indicateurs utilisés dans la recherche.

Le tableau précédent contient les informations qui sont utilisées pour répondre aux questions de la recherche. Cette section a permis de clarifier et définir les concepts utilisés en expliquant leur application possible dans d'autres champs de recherche.

Dans la section suivante, la structure de la preuve sera décrite. Ceci permettra de décrire les méthodes et les techniques de collecte qui sont utilisées, le choix de la stratégie de vérification pour l'analyse et le traitement des données.

3.4 Structure de la preuve

Une fois les variables et indicateurs précisés, la structure de la preuve est la partie expliquant le traitement, l'analyse et le rendu des données. Elle sert aussi à préciser les modalités de collecte des données.

3.5 Description des méthodes et des techniques de collecte de données.

Étant donné la spécificité du projet de recherche, il a fallu travailler de pair avec l'organisme Enracine pour avoir accès à l'information des crédits de carbone. L'information disponible publiquement est trop générale pour pouvoir être utilisée pour une recherche. Une visite du terrain s'avérait aussi nécessaire pour connaître le contexte dans lequel prennent les activités de reforestation, mais aussi pour comprendre comment fonctionnent ces activités et pour rencontrer directement les acteurs. Le terrain inclut aussi les rencontres avec Khalil Baker, David Baumann et Brooke van Mossel-Forrester aux bureaux du projet à Montréal. Ces derniers sont les entrepreneurs derrière la partie du projet à Montréal. Les rencontres ont permis d'organiser le terrain au Nicaragua, mais aussi de collecter les données qui touchent à l'aspect financier du projet: les budgets notamment et tout ce qui a trait avec l'achat d'équipements, la logistique et la planification ainsi que l'historique de l'organisation.

La collecte de données a débuté en montant un inventaire des données déjà disponibles en tenant compte des données qui étaient nécessaires pour la recherche. Il s'avère qu'une bonne partie des données financières étaient disponibles par l'entremise de l'organisme à Montréal. Avant de mener l'enquête terrain, des entrevues avec les organisateurs du projet ont permis de consulter les budgets pour les années à l'étude. Cela a permis de rentrer dans l'inventaire les dépenses concernant l'achat d'équipement, les dépenses en rémunération d'employés et celles ayant servi à

l'achat des graines d'arbres. De plus, il existait déjà quelques données géoréférencées provenant de travaux antérieurs dans le projet. Ici, il s'agit de couches de modèle numérique d'élévation (DEM) et de données vectorielles qui permettent d'afficher l'hydrographie et une certaine partie du réseau routier du territoire. Ces données sont en format shapefile et donc compatibles avec un système d'information géographique (SIG) qui sert à créer, éventuellement, des cartes affichant les données du projet. Plus particulièrement, ces données vectorielles sont très utiles pour construire un fond de carte sur lequel afficher des symboles plus spécifiques.

La nature des informations varie selon les données nécessaires. Il peut s'agir d'informations à nature quantitative ou qualitative et qui s'étendent sur une échelle nominale, ordinale ou d'intervalle. Les ressources pour la collecte d'information ont été un SIG relié à un tableur électronique de type Excel dans lequel ont été entrées toutes les données inventoriées. Une fois les données classées, les tables ont été reliées au SIG en couplant chaque couche avec ses données respectives. L'équipe technique utilise aussi des GPS portables comme ressource de terrain. Ces GPS permettent de tracer les nouvelles routes et de mettre à jour les positions des infrastructures, comme les pépinières. À mesure que les techniciens se déplacent sur le terrain, ils ajoutent l'information comme des traces ou des points lesquels sont ajoutés dans la base de données SIG. Ainsi, la carte est mise à jour et l'information s'affine au fur et à mesure que la banque de données se détaille. Une fois les ressources et les méthodes décrites, il faut définir la stratégie de vérification des données.

3.6 Stratégie de vérification

Le type d'approche et les paramètres ont une influence sur la recherche et il est important de les préciser dans cette partie. L'approche la plus appropriée a été celle de l'enquête.

Ici, l'enquête s'avère l'approche de vérification la plus appropriée. Elle a besoin de peu de ressources et est exécutable avec un budget assez réduit sans que cela influence négativement ses résultats. Trouver des données fiables comporte un coût qui rend la tâche encore plus ardue. Par exemple, le coût d'une image satellite récente en haute définition pour la région de San Juan de Limay dépassait les 2000 dollars canadiens. L'enquête a été choisie parce que son exécution ne demande pas un budget exorbitant et que, grâce aux technologies de l'information, il est possible de contacter beaucoup plus facilement les personnes concernées par les questions.

3.7 Paramètres

La période de temps a été choisie en fonction des contraintes mentionnées plus haut et en ajoutant la contrainte saisonnière dans la planification. L'étude terrain en tant que telle s'est déroulée pendant les mois de janvier et février 2014, ce qui concordait avec la fin de la saison sèche au Nicaragua. Le terrain s'est déroulé en pendant le temps où l'équipe prépare les nouveaux participants à organiser leur terrain pour accueillir une nouvelle forêt. C'est aussi un temps très occupé, car l'équipe du projet doit préparer le matériel et l'acheminer aux parcelles de plantation, ainsi qu'effectuer l'inventaire des graines à distribuer pour la nouvelle saison de plantation qui s'apprête à débiter. Il y a donc deux mois consacrés à l'enquête terrain. Il faut d'ailleurs préciser ici que le domaine fonctionnel du projet Communitree est l'agroforesterie.

Pour la recherche en tant que telle, la période de temps à l'étude s'étend sur quatre ans et est basée sur la disponibilité des données précédemment récoltées par l'équipe technique et par le terrain ensuite. Plus précisément, les premières données entrées dans la base datent de la saison de plantation 2010 et s'étendent jusqu'au début de la saison de plantation 2014, c'est-à-dire en mai 2014.

L'unité d'analyse est le territoire qui est basé sur le bassin versant de San Juan de Limay. Le village est précisément localisé aux coordonnées: 13° 10' 23" N 86° 36' 47" O et le bassin versant a une superficie totale de 485,5 km².

Le système d'information géographique utilisé est basé sur le logiciel en plateforme ouverte (open source) QuantumGIS en version 2.2. Les paramètres du logiciel sont ajustés avec une projection UTM zone 16N et le système de coordonnées WGS 84 est utilisé pour le calcul des distances. Le système inclut au total 63 couches de données vectorielles et deux couches de données raster auxquelles des tables de chiffrier ont été associées. Ces tables ont été montées à l'aide du logiciel libre LibreOffice version

La possibilité d'une généralisation à d'autres domaines a aussi été étudiée, notamment pour le domaine du *géomarketing* et celui de l'optimisation d'opérations. Ceci dans le but de vérifier la validité interne des données. L'objectif de la recherche est de trouver des liens de cause à effet entre les données pour aussi vérifier la validité externe par la généralisation éventuelle de la recherche au-delà des observations.

3.8 Échantillonnage et mode de collecte

Pour cartographier les infrastructures du projet, il a fallu procéder à un recensement de l'ensemble des parcelles de plantation et des pépinières, des participants et du type de plantation.

Dans une autre étape, il a fallu procéder à l'échantillonnage des chemins d'accès pour se rendre aux parcelles. La révision des données a été assurée par l'équipe du projet. Ces informations sont organisées sous forme de tableau en Appendice de ce mémoire.

Finalement, un modèle d'élévation numérique et une couche de données *raster* (en pixels) sur le couvert forestier ont été introduits dans le SIG pour construire le fond de la carte. Ces données ont été fournies par une étude précédente menée par Enracine.

Les données des années précédentes ont été fournies par l'organisme. Pour les données de 2014, elles ont été amassées à l'aide d'un GPS sur le terrain et avec l'aide de l'équipe technique qui révisait les emplacements et apportait des modifications quand cela était nécessaire.

3.9 Type de données recueillies

Pour l'échantillonnage, étant donné le nombre de parcelles de plantation, il a été préférable de procéder à un recensement des parcelles de plantation qui font partie du projet depuis 2010. Hormis ces données, la cartographie vectorielle des chemins a dû s'en tenir à ceux les plus fréquemment empruntés selon l'équipe technique d'Enracine. Les types de données sont pour la plupart quantitatives et incluent des données de distance, de superficie et le nombre d'arbres contenus dans chaque parcelle. Il y a aussi des données de type qualitatives telles que le type de plantation de la parcelle en question.

3.10 Instrumentation et déroulement

Pour rendre la catégorisation plus limpide, il a fallu donner à ces données une référence commune sur laquelle il serait possible de greffer le reste de l'information.

La localisation géographique des parcelles et le SIG sont une combinaison parfaite pour arriver à faire ce lien. C'est-à-dire que la localisation géographique de chaque parcelle est déjà entrée dans la base de données du SIG. Une fois ces données de localisation entrées dans le SIG, tout le reste des données amassées peut être associé à la parcelle qui leur est propre. Toutes ces données sont catégorisées dans une table et celle-ci est reliée à la parcelle. Donc, en sélectionnant la parcelle dans le SIG il n'est pas seulement possible de savoir quelle est sa localisation géographique, mais il est possible de savoir à quelle distance des autres parcelles elle se trouve, quel chemin il faut emprunter pour y aller et la distance à parcourir pour s'y rendre à partir du centre, le type de transport à utiliser, le nombre de kilomètres de marche requis. Toutes ces données ont été reliées avec la parcelle qui leur est propre et elles sont accessibles à partir du SIG comme le montre la figure 8.

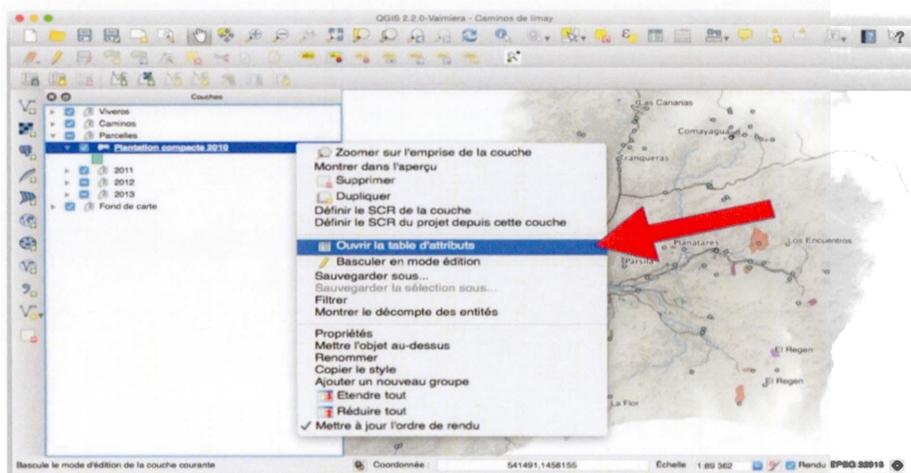


Figure 8 : Sélection de la table attributive de la plantation compacte de 2010.

Par exemple, en sélectionnant n'importe quelle parcelle à partir de l'interface du SIG, il est possible d'accéder aux autres données non topologiques qui lui sont associées. Il s'agit d'un traitement assez simple, mais qui ouvre ensuite de nombreuses possibilités d'analyse spatiale.

En sélectionnant une parcelle de plantation sur la carte et en ouvrant sa table attributaire, le système montre que la parcelle est une plantation de type Compact et qu'elle est active depuis 2010. La colonne «Un_Par_New» indique le numéro de parcelle unique associé à cette parcelle (numéro PV) (Figure 9).

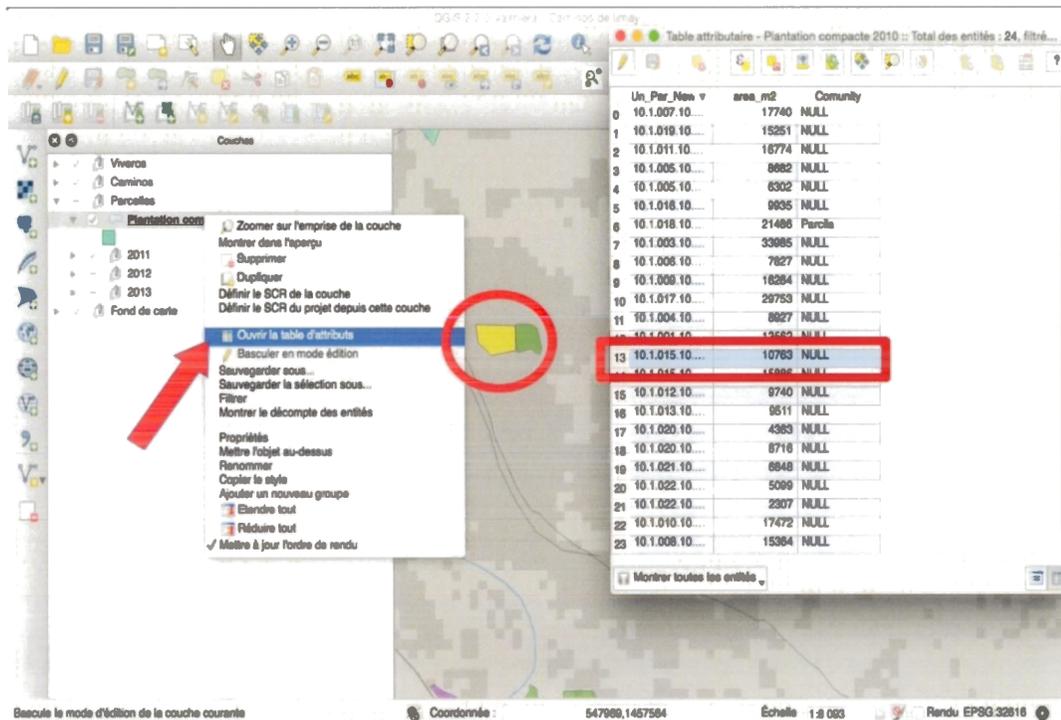


Figure 9 : Affichage de la table attributaire de la couche.

Par la suite, il faut ouvrir l'inventaire des données, lequel est un fichier .xls, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une table créée à partir d'un chiffrier informatique tel que le programme Excel.

Il faut donc ouvrir la table à l'onglet 2010 Compacta et se rapporter au numéro de parcelle unique qui est inscrit dans la première colonne et qui correspond au même numéro que celui dans la colonne de la table d'attribut du SIG. Il est donc possible de savoir que la parcelle sélectionnée est inscrite au nom d'Angela Martinez Perez et que deux parcelles sont actives à son nom; elles font partie de la communauté de

Parsila et il est possible de savoir que le technicien Ronald est responsable de cette parcelle. Ronald a visité cette parcelle huit fois en 2014 et a utilisé la moto comme moyen de transport sur une distance de 7,6 km (Figure 10).

Nom	Numéro PV	Type	Communauté	Technicien	Nombre de visites	Distance (Km)	Mode	Vivero (perso/donneur/receveur)
Pablo Cruz	10.1.007.10.1.01	Vivero	Las Brisas	Ronald	7	6,02	Moto	Donne
Jose Heraldo Torres	10.1.019.10.1.01	Parcelle	Parsila	Elsa	2	6,65	Moto	R(10.1.020)(central Planatare
Felix de Jesus Hernandez Rodriguez	10.1.011.10.1.01	Parcelle	Las Bnsas	Ronald	8	8,57	Moto (à pieds)	R (10.1.007)
Josefa Calderon Ordonez	10.1.005.10.1.01	Parcelle	Parsila	Elsa	1	5,38	Moto	R (10.1.020)(central Planatare
Josefa Calderon Ordonez	10.1.005.10.1.02	Parcelle	Las Bnsas	Elsa	1	7,79	Moto (à pieds)	R (10.1.007)
Juan Martinez Cruz	10.1.016.10.1.01	Parcelle	Parsila	Elsa	2	4,97	Moto	R(10.1.020)(central Planatare
Horacio Suarez Cruz	10.1.018.10.1.01	Parcelle	Parsila	Elsa	3	6,35	Moto (à pieds)	R(10.1.020)(central Planatare
Joaquin Benavidez Martinez	10.1.003.10.1.01	Parcelle	Parsila	Ronald	7	8,57	Moto (à pieds)	R (10.1.007)
Juan Calderon Montalvan	10.1.006.10.1.01	Parcelle	Parsila	Ronald	2	8,17	Moto	R(10.1.020)(central Planatare
Juan Antonio Garmendia Hernandez	10.1.009.10.1.01	Parcelle	Las Bnsas	Ronald	7	8,57	Moto (à pieds)	R(10.1.007)
Vasilio Sanchez Martinez	10.1.017.10.1.01	Parcelle	Zapotillo	Ronald			Moto (cheval à pieds)	
Zayda Elizabeth Blandon Mendoza	10.1.004.10.1.01	Vivero	Las Veredas	Ronald			9,23 Moto (à pieds)	Perso
Carlos Perez Blandon	10.1.001.10.1.01	Vivero	Planatares	Ronald			Moto	
Angela Martinez Perez	10.1.015.10.1.01	Parcelle	Parsila	Ronald	8	7,58	Moto (à pieds)	R(10.1.007)
Angela Martinez Perez	10.1.015.10.1.02	Parcelle	Parsila	Ronald				
Alexi Remberto Lanuza Jarquin	10.1.012.10.1.01	Parcelle	Parsila	Ronald			10,88 Moto(Hiv : à pieds)	R(10.1.020)(central Planatare
Pedro Angel Lanuza Montalvan	10.1.013.10.1.01	Vivero	Planatares	Ronald				R(10.1.020)(central Planatare
Santos Eirain Garmendia Espinoza	10.1.020.10.1.01	Vivero	Planatares	Elsa				
Santos Eirain Garmendia Espinoza	10.1.020.10.1.02	Vivero	Planatares	Elsa				
Luis Enrique Lanuza Montalvan	10.1.021.10.1.01	Parcelle	Planatares	Ronald				Perso
Julian Adolfo Lanuza Gomez	10.1.022.10.1.01	Parcelle	Planatares	Ronald				R(10.1.020)(central Planatare
Julian Adolfo Lanuza Gomez	10.1.022.10.1.02	Parcelle	Planatares	Ronald				
Marcel Rodriguez Gonzalez	10.1.010.10.1.01	Parcelle	La Cebita	Ronald				Perso
Osman Antonio Cruz Reyes	10.1.008.10.1.01	Vivero	Buena Vista	Daybin	9	10,71	Moto (Cheval)	Perso
					7	11,03	Moto (Hiv : à pieds)	PersoR(11.1.026)(central Bu

	Distance	Visites
Total	584,52	68
Moyenne	8,03	5
Max	11,03	9
Min	4,97	1
Étendue	6,06	8

Figure 10: Information de parcelle sur l'inventaire de données.

La colonne Vivero (perso/donneur/receveur) de l'inventaire utilise un code pour savoir si la parcelle reçoit, distribue, ou produit personnellement ses pousses. Cette information est très importante, car les arbres du projet sont tout d'abord ensemencés chez un producteur avant d'être assez matures pour être transplantés vers leur parcelle

finale. Cela implique donc des participants qui jouent le rôle de pépiniéristes et qui fournissent en arbres les autres participants qui vivent à proximité.

Dans la table d'inventaire, «Perso» veut dire que le participant produit ses arbres de façon personnelle, il ne reçoit ni ne distribue ses arbres par ou pour une autre partie, ce qui n'implique pas de transport. «Donne» veut dire que ce participant joue le rôle de fournisseur et qu'il envoie des arbres à d'autres participants.

Dans le projet, ce type de parcelle est considéré comme une pépinière. Finalement, «R» veut dire que le participant reçoit ses pousses d'arbres d'un autre participant, c'est à dire: d'une pépinière. Le numéro entre parenthèses est le numéro PV du participant qui fournit les pousses au receveur. Par exemple, en se référant à la figure 9, la table montre que les arbres d'Angela ont d'abord été germés à la parcelle dont le numéro PV est 10.1.007, la parcelle de Pablo Cruz, avant d'être transportés vers leur destination finale. Cette distance doit être ajoutée lors des calculs de la distance totale parcourue par les pousses d'arbres.

Comme le montre l'exemple précédent, cette recherche utilise un très large spectre de type de données. Presque tous les types de données s'y retrouvent et, bien que la majorité de celles-ci soient quantitatives, il y en a aussi des qualitatives. Les échelles de mesure utilisées sont tout aussi variées. Des échelles sont utilisées telles que l'échelle d'intervalle dans le cas de la distance parcourue (Amyotte, 2011, p.21).

En tenant compte des différents types de données, il faut préciser la représentativité de l'échantillon. La base de données tient compte de tous les participants du projet. Ceci fait en sorte que chacun d'eux est représenté dans l'échantillon. Chaque entrée topologique du projet dans le SIG représente une parcelle de plantation et le nom du participant qui lui est associé. Dans le détail, par contre, il faut apporter quelques nuances, c'est-à-dire que la représentativité topologique est sujette au biais puisque certains emplacements ont été corrigés selon les souvenirs des techniciens.

La population de l'échantillon est composée de l'ensemble des parcelles de plantation du projet qui sont actives dans la période de recherche et toutes ces parcelles sont toujours actives lors de la dernière année du projet. De plus, la population comprend les différents chemins empruntés pour se rendre à chacune des communautés réparties sur le territoire de San Juan de Limay.

Pour affecter les individus (parcelles) à la population, le critère de sélection principal est le statut actif de la parcelle. Cette sélection de la population a toujours comme objectif de découvrir la logique de distribution des arbres et l'utilisation du réseau de transport à San Juan de Limay. Il s'agit d'une démarche exploratoire qui vise à chercher des particularités au sein du réseau, lesquelles permettraient de mieux comprendre l'établissement des infrastructures du projet et leurs interconnexions.

L'équipement utilisé sur le terrain a été un ordinateur portable MacBook pro exploitant l'OS X version 10.10.2 Yosemite dans lequel ont été installés les logiciels suivants:

- Quantum GIS version 2.2.0 Valmiera
- Les modules Python GDAL Complete 1.11 et le module Matplotlib pour les projections du SIG
- L'extension mmqgis qui permet de faire l'analyse spatiale
- Le logiciel BaseCamp de Garmin pour la conversion des données topologiques en format shapefile
- Un GPS portatif Garmin modèle Oregon 450
- Le chiffrier électronique provenant de la suite LibreOffice version 4.3.5 pour faire l'inventaire des données.

Concernant les sources d'information, la triangulation des sources était très importante pour certifier la validité des données. La triangulation consiste à vérifier la validité d'une donnée depuis au moins trois sources d'information. Cela a pour objectif de confirmer ou infirmer la donnée. Dans le cadre de la présente étude, la triangulation a constamment été menée en vérifiant les données entre le SIG, puis avec l'organisme, l'équipe des techniciens puis le chef d'équipe et les sources bibliographiques.

Comme il a été mentionné plus haut, il a fallu transférer les données prises par le GPS vers le SIG. Pour rendre ces données compatibles au SIG, il a fallu les convertir du format .gpx vers le format shapefile (.shp). Pour cela, c'est le logiciel BaseCamp qui a été utilisé.

Il faut préciser que des erreurs peuvent survenir lors de la conversion des fichiers avec la carte graphique et que ces erreurs ont été prises en compte pour rendre le format vectoriel le plus fidèle possible à la réalité.

Premièrement, les polygones de la carte représentent les parcelles de plantation de type compact. Ces parcelles sont classées d'après leur année de participation initiale. Ainsi, dans le menu des couches du SIG, il est possible de voir à quelle couleur de polygone correspond chaque année de plantation (figure 11).

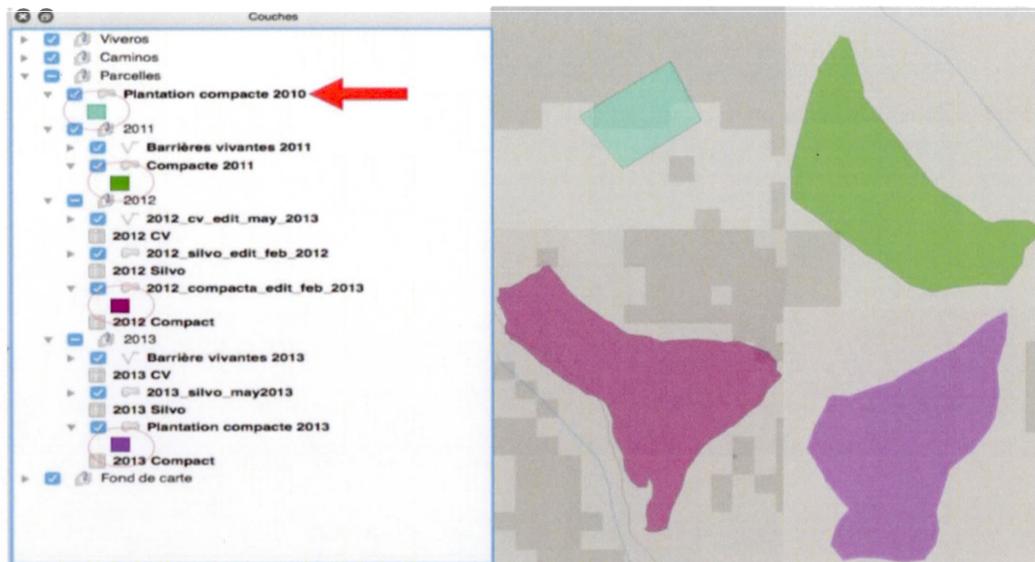


Figure 11 : Format des polygones de plantation compacte dans l'interface du SIG.

En plus des polygones, il est possible de trouver trois types de lignes vectorielles sur la carte: les lignes représentant l'hydrographie (river_edited), les chemins (caminos) et les parcelles de plantation de type Cerca viva ou «barrières vivantes» ou «cv» (voir figure 12).

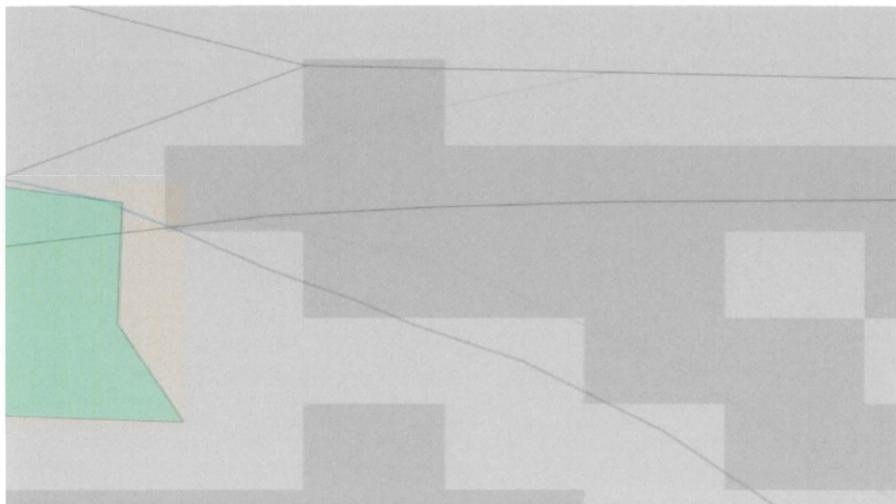


Figure 12 : Représentation des lignes sur l'interface du SIG.

Finalement, les points sont les derniers types de couches vectorielles qui sont visibles sur la carte. Ces points représentent les emplacements des pépinières (viveros).

L'aire des parcelles de plantation est une donnée cruciale à tenir en compte dans l'inventaire des données. L'aire de la parcelle et le type de plantation sont des paramètres qui influencent le nombre d'arbres plantés. Par exemple, pour une plantation compacte, le devis est basé sur une densité de 1 667 arbres par hectare (ha) (Baker *et al.*, 2012, p.12). La plantation en barrière, quant à elle, est planifiée avec une densité de 670 arbres par km² (Baker *et al.*, 2012, p.14). Pour les plantations silvopastorales, le devis technique prévoit une densité de 400 arbres/ha (Baker *et al.*, 2012, p.14).

Compte tenu de cette information, il a fallu inventorier les aires de parcelles étudiées. Le tableau 2 (page suivante) indique, selon les types de plantation, le total des aires et des arbres plantés qui correspondent à chaque année de plantation. La première colonne indique le type et l'année, la seconde montre le nombre de polygones/lignes qui sont inscrits dans la table d'attributs de la couche vectorielle. La troisième colonne indique l'aire totale en hectares de la couche. Finalement, la dernière colonne indique le nombre d'arbres contenus dans la couche

Aires de plantations silvopastorales			
Nom de la couche année	Nombre de parcelles	Aire (ha)	Nombre d'arbres
2012 Silvo	6	112,71	45 084
2013 Silvo	2	14,885	5 254
Aires de plantations compactes			
Nom de la couche année	Nombre de parcelles	Aire (ha)	Nombre d'arbres
Plantation compacte 2010	24	31,256	52 103
Compacte 2011	84	78,929	131 575
2012_compacta	64	148,02	246 749
Plantation compacte 2013	118	228,029	380 124
Superficie des barrières vivantes			
Nom de la couche année	Nombre de parcelles	Longueur (km)	Nombre d'arbres
Barrières vivantes 2011	68	35,95	24 085
2012_cv	41	19,42	13 011
Barrières vivantes 2013	110	41,7	27 939

Tableau 2 : Nombre d'arbres plantés selon la superficie des aires de plantation.

Une fois les aires de plantation détaillées, il faut préciser les données concernant la capacité de cargaison de chaque moyen de transport. Dans le projet, le transport des plants se fait au moyen de boîtes appelées cajillas. Ces boîtes ont la forme de petits cageots de transport (voir figure 13). Ces cages ont une dimension de 34 x 92 cm et peuvent contenir un maximum de 26 arbres quand ils sont dans des sacs de plastique. Pour connaître la capacité en utilisant les pastilles de tourbe.



Figure 13 : Image des cages de transport utilisées lors du transport des pousses d'arbres.

Nous avons utilisé les spécifications du fournisseur de pastilles., Un plateau de 38 x 38 cm peut contenir 36 pastilles (Jiffygroup, 2015, s.p.). Sachant cela, il est possible de connaître combien de pastilles peuvent être contenues dans une cage de 34 x 92 cm: $(36 \times 3\,128 \text{ cm}^2) / 1\,444 \text{ cm}^2 = 77,9$

Les cages peuvent contenir 77 arbres à la fois quand ils sont semés dans les pastilles contre 24 quand ils sont dans des sacs.

Dans l'inventaire des données, une pépinière utilise différents moyens de transport pour distribuer les arbres. La majorité du temps, le transport se fait à pied, mais peut aussi se faire en utilisant une charrette à bœufs (voir: figure 14) ou le camion de l'équipe technique (figure 15). Les dimensions de chaque moyen de transport sont inscrites dans le tableau 3.

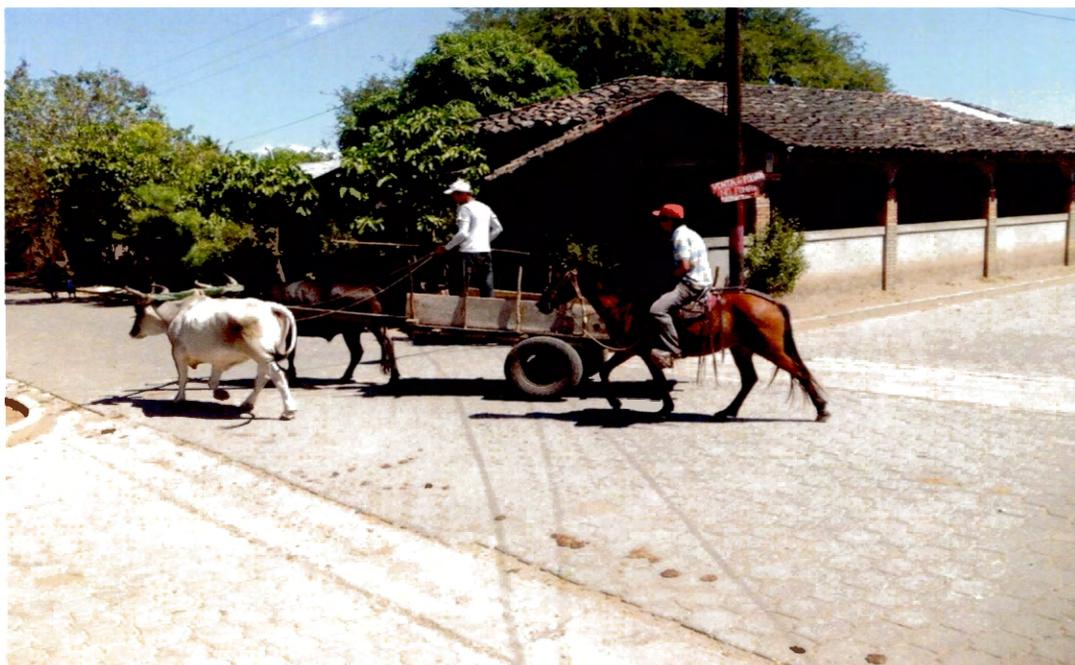


Figure 14 : Image d'une charrette utilisée pour le transport

	Camion	Charette
Dimension de la surface de transport	1,76m ²	3,5m ²
Dimension des cages (34cm x 92cm) (arrondi à l'entier inférieur)	0,3m ²	0,3m ²
Nombre de cages qui peuvent être contenues (arrondi à l'entier inférieur)	$(1,76/0,30) = 5$	$(3,5/0,3) = 11$
Nombre d'arbres total du transport (sac plastique)	$(24 \times 5) = \underline{120}$	$(24 \times 11) = \underline{264}$
Nombre d'arbres total du transport (pastilles)	$(77 \times 5) = \underline{385}$	$(77 \times 11) = \underline{847}$
Capacité du nombre de cages avec un support supplémentaire	19	24
Capacité d'arbres avec un support d'appoint	Sacs: $(19 \times 24) = 456$ Pastilles: $(19 \times 77) = 1463$	Sacs: $(24 \times 24) = 576$ Pastilles: $(24 \times 77) = 1848$

Tableau 3 : Tableau de comparaison de la capacité de transport entre le camion et la charrette.

Le tableau 3 montre aussi les différences de capacité entre les sacs de plastique et les pastilles de tourbe. Le choix serait évident en considérant seulement la capacité de transport, mais qu'en est-il des coûts? Il faut aussi considérer l'achat des pastilles, les coûts de construction du support et, finalement, celui de la manutention.

Pour faciliter la comparaison, une constante a été établie en ce qui concerne la capacité de plantation. Dans le cas des plantations compactes, suite aux discussions

avec l'équipe d'Enracine, la constante de 200 arbres plantés par planteur/jour a été établie.

Par exemple, avec une parcelle de 1,68 ha en plantation de type compacte (1 667 arbres/ha), il faudrait 8,34 jours pour une personne pour remplir cette parcelle.

Toujours à propos des coûts, il faut aussi tenir en compte le ratio de survie des arbres. Selon l'équipe d'Enracine, pour chaque arbre planté qui survit, deux arbres n'ont pas survécu, ce qui porte le ratio à 3/1, c'est-à-dire qu'il faut acheter 3 graines d'arbre pour obtenir un arbre qui survit.

Enfin, l'analyse doit considérer le coût initial du terreau. Les sacs sont peu onéreux comparés aux pastilles de tourbes. Le coût de la pastille est établi à 0,23 sous de l'arbre tandis que celui d'un sac revenait à moins d'un sou l'unité

3.11 Méthode d'analyse et traitement des données

La carte a été l'outil privilégié pour effectuer les analyses. Cette dernière contient la plupart des données topologiques du projet. En plus de pouvoir afficher les données, le SIG permet d'analyser les données spatiales en les ancrant dans un système de coordonnées géographiques (WGS 84). À partir d'une projection sur laquelle les objets de la carte sont ancrés, il est alors possible de faire une analyse spatiale efficace, par exemple, calculer le chemin le plus court vers une parcelle. La carte du territoire du projet en 2014 agit comme le canevas à partir duquel l'analyse spatiale des données s'effectue (voir figure 19). À partir de cette carte de base, les données classées peuvent être affichées selon le besoin, comme il sera démontré de cette section.

Il faut préciser que les distances calculées entre les parcelles et le village de Limay ont servi à connaître l'empreinte carbone des déplacements et que, les calculs ont été basés sur un moteur 250 centimètres cubes (cc) pour la moto. Selon la fiche technique

du constructeur, le moteur à essence de la moto peut parcourir 30 km par litre d'essence.

En combinant les distances parcourues et la consommation de carburant, il est possible de connaître les émissions de CO₂ causées par les déplacements lors de l'année 2013. Pour cela, il faut commencer par calculer le nombre de litres de carburant utilisés lors des visites et ajouter celui des déplacements requis par camion lors du transport des plants entre les pépinières et les parcelles. Le type de carburant est ensuite multiplié par le facteur d'émissions qui lui est attribué selon les bases de données d'analyse de cycle de vie des produits. Le facteur utilisé pour le calcul est de 8,887 grammes de CO₂ émis par gallon d'essence utilisé (Environmental Protection Agency (EPA), 2010, p. 25330) Pour l'instant, le tableau suivant résume les déplacements qui ont eu lieu au cours de l'année 2013 avec le kilométrage et le CO₂ émis par les déplacements. Les transports utilisant la marche ou la charrette sont considérés non émetteurs de CO₂ et le nombre de litres de carburant utilisés est calculé avec la constante de consommation du fabricant mentionnée plus haut (30 km/L).

L'expansion territoriale des activités est basée sur la série de données qui contient les distances parcourues à moto par les techniciens du projet lors des visites. L'analyse tient compte de la distance moyenne parcourue par les techniciens du projet, plus et moins l'écart type, et de l'étendue de la distribution. La figure 28 de la section résultats montre comment cette expansion a été observée.

Voici la carte des chemins empruntés par les techniciens du projet (figure 16). Celle-ci sert de canevas sur lequel sont insérées les données amassées sur chaque parcelle:

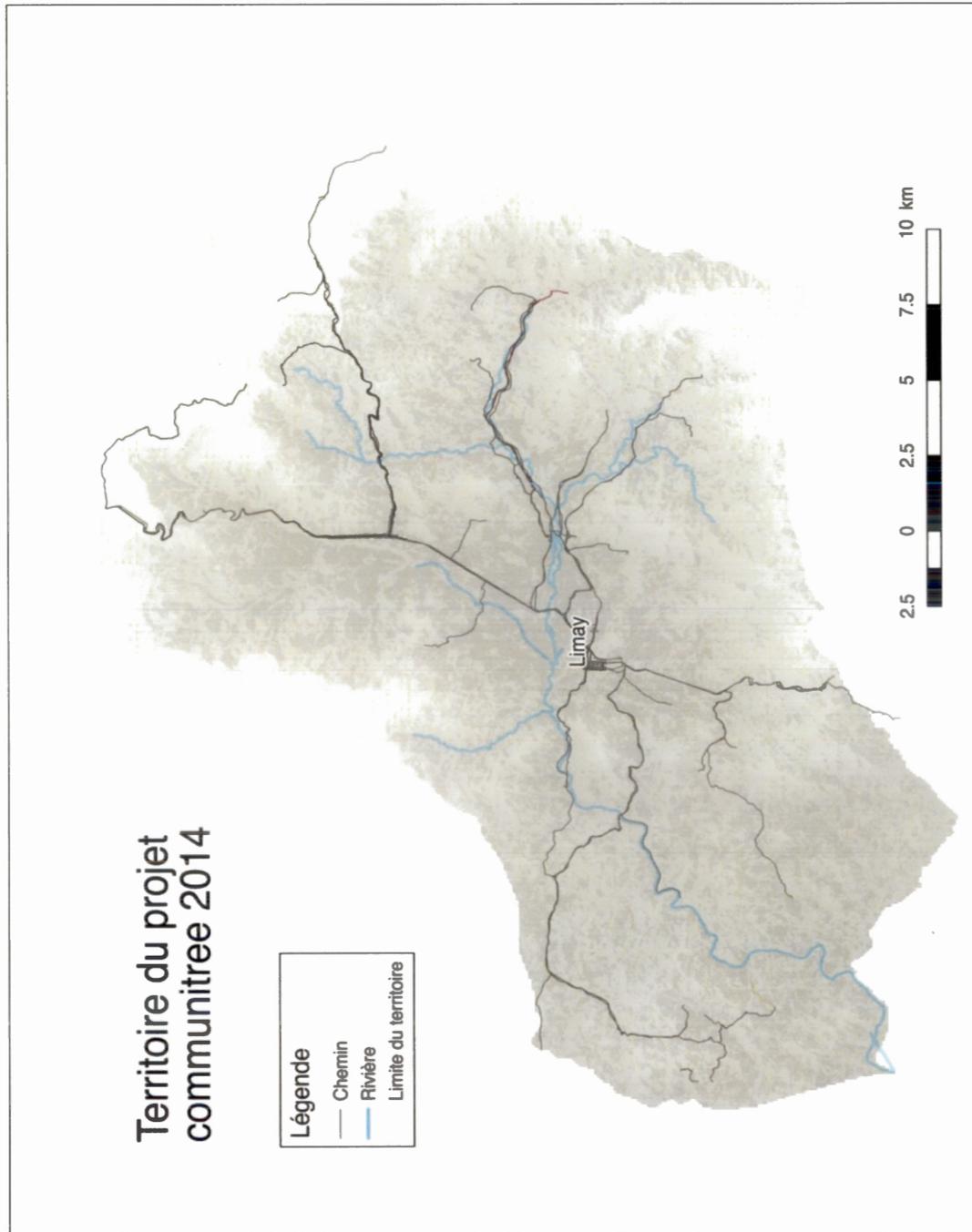


Figure 16 : Carte des chemins utilisés pour le transport au sein du projet.

L'information topologique amassée a tout d'abord été classée par type et par année de commencement au sein du projet. Les tables utilisées pour le classement des données ont été placées en appendice. La première couche d'information à avoir été ajoutée est celle des plantations compactes de 2010 (figure 17). Ces plantations se situent à l'est du village de Limay et comprennent 24 entrées au total. Ces entrées ont ensuite été décortiquées selon les informations qu'elles contiennent, c'est à dire le statut de pépinière ou de parcelle, le numéro PV, la communauté à laquelle elles se rattachent, le technicien responsable de la parcelle, le nombre de visites effectuées par le technicien en 2013, la distance parcourue et le mode de transport utilisé, la distance entre la parcelle et la pépinière ainsi que le moyen de transport utilisé lors du transfert des plants entre la pépinière et la parcelle. Selon la carte et les données, les plantations compactes de 2010 se caractérisent comme suit en 2013

Tableau 4: Résumé des données pour la plantation compacte 2010

Nombre total de visites	68
Distance totale parcourue	584,52 km
Moyenne de visites par parcelle	5
Distance moyenne parcourue par visite	8,03 km
Nombre maximal de visite pour une parcelle	9
Nombre minimal de visites pour une parcelle	1
Distance maximum parcourue	11,03 km
Distance minimale parcourue	4,97 km
Inscriptions	24

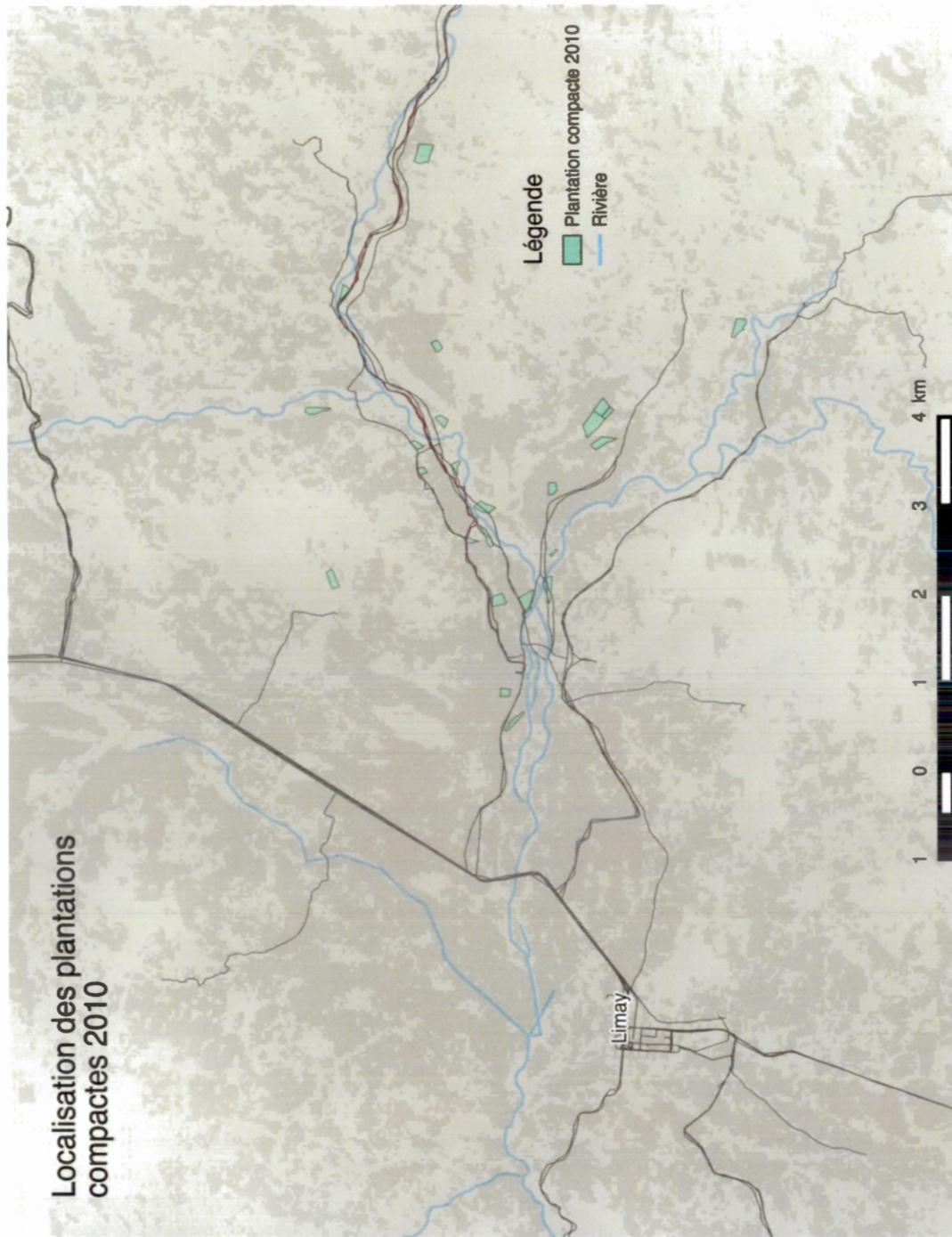


Figure 17 : Carte de localisation des plantations compactes de 2010.

La prochaine catégorie de données concerne l'année 2011, elle-même séparée en deux catégories: celle des barrières vivantes et celle de la plantation compacte.

Pour les barrières vivantes, 2011 compte 68 entrées de données distinctes sur la carte. Ces barrières totalisent un total de 14 visites qui totalisent 105,14 km effectués en moto. Le petit nombre de déplacements comparé à ceux de la plantation compacte, s'explique par le fait que certains participants ont des plantations compactes et des barrières vivantes à leur nom. Dans l'analyse des données, une seule visite compte toutefois pour les deux types de plantation et est attribuée à la plantation compacte du participant. La figure 18 montre l'emplacement des barrières.

Tableau 5: résumé des données des barrières vivantes 2011

Nombre total de visites	14
Distance totale parcourue	105,14 km
Nouvelles inscriptions	68

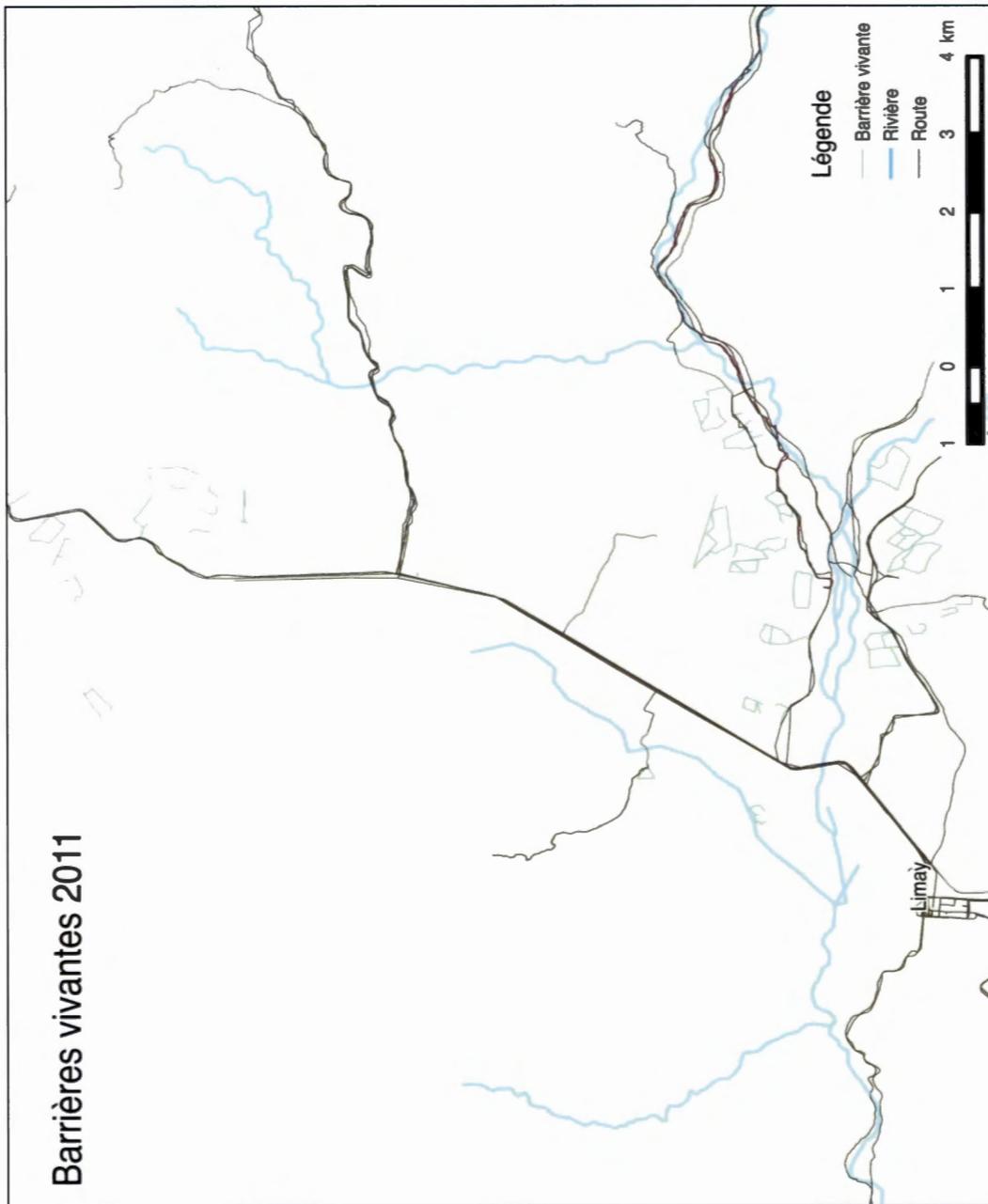


Figure 18 : Localisation des barrières vivantes de 2011.

Les plantations compactes de 2011 totalisent 84 nouvelles entrées. Les visites des techniciens plus les déplacements associés totalisent 2192,14 km répartis en 213 visites pour l'année 2013. Les parcelles se situent en moyenne à 11,39 km de Limay et reçoivent 4 visites. La parcelle la plus éloignée se situe à 23,75 km et la plus proche se trouve à 6,22 km. La carte suivante (figure 19) montre l'emplacement des parcelles et il est possible d'y remarquer l'expansion des opérations depuis 2010.

Tableau 6: résumé des données pour la plantation compacte 2011

Nombre total de visites	213
Distance moyenne parcourue	11,39 km
Nombre moyen de visites par parcelles	4
Parcelle la plus éloignée	23,75 km
Parcelle la plus proche	6,22 km
Nouvelles inscriptions	84

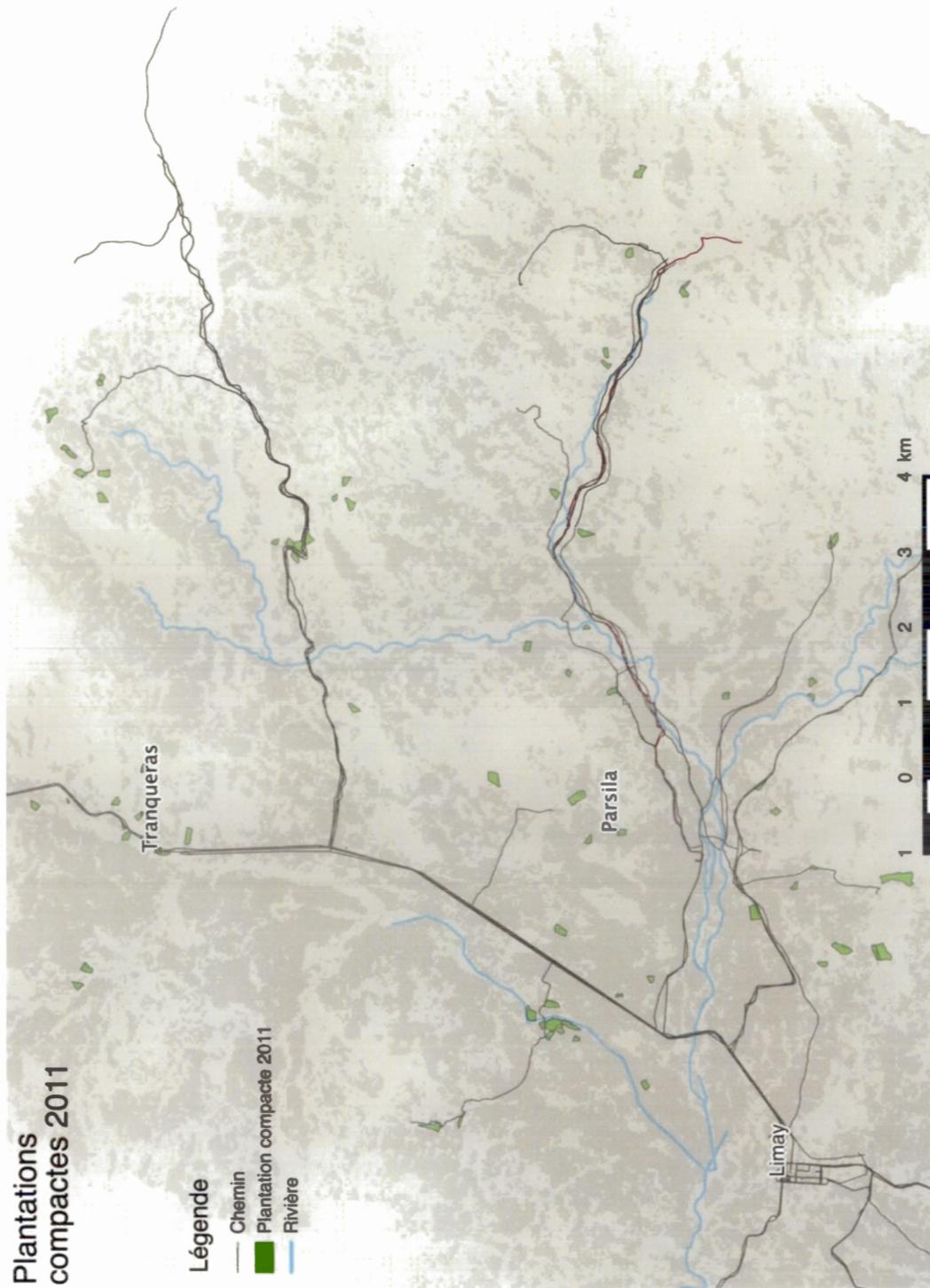


Figure 19 : Localisation des plantations compactes de 2011

À partir de 2012, les plantations silvopastorales débutent. Elles sont moins denses que les plantations compactes et souvent plus étendues car elles servent à la fois de pâturages. L'année 2012 compte 6 parcelles de plantation silvopastorales qui totalisent 37 visites en 2013 pour une distance de 453,22 km. Comme le montre la figure 20, ces plantations se situent à proximité des plantations compactes de 2010, mais s'éloignent toujours un peu plus du centre.

Tableau 7: Résumé des données pour les plantations silvopastorales 2012

Nombre total de visites	37
Distance totale parcourue	453,22 km
Nouvelles inscriptions	6

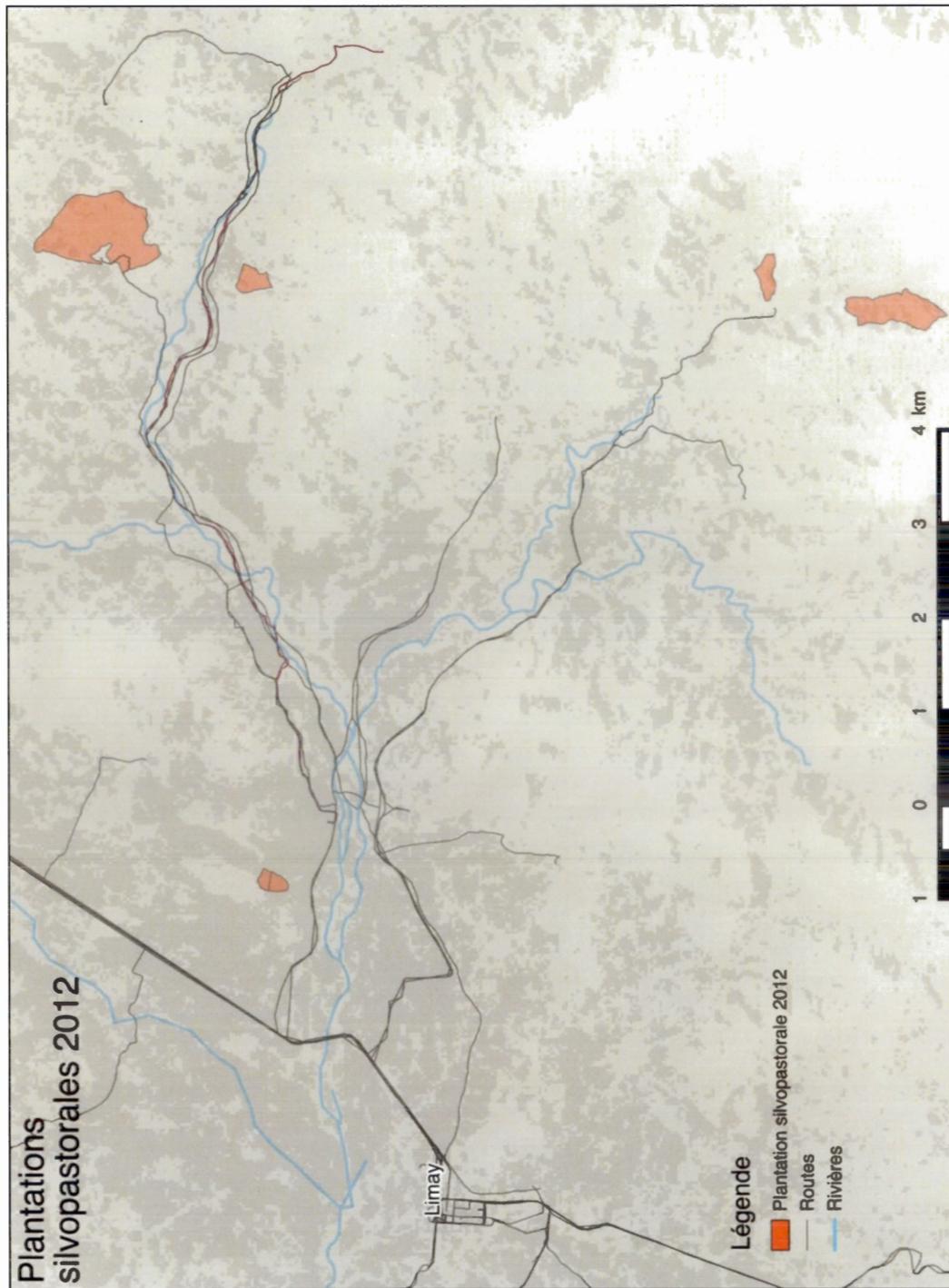


Figure 20 : Localisation des plantations silvopastorales de 2012

L'année 2012 voit aussi les plantations compactes compter 63 nouvelles entrées. L'éloignement est plus petit qu'en 2011 avec une moyenne de 9,45 km. La plus éloignée se situe à 23,75 km et la plus proche se situe à 1,89 km de Limay. Avec les techniciens, le nombre de visites passe à 356 pour un total de 3 306,22 km de déplacements à moto. La moyenne des visites par parcelle passe à 7 (voir figure 21).

Tableau 8: résumé des données pour les plantations compactes 2012

Nombre total de visites	356
Nombre moyen de visites par parcelles	7
Distance la plus courte	1,89 km
Distance la plus longue	23,75 km
Distance moyenne parcourue par visite	9,45 km
Distance totale parcourue	3 306,22 km
Nouvelles inscriptions	63

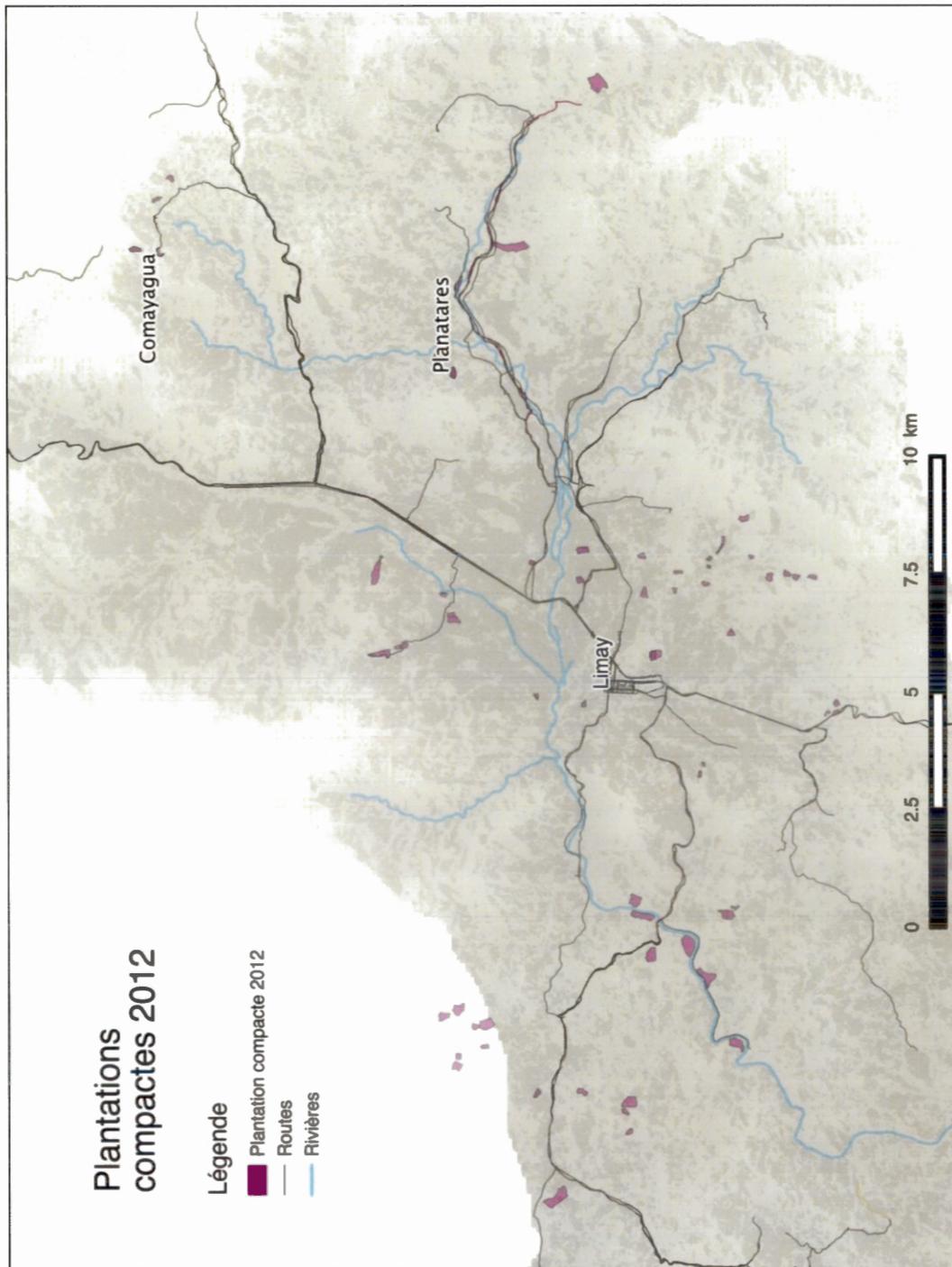


Figure 21 : Localisation des plantations compactes de 2012

Pour ce qui est des barrières vivantes, le projet compte 41 nouvelles entrées en 2012 pour un total de 15 visites et de 60,29 km parcourus (figure 22).

Tableau 9: résumé des données pour les barrières vivantes 2012

Nombre total de visites	15
Distance totale parcourue	60,29 km
Nouvelles inscriptions	41

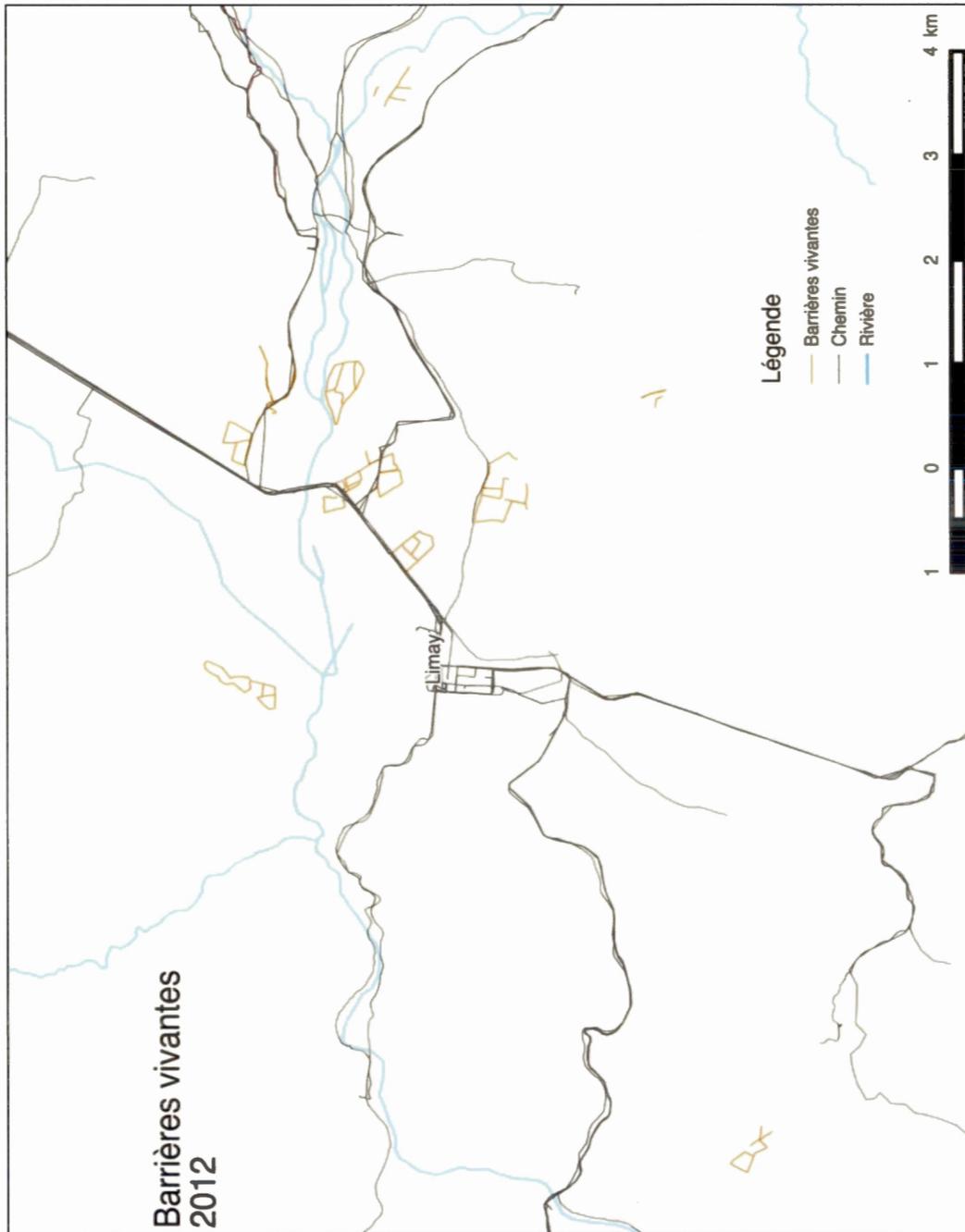


Figure 22: Localisation des barrières vivantes de 2012

L'année 2012 incluait des parcelles de plantation silvopastorales (figure 20), compactes (figure 21) et de barrières vivantes (figure 22). La prochaine série de données amassées est celle des plantations de l'année 2013.

Premièrement, pour les plantations compactes, la première constatation à faire est l'étendue des parcelles. Avec 116 inscriptions dans la base de données, les plantations compactes de 2013 sont les plus étendues sur le territoire. La distance moyenne entre les parcelles et Limay est de 13,24 km. La parcelle la plus éloignée se trouve à 27 km du village et la plus proche à 0,92 km. Pour ce qui est de la distance parcourue, le total atteint 12 785,59 km en moto avec une moyenne de 9 visites par parcelle. La figure 23 montre l'emplacement des parcelles.

Tableau 10: résumé des données pour les plantations compactes de 2013

Distance totale parcourue lors des visites	12 785, 59 km
Parcelle la plus éloignée	27 km
Parcelle la plus proche	0,92 km
Moyenne de visites par parcelle	9
Distance moyenne par visite	13,24 km
Nouvelles inscriptions	116

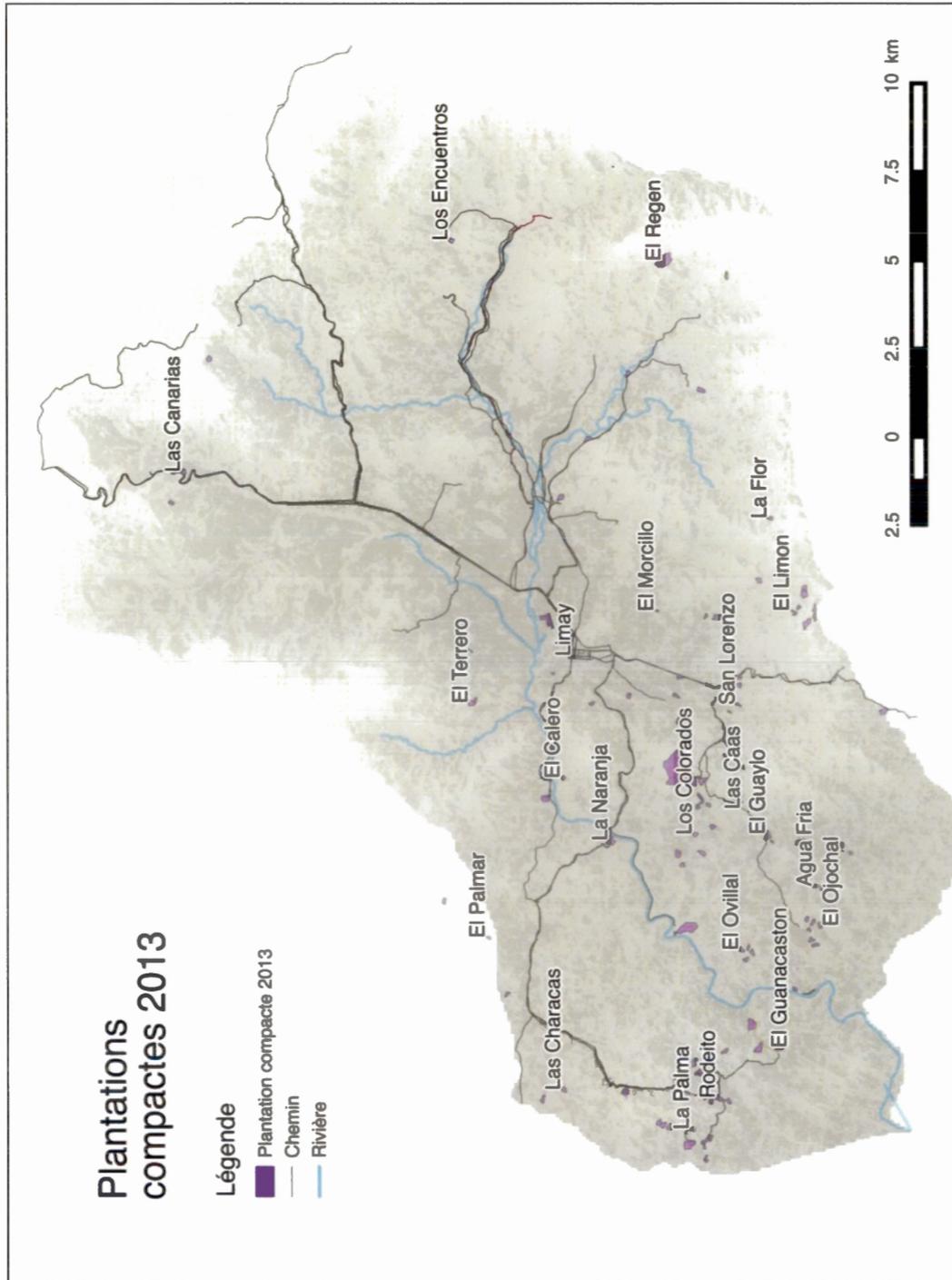


Figure 23: Localisation des plantations compacte de 2013

Pour les plantations silvopastorales de 2013 (figure 24), il y a deux entrées qui totalisent une distance de 345,0 km étalés en 15 visites. Les parcelles de plantations sont situées dans la communauté de El Vejuco, à l'extrémité sud du territoire de Limay. Les deux parcelles sont presque adjacentes et sont localisées à une distance de 23,0 km à moto.

Tableau 11: résumé des données pour les plantations silvopastorales 2013

Distance totale parcourue	345 km
Nombre de visites	15
Nouvelles inscriptions	2

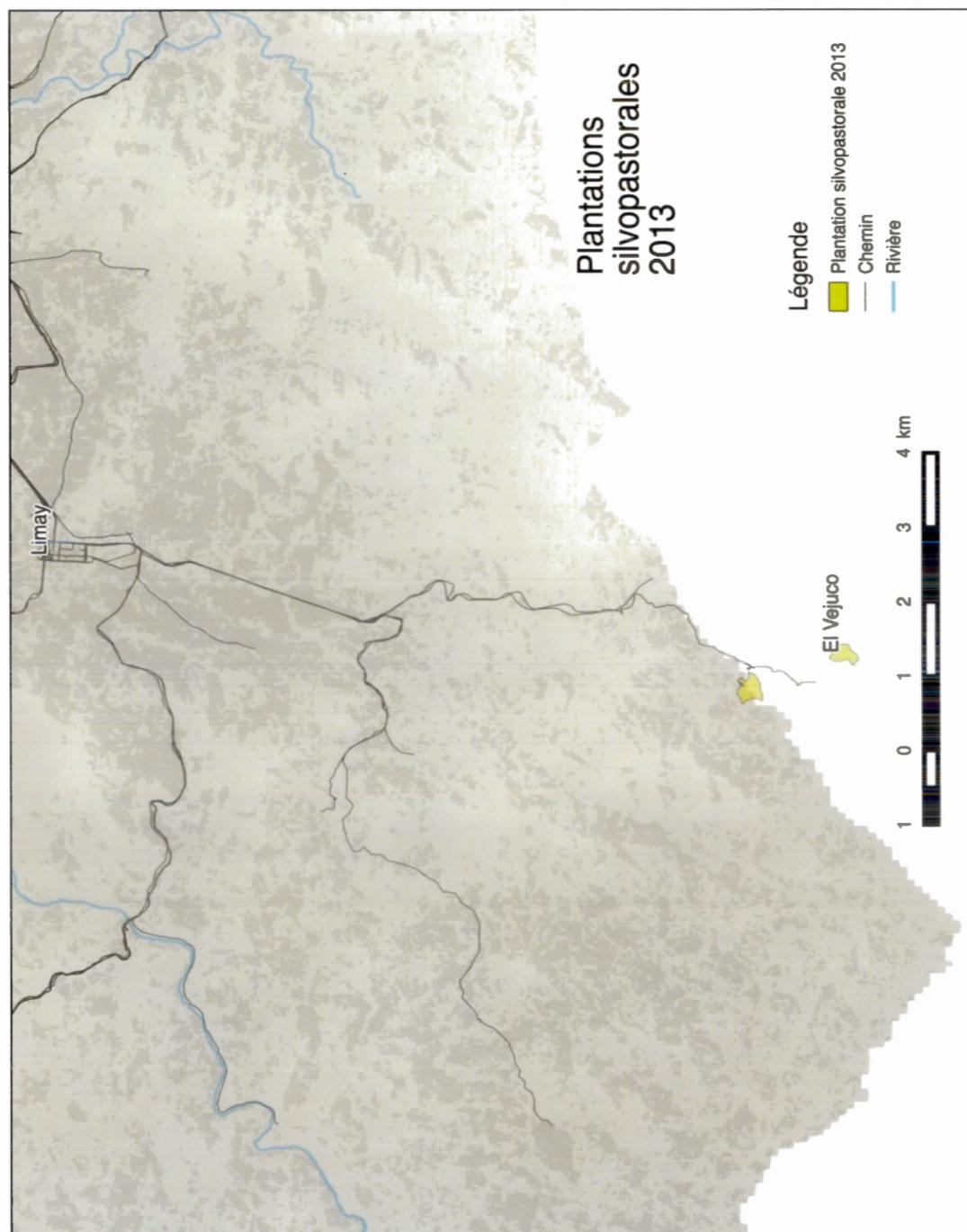


Figure 24: Localisation des plantations silvopastorales de 2013

Pour ce qui est des barrières vivantes (figure 25), il y a un total de 108 nouvelles entrées dans la base de données. Le nombre de visites s'élève à 15 pour une distance totale de 69,29 km parcourus en moto.

Tableau 12: résumé des données pour les barrières vivantes 2013

Nouvelles inscriptions	108
Nombre total de visites	15
Distance totale parcourue	69,29 km

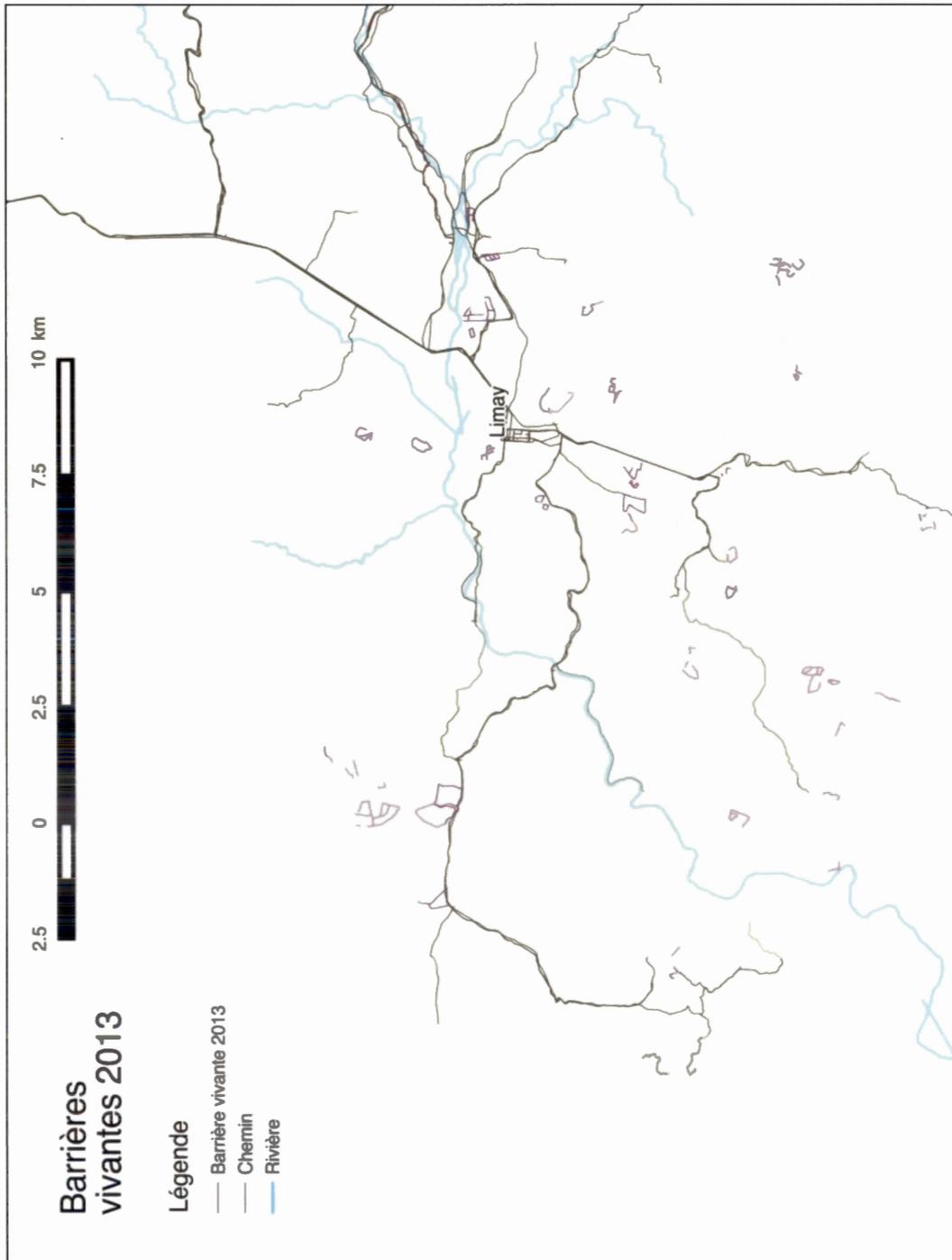


Figure 25: Localisation des plantations silvopastorales de 2013

Le grand nombre d'entrées avec peu de distance parcourue s'explique par la méthodologie utilisée. Dans la plupart des cas, les participants qui ont des barrières vivantes inscrites à leur nom ont aussi des parcelles d'autres types à leur nom. Quand cette situation survient, une visite chez le participant compte pour toutes les parcelles qu'il ou elle possède dans l'objectif d'éviter les doublons.

Finalement, en combinant toutes ces couches sur une même carte, l'ensemble des parcelles de plantation du projet Communitree peut être perçu en un coup d'œil (figure 26 de la section résultats).

Les cartes précédentes montrent la classification générale des données, c'est-à-dire qu'elles sont d'abord organisées par type et par année d'inscription au projet. Une fois chaque parcelle inscrite dans la base de données, d'autres informations ont pu être ajoutées: le nombre de visites pour chaque parcelle, la distance entre Limay et la parcelle, le moyen de transport, est-ce que la parcelle reçoit des pousses d'un autre participant, les produits elle-même ou si elle en produit pour d'autres, si un transport est nécessaire entre une pépinière et une parcelle, la distance entre les deux et le mode de transport utilisé.

L'information est fusionnée et se rapporte à la plus ancienne plantation inscrite à son nom dans la base de données. La mention «voir parcelle» est écrite dans la case du nombre de visites. Rapporter ainsi l'information de plusieurs parcelles à une seule inscription dans le tableau évite les doublons, permet de sauver du temps et réduit les risques d'erreur de calcul.

L'importation de données topologiques dans le SIG a permis de créer une carte de l'ensemble des parcelles de plantation du projet (figure 26) dans la section résultats

CHAPITRE 4

RÉSULTATS

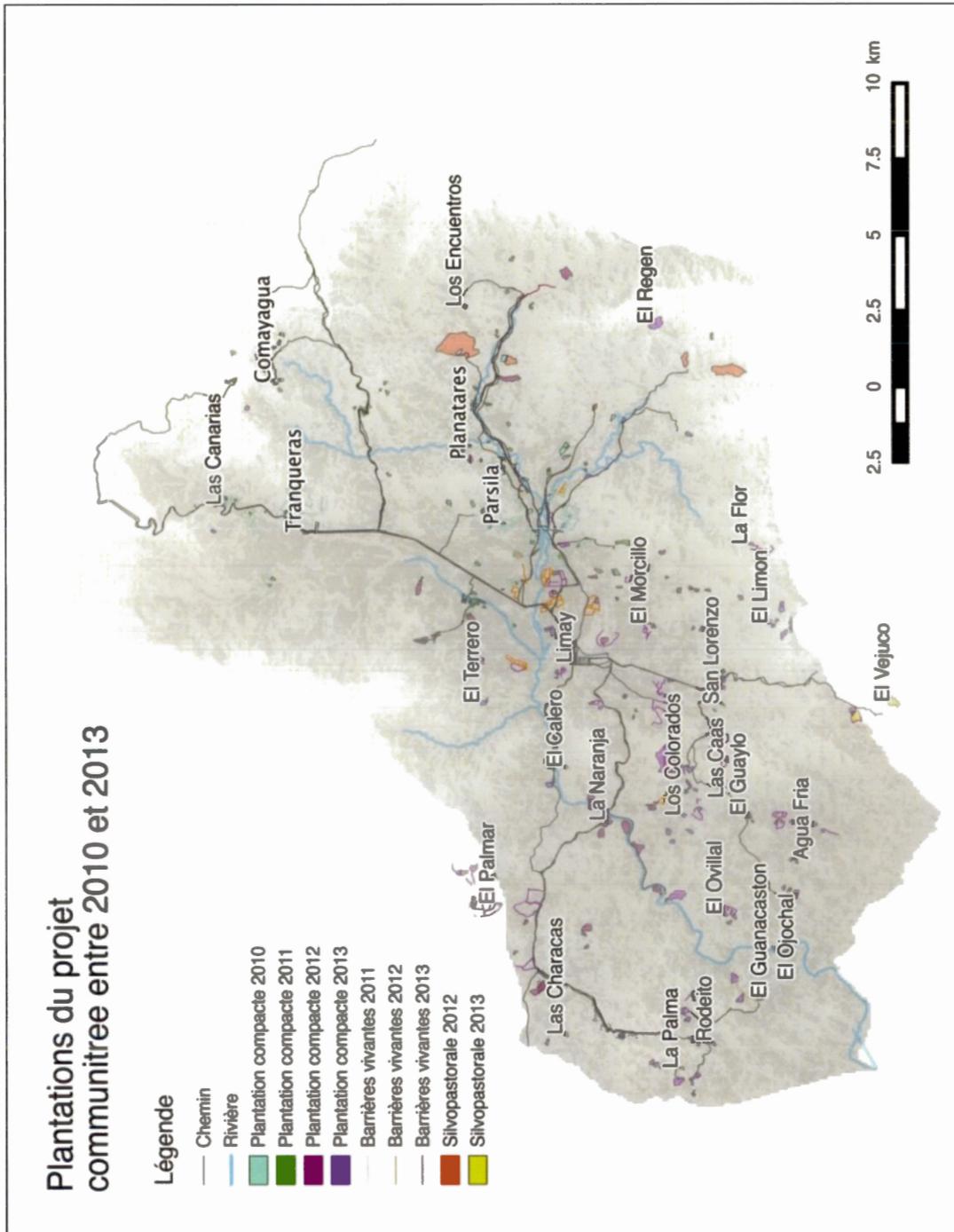


Figure 26: Carte de l'ensemble des plantations du projet

Le tableau suivant résume la consommation de carburant lors de l'année 2013. Il tient en compte les visites effectuées par les techniciens.

Type et année	Déplacement à moto pour les visites (km)	Litres de carburant utilisés	Équivalent de CO ₂ émis (Tco ₂ e)
Compacte 2010	584,52	19,48	4,5
Compacte 2011	2192,14	73,07	17,2
Compacte 2012	3306,22	110,21	25,9
Compacte 2013	12 785,59	426,19	100
Barrières 2011	105,14	3,50	0,81
Barrières 2012	60,29	2,68	0,63
Barrières 2013	69,29	2,31	0,54
Silvo 2012	453,22	15,11	3,5
Silvo 2013	345	11,5	2,7
Total	19901,41	664,05	155,78

Tableau 13: Distances parcourues et émissions de carbone liées

La figure 27 montre l'évolution dans la distance des parcelles du projet selon les années. Ces données montrent l'expansion activités au fil des ans.

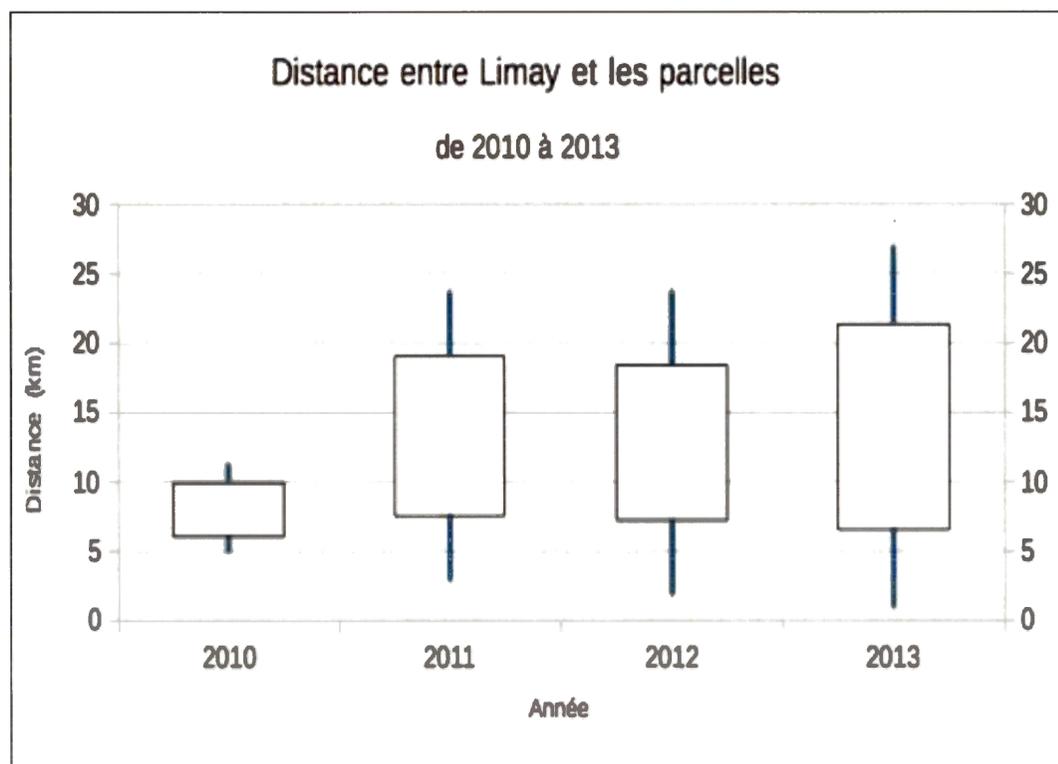


Figure 27: Évolution de la distance des parcelles par années par rapport au centre (Limay). Le centre de la colonne est basé sur la distance moyenne parcourue. La hauteur de la colonne représente l'écart-type autour de la moyenne et la ligne bleue l'étendue de la distribution

Une fois classées, les données de distances nous informent sur la distribution des parcelles à partir du centre (Limay), comme le montre la figure 28. La distribution du kilométrage montre à quelle distance se concentrent les parcelles quand tous les types sont inclus. Il est alors possible de localiser les emplacements optimaux de pépinières en fonction de la proximité du plus grand nombre de parcelles.

Les données de la figure 28 ont été classées selon une amplitude de 2,5 km et montrent qu'il existe deux endroits où les parcelles se concentrent; entre 10 et 12,5 km (47 parcelles), et entre 22,5 et 25 km (20 parcelles). La distance moyenne entre Limay et les parcelles est de 11,53 km avec un écart type de 6,63 km.

Classement du nombre de parcelles selon leur distance de Limay
plantations de 2010 à 2013

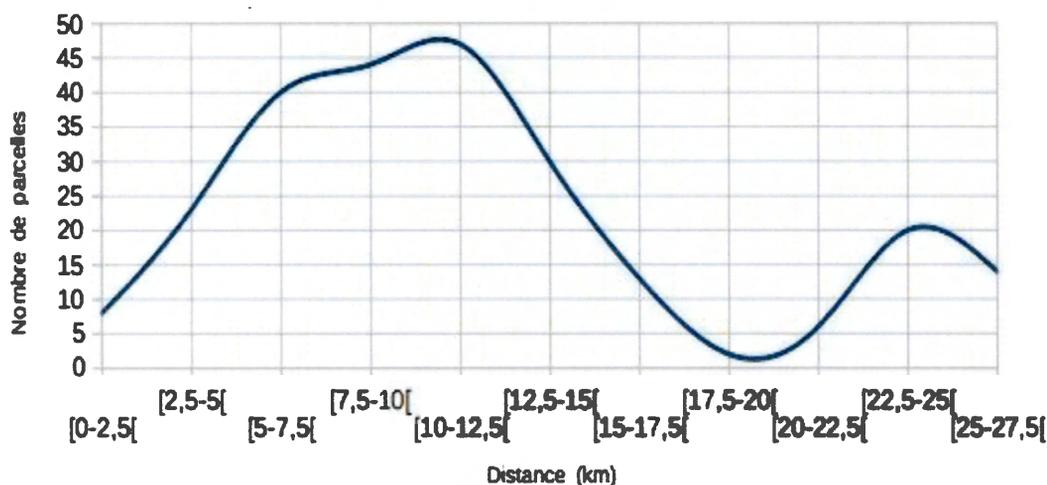


Figure 28: Distribution du nombre de parcelles selon leur distance de Limay

Pour les coûts du projet, la plupart des informations sont disponibles dans les documents fournis par Enracine. Le coût des sacs est disponible à partir du budget de l'achat des graines d'arbre. Le coût des sacs revient à 3,88\$ pour 1000 sacs, ce qui revient à 0,004\$ l'unité tandis que le coût des pastilles de tourbe revient à 0,23\$ l'unité.

Concernant les pépinières, le tableau 14 contient le nombre de distributeurs recensés, ainsi que les pépinières personnelles et les receveurs. La dernière colonne montre la distance moyenne parcourue entre la pépinière et la parcelle lors de la plantation. Il faut aussi savoir que le moyen de transport utilisé est soit la charrette, soit le cheval ou soit la marche. Le camion peut être utilisé aussi, mais dans de rares occasions.

	Nb de distributeurs	Nb de receveurs	Nb de perso	Distance moyenne (km)
Compacte 2010	2	13	4	1,58
Compacte 2011	4	11	45	0,41
Compcate 2012	2	8	44	0,46
Compacte 2013	3	4	109	0,21
Barrières 2011	1	3	2	1,06
Barrières 2012	1	3	0	3,62
Barrières 2013	0	5	2	1,24
Silvo 2012	0	2	4	2,1
Silvo 2013	0	2	0	0,26
Total	13	51	210	1,22

Tableau14: Répartition du nombre de parcelles selon leur statut et la distance moyenne parcourue lors des transferts

CHAPITRE 5

DISCUSSION

La première hypothèse à savoir que les dépenses indirectes du projet seraient réduites si les pastilles de tourbe étaient utilisées est validée. Comme les pastilles requièrent moins de travail depuis l'ensemencement jusqu'à la plantation, ceci explique en bonne partie l'économie à réaliser sur le transport. En effet, le transport est plus efficace à cause du volume plus petit des pastilles que celui des sacs. Il est donc possible de transporter plus en un seul voyage. Un investissement initial pourrait aussi être envisageable pour doter les charrettes et le camion de supports permettant d'empiler plusieurs étages d'arbres. Cela permettrait d'en transporter davantage. De plus, étant donné qu'il est possible d'automatiser l'ensemencement avec les pastilles, un investissement dans ce type d'infrastructure pourrait être envisageable, même si l'investissement est important.

Par contre, le transport entre les pépinières et les parcelles ne serait pas touché, étant donné que la plupart s'effectuent en charrette à la marche. Pour les visites techniques, celles-ci ne devraient pas changer avec l'utilisation des pastilles. La plus grande modification de l'empreinte carbone viendrait du fait que les pastilles sont biodégradables comparées aux sacs de plastique. Les bases de données de cycle de vie des produits sont très variées et il est difficile de trouver une constante avec laquelle calculer les émissions totales liées à l'incinération des sacs de plastique. La seule certitude est que le plastique, quand on prend seulement en compte la production, émet plus de carbone que les pastilles de tourbe. Par contre, en incluant la fabrication du produit, cela pourrait changer car la production de tourbe est connue pour être une source de méthane. Cela ouvre donc la porte à une étude éventuelle

concernant le cycle de vie des pastilles de tourbe, depuis la production jusqu'à leur disposition.

Pour la troisième hypothèse, laquelle supposait que la charge de travail serait réduite en utilisant les pastilles parce que l'entretien et le transport seraient plus faciles. Avec en moyenne 1,22 km à parcourir entre les parcelles et les pépinières et une capacité de transport plus grande que les pastilles, l'hypothèse est confirmée. En somme, plus d'arbres pourraient être acheminés aux parcelles en moins de temps. Le temps ainsi économisé pourrait être utilisé pour l'entretien et le maintien de la forêt.

Il convient cependant de mentionner certaines limites de la recherche. Premièrement, le manque de temps pour élaborer une cartographie intégrale a été un facteur important, car il aurait fallu au moins une année complète d'observations pour suivre en temps réel les déplacements et ainsi avoir une représentation exacte du territoire plutôt que d'avoir recours aux techniciens. San Juan de Limay se trouve sur un terrain où l'activité sismique est importante, il se peut que les chemins soient modifiés au fil du temps. Par exemple, lors de la saison des crues peut aussi apporter des modifications au réseau. Les pastilles sont une alternative beaucoup plus onéreuse que les sacs de plastique, tandis que les pastilles sont une alternative plus efficace et écologique. Si la tolérance au risque financier est grande, un investissement peut être envisageable pour faire le saut vers les pastilles de tourbes. Cela peut aller jusqu'à automatiser les opérations en achetant une machine pour remplir des plateaux de pastilles ensemencées prêtes à la livraison qui se chargeraient ensuite dans les charrettes et le camion sur lequel des supports spécifiques auraient été installés pour transporter les plateaux jusqu'à la parcelle de plantation. Une autre option possible est de garder les sacs de plastique tout simplement. Ainsi, les coûts demeurent relativement bas, mais l'efficacité de plantation ne s'améliore pas. Comme la plupart des parcelles se trouvent entre 10 et 12,5 km, l'utilisation des sacs en dessous de cette distance pourrait être une option envisageable et l'utilisation des pastilles de tourbe au-delà de 12,5 km.

Pour ce qui est de l'application de cette recherche dans d'autres domaines, Des études semblables peuvent être effectuées en géomarketing, par exemple. Ce domaine a une approche orientée vers l'entreprise, mais a en commun l'utilisation de concepts semblables tels que la proximité, la localisation et la recherche de la localisation optimale dans l'espace. Le géomarketing est issu du développement très récent d'outils informatiques spécialement dédiés à l'étude de phénomènes économiques dans l'espace en intégrant des fonctions d'affichage et de traitements statistiques. Ces études permettent de mettre en œuvre des analyses géoéconomiques. Par exemple, les secteurs immobiliers et de patrimoine foncier qui gèrent, vendent ou font la promotion de lieux sont concernés par les systèmes géographiques qui leur permettent de suivre avec précision la gestion de leurs actifs et l'ensemble des variables qui s'y rapportent: revenu, entretien, rénovation, coût financier (Latour et le Floc'h, 2001, p. 54).

Il existe différentes catégories d'études dans le domaine.

- Les études et enquêtes de marché: représentation de données sur la satisfaction, l'image, les usages, attitudes, opinions, etc.
- Les bases de données socioéconomiques: constitution de référentiels, projections d'études, échantillonnage.
- Études opérationnelles de distribution: cartographie de zones de chalandise, mesures de localisation de consommateurs, études de fréquentation par catégories de produits, études de la concurrence, études d'impact publicitaire, etc.
- Études stratégiques de distribution: études d'impact économique, mesure de potentiel, diagnostics d'implantation recherche de localisation, etc.

- Études de gestion commerciale: études d'infrastructure commerciale, études de partition de secteurs, etc.
- Études décisionnelles et stratégiques marketing: prévision de potentiel local, régional, national, évaluation de zones d'implantation, modélisation et typologie d'espaces économiques et de consommation

En somme, les principes du géomarketing demeurent principalement exploités par les directions générales des entreprises, mais ses qualités de savoir-faire, de traitement et d'analyse de l'information et sa capacité à synthétiser l'ensemble des indicateurs d'aide à la décision peuvent aider à la mise en œuvre vers de nouveaux domaines.

CHAPITRE 6

CONCLUSION

La saturation en dioxyde de carbone dans l'atmosphère a atteint un niveau critique et qui implique une pression sur l'environnement. À 396,8 ppm et sachant que le seuil de sécurité établi est à 350 ppm, les puits de carbone deviennent des outils d'importance dont l'optimisation contribuera, un tant soit peu, à ralentir cette concentration jusqu'à un taux viable pour la vie humaine. Ces projets sont encore marginaux, mais gagnent de plus en plus en popularité et c'est en les rendant plus efficaces qu'ils gagneront en crédibilité.

Cette recherche visait à répondre à une dimension spécifique du projet Communitree, lequel était de savoir comment une modification dans les opérations d'ensemencement permettrait de réduire les coûts d'opération, de l'empreinte carbone et, finalement, si cette modification apporterait des changements sur la communauté locale.

La première hypothèse est que les coûts peuvent être réduits par l'utilisation de pastilles de tourbe plutôt que des sacs de plastique pour l'ensemencement des arbres. Les données ont montré que le coût initial, par l'achat des pastilles, est nettement plus élevé que celui des sacs mais que cela permettrait en revanche un transport plus efficace et des économies à plus long terme.

La seconde hypothèse est que l'empreinte carbone du projet serait réduite en utilisant les pastilles de tourbe. Étant donné que les sacs de plastique sont incinérés après leur utilisation et que les pastilles sont biodégradables, ces dernières permettraient de réduire les émissions de dioxyde de carbone.

Finalement, la troisième hypothèse concerne le temps consacré à la plantation des arbres et comment une modification des opérations allait affecter le travail au sein de la communauté locale. L'hypothèse supposait que les pastilles permettraient de réduire le temps de transport entre les pépinières et les parcelles. Les données ont montré qu'il était possible de transporter plus d'arbres en un seul voyage avec les pastilles qu'avec les sacs de plastique ce qui peut réduire le temps employé à transporter les arbres entre les pépinières et les parcelles.

Le changement vers les pastilles de tourbes est une option beaucoup plus onéreuse que celle des sacs de plastique, mais en termes d'efficacité, ce transport est beaucoup plus facile et la manutention demande moins de temps. Au final, c'est l'empreinte carbone du projet qui serait diminuée en opérant ce changement.

Les sources et méthodes utilisées ont grandement été influencées par la géographie et il se peut que d'autres approches puissent compléter les observations qui ont été menées dans cette étude. Il est nécessaire de se questionner sur la pertinence qu'aurait une base de données collaborative dans laquelle chaque utilisateur peut contribuer à son enrichissement. Dans le domaine des analyses du cycle de vie, de telles bases de données apparaissent et contribuent aux connaissances sur l'impact environnemental des produits.

Il faut enfin tenir en compte les limites budgétaires et de ressources pour mener ce projet.

BIBLIOGRAPHIE

AMABLE, B. (2005). *Les cinq capitalismes, Diversité des systèmes économiques et sociaux dans la mondialisation*. Collection économie humaine, Paris, Le Seuil.

AMYOTTE, L. (2011). *Méthodes quantitatives. Applications à la recherche en sciences humaines*, 3^e éd. Saint-Laurent : Éditions ERPI.

AURIAC, F. BRUNET, R. *Espaces, jeux et enjeux*. Paris, Fayard et Fondation Diderot.

AZAM, G. (2009). « Silence, la finance carbone va sauver le climat! », *Mondialisation.ca, décembre 2009*, [en ligne]. (<http://www.mondialisation.ca/silence-la-finance-carbone-va-sauver-le-climat/16568>.) Page consultée le 28 février 2013.

BA (*British Airways*). (2012). " Climate Policy and EU Emissions Trading System, [En ligne]. (<http://www.onedestination.co.uk/environment/climate-change/climate-policy-eu-ets/>.) Page consultée le 19 avril 2013.

BÄCKSTRAND, K. LÖVBRAND, E. (2006). «Planting Trees to Mitigate Climate Change : Contested Discourses of Ecological Modernization, Green Governmentality and Civic Environmentalism». *Global Environmental Politics*, 6,1 : 50-75

BAKER, K. BAUMANN, D. GERVAIS, S. (2011). *Plan Vivo Project Design Document (PDD) Limay Community Carbon Project*. Montréal, EnRacine.

BAKER, K. BAUMANN, D. MICHAUD, J. S. van MOSSEL-FORRESTER, B. (2012). *Technical specification: Boundary planting*. Montréal, Enracine.

----- *Technical specification: Mixed species forest plantation*, Montréal, Enracine.

----- *Technical specification: Silvopastoral planting*, Montréal, Enracine.

BÉDARD, M. (2013). *Méthodologie et méthodes de la recherche en Géographie*, 10^e éd, Montréal, Université du Québec à Montréal.

BÉLAIR-CIRINO, M. (2013). « Lutte contre les GES – les grands pollueurs doivent s’activer afin de ne pas rater le rendez-vous ». *Le Devoir* (Montréal), 16 mars 2013 [En ligne]. (http://www.ledevoir.com/economie/actualites_economiques/373416/les-grands-pollueurs-doivent-s-activer-afin-de-ne-pas-rater-le-rendez-vous.) Page consultée le 4 septembre 2014.

- BENKO, G. (1996). « Géographie économique et théorie de la régulation », *Finisterra*, 31, 62 : 7-28.
- BLAKE, M. K. HANSON, S. (2005). " Rethinking innovation : Context and gender ", *Environment and Planning*, 37 : 681-701.
- BRABANT, M. (2003). *Maîtriser la topographie: des observations au plan*. Paris, Eyrolles.
- BRET, B. (2009). « Interpréter les inégalités socio-spatiales à la lumière de la théorie de la justice de John Rawls ». *Annales de géographie*, 1, 665-666 : 16-34.
- BURROUGH, A. MCDONNELL, R.A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford, Oxford University Press.
- BUTLER, R. A. (2006). Nicaragua, [mongabay.com](http://rainforests.mongabay.com/20nicaragua.htm), [En ligne]. (<http://rainforests.mongabay.com/20nicaragua.htm>). Page consultée le 18 décembre 2014.
- CASTREE, N. DEMERITT, D. LIVERMANN, D. RHOADS, B. (2009). *A Companion to Environmental Geography*, West Sussex, Wiley-Blackwell.
- CHALAKA, F. SAMPATH, W. LAKMINI, S. (2011). *Reforestation traditional home gardens using the analog forestry concept in tropical wet zone of Sri Lanka*. Sri Lanka, Carbon Consulting Company, [En ligne]. (http://www.planvivo.org/wpcontent/uploads/Plan_Vivo_TechnicalSpecification_CCC_Hini_duma-Bio-Link-Project-Sri-Lanka.pdf.) Page consultée le 3 avril 2013. CIRAIG (CENTRE INTERNATIONAL DE RÉFÉRENCE SUR LE CYCLE DE VIE DES PRODUITS, PROCÉDÉS ET SERVICES) (2014) (page consultée le 18 novembre 2014). *Qu'est-ce que l'ACV et la pensée cycle de vie?*, [En ligne] . (<http://www.ciraig.org/fr/acv.php>)
- CLAVAL, P. (1984). " The concept of Social space and the nature of Social Geography ". *New Zealand Geographer*, 40, 2 : 105-109.
- CLERVAL, A. (2012). « Gentrification et droit à la ville ». *Revue des Livres*, 5 : 28-39.
- COMMUNAGIR. (2013) (Page consultée le 13 avril 2013) *L'équation de la mobilisation*, [En ligne]. (<http://www.communagir.org/cle-de-comprehension/lequation-de-la-mobilisation/quest-ce-que-la-mobilisation/>).
- CRONON, W. (1995). *The Trouble with Wilderness; or Getting Back to the Wrong Nature*. New York, Norton & Co, [En ligne]. (http://www.williamcronon.net/writing/Trouble_with_Wilderness_Main.html). Page consultée le 7 mars 2012.

- DAHRENDORF, R. et al (1995). *Report on wealth creation and social cohesion in a freestyle society*. London, Miméo.
- DE MIRANDA, R. C. ALVES-MILHO, S. F. (1999). « Deforestation and forest degradation by commercial harvesting for firewood and charcoal in the Pacific region of Nicaragua ». *Boiling Point*, 44 :11-13.
- DEWAR, R. C. CANNELL, M. G. R. (1992). «Carbon sequestration in the trees, products and soils of forest plantation : an analysis using UK examples». *Tree Physiology*, 11 : 49-71.
- DI MÉO, G. (1998). « De l'espace aux territoires : éléments pour une archéologie des concepts fondamentaux de la géographie ». *L'information géographique*, 62, 3 : 99-110.
- DI MÉO, G. (2002). « L'identité une médiation essentielle du rapport espace/société ». *Géocarrefour*, 77, 2 : 175-184.
- DONNADIEU, G. DURAND, D. NEEL, D. NUNEZ, E. SAINT-PAUL, L. (2003). *L'Approche Systémique : de quoi s'agit-il ?* Association française de science des systèmes (AFSCET). [En Ligne]. (<http://www.afscet.asso.fr/SystemicApproach.pdf>)
- DUCHESNE-LACHANCE, A. (2013). *Analyse des stratégies de positionnement vert dans le secteur des produits cosmétiques au Québec: le cas des shampooings*, essai de maîtrise non-publié. Sherbrooke: Université de Sherbrooke, centre universitaire de formation en environnement. [En ligne]. (https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2013/Duchesne-Lachance_A_2013-02-22_ATTENTION_WEB_JUIN_2013pdf.pdf). Page consultée le 24 novembre 2014.
- EGENHOFER, M. (1989). « A Formal Definition of Binary Topological Relationships ». *Lecture notes in computer sciences*, 367 : 457 - 472.
- EKAKORO, E. ONYANGO, G. SANG, J. (2010). *Assessment of Net Carbon Benefit of Land Use Activities for Emiti Nibwo Bulora Project*. Nairobi, CAMCO, [En ligne]. (http://www.planvivo.org/wp-content/uploads/Baselinemodelling_reportVIAAgroforestry_approved.pdf). Page consultée le 3 avril 2013.
- ELISSALDE, B. (2005). « Topographie ». *Hypergéométrie*, Outils, [En ligne]. (http://www.hypergeo.eu/IMG/_article_PDF/article_309.pdf). Page consultée le 8 janvier 2015.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Department of transportation (2010) (page consultée le 30 mars 2015). *Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards; Final Rule*, [En ligne]. (<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2010-05-07/pdf/2010-8159.pdf>).

- ÉTATS-UNIS. NATIONAL CLIMATIC DATA CENTER (2013). *Billion-Dollar U.S. Weather/Climate Disasters 1980-2013*, [En ligne], Asheville.
(<http://www.ncdc.noaa.gov/billions/events.pdf>). Page consultée le 11 avril 2014.
- — — CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE (2013). *Wildfire Management: Federal Funding and Related Statistics*, [En ligne].
(<https://www.hsdl.org/?view&did=738976>). Page consultée le 14 avril 2014.
- FISCHER, C. (2003). *Combining Rate-Based and Cap-and Trade Emissions Policies*. Washington D.C., Resources of the Future.
- FISET, N. (2011). Harmful effects of deforestation. *Article Sphere*, [En ligne].
(<http://www.articlesphere.com/Article/Harmful-Effects-of-Deforestation/84388>).
Page consultée le 18 décembre 2014).
- FRANCE (2012). *Code de l'environnement*, [En ligne], France.
(<http://codes.droit.org/cod/environnement.pdf>). Page consultée le 26 septembre 2014.
- FORSÉ, M. PARODI, M. (2009). « Une théorie de la cohésion sociale ». *La Revue Tocqueville*, 30, 2 : 9-35.
- FORTIN, P. (2013). « À propos de reboiseurs du monde. », <http://www.reboiseursdumonde.org/rdm/>. Page consultée le 8 mars 2013.
- GALLAUD, D. MARTIN, M. REBOUD, S. TANGUY, C. (2012). « Proximités organisationnelle et géographique dans les relations de coopération : une application aux secteurs agroalimentaires ». *Géographie, Économie, Société*, 3, 14 : 261-285.
- GÉLINAS, B. J. (2000). *La globalisation du monde. Laisser faire ou faire?* Montréal, Éditions Écosociété.
- GIEC. (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques*. Genève, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- GRAVEL, N. & KLEIN, J-L. (dir. Publ.). (2001). *Géographie de l'Amérique latine. Une culture de l'incertitude*. Québec, Presses de l'Université du Québec.
- GUMUCHIAN, H. (1991). « Territorialité, partenariat et autre développement: les espaces à faible densité en situation périphérique ». *Cahiers de géographie du Québec*, 35, 95 : 333-347.
- HALBWACHS, M. (1925). *Les cadres sociaux de la mémoire*. Librairie Alcan, Paris.
- HANSEN, J. MAKIKO, S. KHARECHA, P. et al. (2008). " Target atmospheric CO₂ : Where Should Humanity Aim? " *Open Atmospheric Science Journal*, 2 : 217 231.

- HARVEY, D. (2007). " Neoliberalism as Creative Destruction ". *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 610, 1 : 21-44.
- HATTON, J. COUTO, M. OGLETHORPE, J. (2001). *Biodiversity and War: A Case Study of Mozambique*. Washington D.C., Biodiversity Support Program.
- HERMAN, P. (2010). Dans la pampa, l'invasion des eucalyptus. *Les Blogs du Diplo*, octobre, [En ligne]. (<http://blog.mondediplo.net/2010-10-12-Dans-la-pampa-l-invasion-des-eucalyptus?archives=toutes>). Page consultée le 24 novembre 2014.
- HOWE, D. (1983). *The mapping of an agricultural disaster with Landsat MSS data: the disruption of Nicaraguan agriculture 1979*. Milwaukee, The University of Wisconsin, Dissertation, 225 pages.
- JEFFREY, P. (2001). « When Agriculture & Ecology Compete: The Struggle to Protect Nicaragua's Wilderness », *New World Outlook*, numéro de septembre-octobre.
- JIFFYGROUP (2015). Jiffy-7 Forestry product specifications (page consult le 11 mars 2015). [En ligne]. (<http://www.jiffygroup.com/assets/files/ProductSpecifications/Product%20Specs%20Jiffy-7%20Forestry.pdf>).
- KANTER M. R. (2000). " When a thousand flowers bloom: structural, collective and social conditions for innovation in organization ", *Research in Organizational Behavior*, 22 : 167-210.
- KARMIS, D. (2002). « Pourquoi lire Proudhon aujourd'hui? Le fédéralisme et le défi de la solidarité dans les sociétés divisées ». *Politique et Sociétés*, 21, 1 : 4365.
- KLEIN, J-L. (1997). « L'espace local à l'heure de la globalisation : La part de la mobilisation sociale ». *Cahiers de Géographie du Québec*, 41, 114 : 367-377.
- KLEIN, J-L. GUILLAUME, R. (2014). *Vers une nouvelle géographie économique. Hommage à Claude Manzagol*. Québec, Presses de l'Université du Québec.
- KRARUP, J. (1997). « On Torricelli's geometrical solution to a problem of Fermat ». *IMA Journal of Mathematics Applied in Business & Industry*, 8, 3 : 215-217.
- LACOSTE, Y. (1967). « Le concept de sous-développement et la Géographie ». *Annales de géographie*, 76, 418 : 644-670.
- LATOUR, P. LE FLOC'H, J. (2001). *Géomarketing Principes, méthodes et applications*. Paris, Éditions d'Organisation.
- LIVERMAN, D. (2004) « Who governs, at What Scale and at What Price? Geography, Environmental Governance, and the commodification of Nature ». *Annals of the Association of American Geographers*, 94, 4 : 734-738.
- LONG, A. (2012). " Adaptation, and Sustainable Forest Management: Toward Effective Polycentric Global Forest Governance " *15th Annual Conference of the International*

Society of Tropical Foresters. New Haven, Yale School of Forestry & Environmental Studies.

MAPAQ. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION (2013). Page consultée le 14 avril 2013).

Multifonctionnalité, [En ligne], (<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/developpementregional/Pages/Multifonctionnalite.aspx>).

MC CARTHY, J. (2005). " Rural geography: Multifunctional rural geographies – reactionary or radical? ". *Progress in Human Geography*, 29, 6 : 773-782.

MC CARTHY, J. PRUDHAM, S. (2004).. « Neoliberal nature and the nature of neoliberalism ». *Geoforum*, 35 : 275-283.

MEADOWS, D. H. MEADOWS, D. L. RANDERS, J. BEHRENS III, W. W. (1972). *Halte à la croissance? Rapport sur les limites à la croissance*. Paris, Fayard.

MOINE, A. (2006). « Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie ». *L'Espace géographique*, 35, 2 : 115-132.

MORIN, J-F. (2003). « Les accords de bioprospection répondent-ils aux objectifs de la convention sur la biodiversité? » *Revue de droit de l'Université de Sherbrooke*, 34, 1 : 307-343.

MOSSELL-FORRESTER, B. BAKER, K. BAUMANN, D. et al. (2012). *Plan Vivo Annual Report: Limay community carbon project 2011-2012*. Montréal, EnRacine.

NATIONAL HURRICANE CENTER (NHC) (2013). *Hurricane Sandy*. États-Unis, National Oceanic and Atmospheric Administration, Tropical Cyclone Report, 157.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ORGANISATION (NOAA) (2014). *Atmospheric CO₂. Mona Loa Observatory*. NOAA. [en ligne]. (<http://co2now.org/images/stories/data/co2-mlo-monthly-noaa-esrl.pdf>). Page consultée le 10 novembre 2014.

NOSS, R. F. (2001). «Beyond Kyoto : Forest management in a time of rapid climate change». *Conservation Biology*, 15 : 578-590.

ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE (OMM) (2014). *Déclaration de l'OMM sur l'état du climat en 2013*. Genève, OMM.

PECK, J. (2002). " Political economies of Scale: Fast Policy, Interscalar Relations and Neoliberal Workfare ", *Economic Geography*, 78, 3 : 331-360.

PELLING, M. (2011). *Adaptation to climate change from resilience to transformation*. New York, Routledge.

- PETERS-STANLEY, M. HAMILTON, K. YIN D. (2012). *Leveraging the Landscape: State of The Forest Carbon Markets 2012*. Ecosystem Marketplace, [En ligne]. (http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3242.pdf). Page consultée le 8 avril 2013.
- PIOLLE, X. (1990). « Mobilité, identités, territoires ». *Revue de géographie de Lyon*, 65, 3 : 151.
- POLANYI, K. (1944). *La grande transformation : aux origines politiques et économiques de notre temps*. Paris, Gallimard.
- POTSCHIN, M. B. HAINES-YOUNG, R. H. (2011). " Ecosystem services: Exploring a geographical perspective ". *Progress in Physical Geography*, 35, 5 : 575-594.
- PROULX, M-U. (2009). « Territoires émergents et cohérence dans l'espace Québec ». *Cahiers de géographie du Québec*, 52, 149 : 177-196.
- PRUDHAM, S. (2009). " *Commodification in: A companion to Environmental Geography* ". Oxford, Blackwell Publishing Ltd.
- PUMAIN, D. ROZENBLAT, C. MATHIAN, H. (1996). « Information sur la Géographie Théorique et Quantitative en France ». *Cybergeog: European Journal of Geography* [En ligne]. (<http://cybergeog.revues.org/221>). Page consultée le 26 novembre 2014.
- PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT (UNEP) (1992). *Convention sur la diversité biologique*, Rio de Janeiro, Nations Unies.
- RAFFESTIN, C. (1977). « Paysage et territorialité ». *Cahiers de géographie du Québec*, 21, 53-54 : 123-134.
- RAYMOND, R. (2009). « La « société civile », ce « nouvel » acteur de l'aménagement des territoires ». *L'information géographique*, 73, 2 : 10-28.
- RIITERS, K. H., WICKHAM, J. D., VOGELMANN, J. E. et al. (2000). " National land-cover pattern data ", *Ecology*, 81, 2 : 604.
- RUSS, H. (2012). « New York state and New Jersey need at least \$71.3 billion to recover from the devastation wrought by Superstorm Sandy and prevent similar damage from future storms, according to their latest estimates », *Reuters, s.p., novembre 2012*. [En ligne], (<http://news.msn.com/us/new-york-new-jersey-put-dollar71b-price-tag-on-sandy?stay=1>). Page consultée le 14 avril 2014.
- SACHS, W. (1992). *The Development Dictionary, A Guide to Knowledge as Power*. London, Zed books.
- SACK, R. D. (1983). " Human Territoriality: A Theory ". *Annals of the Association of American Geographers*, 73, 1 : 55-74.

- SANTOS, M. (1975). *L'Espace partagé: Les deux circuits de l'économie urbaine des pays sous-développés*. Mayenne, Éditions M.-Th. Génin.
- SCOTT, A. J. (2005). « Les moteurs régionaux de l'économie mondiale ». *Géographie, Économie, Société*, 3, 7 : 231-253.
- SEDJO, R. A., MARLAND, G. (2003). " Inter-trading permanent emissions credits and rented temporary carbon emissions offsets: some issues and alternatives ". *Climate Policy*, 4, 3 : 435-444
- SEPPELT, R. CARSTEN, F. DORMANN, F. V. EPPINK, S. L. SCHMIDT, S. (2011). « A quantitative review of ecosystem services studies: approaches, shortcomings and the road ahead ». *Journal of Applied Ecology*, 48 : 630-636.
- STERN, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The stern review*. New York, Cambridge University Press.
- STEVENS, B. H. (1968). « Location theory and programming models: The von Thünen case ». *Papers in Regonal Science*, 21, 1 : 19-34.
- STEVENS, K. CAMPBELL, L. URQUHART, G. KRAMER, D. QI, J. (2011). "Examining complexities of forest cover change during armed conflict on Nicaragua's Atlantic Coast". *Biodiversity and Conservation*, 20, p. 2597- 2613.
- SUCHET, A. (2010). «Cultures sportives de nature et optimisation des espaces de pratique ». *Optimisation de l'espace géographique et satisfactions sociétales*, 241-245.
- SUNDERLIN, W. D. DEWI, S. PUNTODEWO, A. MÜLLER, D. ANGELSEN, A. EPPRECHT, M. (2008). « Why Forests Are Important for Global Poverty Alleviation: a Spatial Explanation ». *Ecology and Society*, 13, 2 : 24.
- THÜNEN V. J. H. (1851). *Recherches sur l'influence que le prix des grains, la richesse du sol et les impôts exercent sur les systèmes de culture*. Paris, Guillaumin.
- UN (United Nations) (2013) (Page consultée le 3 septembre 2014). *Le Mécanisme de Développement Propre*. [En ligne] (http://unfccc.int/portal_francofone/essential_background/feeling_the_heat/items/3297.php).
- VANDERMEER, J. (1991). "Environmental Problems Arising from National Revolutions in the Third World: The Case of Nicaragua". *Duke University Press*, 28, p. 39-45.
- WATTS, R. (2013). *The Price of Carbon*. Film, coul. 2 min 24 s. Climate Reality Project. [En ligne] (<http://climaterealityproject.org/video/the-price-of-carbon/>). Page consultée le 15 avril 2014.
- WEBER, O. (2011). *Synthèse des indicateurs identifiés par le rapport technique*. Luxembourg, Conseil Économique et Social.

- WEST, P., BROCKINGTON, D. (2006). " An Anthtropical Perspective on some Unexpected Consequences of Protected Areas ". *Conservation Biology*, 20, 3 : 609-616.
- WESTERN CLIMATE INITIATIVE (WCI) (2012) (Page consultée le 9 avril 2012) *Organization*. [En ligne] (<http://www.westernclimateinitiative.org/organization>).
- WIEL, M. (1999). « Mobilité, système d'interactions sociales et dynamiques territoriales ». *Espace, population, sociétés*. 2 : 187-194.
- WORSTER, D. (1988). *The Ends of Earth: Perspectives on Modern Environmental History*. Cambridge, Cambridge University Press.

Silvopastorale 2012 et 2013

2012 silvo

Nom	Numero PV	Type	Communaute	Echelon	Distance (Km)	Mode de transport	Nombre de visites	Vivero (date de fondation/createur)	Numero	Distance (Visites/Parcelle)	Transport	visites/parcelle
Alfonso	12.1.020.12.3.01	Parcela	Zapotillo	Rovago	12.22	(Rova) (a pie)	18	18	18	18	C	
Gerardo Garman Quiroz Garcia	12.1.021.12.3.01	Parcela	El Higuera	Oeybin	10.2	(Rova) (a pie)	1	1	1	1	C	
Flore Gomez Perez	12.1.028.12.3.01	Parcela	El Higuera	Oeybin	10.2	(Rova) (a pie)	1	1	1	1	C	
Gerardo Gomez Escobar	11.1.054.12.3.01	Parcela	San Blas	Rovago	12.7	(Rova) (a pie)	1	1	1	1	C	
Rovago Lopez Martinez Luciano	11.1.054.12.3.01	Parcela	San Blas	Rovago	12.7	(Rova) (a pie)	1	1	1	1	C	
Manillo Sanchez Martinez	10.3.101.12.3.01	Parcela	Zapotillo	Rovago	12.7	(Rova) (a pie)	1	1	1	1	C	
					Total distancia	437.22	Total visitas	31				

2013 Silvo

Nom	Numero PV	Type	Communaute	Echelon	Distance (Km)	Mode de transport	Nombre de visites	Vivero (date de fondation/createur)	Numero	Distance (Visites/Parcelle)	Transport	visites/parcelle
Maria Ernesina Martinez Soto	13.1.021.13.3.01	Parcela	El Portillo	Oeybin	23	Moto (8 pias en hiver)	9	9	9	9	Cheval	0.02
Reyna Isabel Soto Herrera	13.1.101.13.3.01	Parcela	El Portillo	Oeybin	23	Moto	15	15	15	15	Cheval	0.5
					Total distancia	345	Total visitas	24				

Barrières vivantes 2012

Num.	Número PV	Type	Communiad	Technicien	Distance (m)	Modo de transporte	Número de habitantes de la zona	Vivero (parcela/parcelas/receivers), número	Distancia vivero/parcela	Transport
6212 cv	12.1.021.12.5.01	Barriete	Casco Urbano	EWA	3.5 Mts		10	(Central El Guero)	2.56	Camion
Ruben Isaac Vazquez Vinel	12.1.021.12.5.02	Barriete	Casco Urbano							
Ruben Isaac Vazquez Vinel	12.1.021.12.5.03	Barriete	Casco Urbano							
Ruben Isaac Vazquez Vinel	12.1.021.12.5.04	Barriete	Casco Urbano							
Ruben Isaac Vazquez Vinel	12.1.021.12.5.05	Barriete	Casco Urbano							
Ruben Isaac Vazquez Vinel	12.1.021.12.5.06	Barriete	Casco Urbano							
Ruben Isaac Vazquez Vinel	12.1.021.12.5.07	Barriete	Casco Urbano							
Ruben Isaac Vazquez Vinel	12.1.021.12.5.08	Barriete	Casco Urbano							
Ruben Isaac Vazquez Vinel	12.1.021.12.5.09	Barriete	Casco Urbano							
Svetlana Egorovna Pihina	12.1.041.12.5.01	Barriete	Moravia					Ver parcela 2013		
Svetlana Egorovna Pihina	12.1.041.12.5.02	Barriete	Moravia					Ver parcela 2014		
Genald Geovanny Nolasco Avila	12.1.018.12.5.01	Barriete	Parilla	EWA	5 Mts		3	(10.1.020 Central Para sra's)	3.7	Carreta
Genald Geovanny Nolasco Avila	12.1.018.12.5.02	Barriete	Parilla							
Genald Geovanny Nolasco Avila	12.1.018.12.5.03	Barriete	Parilla							
Genald Geovanny Nolasco Avila	12.1.018.12.5.04	Barriete	Parilla							
Genald Geovanny Nolasco Avila	12.1.018.12.5.05	Barriete	Parilla							
James Domingo Lanza Hernandez	12.1.024.12.5.01	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
James Domingo Lanza Hernandez	12.1.024.12.5.02	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
James Domingo Lanza Hernandez	12.1.024.12.5.03	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
James Domingo Lanza Hernandez	12.1.024.12.5.04	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Manita de Jesus Morales Davila	12.1.031.12.5.01	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Manita de Jesus Morales Davila	12.1.031.12.5.02	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Manita de Jesus Morales Davila	12.1.031.12.5.03	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Manita de Jesus Morales Davila	12.1.031.12.5.04	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Manita de Jesus Morales Davila	12.1.031.12.5.05	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Frascliano Gregorio Diaz Perez	12.1.039.12.5.01	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Frascliano Gregorio Diaz Perez	12.1.039.12.5.02	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Raul Vitorio Zepeda	12.1.041.12.5.01	Barriete	Parilla					Ver parcela 2012 compacta		
Raul Vitorio Zepeda	12.1.041.12.5.02	Barriete	Parilla					Ver parcela 2012 compacta		
Raul Vitorio Zepeda	12.1.041.12.5.03	Barriete	Parilla					Ver parcela 2012 compacta		
Raul Vitorio Zepeda	12.1.041.12.5.04	Barriete	Parilla					Ver parcela 2012 compacta		
Raul Vitorio Zepeda	12.1.041.12.5.05	Barriete	Parilla					Ver parcela 2012 compacta		
Roger Alberto Nolasco Mendoza	12.1.054.12.5.01	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Roger Alberto Nolasco Mendoza	12.1.054.12.5.02	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Roger Alberto Nolasco Mendoza	12.1.054.12.5.03	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Roger Alberto Nolasco Mendoza	12.1.054.12.5.04	Barriete	Casco Urbano					Ver parcela 2012 compacta		
Ronald Inesio Martinez Centeno	11.1.058.12.5.01	Barriete	Parilla	Ronaki	8.65 Mts		1.5	(Central La Grasa)	2.5	Carreta
Ronald Inesio Martinez Centeno	11.1.058.12.5.02	Barriete	Parilla							
Ronald Inesio Martinez Centeno	11.1.058.12.5.03	Barriete	Parilla							
Ronald Inesio Martinez Centeno	11.1.058.12.5.04	Barriete	Parilla							
					60.75	Carretera	15			

Λ

