



POLYTECH[®]
TOURS

Département Aménagement



Ecole d'ingénieurs
polytechnique
de l'université de Tours

CITERES
UMR 6173
Cités, Territoires,
Environnement et Sociétés

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement, Paysage,
Environnement

Projet de Fin d'Etudes

INTERACTION ROUTES-PAYSAGE : **Intégration des routes dans le** **paysage au cours du temps**



ARCÉ Marilou – PICOU Sophie

2013-2014

Directeur de recherche
DI PIETRO Francesca



**Interaction routes-paysage :
Intégration des routes dans le paysage
au cours du temps**

**Directeur de recherche :
DI PIETRO Francesca**

**Auteurs
ARCÉ Marilou
PICOU Sophie**

2014

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ETUDES EN GENIE DE L'AMENAGEMENT

La formation au génie de l'aménagement, assurée par le département aménagement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir-faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier Mme Francesca Di Pietro, tutrice de ce projet de fin d'études et maître de conférences en biologie des organismes à l'université François-Rabelais, qui nous a permis de réaliser ce travail de recherche en nous faisant découvrir une autre discipline de l'aménagement du territoire. Elle a su se montrer présente chaque fois que nous la sollicitons.

Nous remercions sincèrement Clémence Chaudron, doctorante à l'université François-Rabelais, laboratoire CITERES, pour son aide toujours précieuse et ses conseils avisés. Merci à Marion Brun, aussi doctorante à l'université François-Rabelais, laboratoire CITERES, pour ses recommandations quant à l'utilisation du logiciel ArcGIS et les méthodes à suivre pour effectuer certaines manipulations essentielles dans notre travail.

Nos remerciements se tournent également vers Meriem Boukhalfa, étudiante stagiaire à l'IMACOF, qui nous a fourni les données cartographiques nécessaires pour mener à bien notre étude telles que les bases de données ortho, topographiques et parcellaires.

Merci à l'équipe enseignante de l'école Polytech'Tours, département aménagement, et plus particulièrement à Mathilde Gralepois et Denis Martouzet pour les consignes méthodologiques relatives au PFE expliquées en cours.

Merci à Romain Raveaux, maître de conférences en informatique, université François-Rabelais pour nous avoir accordé de son temps pour un entretien lors duquel nous avons cherché une solution concernant la parcellarisation des photographies anciennes.

De même nous remercions Dominique Andrieu, cartographe à la MSH Val de Loire, qui nous a répondu lorsque nous l'avons sollicité.

Nos remerciements s'adressent également à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude, de quelle manière qu'il soit ; par du soutien, des conseils avisés ou des remarques.

SOMMAIRE

Avertissement	4
Remerciements	6
Introduction	8
1. Définition des notions.....	11
1.1. Le cadre théorique d'étude	11
1.2. Le paysage, reflet des interactions entre environnement et activités humaines.....	12
1.3. L'occupation du sol et le paysage matériel	15
1.4. Les notions rattachées au modèle de paysage : matrices – taches - corridors	16
1.5. La trame verte et bleue, une mesure politique phare pour un réseau écologique cohérent.....	17
2. Explication du sujet et définition de la problématique	17
3. Cadre géographique (périmètre d'étude)	22
4. Problématique et hypothèses	24
4.1. Gradient spatio-temporel du paysage : d'un paysage plus ouvert à un paysage plus fermé	24
4.2. Diversité des paysages fonction de la taille des parcelles.....	25
4.3. Diversité du paysage de bord de routes immédiat avec celui plus éloigné des routes.....	26
5. Méthode.....	27
5.1. Approche technique.....	27
5.2. Approche analytique occupation actuelle et historique	39
6. Analyse des résultats	44
6.1. Répartition globale de part et d'autre des 11 départementales.....	44
6.2. Cas particulier de la D760	47
6.3. Etude de cas de deux tronçons : paysage ouvert et paysage fermé.....	52
6.4. Etude de cas des deux tronçons en fonction de l'éloignement à la route.....	65
7. Réponses aux hypothèses	73
7.1. Gradient spatio-temporel du paysage : d'un paysage plus ouvert à un paysage plus fermé	73
7.2. Diversité des paysages en fonction de la taille des parcelles	75
7.3. Diversité du paysage de bord de routes immédiat avec celui plus éloigné des routes.....	76
Conclusion	78
Bibliographie.....	80

INTRODUCTION

Ces 20 dernières années, les terrains urbanisés ont largement augmenté au dépend des forêts, des friches, des boisements et des terres agricoles. Ces conséquences sont notables à l'échelon national. Aussi, d'après une étude Agreste Primeur publiée par le ministère de l'Agriculture, l'artificialisation des terres est telle, qu'on estimait en 2010 à un département tous les 7 ans la perte d'espaces agricoles et naturels en France¹, une consommation d'espace qui ne cesse d'augmenter avec le temps. Dans un contexte de forte artificialisation des terres et de production agricole qui se veut toujours plus intensive pour répondre aux besoins grandissants de la société malgré la diminution des terres exploitables, il semble ne rester que très peu d'espaces pour la biodiversité.

Dans ce projet de fin d'études on s'intéresse plus particulièrement aux éléments d'artificialisation de type infrastructures routières comme les départementales et à la relation routes-paysage.

Jusqu'à aujourd'hui, de nombreuses études ont déjà démontré l'aspect négatif des routes avec notamment les notions de fragmentation des habitats ou de perte de biodiversité.² Le phénomène de fragmentation du paysage, étant une cassure d'un habitat en de plus petits habitats séparés, a des conséquences dévastatrices et irréversibles sur la biodiversité locale.³ Dans leurs recherches, Liu et al. (2014) ont démontré l'existence d'une liaison directe entre le développement de la ville et les routes, la fragmentation des habitats et la perte de connectivité écologique. En effet, ils ont dévoilé une relation proportionnelle, positive, entre le développement des routes, le changement des écosystèmes, la fragmentation des habitats et le niveau de risque. Il apparaît alors évident de dire que les routes entraînent un changement du paysage et de ses lignes directrices.

¹ Lagazette.fr le 21/07/2010

² Evaluating the influence of road networks on landscape and regional ecological risk—A case study in Lancang River Valley of Southwest China (S.L. Liu, B.S. Cui, S.K. Dong, Z.F. Yang, m. Yang, K. Holt.).

³ Forest fragmentation and landscape connectivity change associated with road network extension and city expansion: A case study in the Lancang River Valley (Shiliang Liu, Yuhong Dong, Li Deng, Haidi Zhao, Shikui Dong)

Les routes sont souvent vues comme des corridors dits « mortels » pour la biodiversité (Liu et al., 2008). Pourtant, le projet de recherche Interactions Routes-Mosaïques Agricoles (IRMA)⁴, voir p 10, dans lequel s'insère notre travail, s'intéresse à savoir si, dans un contexte de plaines agricoles, les bords de routes ne pourraient pas avoir un rôle positif en tant que corridors écologiques potentiels face au recul des prairies et des milieux herbacés.

On approfondira la question sur le terrain d'étude du projet IRMA, la région du quart sud-est d'Indre-et-Loire qui est connue comme étant une région de grandes plaines agricoles céréalières.⁵

Notre sujet relevant du cadre théorique de l'écologie du paysage et faisant appel à nombre de concepts complexes nous nous efforcerons dans un premier temps, de définir les notions s'y rattachant avant d'en définir plus amplement la problématique d'étude et le territoire d'étude. Ensuite les hypothèses de travail seront explicitées puis nous détaillerons pas à pas la méthode employée concernant les approches technique et analytique. Par la suite, nous analyserons les résultats obtenus et nous pourrons alors répondre aux hypothèses. Enfin, nous proposerons une approche critique du travail effectué.

❖ **A noter :** toutes les illustrations dont la source n'est pas spécifiée sont issues de nos réalisations personnelles.

⁴ Le contexte scientifique de l'étude page suivante,

⁵ http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/file/dossier8_cultures_panorama.pdf

Contexte scientifique de l'étude

Ce projet de fin d'étude s'intègre dans le **Projet de recherche IRMA (Interactions Routes mosaïques Agricoles)**. Il s'agit d'un grand projet de recherche sur les bords de routes, ici considérés comme de potentiels corridors écologiques. En effet, d'une manière générale, la finalité du projet de recherche est de savoir en quoi les routes peuvent apporter de la diversité biologique au paysage dans un contexte de grandes cultures, tel est caractérisé le sud-est du département d'Indre-et-Loire. Le projet IRMA vise donc à démontrer que les bords de routes pourraient être des corridors écologiques afin de prendre des mesures pour l'intégration de ces espaces dans les documents d'urbanisme et d'aménagement, dans les zones rurales agricoles. En d'autres termes, les bords de routes sont, en quelques sortes considérés comme une possible trame verte et bleue, dans ce contexte d'étude.

La biodiversité des bords de route peut être différente en fonction du paysage qui les encadre.

"Les objectifs du projet sont d'évaluer les fonctions écologiques des abords des routes, selon le mode de gestion et les éléments du paysage, et de proposer des mesures pour l'intégration de ces milieux dans les documents d'urbanisme :

Le projet vise à étudier les :

- effets de la gestion (fauche tardive ou régulière) sur la qualité écologique des talus routiers (flore et arthropodes),*
- interactions entre bords de routes et champs cultivés : capacités de dispersion des espèces. Les bords de route fauchés tardivement sont notamment accusés d'être des réservoirs de dispersion de plusieurs espèces adventices des cultures. Il s'agit de mesurer les capacités de dispersion de certaines espèces végétales et de certains groupes taxonomiques d'arthropodes.*
- fonctionnalité écologique des fossés routiers pour les amphibiens, qui sont des structures physiques permanentes avec un régime hydrique temporaire et représentent un habitat linéaire pour les amphibiens.*
- nouvelles dispositions pour l'application locale de la trame verte et bleue."*⁶

⁶ Projet IRMA,

<http://www.centre.chambagri.fr/fileadmin/documents/CRA_Centre/Environnement/RRR_biodiversite/7-Ensemble_des_fiches/02_IRMA.pdf>

1. Définition des notions

1.1. Le cadre théorique d'étude

1.1.1. Histoire de l'écologie : science récente des années 1960 - 1970

En 1866, Ernst Haeckel, biologiste allemand, invente le terme *écologie* pour désigner la science qui étudie les relations des êtres vivants avec leur milieu. Etymologiquement il associe les mots grecs *oikos* et *logos* qui signifient science de l'habitat. L'écologie vise en fait à établir les lois régissant les rapports entre les êtres vivants et leur environnement physicochimique ainsi que les relations développées entre organismes. Elle sera considérée comme science seulement dans la seconde moitié du XXème siècle.

Au cours de son histoire, l'écologie s'est complexifiée et a beaucoup évoluée. En élargissant son champ d'investigation, son objet scientifique change peu à peu : étude des espèces considérées dans leurs relations avec le milieu physique environnant (autécologie), puis analyse d'assemblages d'espèces (peuplements, communautés), dans des milieux « naturels », et enfin prise en considération de systèmes complexes intégrant l'homme et ses activités (Sheail, 1987 ; Acot, 1988 ; Barnaud et Lefeuvre, 1992).

1.1.2. Ecologie du paysage : le cadre théorique d'étude

La notion de l'écologie du paysage a été introduite par Troll en 1939 (Troll, 1939, *Luftbildplan und ökologische Bodenforschung*). Pour ce biogéographe allemand l'écologie du paysage permet de relier les structures spatiales aux processus écologiques. Il s'agit en quelques sortes de la combinaison des deux disciplines que sont la géographie et l'écologie.

L'écologie du paysage est une caractéristique spatiale du paysage des habitats et des espèces. Il est intéressant d'aborder cette discipline dans un paysage anthropisé car les habitats sont beaucoup plus fragmentés et limités.

Lier les structures spatiales à l'écologie a été une grande avancée en aménagement avec la remise en cause de l'approche traditionnelle des écologues du paysage qui vise à dire que la protection de la biodiversité, se fait à travers la mise en place de réserves et de parcs nationaux en tant qu'écosystèmes isolés, sans reconnaissance de liens avec le paysage environnant. (R.L. Viles et D.J. Rosier, *How to use roads in the creation of greenways*).

L'écologie du paysage apporte également un nouveau regard sur les relations entre l'homme et la nature (Burel et Baudry, 2000). Cette approche considère les sociétés comme partie intégrante des écosystèmes influant sur leur structure, leur organisation et leur fonctionnement. En retour, les différents processus écologiques sont susceptibles d'influencer l'arrangement des mosaïques paysagères dans lesquelles les sociétés s'insèrent. (Burel et Baudry, 2000 ; McGarigal, 2002). (voir figure ci-dessous)

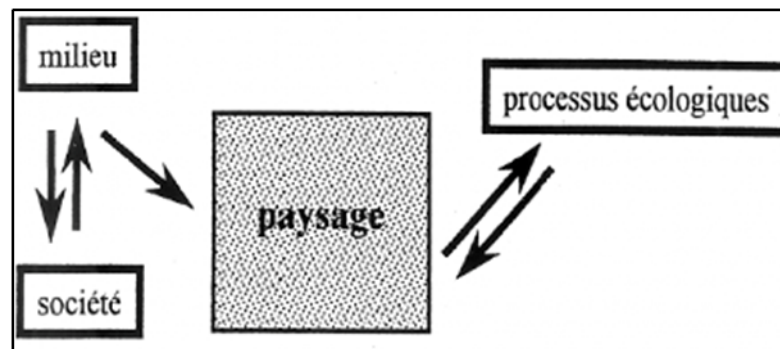


Figure 1: Démarche scientifique adoptée en écologie du paysage : le paysage est la résultante de la dynamique du milieu et de la société qui s'y est développée, d'après Burel et Baudry

On peut parler d'un éclatement de « la mise sous cloche » des espaces naturels. On défend désormais l'idée que la structure, l'organisation et la dynamique du paysage sont en interaction constante avec les processus écologiques qui s'y déroulent.

Dans la période d'après-guerre, la discipline connaît peu de succès. La prise de conscience se fera seulement une quarantaine d'années plus tard. Dans les années 80, la discipline se démocratise et fait l'objet de nombreux ouvrages. On peut citer l'ouvrage de Françoise Burel et Jacques Baudry, publié en 1999, *Écologie du paysage: concepts, méthodes et applications*, qui est à ce jour la seule référence francophone.

Aujourd'hui, et d'après nos recherches bibliographiques, peu d'études existent sur la relation route/paysage que nous étudions ici. **Notre approche concernant la notion de recherche du projet, se fera par le biais d'une étude d'un cas concret sur un territoire bien défini.** Pour cela, il nous a donc fallu commencer par construire une base de données sur laquelle pourra ensuite reposer notre analyse, et grâce à laquelle nous pourrons en tirer des conclusions concernant nos recherches.

1.2. Le paysage, reflet des interactions entre environnement et activités humaines

1.2.1. Le paysage décrit comme étant un système

La notion de système, a été appliquée tardivement au paysage dans le développement des approches systémiques dans les sciences de la nature, notamment avec le terme écosystème introduit par **Tansley en 1935**. D'après **Von Bertalanffy, 1968**, un système est un « ensemble de parties (ou d'éléments) interconnectées par des relations fonctionnelles de façon telles que trois catégories de propriétés en résultent ».

La première propriété indique que les éléments dépendent les uns des autres dans leur fonctionnement et leur évolution, comme l'indique la figure ci-dessous.

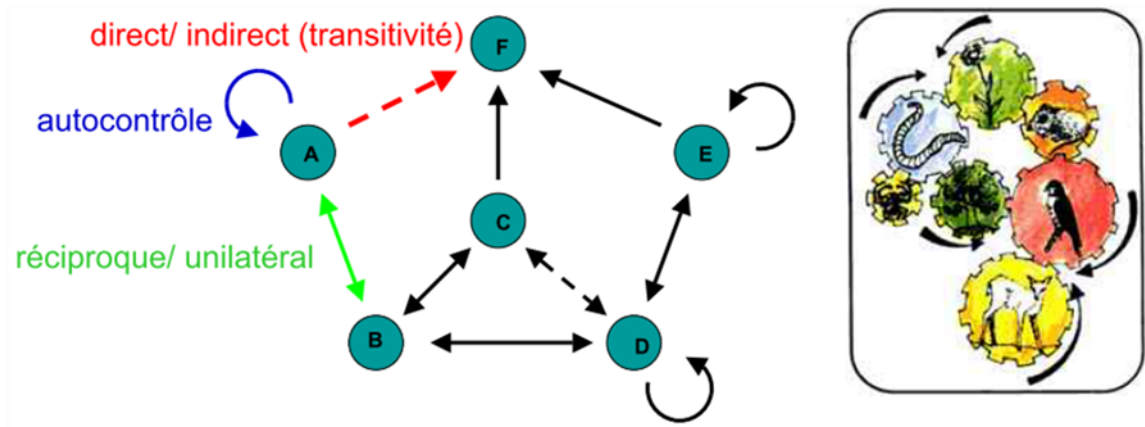


Figure 2: Propriété 1, Interconnexion des éléments d'un système
Source : Thierry Tatomi, Institut méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie (IMEP)

La deuxième propriété indique que le tout est plus que la somme des parties.

Propriétés du système $\{A, B, C\} \neq$ Propriétés de $\{A\}$ + Propriétés de $\{B\}$ + Propriétés de $\{C\}$, comme illustré par la figure suivante, Figure 3.

La troisième propriété indique que l'ensemble agit sur les parties, conformément à la Figure 4 ci-dessous.

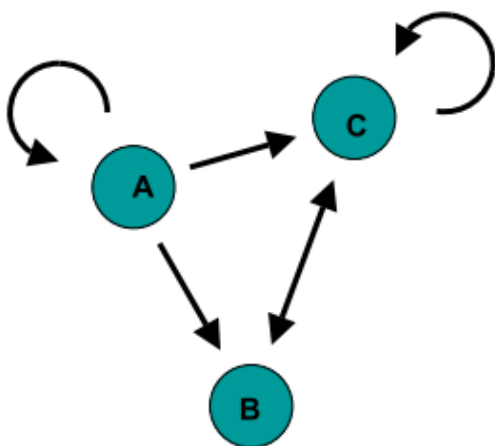


Figure 3: Propriété 2, le tout est plus que la somme des parties
Source : Thierry Tatomi, Institut méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie (IMEP)

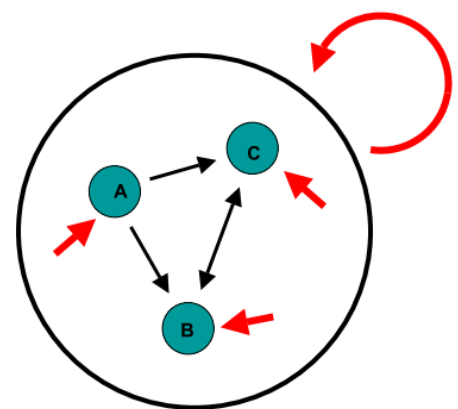


Figure 4: Propriété 3, l'ensemble agit sur les parties
Source : Thierry Tatomi, Institut méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie (IMEP)

1.2.2. Paysage sensible et paysage matériel, système de hiérarchie supérieure

Étymologiquement, « *le paysage, c'est ce que l'on voit du pays ; ce que l'œil embrasse d'un seul coup d'œil, le champ du regard* » (**Brunet et al., 1992**). Le paysage au sens commun désigne l'espace et la vision. Il s'agit d'un système composé de plusieurs éléments en interaction : substrat, sol, végétation, société, climat etc.

On va ici distinguer deux types de paysage ; le paysage sensible, qui relève de la vue, et le paysage matériel, qui relève de l'espace.

Premièrement, le paysage sensible peut être compris de façon différente selon le point de vue que l'on adopte. En effet, d'après les sociologues on parle de paysage sensible perçu alors que selon les paysagistes il s'agit de paysage sensible visuel. Selon **Pinchemel (1992)**, le paysage apparaît comme une représentation de la réalité telle qu'elle est perçue par les sens puis interprétée par le sujet, avec son cœur et sa raison.

Deuxièmement, en écologie, le paysage matériel désigne un agencement dans l'espace, une portion d'espace pouvant être diversifiée et composée de différents écosystèmes. Le paysage est un espace hétérogène composé de réseaux et de taches de nature différente qui interagissent et se répètent de façon similaire dans l'espace. Le paysage est donc, d'après Burel et Baudry, un niveau d'organisation des systèmes écologiques situé au-dessus de l'écosystème (Burel & Baudry, 1999). « Quelles que soient les définitions, le paysage est une portion de terrain, une mosaïque qui résulte d'une association de différents éléments qui interagissent les uns avec les autres. La composante physique constitue la base sur laquelle s'appuient les sociétés. Elles y interviennent au travers de leurs activités et de leur composante culturelle. En somme, le paysage est la manifestation spatiale des relations entre les sociétés et leur environnement, dont la structure actuelle est la résultante d'une dynamique évoluant dans le temps » (Burel et Baudry, 2000 ; McGarigal, 2002 ; Décamps et Décamps, 2004, IFN, 2005).

De plus, d'après **Forman (1995) ou Décamps (2004)**, il existe une hiérarchie des systèmes écologiques, ce qui sous-entend une corrélation entre échelle de temps et échelle d'espace, dans laquelle le paysage correspond à un niveau d'organisation écologique. Il est situé au-dessus de l'écosystème mais en dessous de la région et du continent, comme illustré ci-dessous, Le paysage, niveau d'organisation des systèmes écologiques situé au-dessus de l'écosystème, mais en dessous de la région et du continent (d'après Forman, 1995, dans Burel et Baudry).

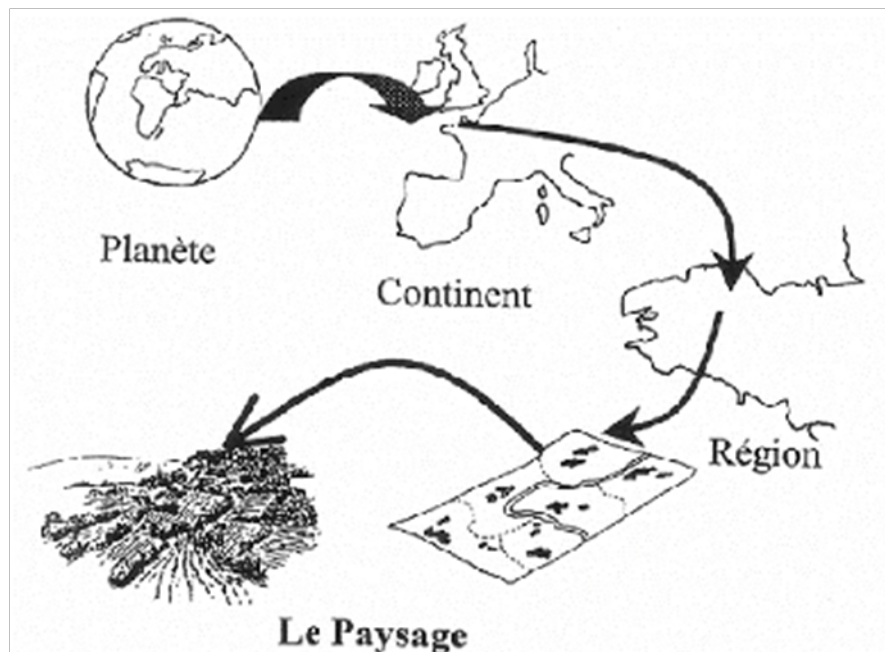


Figure 5: Le paysage, niveau d'organisation des systèmes écologiques situé au-dessus de l'écosystème, mais en dessous de la région et du continent (d'après Forman, 1995, dans Burel et Baudry)

1.3. L'occupation du sol et le paysage matériel

L'occupation du sol désigne l'aspect fonctionnel du paysage qui est vu comme quelque chose de matériel. D'après FAO (1998), il s'agit de la couverture physique et biologique de la surface des terres émergées. L'occupation du sol est régie par les différents processus naturels et anthropiques qui touchent la terre. On s'intéresse à sa description dans l'étude de l'évolution des écosystèmes, des agro-systèmes et des territoires, ainsi que pour la gestion des ressources naturelles et l'aménagement du territoire (zones artificialisées, zones agricoles, forêts ou landes, zones humides, surface en eaux....)

Le diagramme ci-dessous, Figure 6, permet de mettre en relation les différentes notions abordées précédemment, à savoir, le *paysage*, l'*occupation du sol*, l'*écologie du paysage* (écologie et géographie).

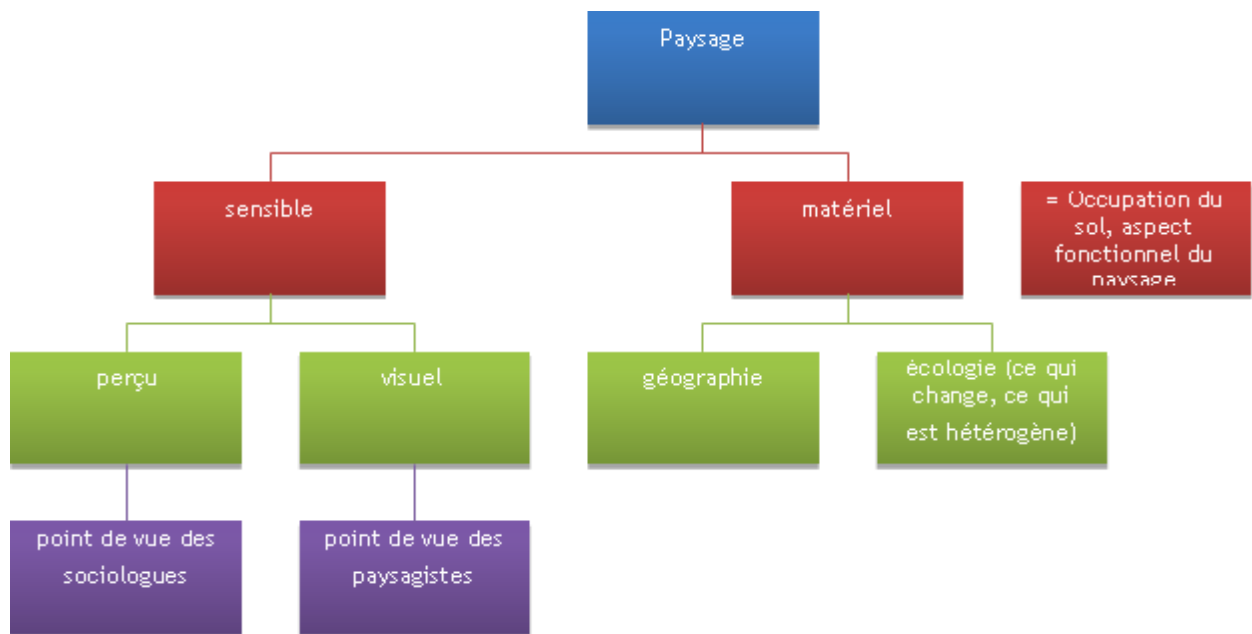


Figure 6 : Diagramme simplifié regroupant les notions abordées

1.4. Les notions rattachées au modèle de paysage : matrices – taches - corridors

D'après **Forman et Godron (1981)**, dans les textes fondateurs de l'écologie du paysage, une structure paysagère est caractérisée par des éléments, tels que la matrice, les taches et les corridors, qui diffèrent par leur nature et leur forme.

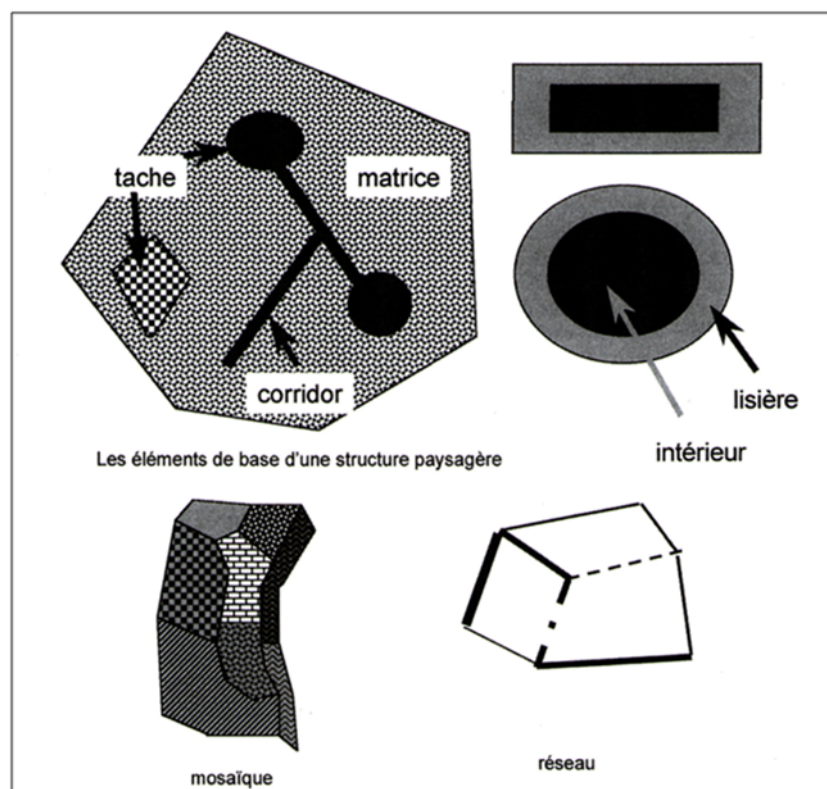


Figure 7: Les éléments de base d'une structure paysagère d'après Burel et Baudry 2003

La **matrice** désigne l'occupation du sol dominant, telles que des cultures annuelles ou des prairies. Les **taches** sont les occupations du sol secondaires ayant une forme arrondie, celles-ci correspondent à des bosquets, des îlots boisés, des taches de ligneux ou des habitations. Les **corridors** sont les occupations du sol secondaires ayant une forme linéaire, les haies arborescentes ou arbustives, les bords de routes, fossés ou ripisylves par exemple. On dit que l'ensemble des taches constitue une matrice et l'ensemble des corridors un réseau. Au sein des taches et des corridors on peut distinguer une lisière qui a de très fortes interactions avec la matrice ou les taches voisines et un milieu intérieur dans lequel les interactions sont très faibles ou nulles. (Burel et Baudry, 1999).

1.5. La trame verte et bleue, une mesure politique phare pour un réseau écologique cohérent

D'après le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, La trame verte et bleue est « un outil d'aménagement du territoire qui vise à (re)constituer un réseau écologique cohérent, à l'échelle du territoire national, pour permettre aux espèces animales et végétales, de circuler, de s'alimenter, de se reproduire, de se reposer... En d'autres termes d'assurer leur survie, et permettre aux écosystèmes de continuer à rendre à l'homme leurs services. » La trame verte peut aussi être définie comme la somme des zones de connexion biologique et des habitats connectés (Diren NPDC, 2000). Autrement dit, il s'agit d'une mesure phare du Grenelle de l'Environnement qui porte l'ambition d'enrayer le déclin de la biodiversité au travers de la préservation et de la restauration des continuités écologiques. L'objectif est de connecter sur l'ensemble du territoire français les zones d'intérêts écologiques majeurs.

2. Explication du sujet et définition de la problématique

L'idée de ce projet de fin d'étude et le but dans lequel il est réalisé, n'est pas d'étudier d'un côté l'écologie et la biodiversité du territoire et d'un autre côté l'évolution du paysage mais bien de coupler ces deux approches en étudiant l'évolution de la biodiversité du paysage et notamment aux bords des routes. Cela permettrait de savoir si l'évolution de la biodiversité a un impact sur le paysage et/ou réciproquement, si l'évolution du paysage influe sur la biodiversité.

Les propos ci-dessous sont tirés des conclusions de l'article scientifique de R.L. Viles et D.J. Rosier, *How to use roads in the creation of greenways*.

En général, les routes sont souvent vues de deux manières. Tout d'abord, selon l'aspect "humain", elles représentent des voies pour le transport et pour la connexion entre les lieux de vie. Ensuite, selon un aspect environnemental, elles sont décrites comme un élément destructeur à cause de la rupture des zones d'habitat sauvage qu'elles génèrent dans le processus de fragmentation des habitats.

La question que l'on se pose est, « Est-ce que finalement les bords de routes ne pourraient pas jouer un rôle de trame verte et bleue ou de corridor écologique entre les

différents paysages pour améliorer la connexion entre les habitats et atténuer les effets défavorables de la route sur l'environnement ? »

Pour permettre de relier ces zones d'habitats, il existe deux éléments importants du paysage :

- les corridors écologiques en tant qu'élément linéaire du paysage qui facilite le déplacement des espèces.
- les trames vertes et bleues peuvent être considérées, d'après Viles et Rosier, comme des réseaux linéaires, composées de corridors reliés à des nœuds et qui s'intègrent aux paysages alentours.

Dans notre projet de fin d'études, on s'intéresse à la relation routes/paysage car divers concepts à l'origine de l'étude des paysages sont associés aux infrastructures routières.

Tout d'abord, comme nous l'avons dit précédemment, le paysage fonctionne tel qu'un système. Ce système est composé d'habitats qui interagissent entre eux.

Il existe différents types d'habitats :

- habitat naturel ou semi-naturel : c'est un milieu qui réunit les conditions physiques et biologiques nécessaires à l'existence d'une espèce ou d'un groupe d'espèces animale(s) ou végétale(s).
- habitat d'une espèce : il correspond au milieu de vie de l'espèce (zone de reproduction, zone d'alimentation, zone de chasse, etc.). Il peut donc regrouper plusieurs habitats naturels et l'espèce peut donc occuper au cours de sa vie plusieurs habitats simultanément ou successivement. Chaque habitat est donc indispensable à au moins un moment de la vie de l'espèce.

Ces définitions montrent deux caractéristiques principales des habitats, d'une part sa spatialité, les habitats sont des éléments cartographiables, et d'autre part sa fonctionnalité, puisque les habitats sont définis par rapport aux espèces.

Ainsi, le paysage fonctionne comme un système qui regroupe des espèces qui interagissent entre elles et sur elles-mêmes au sein d'un même habitat (Figure 8), mais également entre les habitats (Figure 9).

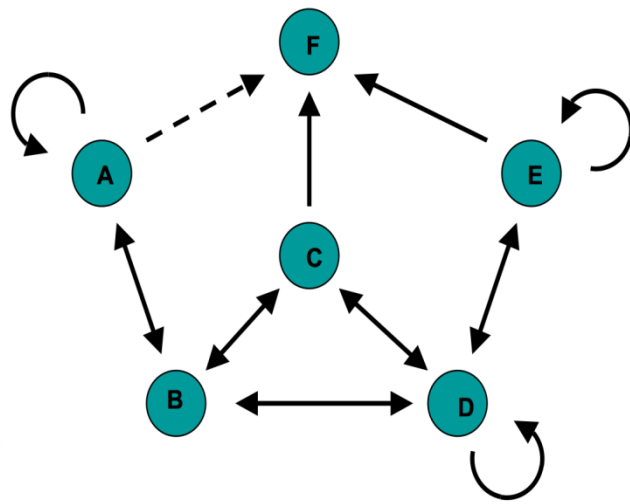


Figure 8: Interactions des espèces
Source : Thierry Tatoni

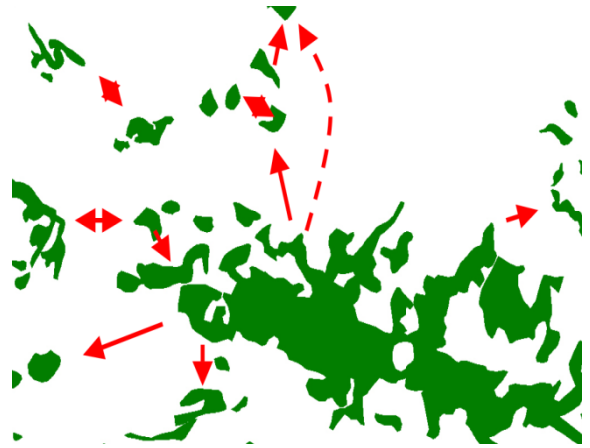


Figure 9: Interaction des habitats
Source: Thierry Tatoni

Les espèces ont donc la nécessité de se déplacer pour vivre et survivre. Malgré cela, l'influence de l'homme par l'anthropisation des milieux se traduit souvent par la **fragmentation des habitats**.

La notion de fragmentation englobe tout phénomène artificiel de morcellement et d'isolement de l'espace, qui diminue ou bien empêche la possibilité aux espèces de se déplacer comme elles le devraient et le pourraient en l'absence de facteur de fragmentation. (Burel et Baudry, 1999, Écologie du paysage: concepts, méthodes et applications, p86 à 93). "*La fragmentation est caractérisée par une diminution de la surface totale d'un habitat et son éclatement en fragments, en îlots*". Ce concept s'applique aussi bien aux habitats qu'aux populations.

Cependant, il existe également des facteurs de fragmentations naturels tels que les grandes chaînes de montagnes, les bras de mer ou les grands déserts.

De plus, les fragmentations sont propres à chaque individu. Par exemple, des autoroutes ne représentent pas un facteur de fragmentation pour les oiseaux alors qu'elles peuvent l'être pour d'autres.

Ces facteurs de fragmentations peuvent évoluer au cours du temps et notamment augmenter si les milieux subissent une anthropisation croissante. Sur la [Figure 10](#) ci-dessous, on peut voir une représentation de l'augmentation de la fragmentation au cours du temps. Le noir représente l'habitat d'origine alors que le blanc représente la trame du territoire.

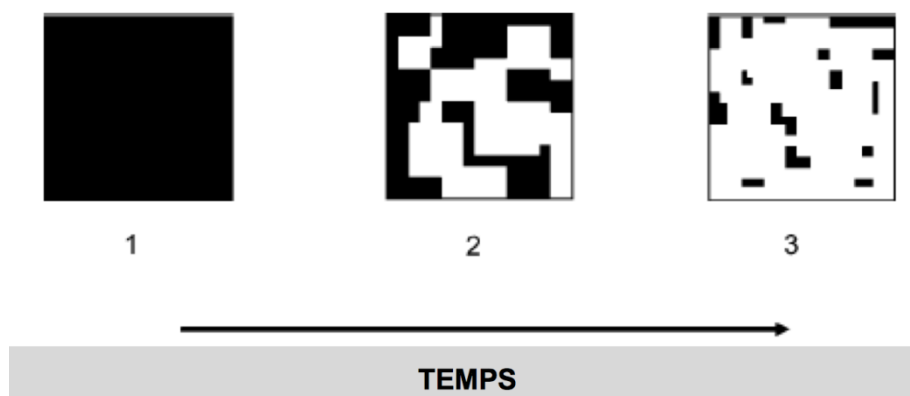


Figure 10: Evolution de la fragmentation au cours du temps (Fahrig 2003, p. 490)

La superficie des éléments naturels a un effet sur la richesse biologique notamment sur la quantité d'oiseaux en milieu forestier. Dans l'article de **Forman et al., (1976)** sur la théorie de la biogéographie aux îlots boisés, les auteurs montrent la **relation taille/richeesse**, il est ici question **d'une relation entre la taille des bois et la diversité de l'avifaune**. En effet, ils ont démontré que pour les grands bois la fragmentation entraîne une perte d'espèces, **un seul grand bois abrite plus d'espèces que la même surface en plusieurs patches fragmentés**. En conséquence à la fragmentation, les taches d'habitat sont trop réduites pour fournir toutes les ressources nécessaires à un individu ou une population. Les populations locales de petites tailles sont sujettes à des extinctions fréquentes.

Ensuite, on s'intéresse aussi à la notion de **connectivité**, autre terme fondamental dans cette discipline. C'est l'ensemble des éléments du paysage qui facilite le mouvement des individus. Dans les paysages fragmentés le mouvement entre taches d'habitat ou de ressources est un élément clé de la survie des populations. Une des premières études menées sur ce concept a révélé l'existence **d'une forte corrélation entre des éléments de même nature reliés entre eux (Merriam, 1984 ; Baudry, 1988)** ; ce qui a alors donné lieu à la création de corridors dans le but d'augmenter la connectivité d'un paysage. A l'inverse "il doit exister des structures qui freinent voire stoppent des déplacements, des flux dans un paysage" (**Burel et Baudry, 1999, Écologie du paysage: concepts, méthodes et applications, p95 à 101**).

La connectivité peut avoir à la fois des **aspects positifs et négatifs**. Écologiquement parlant, la connectivité du paysage permet le déplacement des individus d'une même espèce et permet donc d'assurer la pérennisation des espèces. La connectivité entraîne aussi toutefois la propagation des maladies et le développement des espèces invasives.

Les paysages évoluent au cours du temps, et sont désignés comme le "fruit d'une dynamique naturelle et des activités humaines" ou encore comme "le reflet des interactions entre nature et sociétés" par **JC Lefeuvre [Écologie du paysage:**

concepts, méthodes et applications]. D'après ce professeur au Museum d'Histoire naturelle, "les paysages qui marquent les territoires anthropisés expriment des savoir-faire, des évolutions techniques et des besoins humains." On peut alors aujourd'hui prétendre que les paysages actuels, les formes des parcellaires, l'organisation de la mosaïque paysagère sont la résultante d'une longue histoire entre les sociétés et le milieu où elles se sont installées. C'est pourquoi nous nous intéressons à la question suivante :

Comment a évolué la relation routes – occupation du sol au cours du temps de 1978 à 2011 dans le secteur du sud-est du département d'Indre-et-Loire ?

3. Cadre géographique (périmètre d'étude)

À l'origine de ce projet de fin d'études, nous souhaitons établir nos recherches sur un secteur bien défini : le long des départementales du quart sud-est du département d'Indre-et-Loire, composé de 11 départementales (D84, D95, D58, D94, D9, D12, D760, D89, D81 et D11).

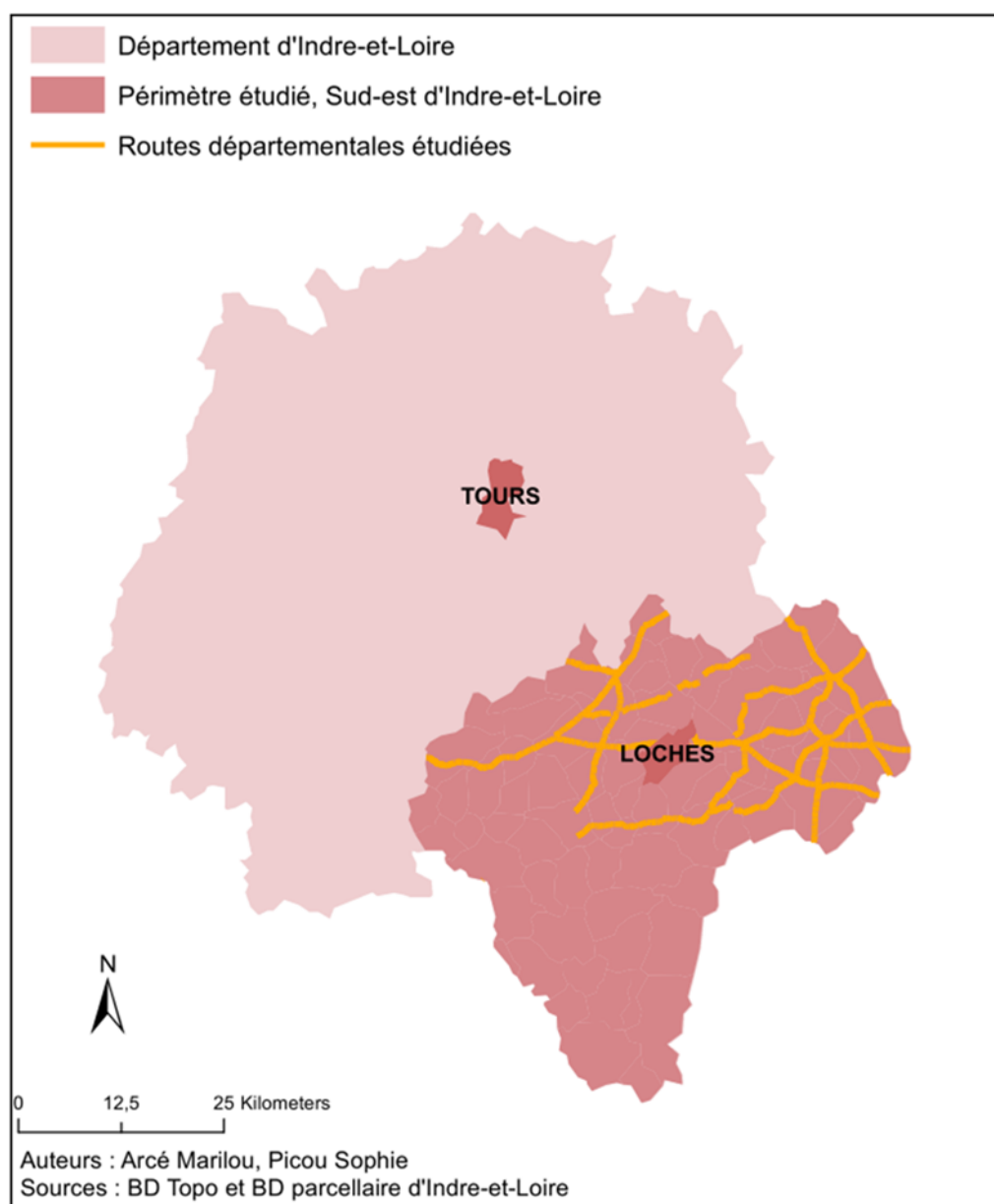


Figure 11: Périmètre d'étude

En effet, ce territoire représente une région de grandes cultures où on y retrouve très peu de prairies permanentes ou d'espaces herbacés. C'est un secteur dit d'agriculture intensive.

Ces départementales représentent les différents secteurs tests du projet IRMA d'Indre-et-Loire, ainsi, afin d'assurer une cohérence et un apport de données et de résultats au projet IRMA, il était primordial de baser notre étude sur ces départementales. De plus, ce secteur étant étudié dans le cadre de la thèse de Clémence Chaudron, sur la gestion différenciée des bords de routes, ce choix était d'autant plus important.

Ce choix, pour la thèse de Clémence, s'est fait en fonction de deux critères:

- globalement, quart sud-est du département (gradient paysager notamment en termes de taux et fragmentation des boisements)
- précisément, choix d'une diversité de gestions routières, de la part des services du conseil général, et notamment des routes en gestion "conventionnelle" (fauche fréquente et précoce) et des routes en gestion "intégrée" (fauche moins fréquente et plus tardive).

Après avoir effectué un lourd travail de géoréférencement des photos aériennes historiques sur la quasi-totalité des départementales (soit environ 82 photos, certaines photos n'ont pas été géoréférencées pour l'année 1978, cf. [Figure 12](#), ci-dessous) ainsi que la photo-interprétation des parcelles non identifiées par le RPG et la BD Topo de 2011, nous avons fait le choix de réduire notre terrain d'étude afin de pouvoir répondre plus en détail à notre problématique et nos hypothèses, dans le temps qui nous été attribué.

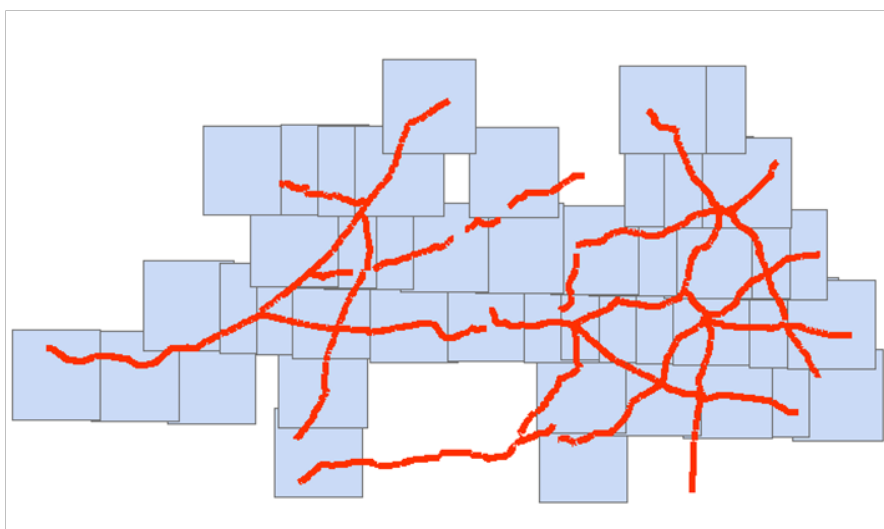


Figure 12: Photos géoréférencées de 1991 (47 photos)

Notre problématique et nos hypothèses porteront donc sur la départementale D760 qui représente la départementale la plus longue du territoire initial et celle qui traverse le plus de paysages diversifiés. De plus, la photo-interprétation des parcelles des années 1978 et 1991 étant longue et difficile, compte tenu de l'ancienneté des photos et

de leur qualité parfois mauvaise, nous avons fait le choix de se focaliser sur deux tronçons de la départementale D760 et de répondre à notre problématique en étudiant l'évolution du paysage sur ces deux tronçons.

Le premier tronçon s'étend de Bossée à Manthelan et représente environ 8 km de long. Le paysage présent sur ce tronçon est qualifié d'ouvert, c'est à dire qu'il s'étend à l'horizon, où le regard n'est pas arrêté par des obstacles visuels.



Figure 13: Premier tronçon d'étude d'un paysage ouvert

Le second tronçon s'étend de Manthelan à Chanceaux-près-Loches et représente environ 10 km de long. Sur ce tronçon, le paysage y est qualifié de fermé, c'est à dire que le regard ne peut s'étendre à l'horizon puisque celui-ci est intercepté par un écran minéral ou végétal, naturel ou construit.

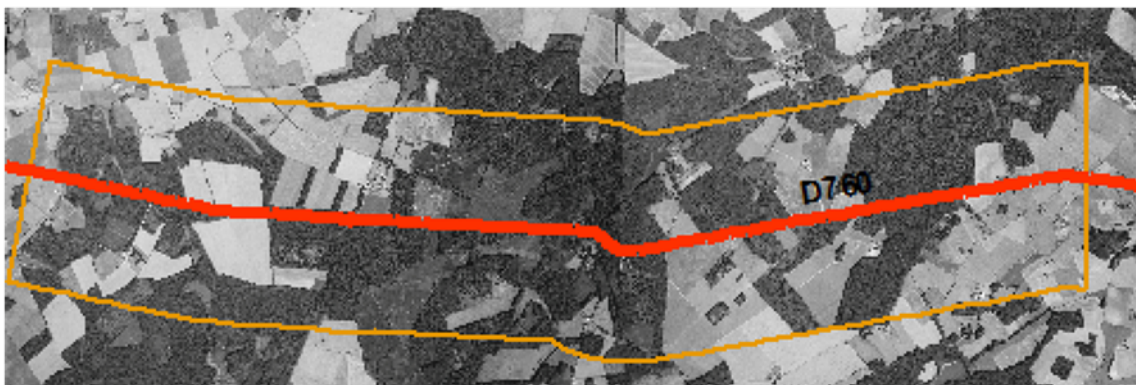


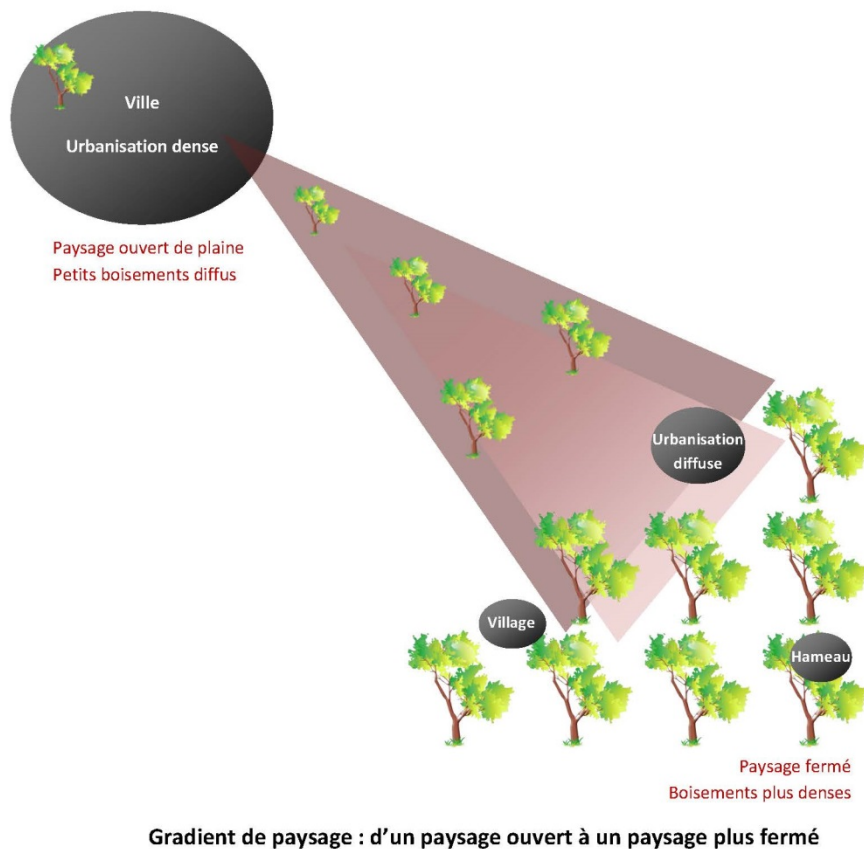
Figure 14: Deuxième tronçon d'étude d'un paysage fermé

4. Problématique et hypothèses

4.1. Gradient spatio-temporel du paysage : d'un paysage plus ouvert à un paysage plus fermé

Le paysage peut être influencé par le **type de route** qui le traverse mais également par le **type d'urbanisation et sa taille**. Ces caractéristiques ont des impacts sur le gradient qui constitue le paysage agricole et forestier.

Nous faisons donc l'hypothèse que sur notre site d'étude, le sud-est du département Indre-et-Loire, la part de parcelles agricoles semble plus importante autour d'une zone à forte urbanisation, **soit un paysage ouvert**, contrairement à une zone avec une artificialisation des terres plus diffuse et "légère" qui semble avoir une part plus importante de parcelles forestières soit **un paysage fermé** (Voir ci-dessous).



Auteurs : Arcé Marilou, Picou Sophie

Figure 15 : Gradient spatio-temporel du paysage

Dans cette première hypothèse on se demande si ce gradient a toujours existé, s'il a changé et de quelle manière.

4.2. Diversité des paysages fonction de la taille des parcelles

La diversité des paysages des bords de routes peut aussi être influencée par la taille des parcelles mais également par le système de rotation. Il semblerait alors qu'il y est une **simplification des paysages** au cours du temps en **fonction de l'augmentation de la taille des parcelles** des bords de routes.

Historiquement, des études menées sur le sujet ont révélé que le développement des techniques agricoles d'après-guerre a entraîné de fortes modifications du paysage. En effet, les paysages de bocage caractérisés par des parcelles de petites tailles séparées de haies bocagères ont laissé place à des paysages plus ouverts avec de grandes parcelles suite à des opérations foncières d'aménagement. On parle de simplification du paysage (Figure 16).

Nombreuses parcelles de petite taille

Parcelles de grande taille



Figure 16 : Évolution de la taille des parcelles

D'après **Deniel (1965)**, les haies ont même été considérées comme des obstacles à la modernisation et ont donc fait l'objet de campagnes d'arrachage laissant alors progressivement place à une "openfield" où la diversité du paysage est minorée.

Autrement dit, d'après Françoise Burel et Jacques Baudry (1999), cette dynamique du paysage est fortement influencée par les activités humaines ; "Le paysage est la résultante d'une confrontation continue entre la société et son milieu" [Écologie du paysage: concepts, méthodes et applications, p19]. Crumley et Marquardt (1987) défendent aussi l'existence de rapports entre société et paysage : "people make their territory, houses, living spaces and work spaces, their own by consciously modifying them in terms of their effects on the senses, their utility, and their economic value. The landscape is the spatial manifestation of the relations between humans and their environment." ("Les gens s'approprient leurs territoires, leurs maisons, leurs espaces de vie et de travail, en les modifiant consciemment en fonction de leur perception, leur valeur économique, leur usage. Le paysage est la manifestation spatiale des relations entre les hommes et leur environnement.")

4.3. Diversité du paysage de bord de routes immédiat avec celui plus éloigné des routes

L'accessibilité de la route peut faciliter la culture dans les zones proches de celle-ci. Nous faisons donc l'hypothèse que, quelle que soit le type de paysage dans lequel nous nous trouvons (ouvert ou fermé), on observe que les cultures se concentrent majoritairement à l'abord direct de la route alors que les forêts se concentrent majoritairement dans la zone la plus éloignée de la route (Figure 17).

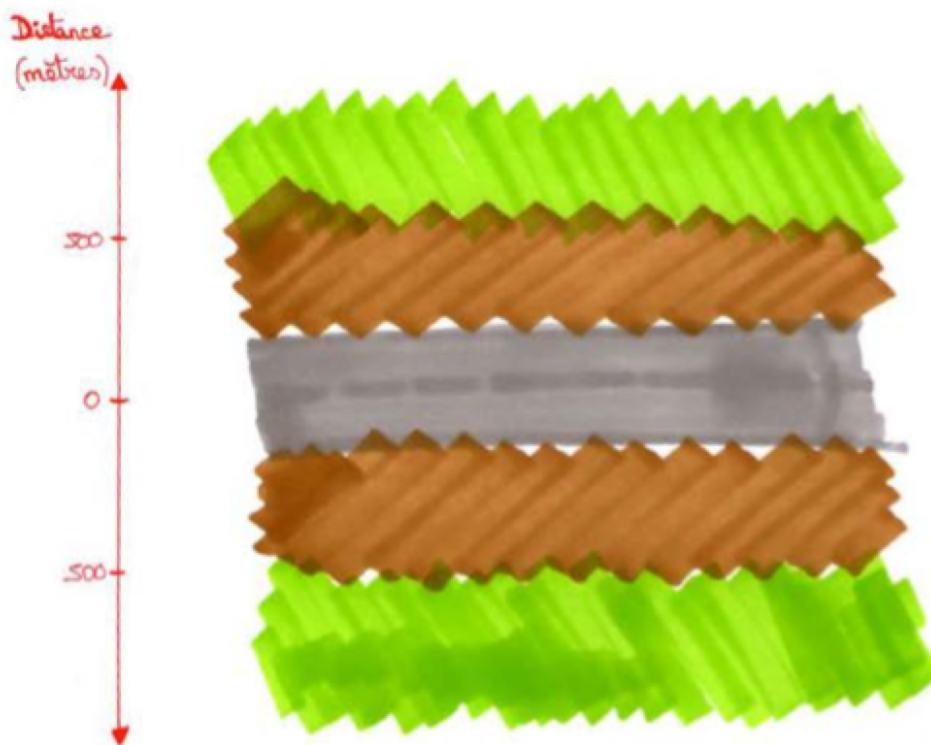


Figure 17 : Diversité du paysage en fonction de l'éloignement de la route

5. Méthode

5.1. Approche technique

5.1.1. Méthode de géoréférencement et choix des dates des photos historiques

Cette méthode de géoréférencement a été inspirée de la méthode de Marion Druet (Annexe 1) mais sera tout de même complétée.

L'explication de la méthode de géoréférencement utilisera les noms d'outils en anglais car la version du logiciel ArcGIS utilisé était en anglais.

La méthode utilisée s'intitule « méthode polynomiale par prise de points d'appui ».

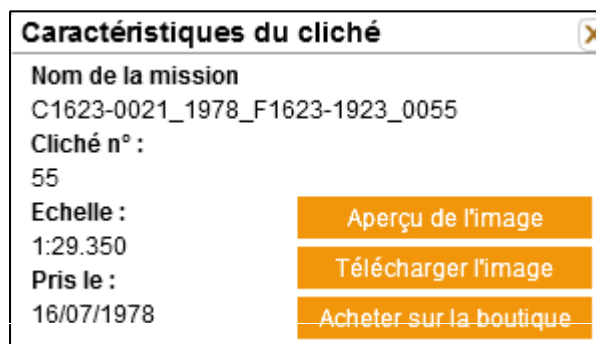
Première étape : Récupération des vues anciennes

- Pour récupérer des photos aériennes anciennes, la manière la plus simple est d'aller sur le site de Géoportail : <http://www.geoportail.gouv.fr/>
- Rechercher ensuite l'endroit que l'on souhaite.
- Cliquer sur l'onglet en haut à droite « Remonter le temps », choisir « Les prises de vues aériennes » et enfin, l'échelle que l'on souhaite.
- Choisir l'année que l'on souhaite. S'il y a un signe avec une flèche en haut à droite, à côté de la date, cela veut dire que les photos sont téléchargeables gratuitement.

S'il n'y a rien, cela veut dire que les clichés ne peuvent être affichés et qu'ils sont certainement payants.

- Cliquer sur la date choisie. Des petites cibles orange apparaissent. 

Chaque cible représente une photo. Lorsque l'on clique sur la cible orange, une fenêtre apparaît et l'on peut retrouver certaines informations telles que le numéro du cliché, l'échelle ainsi que la date de la prise de vue. Il est également possible, à partir de cette fenêtre, de télécharger la photo.



Caractéristiques du cliché	
Nom de la mission	
C1623-0021_1978_F1623-1923_0055	
Cliché n° :	
55	
Echelle :	Aperçu de l'image
1:29.350	Télécharger l'image
Pris le :	Acheter sur la boutique
16/07/1978	

Étant donné la taille de notre territoire d'études, il a fallu faire en sorte de prendre des photos qui correspondaient à la même date sur l'ensemble du territoire. Nous avons également fait le choix de privilégier des années où les photos étaient gratuitement téléchargeables. Nous avons donc choisi comme année d'études, 1978-80, 1991 et 2011 (les photos de 2011 étant déjà géoréférencées (BD Ortho)).

Toutes les images récupérées ont été classées par dossier spécifiant la commune à laquelle elles appartiennent afin de retrouver plus facilement leur emplacement lors du géoréférencement.

Deuxième étape : Géoréférencement des vues anciennes :

- Importation des supports de géoréférencement dans ArcMap :
 - Charger la photo qui permettra de géoréférencer la photo non géoréférencée et toutes autres données qui pourrait faciliter le repérage des images (routes, nom de communes...), enregistrer le fichier.
 - Charger la photo ancienne à géoréférencer, accepter la création de pyramides.
 - Faire un clic droit sur le nom du fichier puis « Zoom to layer » pour afficher la photo, la photo semble être dans le vide, c'est normal, elle n'est pas géoréférencée.
- Préparation au géoréférencement des photos anciennes
 - Repérer à l'aide de Géoportail l'emplacement d'origine de la photo.

- Si nécessaire, faire pivoter la photo grâce à l'outil « Flip or rotate » dans l'onglet « Georeferencing » de la barre d'outils « Georeferencing ».

- Géoréférencement des photos anciennes

- Chercher un point facilement repérable et qui a peu de chance d'avoir évolué dans le temps (angle de bâtiment...).

- Avec l'outil « Add control points » dans la barre d'outils « Georeferencing » et symbolisé par , cliquer sur le point choisi précédemment.

- Décocher ensuite la photo ancienne dans « Table of contents » et cliquer droit sur la photo déjà géoréférencée puis « Zoom to layer » et retrouver l'emplacement du point que vous avez choisi.

- Si l'outil « Add control points » n'est pas activé (pour savoir, il y a un trait gris relié à votre curseur de souris), cliquer à nouveau sur l'outil.

- Cliquer ensuite sur le point choisi précédemment, sur votre photo géoréférencée, un numéro doit apparaître au niveau du point.



- Votre photo vient de se caler sur ce premier point, qu'on appelle point d'amer.

- Recommencer plusieurs fois de la même façon pour caler au mieux votre photo (minimum 10 points), à différents endroits de la photo.

- En cliquant sur l'outil « View Link Table », vous pouvez voir les points que vous avez réalisés. Cette fenêtre permet également de définir la fonction de calcul du géoréférencement.

Il y a donc sept fonctions possibles :

- Zero Order Polynomial :

Cette fonction correspond à l'image de base, les points d'amer ne permettent pas modifier le géoréférencement de la photo.

- 1st Order Polynomial (Affine)

Cette fonction est possible lorsque le premier point d'amer est réalisé, elle permet de caler la photo. Elle est utilisée pour la translation, la mise à l'échelle et la rotation d'un jeu de données raster.⁷

- 2nd Order Polynomial

Cette fonction est possible lorsqu'au minimum sept points d'amer sont créés. Elle permet d'ajuster de manière plus précise le géoréférencement, elle concerne les modifications géométriques (redressement d'images).⁸

- 3rd Order Polynomial

Cette fonction est possible lorsqu'au minimum dix points d'amer sont créés. Elle permet également d'ajuster de manière plus précise le géoréférencement par

⁷ Aide ArcGIS 10.1 – Notions de base du géoréférencement d'un jeu de données raster

⁸ Systèmes de coordonnées et géoréférencement - S. Sanz, E. Régagnon, O. Barge, Juin 2008.

des modifications géométriques (redressement d'images avec dénivelé important ou corrections nombreuses), si l'image a besoin d'être courbée.⁹

- Adjust

Cette fonction est possible lorsqu'au minimum trois points d'amer sont créés. Elle optimise la précision locale. Elle effectue une transformation polynomiale à l'aide de deux jeux de points de contrôle et ajuste les points de contrôle localement pour qu'ils correspondent mieux aux points de contrôle cible.

- Projective transformation

Cette fonction est possible lorsqu'au minimum quatre points d'amer sont créés. Elle permet d'ajuster de manière plus précise le géoréférencement.

- Spline

Cette fonction est possible lorsqu'au minimum dix points d'amer sont créés. C'est une méthode d'étirement caoutchouté réel qui optimise la précision locale mais pas la précision globale. Cette transformation s'appuie sur une fonction de « Spline » soit une fonction polynomiale segmentée qui garantit la continuité et le lissage entre des polynômes adjacents.¹⁰

Il est recommandé d'ajouter plus de trois points d'amer car si le positionnement de l'un d'entre eux est incorrect, l'impact sur la transformation est beaucoup plus important. même si l'erreur de transformation mathématique peut augmenter avec la création des liens supplémentaires, la précision générale de la transformation augmente aussi.

Nous avons donc choisi d'utiliser la fonction « Spline » car, malgré la complexité de la fonction, nos photos de base comportaient de fortes déformations. Visuellement et techniquement, cette fonction semblait donc être la mieux adaptée pour corriger ces déformations. Pour cela, nous avons créé, au minimum, dix points d'amer.

Troisième étape : Exportation et sauvegarde des données

- Clic droit sur l'image dans « Table of contents » puis « Data » et « Export Data ».

- Une fenêtre s'ouvre. Laisser les paramètres par défaut. Choisir l'emplacement dans le lequel vous voulez enregistrer votre image dans la case « Location ». Vous pouvez également renommer votre image dans la case « Name ». Pour garder une image avec une taille raisonnable, nous avons choisi de les enregistrer sous le format .png. Pour cela il faut sélectionner le format PNG dans la case « Format ».

- Cliquer ensuite sur Save et sur oui si la fenêtre « Output Raster » s'ouvre.

- Le logiciel vous demande ensuite si vous voulez importer la photo créée à votre fenêtre. Vous pouvez dire oui pour vérifier que le géoréférencement a bien été enregistré.

⁹ Systèmes de coordonnées et géoréférencement - S. Sanz, E. Régagnon, O. Barge, Juin 2008.

¹⁰ Aide ArcGIS 10.1 – Notions de base du géoréférencement d'un jeu de données raster

- Afin de garder une certaine rapidité du logiciel et pour ne pas trop charger votre fichier, il est conseillé de géoréférencer les images anciennes une par une.

Quatrième étape : Traitement des photos :

Afin d'étudier l'évolution de l'occupation du sol depuis 1978-80 puis 1991 et enfin en 2011, il a fallu parcellariser l'occupation du sol en différentes catégories. Pour l'occupation du sol de 2011, nous nous sommes aidés de la base de données topographique, ainsi que du RPG. Il a fallu tout de même faire de la photo-interprétation sur les parcelles qui n'avaient pas été identifiées.

Concernant les années 1978-80 et 1991, aucune donnée de type RPG ou BD Topo n'existe. Nous souhaitons donc procéder par une méthode semi-automatique qui identifie les parcelles selon les nuances de gris. Cette méthode a été très vite abandonnée pour plusieurs raisons :

- Certains logiciels tels que Illustrator, Corel Draw ou AutoCad bénéficient d'outils qui permettent de vectoriser une image. Cependant, même en ajustant la précision des résultats souhaités, le résultat était tout de même trop précis et présentait beaucoup plus de parcelles que le résultat souhaité.



Figure 18 : Photo d'origine



Figure 19 : Photo d'origine avec contours de vectorisation

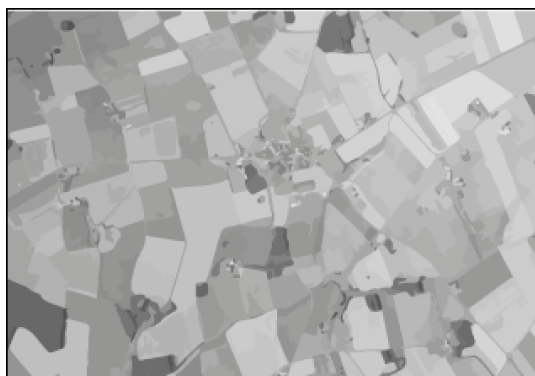


Figure 21 : Photo vectorisée



Figure 20 : Photo vectorisée manuellement

- Même si cette méthode avait été choisie, elle aurait été très longue à mettre en place puisqu'il aurait fallu ajuster les paramètres à chacune des photos et vérifier toutes les identifications en rassemblant les différentes parcelles vectorisées qui n'en forment qu'une réellement.

- Chaque photo comporte des gris différents, on aurait donc eu de multitudes de catégories correspondantes à la même donnée.

- Enfin, au sein d'une même photo, un même gris peut par exemple correspondre à une prairie mais également à une culture en croissance. Ainsi, on aurait pu faire en sorte qu'une catégorie précise de gris corresponde à un type précis de parcelle mais cette méthode aurait nécessité soit un travail de vérification derrière ou bien une de nombreuses erreurs d'identification.

- Nous avons donc pris la décision de vectoriser manuellement les parcelles.

5.1.2. Méthode de caractérisation du sol concernant l'occupation du sol historique (1978 et 1991)

Après avoir géoréférencé les photos et afin de connaître l'occupation du sol des années 1978 et 1991, pour pouvoir l'étudier au cours du temps, il a fallu parcellariser les photos. Parcellariser signifie délimiter les parcelles, et identifier leur type de paysage (prairie, culture, bâti, forêt etc.).

Comme expliqué ci-dessus, nous avons fait le choix de parcellariser manuellement. La délimitation des parcelles n'a pas été un problème car bien que les photos soient en noir et blanc ou du moins en nuance de gris, la séparation des parcelles était visible. Cependant, c'est bien la séparation et les traces de contours de parcelles qui ont permis cette parcellarisation et non l'appartenance à différents propriétaires, puisque celle-ci n'était pas connue.

C'est pour cela que la forêt, par exemple, apparaît comme une grande parcelle car les délimitations de chaque propriétaire ne sont pas visibles à partir des photos. Cela explique aussi, la raison pour laquelle nous n'avons, dans ce projet de fin d'études, pas traité certaines données telles que le nombre de parcelles ou la taille moyenne des parcelles, du fait que la précision n'était pas la même entre 1978 – 1991 et 2011.

Bien que la délimitation des parcelles n'est pas été un problème, nous avons été très vite confrontées à une difficulté non négligeable, celle de l'identification des parcelles.

Pour cela, nous avons cherché le plus d'indices possible qui auraient pu nous renseigner sur le type de paysage présent dans chaque parcelle en fonction des couleurs et des hauteurs qui ressortaient des photos.

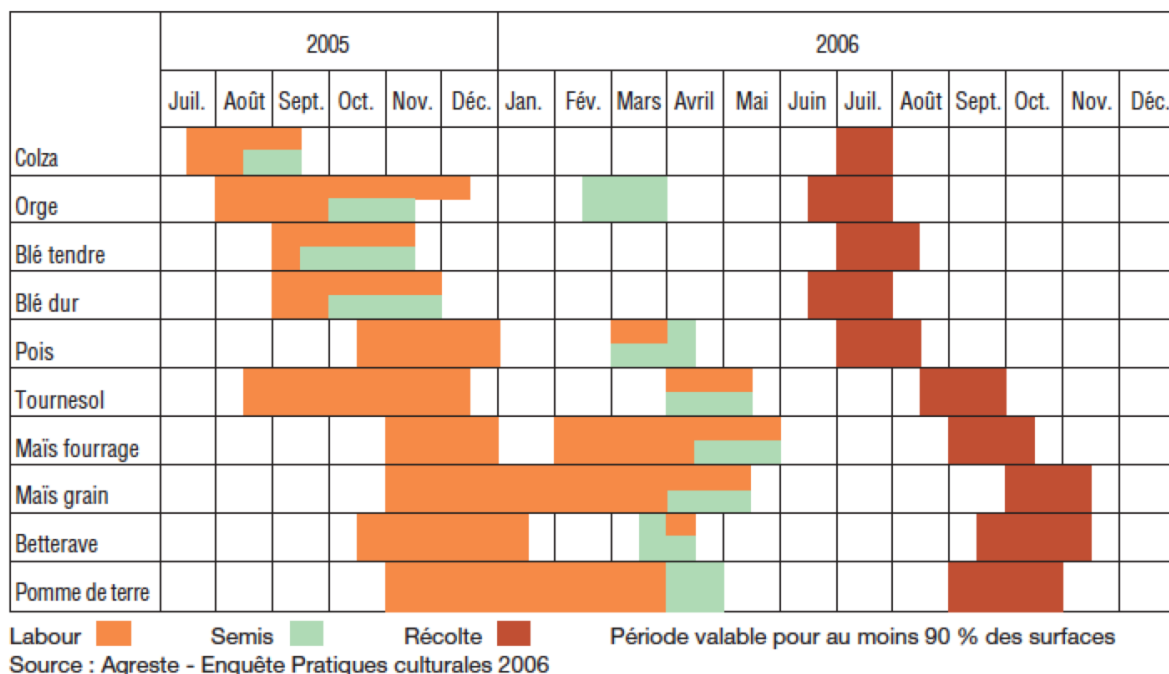
La date de prise de vue des photos a permis de savoir quels types de cultures pouvaient être présents.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des données des photos historiques de la D760

N° Cliché	Date de prise de vue	Échelle	Commune concernée
677	19/08/1991	1 : 30 342	Bossée
679	19/08/1991	1 : 30 366	Sepmes
681	19/08/1991	1 : 30 500	Sainte-Maure-de-Touraine
715	21/08/1991	1 : 30 068	Bossée
717	21/08/1991	1 : 30 127	Manthelan
719	21/08/1991	1 : 30 080	Manthelan
721	21/08/1991	1 : 30 075	Chanceaux-près-Loches
723	21/08/1991	1 : 30 148	Loches
725	21/08/1991	1 : 30 006	Loches
727	21/08/1991	1 : 30 031	Chemillé-sur-Indrois
729	21/08/1991	1 : 30 022	Villeloin-Coullangé
731	21/08/1991	1 : 29 949	Nouans-les-Fontaines
732	21/08/1991	1 : 29 805	Nouans-les-Fontaines
58	15/07/1978	1 : 29 277	Sepmes
60	15/07/1978	1 : 29 408	Sainte-Maure-de-Touraine
62	15/07/1978	1 : 29 548	Sainte-Maure-de-Touraine
80	15/07/1978	1 : 29 233	Bossée
82	15/07/1978	1 : 29 284	Manthelan
84	15/07/1978	1 : 29 238	Manthelan
86	15/07/1978	1 : 29 230	Chanceaux-près-Loches
88	15/07/1978	1 : 29 325	Loches
90	15/07/1978	1 : 29 175	Loches
91	15/07/1978	1 : 29 167	Loches
137	06/08/1980	1 : 30 089	Chemillé-sur-Indrois
139	06/08/1980	1 : 30 089	Montrésor
141	06/08/1980	1 : 30 048	Nouans-les-Fontaines
143	06/08/1980	1 : 29 945	Nouans-les-Fontaines

Nous avons ensuite comparé ces dates avec le tableau du calendrier agricole, ci-dessous.

Tableau 2 : Calendrier agricole



En comparant ces deux tableaux, nous pouvons voir que la plupart des cultures sont en récolte. Nous avons donc pu déduire les propriétés suivantes :

- si la parcelle est gris clair et basse alors c'est une culture
- si la parcelle est gris clair et haute alors c'est une culture qui n'a pas encore été récoltée
- si la parcelle est gris foncé et basse alors c'est prairie
- si la parcelle est gris foncé et haute alors c'est du maïs

La forêt, les plantations d'arbres, les vignes/vergers, le bâti et l'eau étant relativement facile à identifier nous n'avons pas eu ce même problème.

Dans la table attributaire de la couche de la parcellarisation de chaque année, nous avons ajouté une colonne TYPE et ZONE, pour indiquer le type de paysage présent dans la parcelle et la zone dans laquelle elle se situait (tronçon en paysage ouvert ou fermé).

5.1.3. Méthode de caractérisation du sol concernant l'occupation du sol actuelle (2011)

Utilisation du logiciel **ArcGIS 10.1**

Première étape : Récupération des données existantes

La première étape consistait à récupérer et combiner les différentes données existantes pour le territoire d'Indre-et-Loire.

- Pour se faire, nous avons tout d'abord récupéré la BD parcellaire d'Indre-et-Loire que nous avons intersectée avec la couche des communes à étudier.

Geoprocessing < Outil intersect < Communes du territoire d'étude/BD parcellaire

- Une fois la couche obtenue, il a fallu effacer, une à une, les couches de données existantes provenant de la BD topographique 2011 qui regroupe le réseau routier, les voies ferrées, l'hydrographie, le bâti, la végétation et les zones d'activités.

Geoprocessing < Outil Erase < Input → parcelles_inconnues / Erase → cours_d'eau

Geoprocessing < Outil Erase < Input → parcelles_inconnues_1 / Erase → bati

Geoprocessing < Outil Erase < Input → parcelles_inconnues_n+1 / Erase →

- Les données du registre parcellaire graphique de 2011 (RPG_2011) ont aussi été effacées de la couche des parcelles encore non identifiées ainsi que la BD forêt 2011

Geoprocessing < Outil Erase < Input → parcelle_inconnues_n / Erase → RPG

Geoprocessing < Outil Erase < Input → parcelle_inconnues_n+1 / Erase → BD_Foret

- Pour obtenir la couche <zones_inconnues_finales> qui regroupe toutes les parcelles non identifiées.

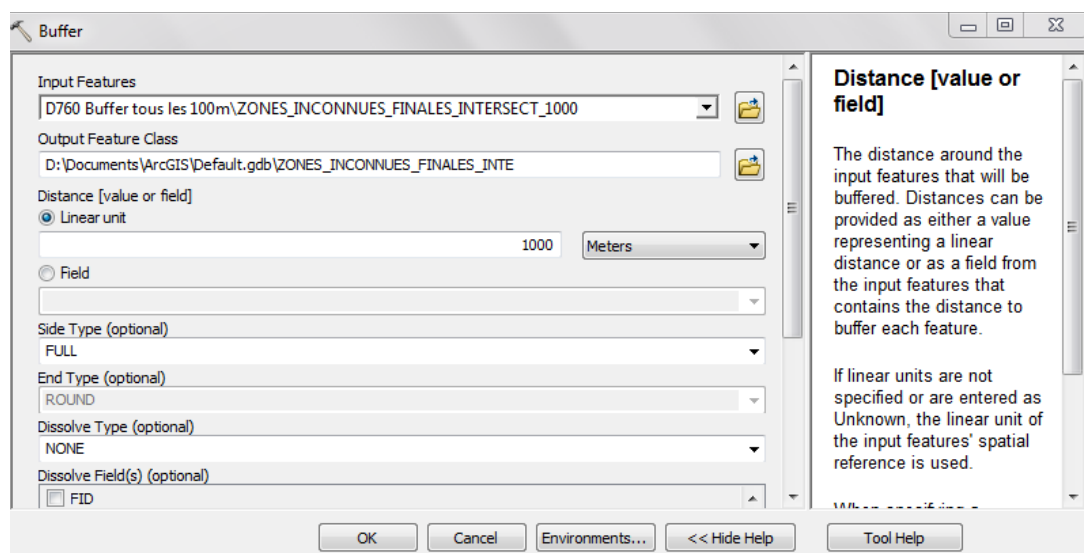
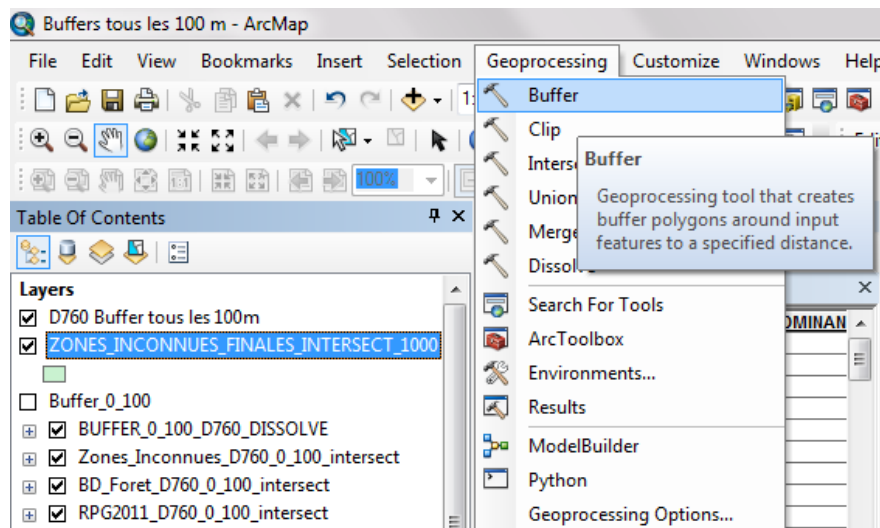
- Nous avons tout d'abord récupéré l'ensemble des photographies aériennes datant de 2010 constituant la BD ortho et donc notre base de données pour décrire l'occupation actuelle. Les photos aériennes de 2011 n'étant disponibles que fin décembre 2013 nous avons commencé l'identification par les photographies aériennes de 2010 pour l'occupation du sol dite actuelle, et nous avons ensuite continué l'identification de l'occupation du sol avec celles de 2011 dès que nous avons pu les récupérer.

Les photos aériennes sont généralement prises fin juillet/début août car c'est le moment de l'année où l'on observe le plus de contrastes dans les couleurs.

Deuxième étape : Définition du périmètre d'étude

Comme dans le cadre de ce projet on s'intéresse à l'occupation des bords de 11 routes départementales du sud-est d'Indre-et-Loire nous avons sélectionné sur la couche « zones_inconnues_finales » précédemment obtenue les parcelles situées dans les 1000 m bordant les routes de part et d'autre.

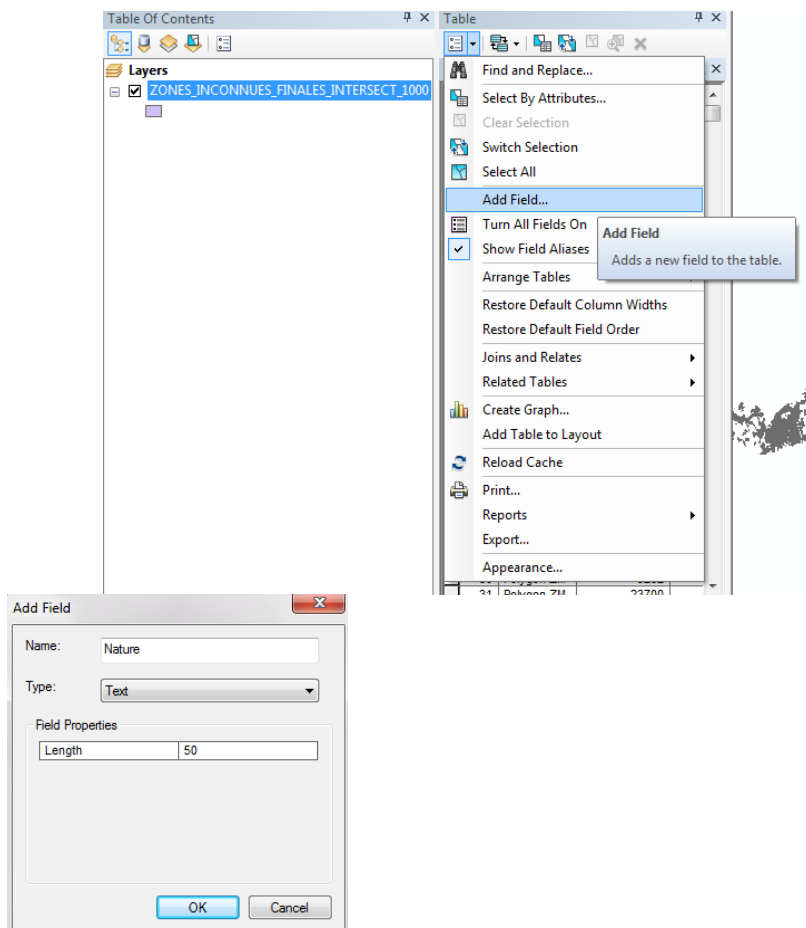
Geoprocessing < Buffers → zones_inconnues_finales_intersect → linear unit - 1000 meters



Troisième étape : Photo interprétation des parcelles pas encore identifiées

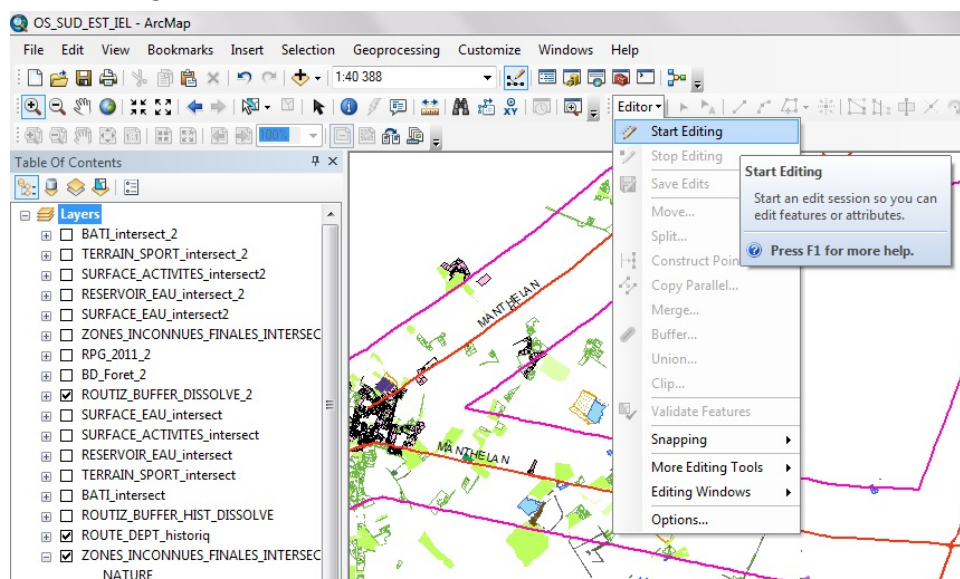
Une fois le document ArcGIS regroupant toutes les données récupérées, dont la couche « zannes_inconnues_finales_intersect », obtenues, nous avons créé un nouveau champ texte « nature » sur cette couche pour y inscrire l'interprétation de l'occupation du sol photo interprétée.

Dans la table attributaire de la couche « zannes_inconnues_finales_intersect », Add Field / Name : Nature → Type : Text



Dans une session d'édition la photo interprétation a alors été entreprise en sélectionnant les parcelles une à une.

Start editing < zones_inconnues_finales_intersect



Dans la détermination de l'occupation du sol, il faut respecter certaines règles ou du moins certains points sont à maîtriser afin d'optimiser l'OS, de minimiser les erreurs et

qu'elle soit la plus juste possible. Il faut toutefois être conscient que l'OS réalisée ici ne pas être à 100 % exacte car cela relève de l'observation de photos aériennes qui ne sont pas toujours très nette et dont la qualité ne permet pas toujours de zoomer suffisamment. De plus, nous ne sommes pas des spécialistes de la matière. Nous avons donc notamment pris en compte les règles suivantes indiquées par notre tutrice de PFE, Francesca Di Pietro, maître de conférences biologie des organismes.

- Forêts et champs de maïs peuvent se confondre. Les parcelles de maïs sont très géométriques dans lesquelles on peut observer des sillons et parfois les rampes d'irrigation ;

- Il y a différents types de cultures observables ; Jaune : soja, tournesol, culture indéterminée et Beige –marron clair : céréales d'hiver

- Les prairies permanentes apparaissent plus foncées que les prairies temporaires qui sont plutôt géométriquement homogènes et apparaissent vert clair.

Conformément aux classes du RPG, à la BD topo et à nos observations sur les photos aériennes les différentes catégories d'identification de l'occupation du sol obtenues par photo interprétation sont répertoriées dans la figure suivante :



ZONES_INCONNUES_FINALES_INTERSECT	
NATURE	
ALIGNEMENT_D_ARBRES	
ARBORICULTURE	
BANDE_ENHERBEE	
BOURG_INDETERMINE	
CEREALE_D_HIVER	
CHEMIN	
CULTURE i	
FRICHE	
GELS	
INDETERMINEE	
JARDIN_COUR_DE_FERME	
LEGUMES_FLEURS	
MAIS	
P_PERMANENTE	
P_TEMPORAIRE	
REGION_ARBOREE	
RESERVOIR_EAU	
SYLVICULTURE	
VIGNE	
ZONE_ACTIVITES	
ZONE_D_HABITATION	

Figure 22: Catégories d'identification de l'OS actuelle photo interprétées

5.2. Approche analytique occupation actuelle et historique

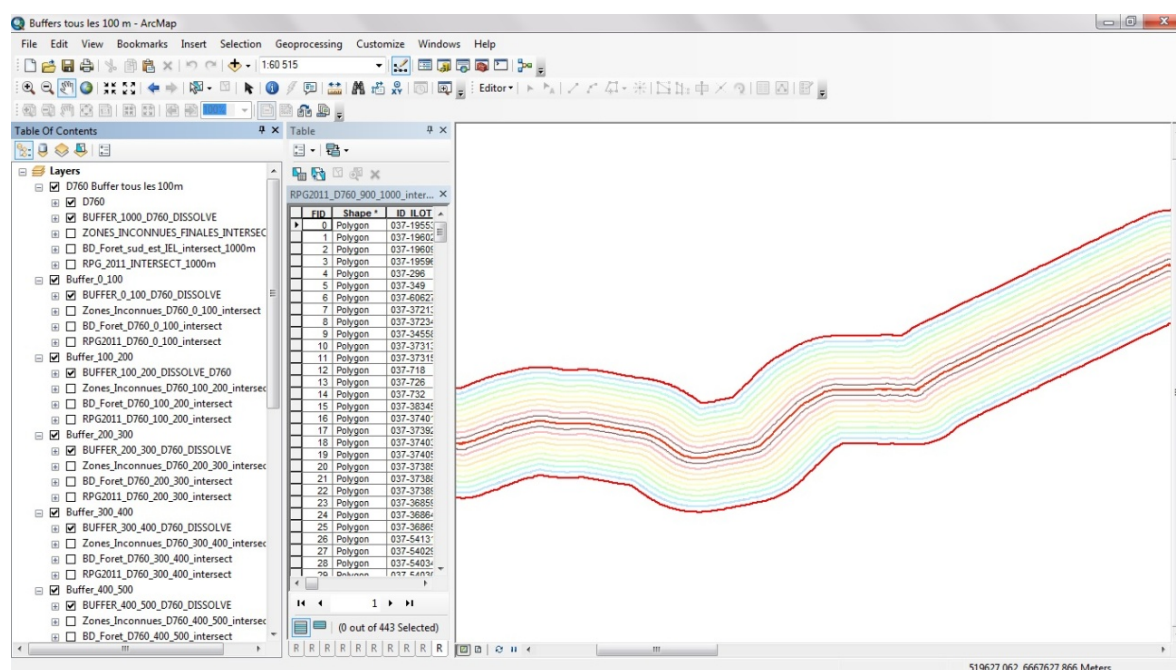
Dans un premier temps, avec les données obtenues dans la méthode de caractérisation du sol concernant l'OS actuelle nous avons réalisé un tableau global avec le pourcentage de surface de chaque catégorie d'OS de 0 à 1000 m par rapport à la route.

$$\frac{\text{Superficie de chaque catégorie d'OS}}{\text{Surface totale}}$$

Nous avons réalisé un premier tableau Excel avec l'ensemble des classes d'occupation du sol, puis un second tableur regroupant les catégories les plus représentatives c'est-à-dire dont le pourcentage est supérieur à 2 %, (cf. annexe 2). Le tableau obtenu regroupe les catégories, les plus représentatives de l'occupation actuelle, au nombre de 11 : **céréales d'hiver, culture indéterminée, forêt de conifères, forêt de**

feuillus, forêt mixte et indéterminée, gels, maïs, oléagineux, prairie permanente, prairie temporaire et tournesol.

Pour une analyse de l'OS actuelle plus fine nous avons ciblé le travail à une seule départementale, la D760¹¹. Afin de comparer la proportion de chaque catégorie d'occupation du sol par rapport à la distance à la route nous avons réalisé des zones tampons ou « buffer » tous les 100 m de 0 à 1000 m. L'idée étant ici de voir s'il existe une relation linéaire ou pas ou si la proportion de chaque catégorie d'OS ne varie pas en fonction de la distance à la route. Nous avons étudié cette évolution par tronçon de 100 m pour voir s'il y avait un effet de seuil quelque part.



Les 10 buffers obtenus, nous avons alors intersecté chaque zone tampon obtenue avec les différentes couches concernées (RPG 2011, BD Topo, BD Forêt, BD Ortho) comme indiqué précédemment dans le paragraphe 5.1.3

¹¹ Voir explication p.16, paragraphe 3. Cadre géographique (périmètre d'étude)

Ensuite afin de pouvoir comparer avec l'historique, qui lui est basé uniquement sur deux tronçons, nous avons simplifié les catégories et nous les avons regroupées en 9 différentes : **bâti, culture, prairie, réservoirs d'eau, plantations d'arbres, forêts, maïs, vignes et vergers, et friches.**

Pour l'étude comparative des trois années, sur les deux tronçons choisis, nous n'avons réalisé que quatre zones tampon : 0-20 m, 200-50 m, 500-700 m et 700-1000 m de part et d'autre de la D760.

Pour analyser nos résultats nous avons fait appel à des indices couramment utilisés dans la description du paysage : la compacité, l'indice de Shannon-Wiener et l'indice d'équitabilité de Piélou.

La compacité¹² sert à décrire les formes. La forme la plus compacte est le disque, qui a la propriété de maximiser la surface pour un périmètre donné. A périmètre égal, la surface du disque est toujours supérieure à celle n'importe quelle autre forme géométrique. Dans notre cas on s'intéresse à la compacité des habitats. La compacité d'un habitat est donc liée à sa forme et a une influence sur la présence et l'importance d'un cœur d'habitat. Ce dernier favorise le bon fonctionnement écologique et donc la présence de biodiversité avec les espèces caractéristiques du milieu correspondant.¹³ En revanche la compacité seule ne permet pas d'évaluer correctement les potentialités biologiques d'un milieu naturel. Cet indice doit être associé à la superficie du milieu en question. Concernant la surface d'un milieu, on considère que plus elle est grande, plus elle favorise les espèces typiques du milieu concerné et, donc, plus la richesse spécifique est élevée.¹⁴

¹²

<http://www.regioncentre.fr/files/live/sites/regioncentre/files/contributed/docs/environnement/rer/rapport-Etude-corridor.pdf>

¹³ <http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/analyse-des-potentialites-ecologiques-region-59-62.pdf>

¹⁴ FORMAN, 1995 ; BAUDRY & BUREL, 1999

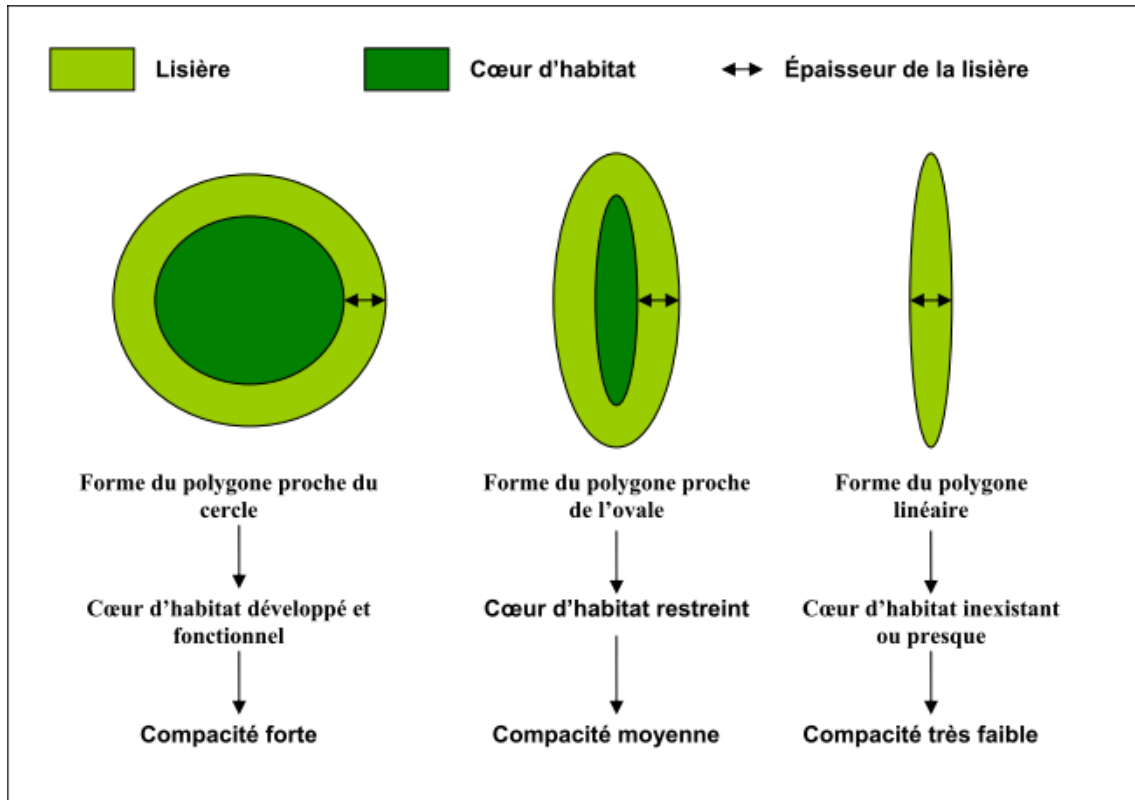


Figure 23: Schématisation de la notion de cœur d'habitat

Source : <http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/analyse-des-potentialites-ecologiques-region-59-62.pdf>

La formule mathématique de la compacité est la suivante :

$$Compacité = \frac{4 * \pi * Aire}{(Périmètre)^2}$$

L'indice de Shannon - Wiener¹⁵ prend en compte le nombre d'éléments du paysage ainsi que leur abondance relative. L'hétérogénéité du paysage se calcule fréquemment à l'aide de l'Indice de Shannon-Wiener H', considéré comme un bon indicateur de la biodiversité (Ernoul et al., 2005). Il sert à mesurer la diversité et l'équitabilité des types d'habitat en associant leur nombre avec leur proportion respective.

¹⁵ « Paysage et biodiversité. Apport de l'écologie du paysage au développement durable, exemple des forêts de Kroumirie au nord-ouest de la Tunisie – mohamed HAMDI, Jenna PIRIOU et Guy LEMPERIERE http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=BIODIVINE_Rapport_Porte_FR.pdf

Dans le cadre de cette étude, la diversité paysagère a été calculée par l'indice de Shannon (Boger et al., 2005). L'indice de diversité de Shannon est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum \left(\left(\frac{n_j}{N} \right) * \log \left(\frac{n_j}{N} \right) \right)$$

Avec, n_j = le nombre d'occurrences
par milieu ;
 N = le nombre total d'occurrences

Cet indice mesure la biodiversité relative des taches au niveau de la classe. Il est égal à 0 lorsque la classe n'est constituée que d'une seule tache et sa valeur va croître avec le nombre de taches et avec l'équitabilité entre les aires des taches de la classe (McGaribal et marks, 1995). « L'importante masse d'informations que requiert cette approche est prise en charge par des SIG. Ils s'avèrent être un outil précieux dans l'analyse spatiale des écosystèmes anthropisés. »

On associe souvent à l'indice de Shannon – Wiener, l'indice d'équitabilité de Piélou. Il exprime la régularité ou l'équitable répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Cet indice est généralement utilisé en écologie mais on le retrouve également dans l'étude des paysages. Il correspond au rapport entre la diversité obtenue par l'indice de Shannon – Wiener et la diversité maximale exprimée par H_{max} .

$$E = \frac{H'}{H_{max}} \text{ où } H_{max} = \log S$$

S : Somme des espèces présentes dans la surface considérée

L'équitabilité est faible lorsque $E < 0,6$, moyenne quand E est compris entre 0,6 et 0,8 et élevée si $E \geq 0,8$ ¹⁶. Dans le cadre de l'étude du paysage, lorsque E est élevé, on déduit que le milieu n'est pas spécialisé et qu'on retrouve alors une répartition équitable entre chaque type de paysage présent.

Lorsque l'indice de Shannon est égal à 1 alors l'indice d'équitabilité est aussi égal à 1, de même, lorsque qu'il est égal à 0, l'indice d'équitabilité est égal à 0.

Une valeur élevée de H' implique forcément une valeur élevée de E alors qu'une valeur faible de H' peut donner une valeur élevée de E .

En effet, une valeur élevée de Shannon implique une proportion minimum de chaque catégorie sur la surface considérée et ainsi, une représentation qui tend à être

¹⁶, Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Kaodji au Bénin - J. Djego, m. Gibigaye, B. Tente et B. Sinsin

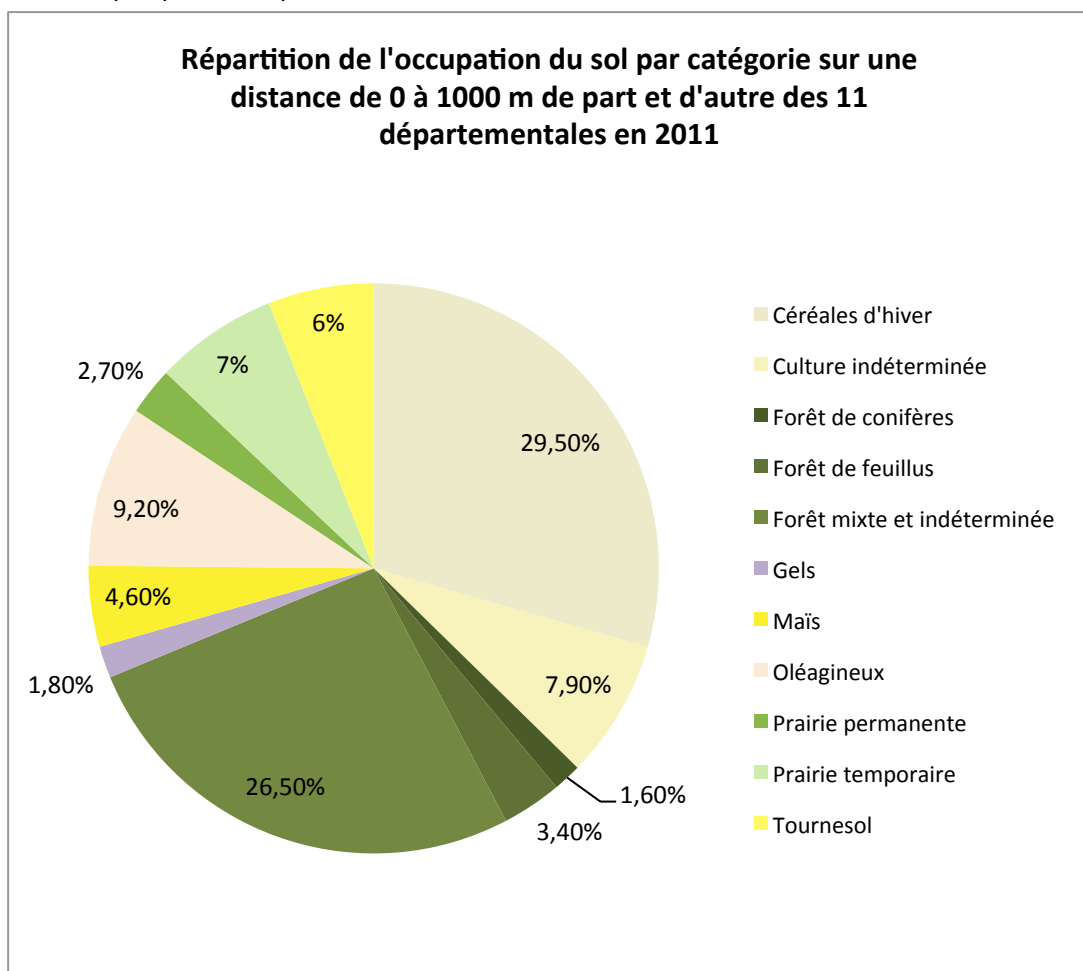
répartie équitablement. De la même façon, une faible valeur de Shannon montre une faible diversité, cependant, cette faible diversité peut être répartie de façon très équitable (50 % et 50 % dans le cas où il y a deux espèces). Il est donc possible de trouver un indice de Shannon faible tout en ayant un indice d'équitabilité élevé.

6. Analyse des résultats

Les données ont été classées au moyen de tableur Excel. Les calculs de surface et de périmètres se sont fait sous ArcGIS10.1. Et, les analyses de statistiques descriptives ont été réalisées à l'aide du logiciel XL Stat.

6.1. Répartition globale de part et d'autre des 11 départementales

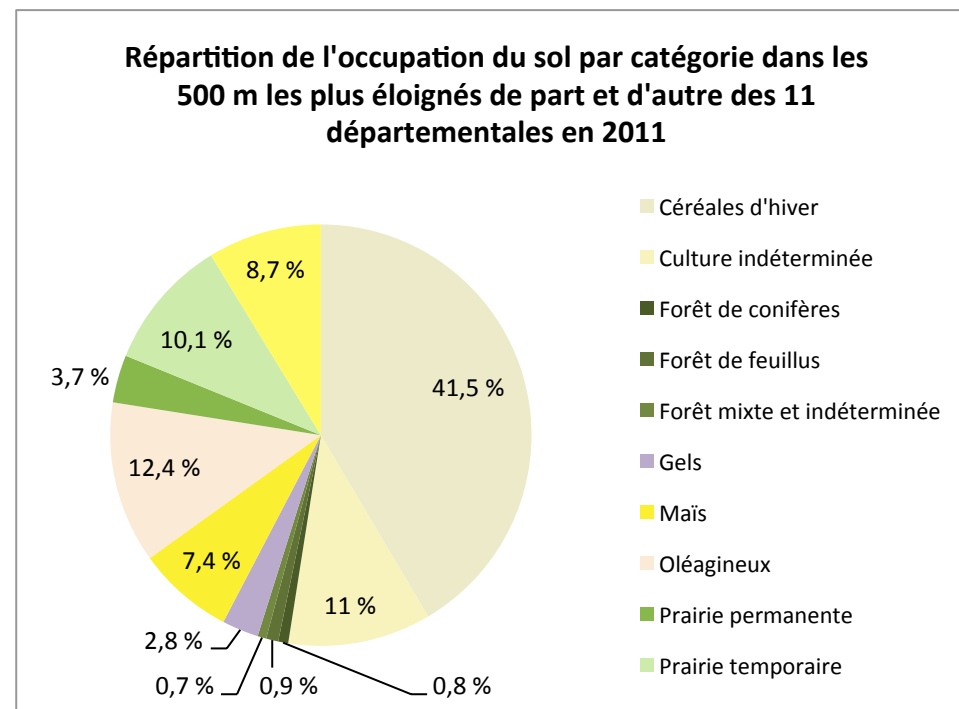
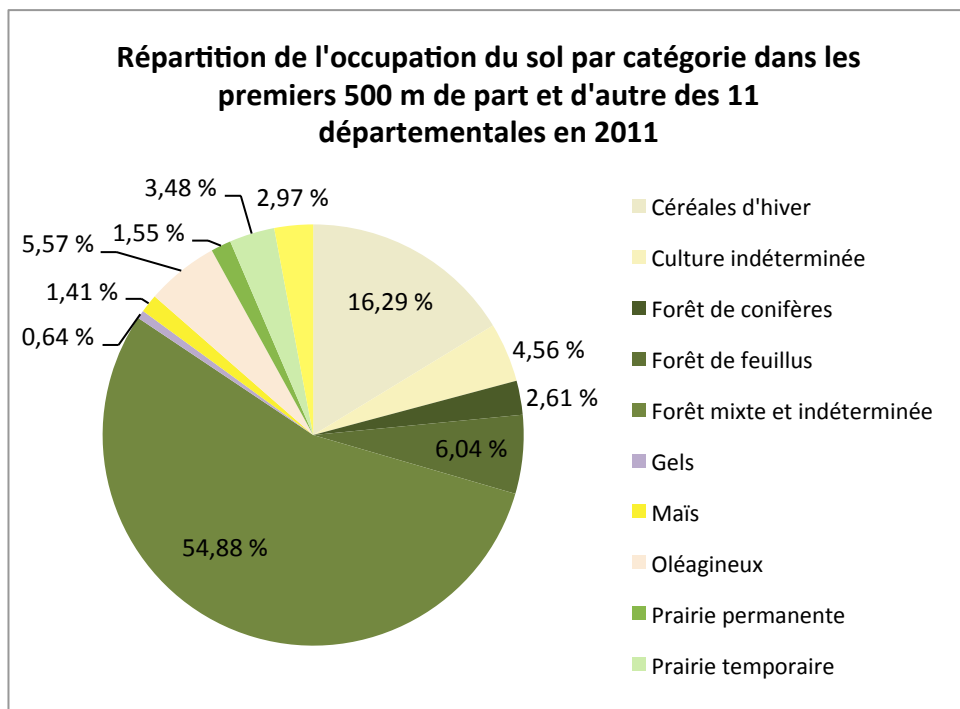
Pour commencer notre analyse, nous nous sommes intéressées à la répartition globale de l'OS le long des 11 départementales sélectionnées pour cette étude, en 2011 (voir Graphique 1, ci-après).



Graphique 1: Répartition de l'OS le long des 11 départementales

On note une dominance très large de deux catégories, les céréales d'hiver avec 29,5 % de la répartition globale. On pouvait s'attendre à ce résultat étant donné qu'on est dans un contexte de plaines et de grandes cultures. On trouve ensuite les forêts mixtes et indéterminées avec 26,5 % de la répartition globale. Au sens plus large on peut dire que les cultures, comprenant céréales d'hiver, cultures indéterminées, oléagineux, tournesol et maïs, représentent plus de la moitié de la surface étudiée avec une part de 57,2 %. Quant aux forêts, elles occupent 31,5 % de la surface. À l'inverse la part réservée aux prairies est très faible avec 7 % pour les prairies temporaires et seulement 2,7 % pour les prairies permanentes.

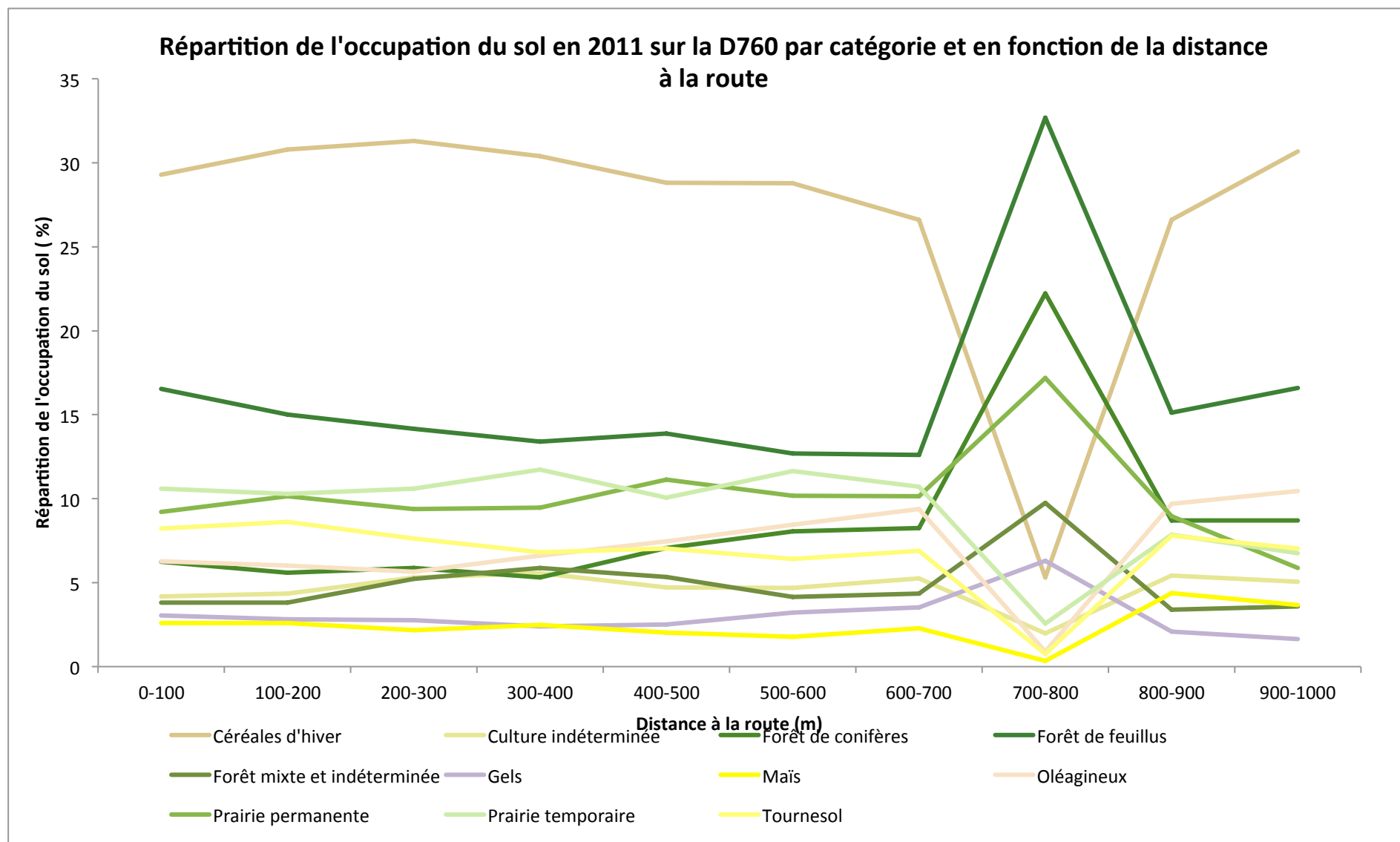
On peut alors dire que de cette analyse ressortent deux occupations principales du paysage du sud-est d'Indre-et-Loire: un **paysage ouvert** caractérisé par la culture et la prairie et, un **paysage fermé** caractérisé par la forêt.



Graphique 2 : Répartition de l'occupation du par catégorie en fonction de la distance à la route des 11 départementales en 2011

Lorsque l'on s'intéresse à la répartition du paysage par rapport la distance à la route sur ces mêmes départementales il apparait que les forêts se concentrent aux abords directs de la route et les céréales d'hiver sont situées dans la partie la plus éloignée de part et d'autres des 11 départementales étudiées. Ces résultats sont à tempérer étant donné que nous avons, ici, fait l'étude pour l'occupation du sol actuelle sur un très vaste territoire (1km de part et d'autre de 11 départementales). Il s'agit donc à chaque fois de la quantité moyenne pour chaque catégorie. Par exemple, l'OS de part et d'autre d'une départementale en particulier pourrait être très différente de ces résultats. Pour la suite nous avons donc pris le parti de mener une étude de répartition sur une seule départementale la D760.

6.2. Cas particulier de la D760



Graphique 3: Cas particulier de la D760 : répartition de l'occupation du sol en 2011

Concernant l'occupation du sol actuelle (2011) sur la départementale D760 la répartition de chaque occupation du sol en fonction de la distance à la route est très particulière. **De 0 à 700 m de la route**, le parcellaire 2011 est majoritairement composé de céréales d'hiver, à hauteur de 30 %. Viennent ensuite la forêt de feuillus avec environ 15 % de la répartition globale puis les prairies temporaire et permanente, respectivement à hauteur de 11 % et 10 % de la répartition globale.

Entre 700 et 800 m de la D760, on observe un inversement de situation entre les céréales d'hiver et les forêts qui deviennent alors majoritaires. Le pourcentage des céréales d'hiver chute de 30 à 5 % alors que celui des forêts de feuillus double largement en passant à 32,7 %. Le pourcentage des forêts de conifères augmente aussi fortement en passant de 6 % environ à 22 %. On observe aussi une augmentation des forêts mixtes et indéterminées qui passent d'une moyenne de 4,6 % à 9,7 % de l'occupation du sol. De plus, la part des prairies permanentes dans la répartition globale augmente elle aussi en atteignant 17 %. Parallèlement à cela, une baisse significative des prairies temporaires est notable, en passant de 11 à 2,6 % ainsi qu'une diminution de la part associée aux oléagineux, au tournesol et au maïs.

On pourrait alors penser que la présence d'infrastructures routières de type départementales favorise les cultures au détriment des forêts qui sont plus éloignées. Cela peut s'expliquer par le fait que ces dernières nécessitent moins de manutention que les cultures céréalières.

Toutefois, **au-delà des 800 m**, on retrouve une situation similaire à celle initiale. En effet, la part des céréales d'hiver atteint 31 %, celle des forêts de feuillus diminue à nouveau tout en conservant une valeur relativement haute, puisque elles occupent toujours la deuxième position de l'occupation du sol le long de la D760, avec environ 16 %. Arrivent ensuite les oléagineux qui sont en augmentation avec 10,5 %. Les forêts de conifères quant à elles ont diminué pour atteindre 8,7 %, les prairies permanentes diminuent aussi ainsi que les forêts mixtes et indéterminées.

Le changement brutal de situation dans la répartition de l'occupation du sol entre les céréales d'hiver et les forêts de part et d'autre de la D760 nous fait nous questionner sur la présence d'une autre route le long de cette départementale à une distance proportionnelle, soit à 1 600 m environ de la D760 (2X80 m).

Dans ce secteur, un maillage de routes très complet est présent, avec notamment la présence de nombreuses routes départementales et secondaires comme le montre la figure ci-dessous.

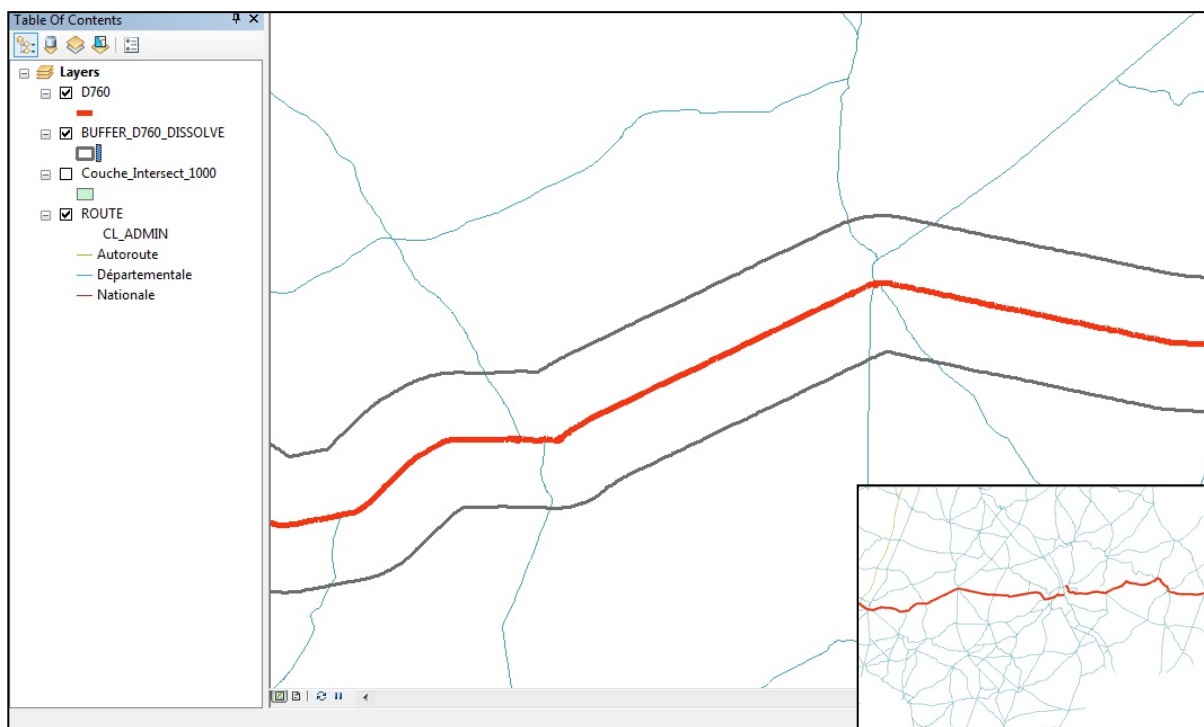


Figure 24: maillage des infrastructures routières

Vérifications cartographiques

Par observation de la couche des routes sur ArcGIS on remarque difficilement une route longeant continuellement la D760, mais partiellement des tronçons de différentes routes. Nous avons donc considéré un de ces tronçons le plus proche. Après avoir mesuré la distance entre la D760 et la départementale la plus proche qui la longe on trouve 3 400 m ce qui n'est pas le résultat attendu. La première route que l'on trouve est beaucoup plus éloignée. Cela n'explique donc pas les pics inversés que l'on a entre 700 et 800 m d'éloignement à la route (Graphique 3).

On s'est alors intéressées aux éléments naturels du paysage tel que le réseau hydrographique.

En globalité sur l'ensemble de la D760 étudiée, par de simples observations, on s'aperçoit que les boisements sont très souvent liés à la présence de cours d'eau. Nous avons alors vérifié si un cours d'eau s'écoulait au niveau du pic de forêt observé.

Si on se concentre sur la zone tampon entre 700 et 800 m de la D760, des cours d'eau semblent s'écouler au niveau de ce buffer mais seulement partiellement et de façon discontinue mais ils sont bien accompagnés de zones boisées, comme nous le montre les illustrations, Figure 25, ci-après.



Figure 25: Illustrations du lien réseau hydrographique-forêt

Ces observations révélant des faits trop approximatifs, de par un maillage de routes très complexe dans cette région et la présence de forêts liée à l'hydrographie, ne nous permettent pas de dire s'il existe ou non une relation entre routes et paysage.

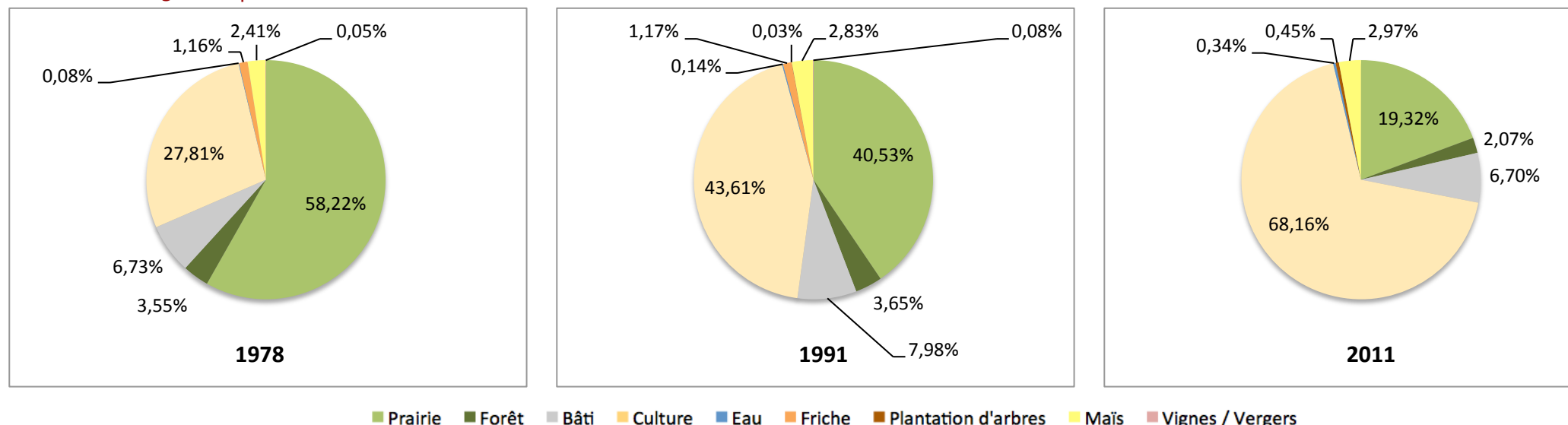


On peut aussi noter ici, la limite de l'étude de la répartition des catégories de l'occupation du sol de part et d'autre d'une départementale dans sa totalité. La surface étudiée étant très large les pourcentages obtenus sont une valeur moyenne pour chaque buffer, influencée par les valeurs extrêmes et qui peuvent fausser les résultats ou du moins ne nous permettent pas de tirer quelconques conclusions quant à la relation potentielle routes-paysage.

Pour affiner notre étude et pousser la réflexion plus loin, nous avons ensuite décidé de réduire le périmètre d'étude à deux tronçons de cette même départementale. Comme nous l'avons vu dans le résultat précédent ([Graphique 1](#)) le périmètre du quart sud-est d'Indre-et-Loire est caractérisé par deux occupations majoritaires, les cultures et les forêts. Nous avons donc choisi deux tronçons caractéristiques de ces milieux : un tronçon décrivant le paysage ouvert et un autre le paysage fermé. D'autre part, la réduction de notre périmètre d'étude nous a permis d'étudier cette relation dans le temps et de comparer son évolution. En effet, le parcellaire historique (1978 et 1991) n'étant pas disponible nous avons dû parcellariser manuellement chaque parcelle. La comparaison dans le temps de l'OS complète de la départementale aurait été très intéressante mais la parcellarisation nécessaire aurait été beaucoup trop longue compte tenu le temps imparti pour la réalisation de ce projet.

6.3. Etude de cas de deux tronçons : paysage ouvert et paysage fermé

6.3.1. Répartition

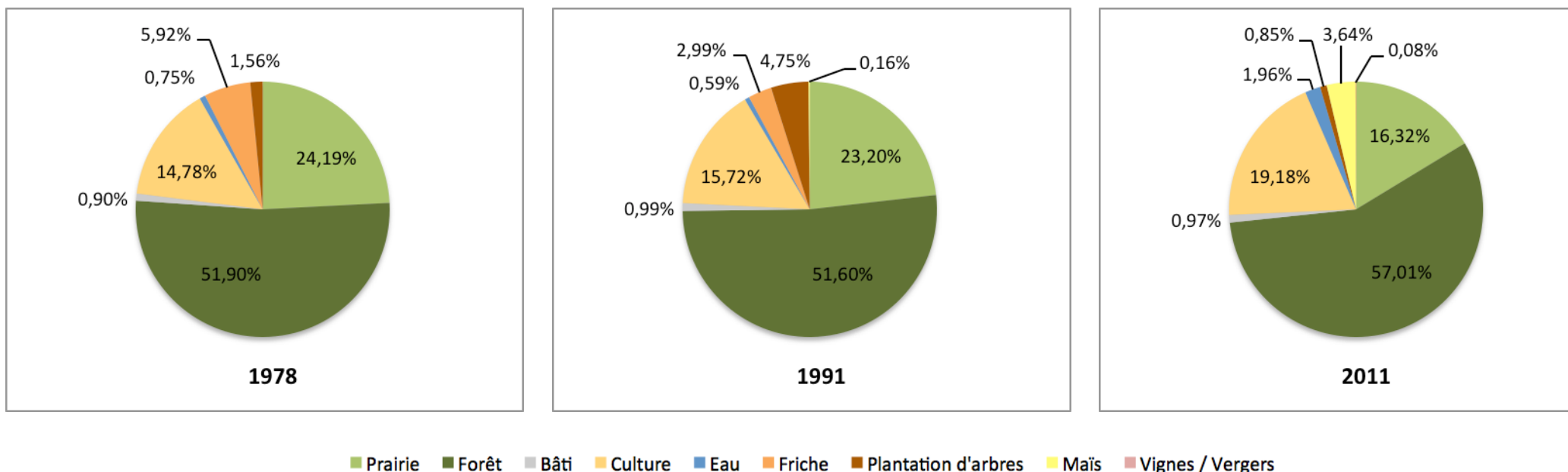


Graphique 4 : Evolution de la répartition des catégories de l'OS, en paysage ouvert

Si on étudie l'évolution de la répartition des catégories en fonction de la surface totale du tronçon en paysage ouvert (Graphique 4), on peut voir en premier lieu que la surface des prairies diminue fortement pour laisser place à l'accroissement de la surface des cultures. En effet, en 1978, la surface des cultures représentait un peu plus d'un quart de la surface totale (27,81 %) alors que la prairie était majoritaire et représentait plus de la moitié de la surface totale (58,22 %). En 2011, on observe un renversement total entre ces deux catégories de paysage puisque la prairie ne représente plus que moins d'un cinquième de la surface totale (19,32 %) alors que la culture a largement pris le dessus sur les autres catégories avec 68,16 %, chiffre supérieur à celui de la prairie en 1978.

On observe également une baisse de la surface du bâti de 1991 (7,98 %) à 2011 (6,70 %), ce qui est étonnant car depuis des années les villes et l'urbanisation tendent à se développer et à consommer de plus en plus d'espace. Cette diminution peut s'expliquer par la différence de précision entre la parcellarisation manuelle en 1991 et la parcellarisation déjà faite en 2011 (BD_Topo du bâti et couche Zones_Inconnues).

Nous pouvons donc conclure que dans ce tronçon en paysage ouvert, il y a trois catégories de paysage qui se démarquent au fil du temps : la culture, la prairie et le bâti.



Graphique 5 : Evolution de la répartition des catégories d'OS, en paysage fermé

Si on étudie maintenant la répartition des catégories sur le tronçon en paysage fermé (Graphique 5), on peut voir qu'entre 1978 et 1991, la surface de forêt reste relativement constante. C'est en 2011 que l'on observe une hausse de celle-ci puisqu'elle représente alors 57,01 % de la surface alors qu'elle ne représentait que 51,60 % en 1991.

On retrouve également une diminution importante de la surface des prairies qui passe de 24,19 % en 1978 à 16,32 % en 2011 mais également une augmentation des cultures au fil du temps puisque sa surface passe de 14,78 % en 1978 à 19,18 % en 2011.

Nous pouvons également noter une augmentation de la surface des plantations d'arbres en 1991 qui peut être expliquée par l'incitation au boisement à cette époque. Cela peut aussi expliquer l'augmentation de la forêt en 2011.

Enfin, nous pouvons voir qu'au fil du temps, la surface d'eau double et que celle du maïs augmente fortement, de 0,16 % en 1991 à 3,64 % en 2011, alors que la part de bâti est pratiquement inexistante.

Nous retrouvons également une démarcation de trois catégories de paysage : la forêt, la prairie et la culture.

Comparaison des graphes de la répartition des catégories en fonction de la surface totale sur les tronçons en paysage ouvert et en paysage fermé (Graphique 4 et Graphique 5)

Le point commun entre l'évolution du tronçon en paysage ouvert et celui en paysage fermé est qu'ils subissent tous les deux une baisse des prairies et une augmentation des cultures, même si elles sont beaucoup plus marquées dans le paysage ouvert.

De plus, la part de bâti est beaucoup plus importante dans le paysage ouvert (de 6,70 % à 7,98 %) que dans le paysage fermé (de 0,90 % à 0,99 %) quelle que soit la période.

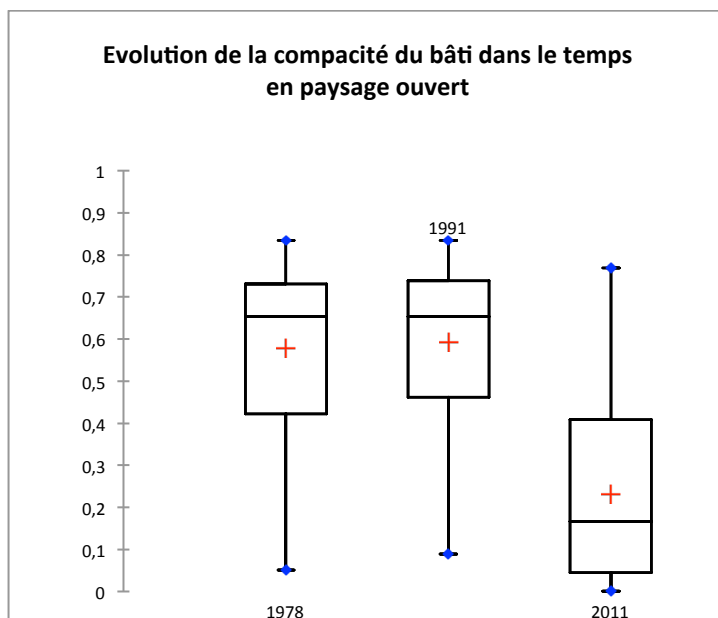


Enfin, la part d'eau est beaucoup plus importante dans le paysage fermé (de 0,75 % à 1,96 %) que dans le paysage ouvert (de 0,08 % à 0,34 %). On pourrait supposer que le paysage fermé, où l'hydrographie est plus importante, représente une zone moins propice à la culture et que de ce fait, c'est une zone qui est plus abandonnée et par conséquent, où la forêt peut prendre le dessus plus rapidement.

6.3.2. Compacité

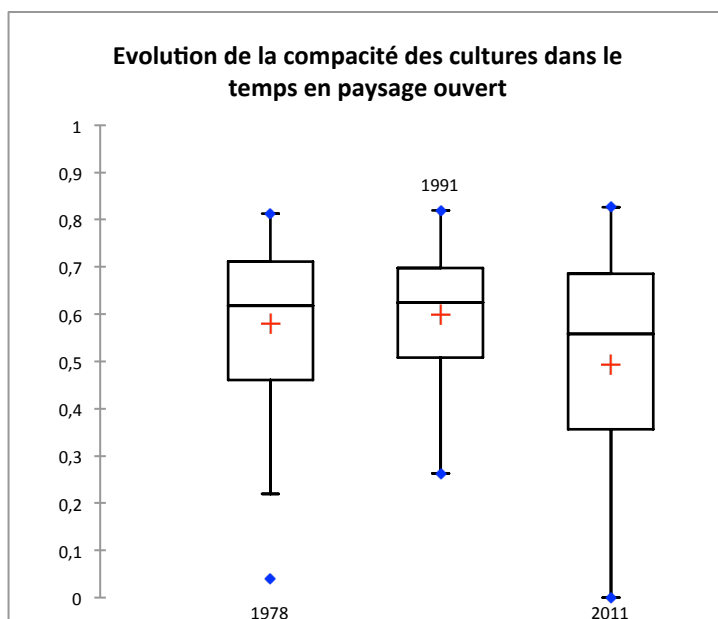
6.3.2.1. Tronçon en paysage ouvert

En paysage ouvert, les observations de plantations d'arbres sont quasi nulles (une seule observation en 1991) ce qui pouvait être attendu dans un contexte de paysage ouvert. Seulement quelques vignes et vergers sont observés en 1978 et 1991, nous en tiendrons donc pas compte dans l'analyse de la compacité des parcelles.



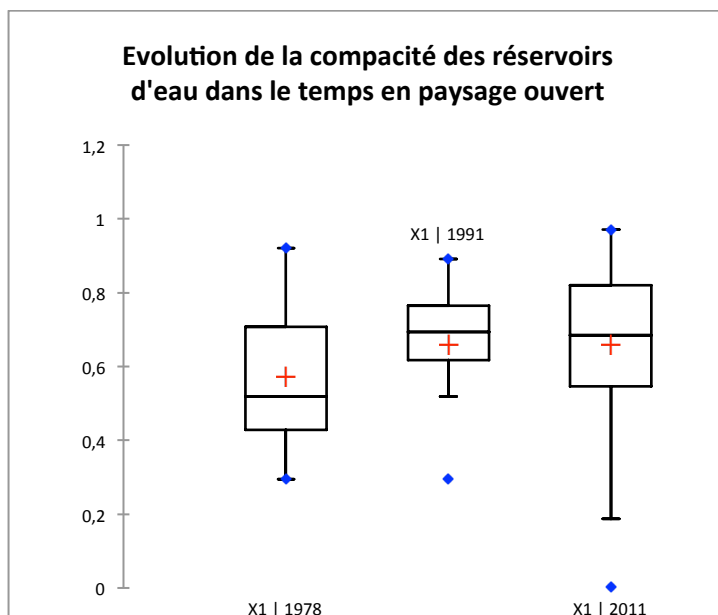
	Bâti		
Date	1978	1991	2011
Nb obs	61	64	217
Minimum	0,05	0,09	0,0
Maximum	0,83	0,83	0,77
Médiane	0,65	0,65	0,17

Le nombre d'observations d'espaces urbanisés explose entre 1991 et 2011. L'amplitude est la plus grande en 2011 c'est-à-dire que c'est l'année à laquelle on observe le plus de diversité de formes du bâti. La compacité du bâti chute largement avec le temps ce qui témoigne d'un mitage du bâti résultat de l'étalement urbain.



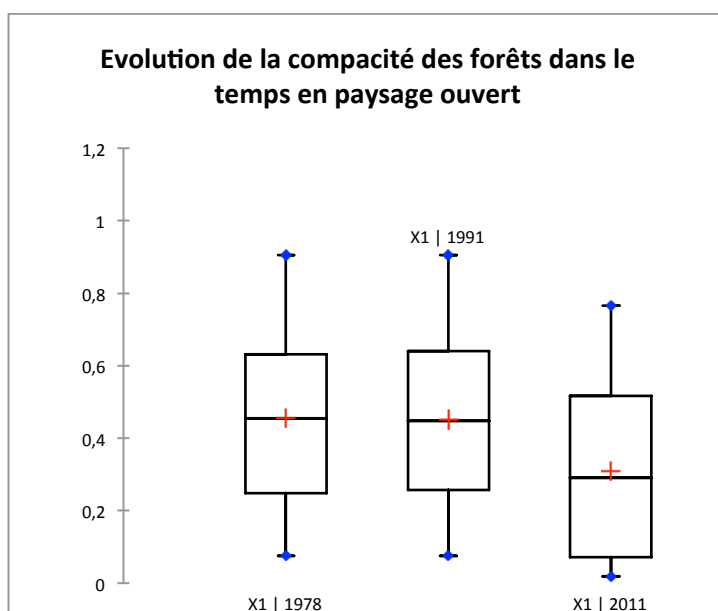
	Culture		
Date	1978	1991	2011
Nb obs	245	225	201
Minimum	0,04	0,22	0,0
Maximum	0,81	0,82	0,83
Médiane	0,62	0,62	0,56

La compacité des cultures est relativement forte et à peu près stable à 0,6 dans le temps. Toutefois, on observe une amplitude grandissante, il y a donc une croissance de la diversité des formes des cultures dans le temps. En effet, de nos jours on privilégie les cultures de grandes tailles, plus compactes mais certaines de petites tailles persistent.



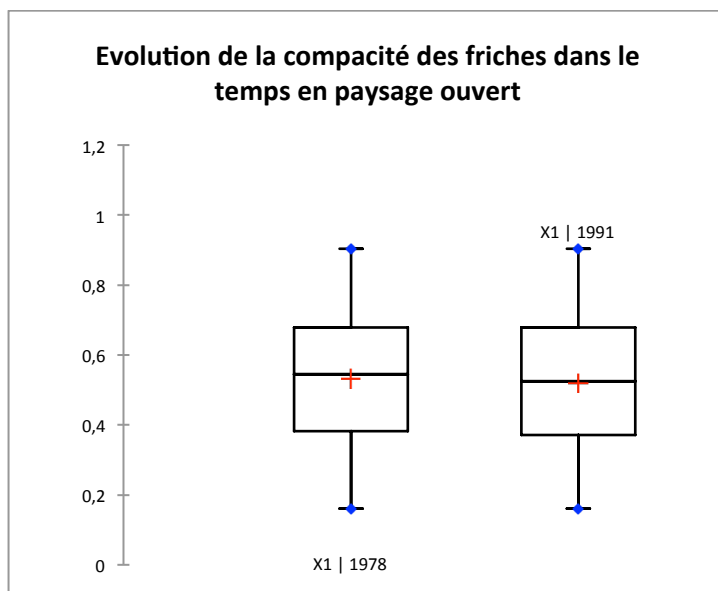
	Eau		
Date	1978	1991	2011
Nb obs	7	12	73
Minimum	0,29	0,29	0,0
Maximum	0,92	0,89	0,97
Médiane	0,52	0,69	0,69

Avec le temps la compacité médiane a augmenté depuis 1978 où elle était à 0,5 pour atteindre 0,7 en 1991, valeur à laquelle elle s'est stabilisée jusqu'en 2011. L'amplitude était la plus petite en 1991, les réservoirs d'eau étaient donc à la fois les **plus compacts et de formes plus similaires en 1991**. En 2011 la compacité médiane est forte mais les formes sont très variées.



	Forêt		
Date	1978	1991	2011
Nb obs	74	77	42
Minimum	0,075	0,075	0,019
Maximum	0,906	0,906	0,766
Médiane	0,46	0,45	0,29

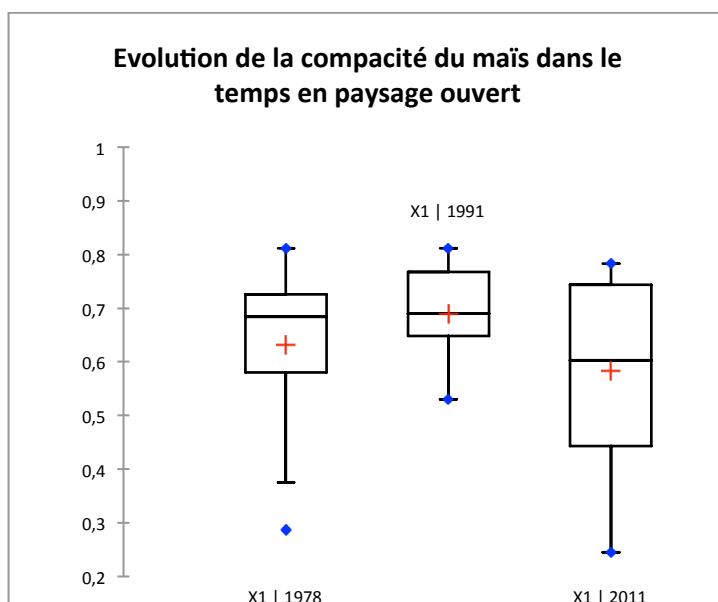
Le nombre de forêts sur l'ensemble du tronçon ouvert a **fortement diminué au cours du temps entre 1978 et 2011**. La compacité médiane diminue proportionnellement au temps. En paysage ouvert on a donc un **morcellement de la forêt qui tend à donner des parcelles de formes plus diverses dans le temps**.



Date	Friche		
	1978	1991	2011
Nb obs	40	38	0
Minimum	0,160	0,160	
Maximum	0,904	0,904	
Médiane	0,55	0,53	

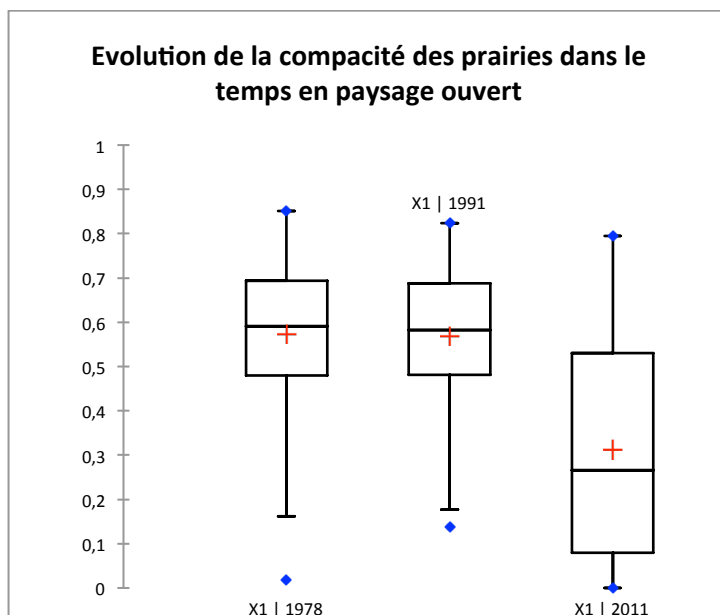
Le nombre de friches tend à **diminuer avec le temps pour s'annuler en 2011** sur le tronçon étudié. Quant à la compacité médiane elle est à peu près stable à 0,5. Les friches sont moyennement compactes et de formes variées.

C'est la **tendance à exploiter tout le foncier disponible il y a de moins en moins d'espaces laissés à l'abandon.**



Date	Maïs		
	1978	1991	2011
Nb obs	13	10	15
Minimum	0,29	0,53	0,25
Maximum	0,81	0,81	0,78
Médiane	0,68	0,69	0,60

Le nombre d'observations de culture de maïs augmente légèrement tout en restant à peu près stable (même ordre de grandeur) avec le temps. En revanche, la compacité médiane diminue tout en conservant une valeur relativement haute de 0,6. Les **parcelles sont alors un peu moins compactes et de formes plus variées**, l'amplitude étant la plus grande en 2011.

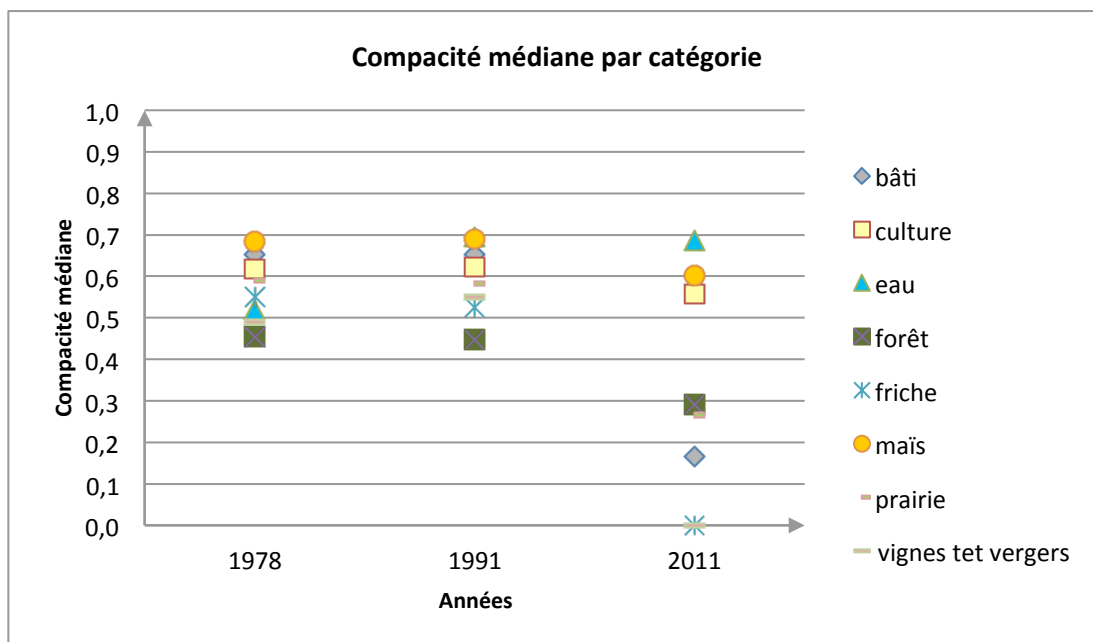


	Prairie		
Date	1978	1991	2011
Nb obs	523	314	305
Minimum	0,017	0,139	0,000
Maximum	0,852	0,824	0,795
1 ^{er} quartile	0,480	0,481	0,079
Médiane	0,592	0,583	0,266
3 ^{ème} quartile	0,694	0,688	0,531

On observe une nette diminution du nombre de praires dans le temps, diminution qui semble se stabiliser de 1991 à 2011. La compacité médiane chute avec le temps pour passer de 0,6 en 1978 à 0,3 en 2011. L'amplitude est comparable dans le temps, elle reste importante, on a donc des parcelles de formes très variées. Si l'on s'intéresse à la répartition globale en 2011 très peu de parcelles ont une compacité minimum. **Les prairies sont moins compactes dans le temps et toujours de formes variées.**



Les habitats les plus compacts, c'est-à-dire ceux possédant un cœur d'habitat favorisant le bon fonctionnement écologique et donc la biodiversité, sont ceux possédant la compacité la plus forte. On s'est donc intéressées à la valeur de la compacité médiane par catégorie pour chaque année comme le montre le graphique ci-dessous, afin de savoir quels habitats seraient susceptibles d'abriter le plus de biodiversité.



Graphique 6: Compacité médiane par catégorie, paysage ouvert

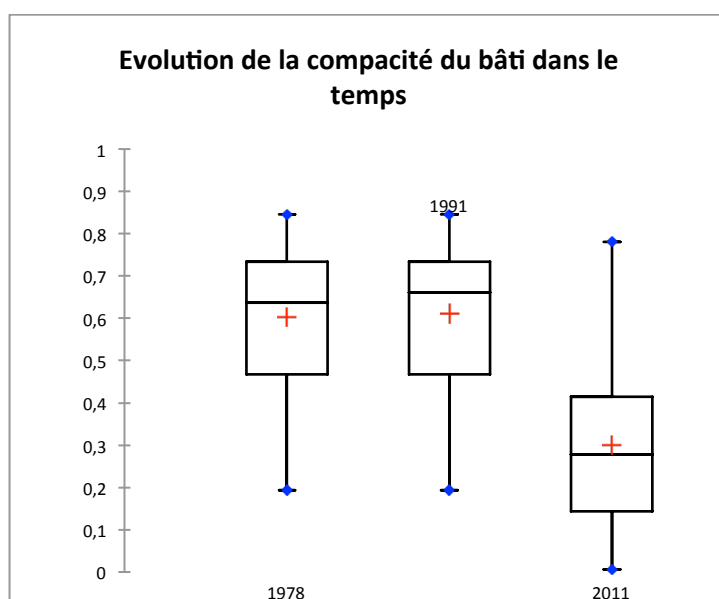


En 1978 et en 1991, c'est le maïs qui a la meilleure compacité et en 2011 ce sont les réservoirs d'eau. Le maïs étant une culture qui recourt souvent aux engrais et pesticides on peut supposer que malgré sa forte compacité, cet habitat ne semble pas être le plus adapté à la biodiversité. Le calcul de la compacité, purement mathématique, ne peut pas être considéré à lui seul pour déterminer si un habitat est propice ou non à la biodiversité. Des relevés terrain de biodiversité pourraient confirmer ou infirmer les déductions faites.

Dans notre cas, le projet IRMA prévoit des relevés de biodiversité comme notamment au niveau des bandes enherbées des bords de routes dans le cadre de la thèse de Clémence Chaudron sur la gestion différenciée de ces espaces. Cela permettrait de vérifier ces observations.

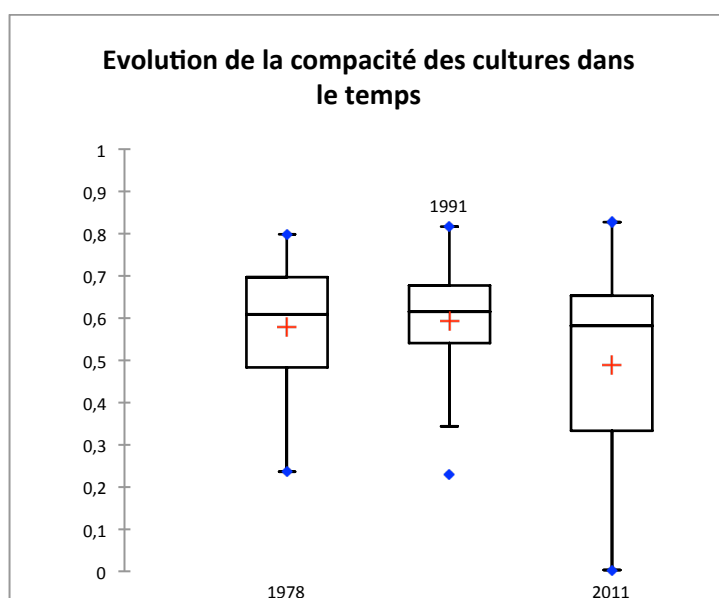
6.3.2.2. Tronçon en paysage fermé

Dans le tronçon étudié en paysage fermé nous n'avons pas observé de vignes et vergers.



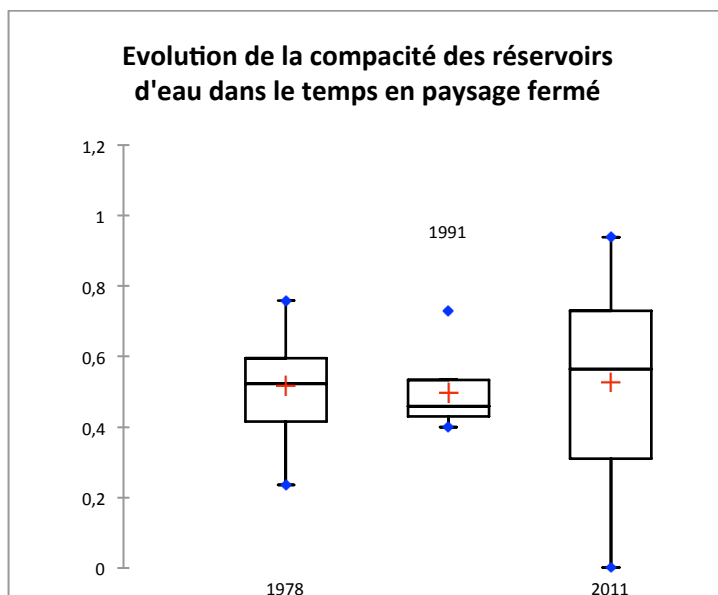
Date	Bâti		
	1978	1991	2011
Nb. d'observations	29	32	98
Minimum	0,19	0,19	0,01
Maximum	0,84	0,84	0,78
Médiane	0,64	0,66	0,28

En paysage fermé, on observe aussi une **explosion du bâti dont le nombre a triplé en 20 ans** sur le tronçon étudié. L'amplitude quant à elle, semble plutôt constante dans le temps; il a la même diversité de formes mais la compacité médiane étant très basse en 2011 on peut dire que **le bâti est beaucoup plus morcelé aujourd'hui que dans le passé.**



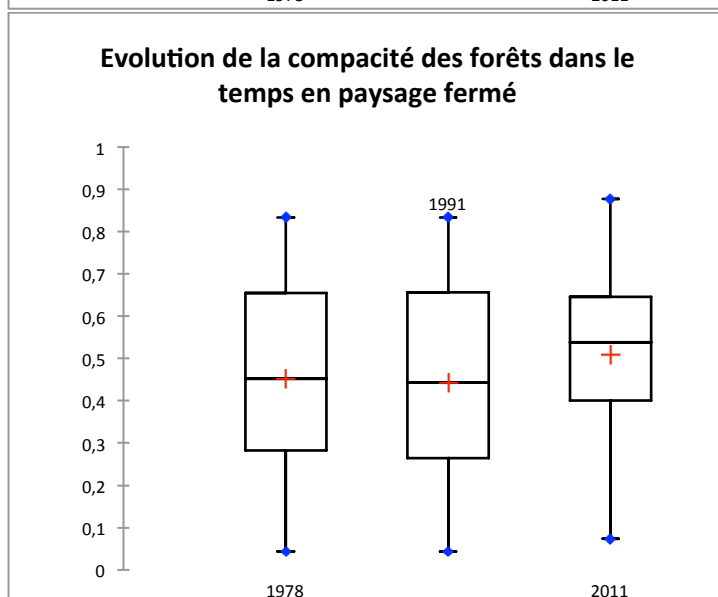
Date	Culture		
	1978	1991	2011
Nb. d'observations	77	79	81
Minimum	0,24	0,23	0,00
Maximum	0,80	0,82	0,83
Médiane	0,61	0,61	0,58

Les observations concernant la culture sont **à peu près stables**, très légère augmentation du nombre et compacité médiane est d'environ 0,6 pour ces trois années. On note toutefois une plus grande amplitude **en 2011** qui se traduit par une plus **grande variété des formes.**



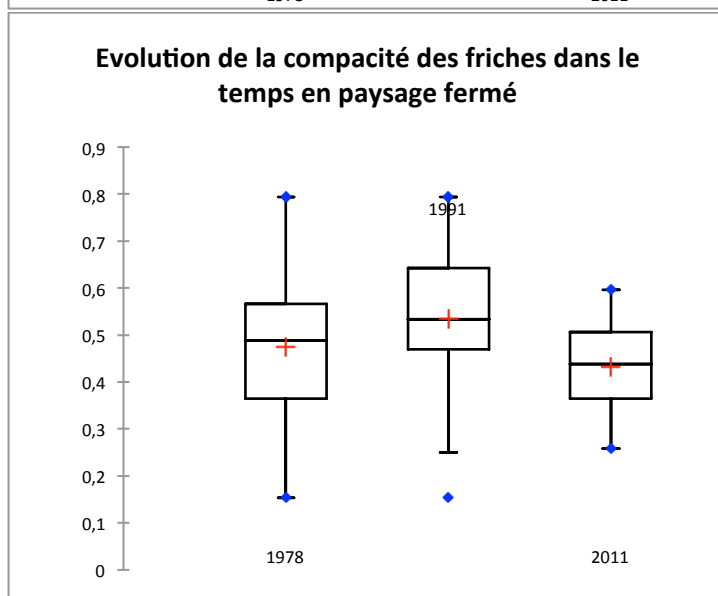
Date	Eau		
	1978	1991	2011
Nb. d'observations	9	9	71
Minimum	0,24	0,40	0,00
Maximum	0,76	0,73	0,94
Médiane	0,52	0,46	0,56

On note une **explosion du nombre de réservoirs d'eau** qui passent de 9 à 71. Ils se présentent à la fois sous des **formes un peu plus compactes et plus variées**, l'amplitude de compacité étant très grande.



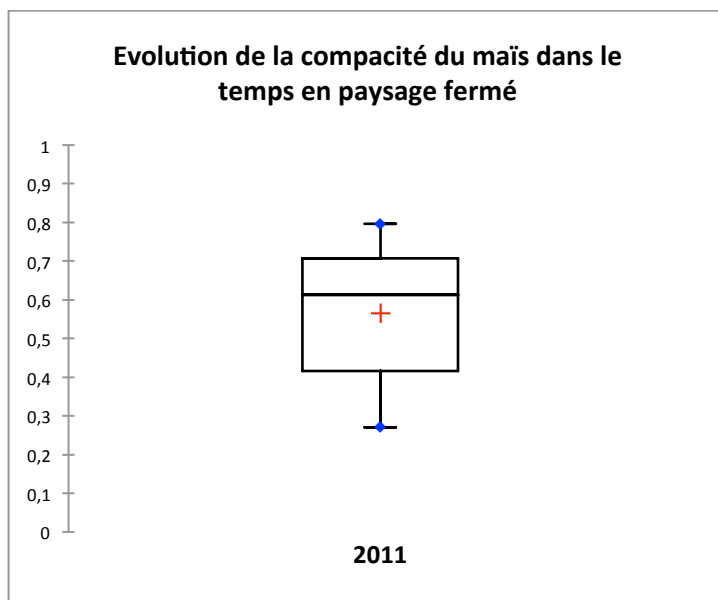
Date	Forêt		
	1978	1991	2011
Nb. d'observations	61	60	107
Minimum	0,044	0,044	0,073
Maximum	0,834	0,834	0,877
Médiane	0,452	0,443	0,539

Le nombre de forêts augmente très largement en 2011 en paysage fermé. L'amplitude étant plus faible et la compacité médiane supérieure, on peut dire que le **paysage forestier est plus uniforme et plus compact**.



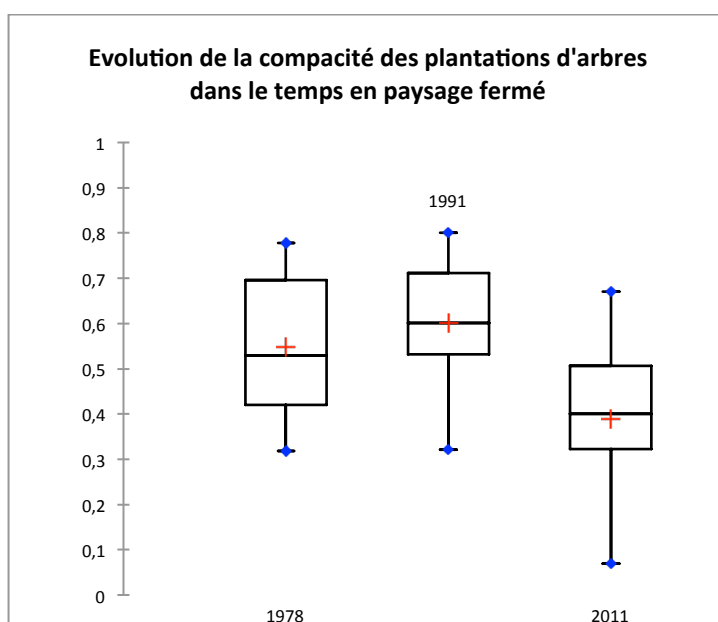
Date	Friche		
	1978	1991	2011
Nb. d'observations	27	25	4
Minimum	0,15	0,15	0,26
Maximum	0,79	0,79	0,60
Médiane	0,49	0,53	0,44

Tout comme en paysage ouvert le nombre de friches chute fortement. L'Homme tend à **reconquérir les espaces en friche**.



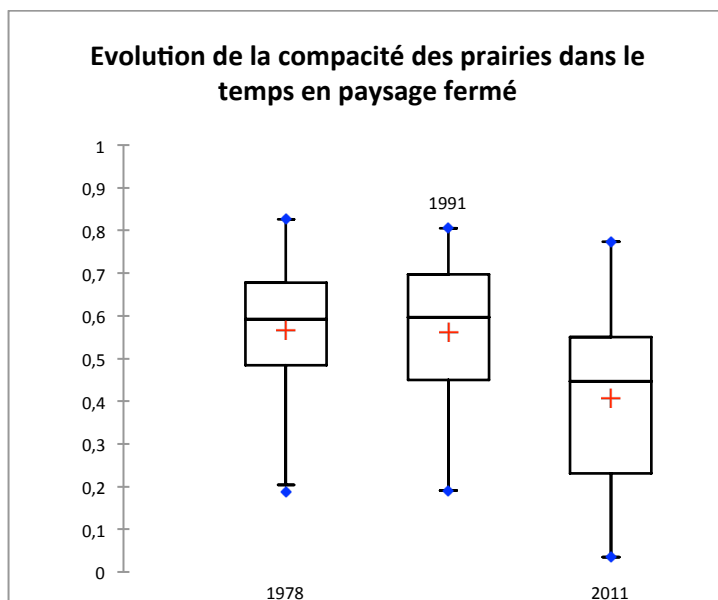
Date	Maïs		
	1978	1991	2011
Nb. d'observations	0	1	16
Minimum			0,27
Maximum			0,80
Médiane			0,61

Dans l'historique nous avons noté aucune culture de maïs c'est seulement en 2011 qu'on peut en observer. Avec une compacité médiane de 0,6 les parcelles sont plutôt compactes. Là où ce n'était pas encore cultivé, l'humain cherche de **nouvelles terres à exploiter**.



Date	Plantation d'arbres		
	1978	1991	2011
Nb. d'observations	7	19	13
Minimum	0,32	0,32	0,07
Maximum	0,78	0,80	0,67
Médiane	0,53	0,60	0,40

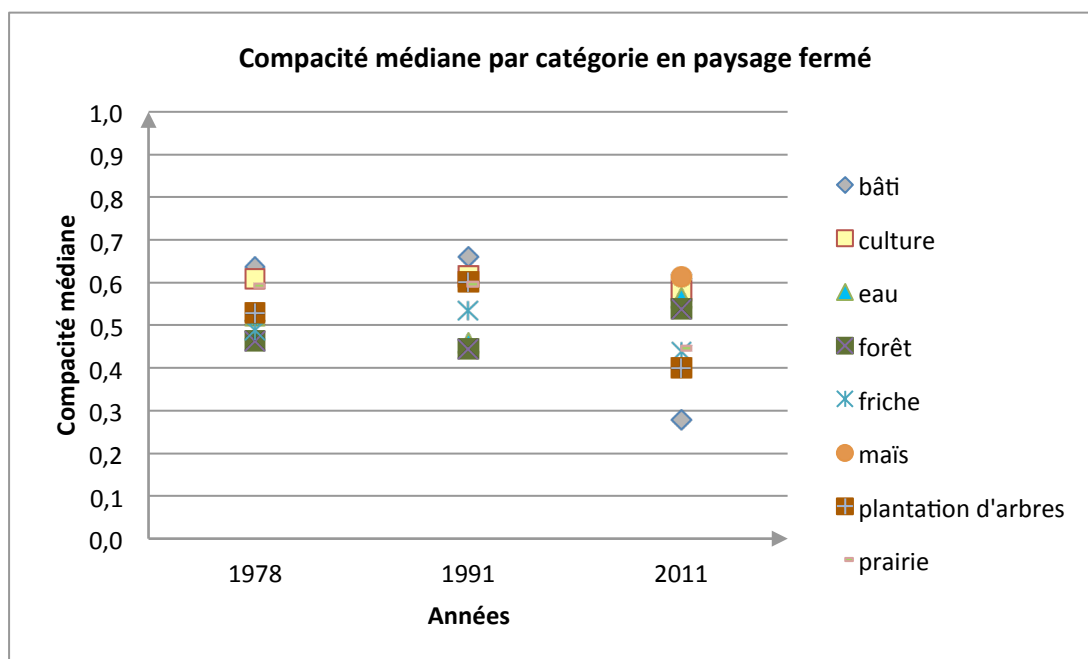
C'est en 1991 que les plantations d'arbres sont les plus nombreuses et aussi les plus compactes (0,6). Cela est sans doute lié à une politique de plantation d'arbres des années 90. En 2011, il y en a moins et elles apparaissent plus morcelées avec une compacité médiane de 0,4.



Date	Prairie		
	1978	1991	2011
Nb. d'observations	225	172	70
Minimum	0,19	0,19	0,03
Maximum	0,83	0,80	0,77
Médiane	0,59	0,60	0,45

Le nombre de prairie chute proportionnellement au temps en passant de 225 en 1978, 172 en 1991 et seulement 70 en 2011. De plus leur amplitude est de plus en plus large alors que la compacité médiane diminue avec le temps. Il y a donc **moins de prairies avec le temps**, qui sont de **formes plus variés et plus morcelées**.

Dans un contexte de paysage fermé, la compacité la plus forte en 1978 et 1991 est celle du bâti, d'après le graphique suivant.



Graphique 7: Compacité médiane par catégorie, paysage fermé

On fait ici les mêmes observations que pour le paysage ouvert. L'habitat des espaces urbanisés étant le plus compact devrait être celui abritant le plus de biodiversité. Or dans cette catégorie nous avons inclus les jardins et cours de ferme en plus du bâti « en dur », il s'agit là d'espaces artificialisés et on suppose donc que la biodiversité n'y est pas

favorisée. Il faudrait là aussi faire des relevés terrains pour pouvoir tirer des conclusions plus pertinentes quant à l'habitat abritant le plus de biodiversité.

6.3.3. Indice de Shannon paysage et indice d'équitabilité

Tableau 3: Indice de Shannon et indice d'équitabilité, tronçon complet

	Tronçon ouvert			Tronçon fermé		
	1978	1991	2011	1978	1991	2011
Shannon « paysage »	0,49	0,53	0,43	0,55	0,57	0,53
Equitabilité	0,54	0,56	0,51	0,66	0,63	0,59

L'indice de Shannon nous donne la **diversité du paysage**. Dans le tronçon ouvert tout comme dans le tronçon fermé elle était la plus forte en 1991 et la plus faible en 2011. Cependant on note qu'il n'y pas de différence transcendante entre les années.

Un indice de Shannon « paysage » faible s'explique par un paysage peu diversifié c'est-à-dire dans lequel on peut noter la prédominance d'un habitat. En effet, en 2011 il y a une large dominance des cultures dans le paysage ouvert au dépend des autres habitats qui occupent une surface plus restreinte. Au cours des autres années la dominance d'une catégorie est plus modérée ce qui explique donc un indice de Shannon relativement faible en 2011.

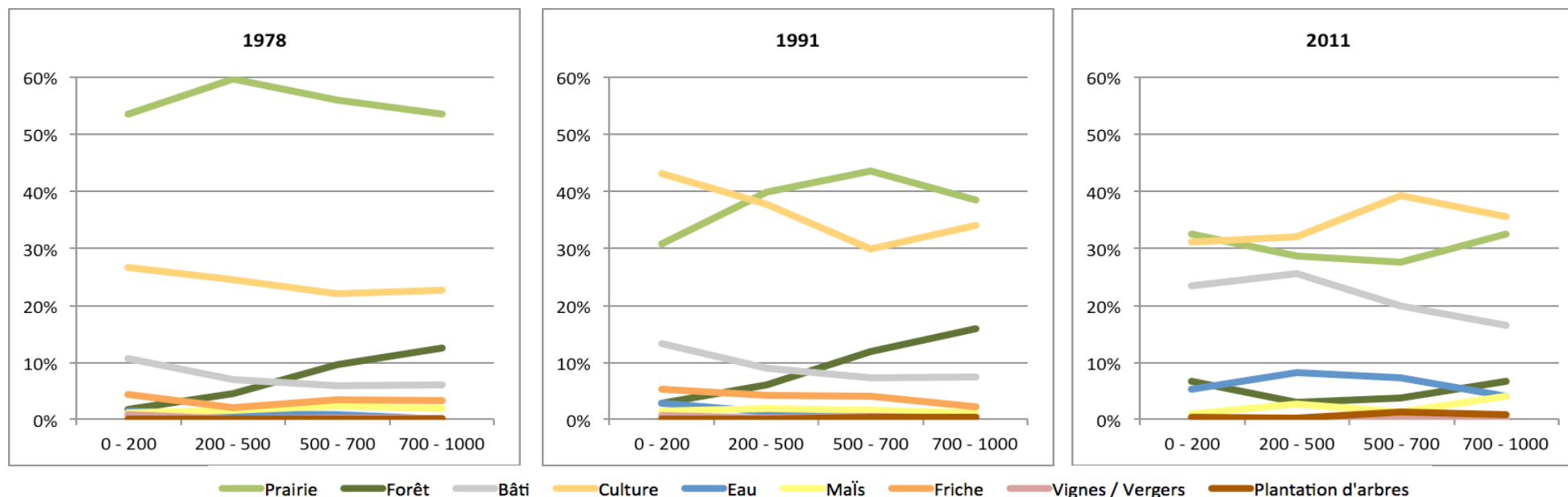
Quant à l'**indice d'équitabilité**, il nous indique si la répartition au sein de cette diversité est équitable, c'est-à-dire si on a autant de chance de trouver telle ou telle catégorie par rapport au nombre total de milieux. Dans le tronçon ouvert on remarque que la diversité la plus forte correspond à l'équirépartition la meilleure et la diversité la plus faible à l'équitabilité la moins bonne. Dans le tronçon fermé ce n'est pas aussi évident. En 1978, même si la diversité n'est pas la plus forte avec un indice de Shannon de 0,55, on observe au sein de cette diversité la répartition la plus équitable, soit de 0,66.

Globalement la diversité présente dans les différentes années est moyennement équitable.



6.4. Etude de cas des deux tronçons en fonction de l'éloignement à la route

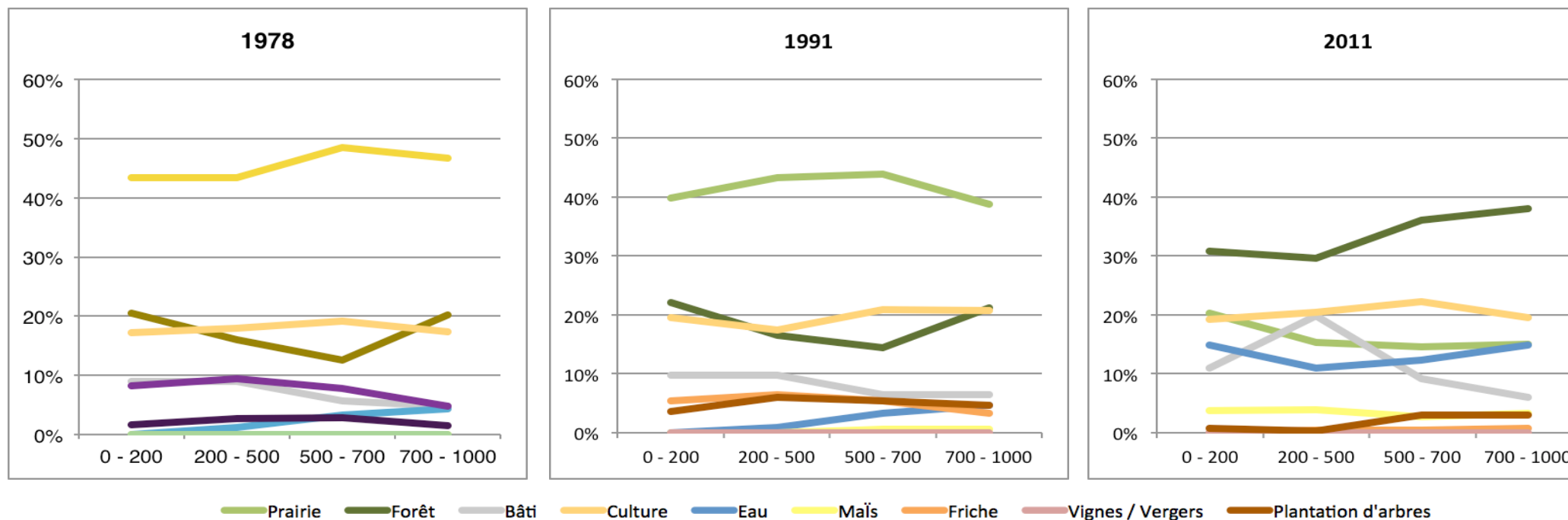
6.4.1. Répartition



Graphique 8 : Evolution de la répartition des catégories de l'OS en fonction de la distance à la route, en paysage ouvert

L'étude des graphes ci-dessus, représentant la répartition par type de paysage en fonction de la distance à la route, montre des caractéristiques sur la relation routes-paysage intéressantes. En effet, en 1978, la part de prairie est largement supérieure au reste même si la culture représente également une part importante. En 1991, sur la zone de tampon de 0 à 500 m, il y a une inversion de proportion entre la prairie et la culture puisque cette dernière devient plus importante. Au-delà des 500 m, la prairie reste plus importante que les autres catégories. En 2011, et contrairement à 1978, la culture prend le dessus sur les prairies. De plus, on observe un renversement du pic de la zone de 500 à 700 m entre 1991 et 2011. En effet, la valeur de culture dans cette zone est minimale en 1991 alors qu'elle devient maximale en 2011. Cela montre qu'au cours du temps la culture prend de plus en plus d'importance dans les zones éloignées de la route.

D'après ces graphes, nous pouvons donc établir **le scénario** suivant : en 1978, la culture ne semble pas être la priorité de développement du paysage alentours puisque la prairie est majoritaire. Dès 1991, et grâce à l'accessibilité de la route, la culture se développe d'abord dans la zone proche de la route (0 à 50 m) puis qu'au-delà, la prairie devient majoritaire. En 2011, après que la culture se soit développée dans la zone de 0 à 50 m, celle-ci se développe alors dans la zone de 500 à 1000 m. La valeur élevée dans la zone de 500 à 700 m montre que ce développement est d'autant plus marqué dans cette zone.



Graphique 9 : Évolution de la répartition par catégorie de l'OS en fonction de la distance à la route, en paysage fermé

En étudiant l'évolution de la répartition par type de paysage en fonction de la distance à la route dans le tronçon en paysage fermé, on observe également une forte baisse de la prairie au fil du temps. Cependant, dans ce tronçon, on observe que la surface en forêt semble relativement constante entre 1978 et 1991 alors qu'elle subit une forte augmentation en 2011 et surtout dans la partie éloignée de la route (500 à 1000 m).

Lorsque l'on regarde la courbe du bâti et de l'eau, on voit que ces catégories sont beaucoup plus présentes en 2011 qu'avant.



De plus, si on se base sur les courbes de la prairie, de l'eau et du bâti, on peut voir que leur valeur maximale se situe majoritairement dans la zone tampon de 0 à 500 m alors que la proportion de forêt, dans cette zone, en comparaison avec sa proportion dans la zone de 500 à 1000 m.

Même si cela n'apparaît pas aussi évident que dans le tronçon en paysage ouvert, on peut supposer que dans la partie proche de la route, on y retrouve des catégories de paysage particulier qui nécessitent une bonne accessibilité alors que dans la partie éloignée de la route, la forêt prend le dessus du fait que l'accessibilité dans cette zone soit plus réduite. Par ailleurs, le fait que les catégories soient mieux représentées en 2011, on peut supposer que la diversité est meilleure en 2011 que dans les années précédentes. Ce point sera confirmé par la suite grâce à l'indice de Shannon.

6.4.2. Evolution de la compacité médiane en fonction de la distance à la route et du temps

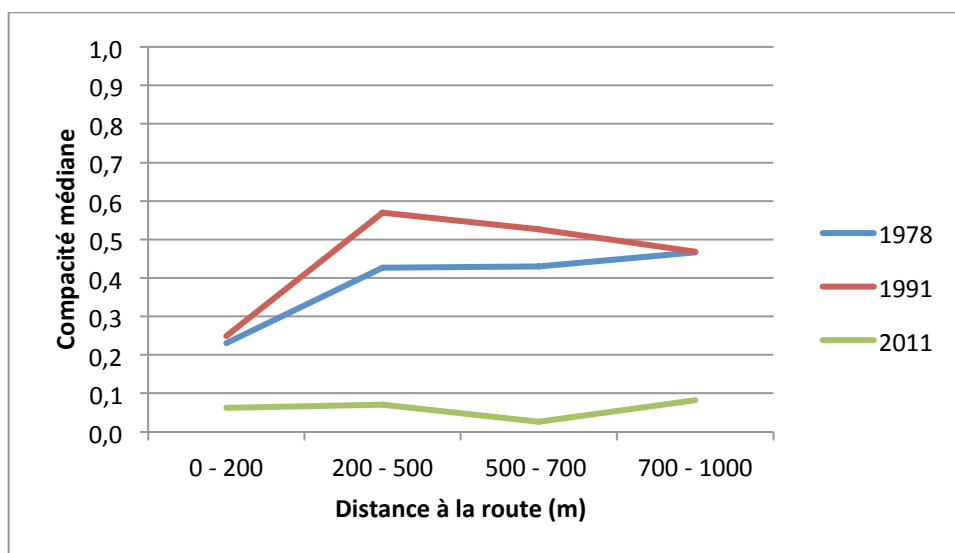


Dans l'ensemble, les formes des parcelles et leur évolution en fonction de la distance à la route pour 1978 et 1991 semblent très proches. Toutefois cela est probablement dû à la méthode de parcellarisation manuelle qui a été utilisée, la même pour ces deux années.

6.4.2.1. Cas du paysage ouvert

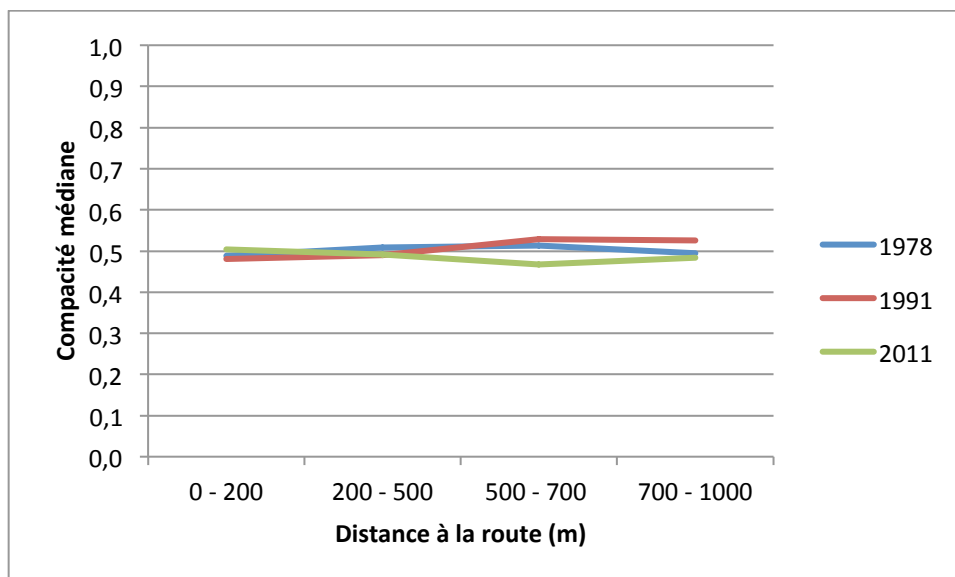
Les résultats suivants sont illustrés de graphiques et de tableaux complets disposés en annexes lorsque que les illustrations ne sont pas présentées dans le corps du texte (annexe 3).

Bâti : En 1991 il semble y avoir une meilleure compacité du bâti dans une zone tampon de 200 à 500 m de la route, elle atteint quasiment 0,6 puis diminue progressivement tout en gardant une compacité moyenne. En 1978, après 200 m la compacité médiane a augmenté pour se stabiliser à environ 0,45 jusqu'à 100 m. En 2011 indépendamment de la distance à la route la compacité médiane du bâti est très faible.



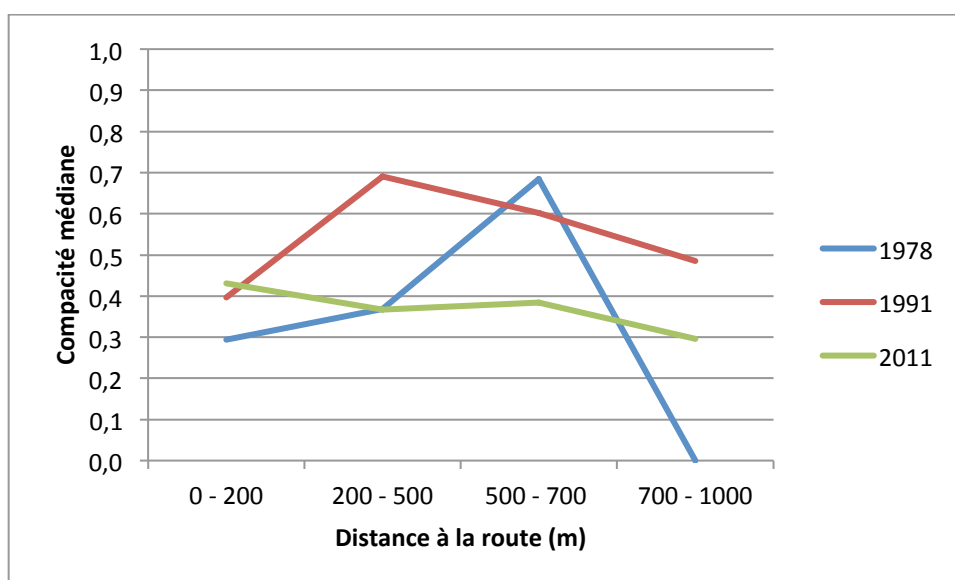
Graphique 10 : Evolution de la compacité médiane du bâti en fonction de la distance à la route

Culture : La compacité des cultures évolue indépendamment de la distance à la route pour les 3 années d'étude.



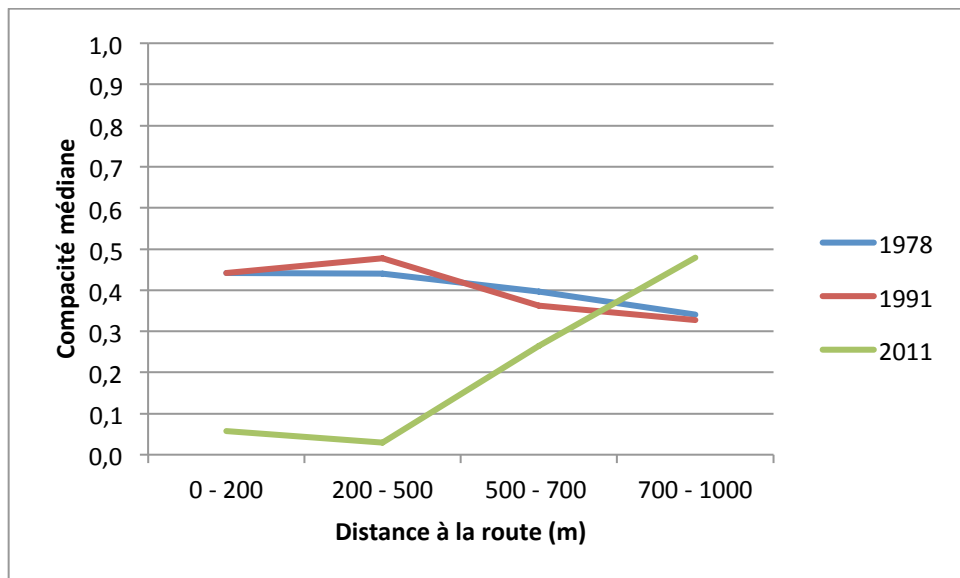
Graphique 11 : Evolution de la compacité médiane de la culture en fonction de la distance à la route

Réservoirs eau : La compacité des réservoirs d'eau évolue différemment en fonction de la distance à la route selon les années. En 1978 les réservoirs les plus compacts sont situés entre 500 et 700 m de la départementale étudiée au-delà, la médiane chute et en 1991 ils sont situés entre 200 et 700 m de la route. En 2011 leur répartition varie moins en fonction de la distance à la route bien qu'on observe une baisse de compacité médiane entre 700 et 1000 m.



Graphique 12 : Evolution de la compacité médiane des réservoirs d'eau en fonction de la distance à la route

Forêt : En 1978 et 1991 la compacité médiane des forêts évolue très peu en fonction de la distance à la route. En revanche en 2011 la compacité médiane des forêts est très liée à l'éloignement de la route, elle est très faible dans les 500 premiers mètres puis on observe des parcelles plus compactes au-delà.



Graphique 13 : Evolution de la compacité médiane de la forêt en fonction de la distance à la route

Friche : Pour 1978 et 1991 l'évolution est la même, elle maximale pour un éloignement de 200 à 500 mètres.

Maïs : Dans les premiers 200 m la compacité des parcelles de maïs est très faible puis atteint sa valeur maximale entre 200 et 500 m pour 1978 et 1991, et entre 500 et 700 m pour 2011.

Plantations d'arbres : Les seules observations faites en 2011 atteignent une compacité médiane maximale entre 200 et 500 m.

Prairies : Quelle que soit l'année, la distance à la route a une influence très faible quant à la compacité des prairies.

6.4.3. Cas du paysage fermé

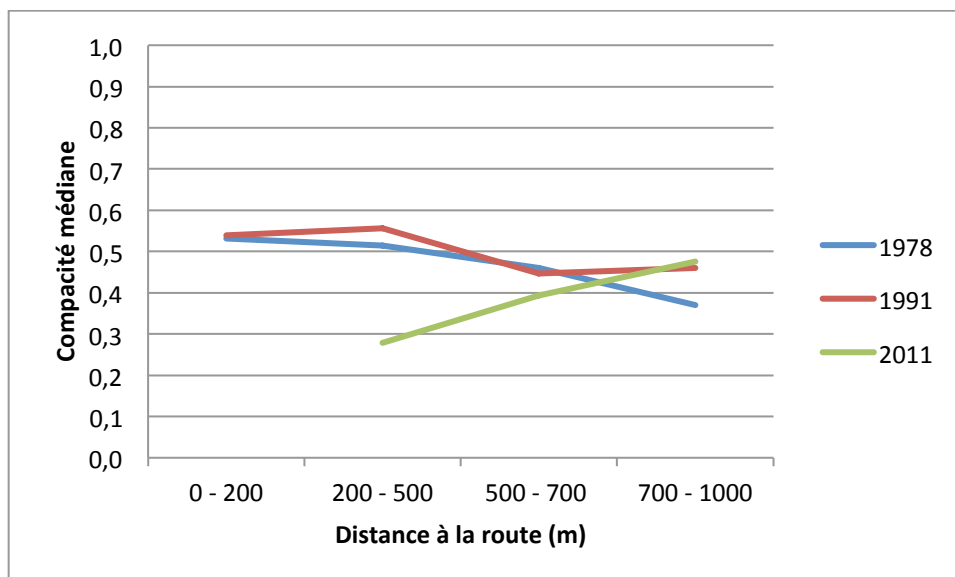
Bâti : Quelle que soit l'année la compacité médiane maximale du bâti se situe entre 200 et 700 m de la route.

Culture : Pour 1978 et 1991, les cultures atteignent leur compacité médiane la plus forte dans les 500 premiers mètres. Alors qu'en 2011, sa valeur maximale est atteinte plus loin, dans une zone tampon de 500 à 70 m.

Réservoirs d'eau : Entre 200 et 500, les réservoirs d'eau observés en 1978 et 1991 sont les plus compacts. Dans un paysage fermé, les réservoirs d'eau en 2011 les plus compacts se trouvent très proche de la route, dans les premiers 20 m.

Forêt : Dans le paysage fermé étudié, la distance à la route a peu d'impact sur la compacité des parcelles forestières.

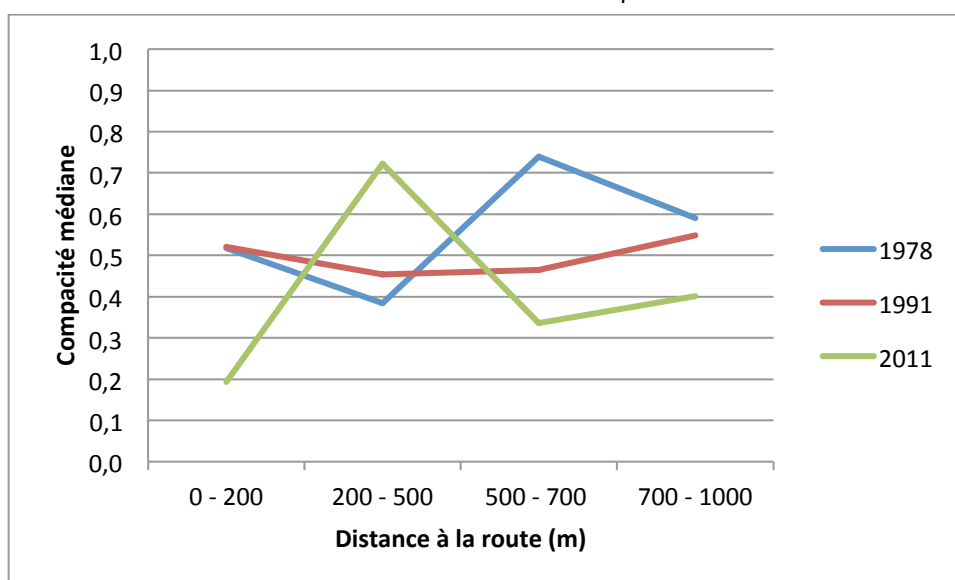
Friche : En 1978 et 1991 la compacité des friches diminue en fonction de la distance à la route. A l'inverse, en 2011 elle augmente.



Graphique 14 : Evolution de la compacité médiane de la friche en fonction de la distance à la route

Maïs : La compacité des parcelles de maïs observées en 2011 diminue proportionnellement à la distance à la route.

Plantations d'arbres : Au cours du temps la distance où la compacité est la meilleure est très différente. Il y a donc une variété des formes des plantations d'arbres de part et d'autre de la route étudiée en fonction du temps.



Graphique 15 : Evolution de la compacité médiane des plantations d'arbres en fonction de la distance à la route

Prairies : On fait le même constat que pour le paysage ouvert, quelle que soit l'année, la distance à la route a une influence très faible quant à la compacité des prairies.

Tableau 4 : Récapitulatif de la compacité en fonction de l'éloignement à la route

Echelle spatiale	Compacité médiane en paysage ouvert								Compacité médiane en paysage fermé							
0 - 200 m		Compacité médiane du bâti très faible indépendamment de l'éloignement, en 2011	Culture stable indépendamment du temps					Compacité médiane du maïs très faible indépendamment du		Quelle que soit l'année, la distance à la route a une influence très faible quant à la compacité des prairies.						
200 - 500 m	Meilleure compacité du bâti en 1991							Parcelles de maïs les plus compactes en 1978 et 1991	Les friches ont une compacité médiane la plus forte en 1978 et 1991		Compacité maximale du bâti quelle que soit l'année	En 1978 et 1991, compacité des cultures la plus forte	Réservoirs d'eau les plus compacts en 2011	La distance à la route n'a pas d'impact sur la forme des forêts . La compacité des parcelles de maïs observées en 2011 diminue proportionnellement à la distance à la route. En 1978 et 1991 la compacité des friches diminue en fonction de la distance à la route. En 2011, elle augmente.	Quelle que soit l'année, la distance à la route a une influence très faible quant à la compacité des prairies .	
500 - 700 m				Réservoirs d'eau les plus compactes en 1978	Réservoirs d'eau les plus compacts en 1991			Parcelles de maïs les plus compactes en 2011			Compacité maximale des cultures en 2011					
700 - 1000 m																
				En 2011, pas de relation entre forme des réservoirs d'eau et l'éloignement.		La compacité médiane des forêts croît au-delà de 500 premiers mètres, en 2011. En 1978 et 1991, peu de variations observées.		En 1978 et 1991, peu de variations observées quant à la compacité des forêts .								

En définitive, dans les deux types de paysage, ouvert et fermé, la route ne présente pas ou peu d'influence quant à la compacité des prairies, la forme des parcelles prairiales reste similaire indépendamment de la distance d'éloignement dans une limite de 1000 m. De plus, en paysage fermé, nous ne notons pas non plus de relation sur la compacité des cultures, des parcelles de maïs et les forêts. On ne remarque une relation, entre la forme des parcelles et la distance d'éloignement, que pour des cas bien particuliers mais nous ne pouvons pas en tirer de généralités.

6.4.4. Indice de Shannon paysage et indice d'équitabilité

Il nous a semblé judicieux d'étudier l'indice de Shannon – Wiener pour comprendre comment varie la diversité en fonction de la distance et au cours du temps. Ces valeurs sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Indice de Shannon en fonction de la distance à la route

	Tronçon Ouvert			Tronçon Fermé		
	1978	1991	2011	1978	1991	2011
0 – 20 m	0,56	0,63	0,63	0,64	0,66	0,73
200 – 50 m	0,51	0,61	0,64	0,68	0,68	0,73
500 – 70 m	0,57	0,63	0,61	0,65	0,69	0,73
700 – 100 m	0,57	0,61	0,64	0,64	0,70	0,72

En étudiant ces valeurs, on remarque que les valeurs du tronçon en paysage fermé sont supérieures à celles du tronçon en paysage ouvert. On peut donc dire que quelle que soit la période et la zone tampon, la diversité est plus importante dans le tronçon en paysage fermé que dans le tronçon en paysage ouvert.



On observe également une augmentation des valeurs au cours du temps, cela signifie qu'il y a de plus en plus de diversité. Dans le cas du tronçon ouvert, cela peut s'expliquer par la forte diminution des prairies au cours du temps qui fait que chaque catégorie de paysage est de mieux en mieux représentée contrairement en 1978 où l'indice de Shannon est moyen du fait qu'il y ait une proportion majoritaire de prairie (Graphique 8).

Cependant si l'on étudie les valeurs en fonction de la distance à la route, on ne peut pas dire qu'il y a une corrélation entre les valeurs et la distance à la route. À partir de ces valeurs, on ne peut donc pas affirmer qu'il y a nécessairement une relation entre la route et le paysage sur nos tronçons.

L'indice de Shannon étant souvent associé à l'indice d'équitabilité de Piélou, nous avons choisi de le prendre en compte pour pouvoir montrer d'autres caractéristiques du paysage. Les valeurs sont représentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Indice d'équitabilité de Piélou en fonction de la distance à la route

	Tronçon Ouvert			Tronçon Fermé		
	1978	1991	2011	1978	1991	2011
0 – 20 m	0,61	0,69	0,74	0,83	0,85	0,86
200 – 50 m	0,60	0,67	0,76	0,80	0,81	0,81
500 – 70 m	0,63	0,66	0,73	0,77	0,77	0,81
700 – 100 m	0,67	0,64	0,75	0,76	0,78	0,80

De la même manière que pour l'indice de Shannon, quelle que soit la période et la zone tampon, les valeurs dans le tronçon en paysage fermé sont supérieures à celles du tronçon en paysage ouvert. Cela signifie que les types de paysage sont plus équitablement répartis dans le tronçon fermé que dans le tronçon ouvert.

Nous pouvons également remarquer une différence notable entre les valeurs des différentes zones tampons au sein du paysage ouvert et fermé. En effet, dans le paysage ouvert, les valeurs d'équitabilité sont relativement proches et ne montre pas une logique mathématique pertinente alors que les valeurs en paysage fermé sont décroissantes plus on s'éloigne de la route.



Cela montre que plus on s'éloigne de la route, moins les espèces sont répartis de façon équitables et plus il y a prédominance d'une espèce. D'après le [Graphique 9](#), il s'agit de la prairie pour les années 1978 et 1991, et la forêt pour l'année 2011.

7. Réponses aux hypothèses

7.1. Gradient spatio-temporel du paysage : d'un paysage plus ouvert à un paysage plus fermé

Sur la départementale que nous avons sélectionnés (D760), nous pouvons confirmer qu'il y a un gradient spatial puisque l'on passe d'un paysage ouvert vers un paysage fermé. Cependant, nous ne pouvons affirmer que le paysage ouvert semble plus important autour d'une zone à forte urbanisation contrairement au paysage fermé qui semble plus important à l'extérieur des villes à forte urbanisation où l'artificialisation des terres est plus diffuse, ceci étant notre hypothèse de départ.

Si l'on regarde les tronçons avec une échelle plus large et que l'on observe comment se répartit l'artificialisation autour de ces tronçons, voici ci-dessous ce que l'on peut voir.

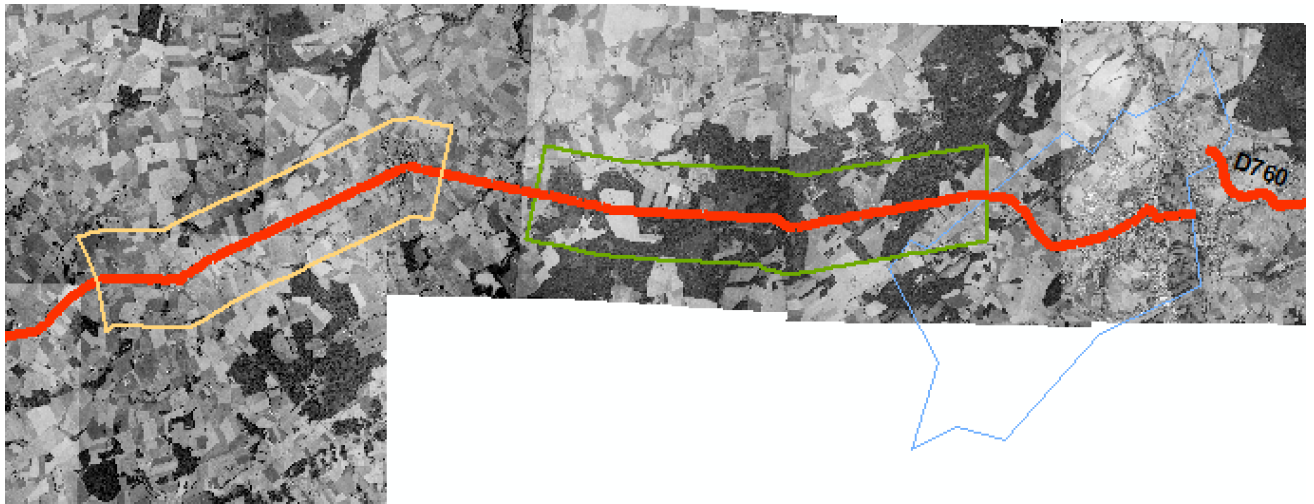


Figure 26 : Localisation d'une des villes les plus urbanisées de notre secteur

En observant l'image ci-dessus, on s'aperçoit qu'une des villes les plus urbanisées de notre secteur (entourée en bleu : Loches) se situe à la frontière de la délimitation du tronçon en paysage fermé. Du côté du tronçon en paysage ouvert, la présence d'une ville à forte urbanisation ne semble pas évidente.

Contrairement à notre hypothèse de départ, nous pouvons conclure qu'à cette échelle, la zone à artificialisation plus diffuse se situe dans un paysage ouvert alors que la zone à artificialisation importante, se situe dans un paysage fermé.

Si l'on prend maintenant une échelle qui montre la répartition des catégories de paysage à l'intérieur des tronçons, notre hypothèse de départ peut être confirmée.

En effet, d'après l'analyse des graphes (Graphique 4 et Graphique 5), la part de bâti est beaucoup plus importante dans le tronçon à paysage ouvert que dans le tronçon à paysage fermé.

Ainsi, dans notre cas d'étude, cette hypothèse ne peut être ni confirmée, ni réfutée de manière générale puisqu'elle dépend de l'échelle à laquelle l'observation se fait.

Qu'en est-il dans le temps ? En quoi a-t-il changé ?

D'après l'analyse des graphes ([Graphique 4](#) et [Graphique 5](#)), le gradient spatial d'un paysage ouvert vers un paysage fermé a toujours existé, il tend même à se confirmer du fait que la culture en openfield tend à prendre plus d'importance dans le paysage ouvert alors que la forêt gagne du terrain dans le paysage fermé.

De plus, d'après l'analyse des tableaux représentant les valeurs des indices de Shannon - Wiener et d'équitabilité de Pielou ([Tableau 3](#)) nous pouvons affirmer que les types de paysage qui composent ce gradient deviennent de plus en plus divers et répartis de manière plus équitable au cours du temps.

En réponse à cette hypothèse, ce que nous pouvons affirmer, c'est que sur notre zone d'étude, il y a bien la présence d'un gradient spatio-temporel, qui tend à s'affirmer dans le temps tout en gagnant en diversité et en équitabilité de répartition.

7.2. Diversité des paysages en fonction de la taille des parcelles

Comme précisé dans la méthode de parcellarisation, compte tenu de la précision plus fine de la parcellarisation de 2011, en comparaison avec celles de 1978 et 1991, nous ne souhaitons pas étudier la diversité des paysages en fonction de la taille des parcelles au cours du temps, de peur d'avoir des résultats faux et donc d'en tirer des conclusions fausses également.

Tableau 7 : Nombre de parcelles en fonction du temps

	Tronçon Ouvert	Tronçon Fermé
1978	1057	437
1991	766	401

Cependant, et d'après le tableau ci-dessus, nous pouvons tout de même préciser pour les années 1978 et 1991, où la précision est relativement la même, qu'on observe un remembrement des parcelles, qui est d'ailleurs beaucoup plus marqué dans le tronçon ouvert. Au vu du graphe de la répartition des types de paysage dans le tronçon à paysage ouvert et d'après son analyse ([Graphique 4](#)), on peut également en déduire que ce remembrement concerne essentiellement les parcelles de culture.

Si l'on se projette dans l'année 2011, on peut supposer que ce remembrement a augmenté et que le nombre de parcelles est inférieur à celui de 1991.

Du point de vue de la forme des parcelles on observe un morcellement grandissant des prairies qui de fait, apparaissent de formes plus variées dans le temps, en paysage ouvert et fermé confondus (voir graphes du paragraphe 6.3.2). Elles sont donc moins propices à abriter la biodiversité dans ce contexte de grandes plaines de cultures.

On peut aussi dire que le mitage du bâti est très marqué dans le temps avec un bâti de plus en plus morcelé et de moins en moins compact. Ensuite dans un contexte de paysage ouvert la forêt se morcelle avec le temps alors qu'en paysage fermé elle devient plus compacte. L'homme semble privilégier de grandes parcelles de forêt dans un paysage déjà fermé, quelle que soit la distance à la route, probablement pour l'exploitation du bois. En revanche en paysage ouvert il semble souhaiter les reconquérir pour leur mise en culture ou l'urbanisation croissante. Rappelons ici que, dans la catégorie forêt, il a été englobé tout groupement d'arbres, nous n'affirmons donc pas qu'il s'agit de défricher des forêts mais il peut s'agir de tout type de boisements en milieu ouvert.

7.3. Diversité du paysage de bord de routes immédiat avec celui plus éloigné des routes

A l'échelle d'étude la plus large, le quart sud-est d'Indre-et-Loire, l'hypothèse d'étude semble se vérifier pour l'année 2011 puisque nos recherches ont démontré que les forêts se concentraient aux abords directs des 11 départementales et les cultures dans les 500 mètres les plus éloignés ([Graphique 1](#) et [Graphique 2](#)). La conclusion est la même sur l'étude de l'OS actuelle de la départementale 760, pour laquelle les céréales d'hiver se concentrent dans les premiers 700 m. Ensuite entre 700 et 800 m nous avons observé un inversement brutal de situation entre les cultures et les forêts qui deviennent très largement majoritaires. La diversité dans le paysage continue aussi au-delà des 800 m puisque l'on retrouve une situation similaire à celle initiale avant le pic observé ([Graphique 3](#)).

D'après l'analyse du graphe de la répartition des types de paysages en fonction de la distance à la route sur le tronçon ouvert ([Graphique 8](#)), on remarque qu'au cours du temps la culture prend de plus en plus d'importance plus on s'éloigne de la route contrairement au paysage fermé où c'est la forêt qui est majoritaire ([Graphique 9](#)).

Concernant la forme des parcelles il est difficile de noter de réelles conclusions quant à l'influence de la route sur la compacité des parcelles puisque la zone tampon dans laquelle la compacité est la meilleure par catégorie semble changer assez aléatoirement. On notera simplement le fait que dans un paysage ouvert les forêts deviennent plus

compactes proportionnellement à l'éloignement de la route et dans un paysage fermé c'est indifférencié.

De plus, l'analyse des valeurs de l'indice de Shannon ([Tableau 5](#)), montre que dans le tronçon en paysage ouvert, la variation de diversité en fonction de la distance à la route n'est pas importante, on retrouve la même tendance dans le tronçon en paysage fermé.

Si l'on regarde maintenant l'analyse des valeurs de l'équitabilité, celles-ci montrent que dans le tronçon en paysage ouvert, la variation de la répartition des catégories de paysage n'est pas importante en fonction de la distance à la route. Cependant, dans le tronçon en paysage fermé, plus on s'éloigne de la route, moins la répartition est équitable.

Notre hypothèse est donc fausse dans le tronçon en paysage ouvert mais s'avère vérifiée dans le tronçon en paysage fermé.

CONCLUSION

Ce travail de recherche, illustré par des cas concrets, nous permet finalement de dire que la relation routes-paysage ne peut pas être généralisée. On observe une répartition différente de part et d'autre des départementales selon l'échelle à laquelle on se place et selon si on est en paysage fermé ou ouvert.

Sur les deux tronçons, on peut conclure que la répartition du sol a évolué au cours du temps.

En paysage ouvert, les cultures ont gagné du terrain entre 1978 et 2011 au dépend des prairies qui chutent fortement.

Quant à l'étude de l'évolution des prairies et des cultures en fonction de l'éloignement à la route, elle permet de conclure qu'il y a une relation routes-paysage pour ces catégories. En effet, plus on avance dans le temps, plus le développement des cultures se fait loin de la route. Cela peut s'expliquer par le fait que la route améliore l'accessibilité donc le développement des cultures s'est fait d'abord proche de la route. Par la suite, ce développement a permis d'améliorer l'accessibilité de cette zone ce qui a engendré un autre développement des cultures dans une zone plus éloignée. Cependant, la diversité et l'équitabilité ne permettent pas de faire de lien entre la route et le paysage.

De même, en paysage fermé, les prairies ont diminué à l'avantage des forêts qui, avec le temps et quelle que soit la distance à la route, gagnent en compacité.

La répartition des catégories en fonction du temps et le long de la route nous permet également de conclure qu'il y a une relation routes-paysage. En effet, dans la zone proche de la route, on retrouve des catégories de paysage nécessitant une bonne accessibilité alors que dans la zone la plus éloignée de la route, où l'accessibilité est moindre, il y a une dominance d'une seule catégorie, la forêt. L'équitabilité appuie cette affirmation car celle-ci montre que la répartition des catégories est moins équitable plus on s'éloigne de la route, ce qui montre la domination d'une espèce quelle que soit la période. Cependant, la diversité ainsi que la compacité ne montre pas de relation entre la route et le paysage.

De façon globale, peu importe la distance à la route, les prairies et le bâti ont subi un morcellement grandissant avec le temps. Cela peut s'expliquer pour le bâti, par l'augmentation de l'étalement urbain. De plus, les friches diminuent voire disparaissent au cours du temps, il s'agit de la tendance à exploiter tout le foncier disponible, pour l'exploitation agricole ou l'artificialisation des terres.

Ces conclusions ne montrent pas l'inversement de situation observé entre 700 et 800 m de la route dans l'étude de la D760 en entier. On peut supposer que cette inversion se fait en moyennant les quantités de chaque catégorie. Cette moyenne étant trop approximative nous ne pouvons pas conclure qu'il existe vraiment une relation routes-paysage à cette échelle.

D'autre part, à l'échelle des 11 départementales du sud-est du département, le paysage à l'abord direct des routes est caractérisé en moyenne par de la forêt alors que la distance plus éloignée est composée surtout de culture. Cela s'explique par le fait que l'on a effectué une moyenne sur deux paysages très divers. Les résultats obtenus ont donc été fortement influencés par les valeurs extrêmes. De ce fait, si d'autres études sont envisagées nous préconisons d'effectuer un traitement séparé selon les types de paysages (ouvert, fermé...).

De manière générale la relation aux paysages et à leur structure a donc évolué dans le temps. Certains habitats ont évolué vers une compacité plus importante, on pourrait penser que cela est propice à la biodiversité mais ce ne sont pas forcément des habitats qui sont les plus susceptibles d'abriter une grande biodiversité (bâti, cultures...).

Il serait alors opportun d'effectuer des prélèvements dans ces zones pour pouvoir comparer avec les prélèvements actuellement effectués sur les bords de routes, dans le cadre du projet IRMA. A partir de cette comparaison nous pourrions alors savoir si la biodiversité est plus importante dans les zones à forte compacité ou si les bords de routes jouent réellement un rôle de corridors écologiques.

BIBLIOGRAPHIE

Publications scientifiques:

Burel F., Baudry J., (2006). Gestion des milieux et des espèces. Pôle de ressources et compétences pour la nature. *Mémento de terrain* [en ligne], N°83 < <http://ct83.espaces-naturels.fr/ecologie-du-paysage> >

Cavailhès Jean, Brossard Thierry, Hilal Mohamed, Joly Daniel, Tourneux Pierre-François, Tritz Céline et Wavresky Pierre, (2007). Le prix des paysages périurbains. *Économie rurale* [En ligne], pp 297-298 < <http://economierurale.revues.org/2003> >

Décamps Henri et Décamps Odile. (2007). Organisation de l'espace et processus écologiques. *Economie rurale*. [en ligne], pp 297-298 <<http://economierurale.revues.org/1990>>

Djogo Julien, Gibigaye moussa , Tente Brice et Sinsin Brice. (2012). Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Kaodji au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 6(2), pp 705-713

Liu S.L., Cui B.S., Dong S.K., Yang Z.F., Yang m., Holt K.. (2008). Evaluating the influence of road networks on landscape and regional ecological risk—A case study in Lancang River Valley of Southwest China. *Ecological engineering*. 34, pp 91-99.

Liu Shiliang, Dong Yuhong, Deng Li, Zhao Haidi et Dong Shikui. (2014). Forest fragmentation and landscape connectivity change associated with road network extension and city expansion: A case study in the Lancang River Valley. *Ecological indicators*. 36, pp 160-168.

Matagne Patrick. (2003). Aux origines de l'écologie. *Innovations* 2/ 2003 (no 18), pp 27-42 [en ligne] <www.cairn.info/revue-innovations-2003-2-page-27.htm. >

Viles R.L. et Rosier D.J.. (2001). How to use roads in the creation of greenways. *Landscape and urban planning*. 55, pp 15-27

Ouvrages manuscrits :

Burel F., Baudry J., (1999) : Ecologie du paysage : concepts, méthodes et applications. Paris : TEC & DOC, 1999. 359p.

Decamps H., Decamps O., (2004) : Au printemps des paysages. Paris : Buchet-Chastel, 2004. 232p.

Mémoires et rapports :

Chaudron Clémence, (en cours). Interactions entre bords de routes et mosaïques agricole. Effet du paysage et des modalités de gestion sur la dynamique de la végétation de l'interface route-champs cultivés. Thèse université François-Rabelais, laboratoires CITERES.

Kabulu Djibu Jean-Pierre, 2006. Evaluation et cartographie de la déforestation au Katanga(RDC). Mémoire Université Libre de Bruxelles - DEA en Biologie des Organismes et Environnement [en ligne] <http://www.memoireonline.com/07/09/2405/m_Evaluation-et-cartographie-de-la-deforestation-au-KatangaRDCo.html >

Ouimet Camille-Antoine, 2008. Fragmentation, intégrité écologique et parcs nationaux québécois : analyse de deux indicateurs. Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement [en ligne] <<https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais2008/CamilleAntoineOuimet.pdf>>

Porte Benjamin, 2011. Estimation de la biodiversité par une méthode simplifiée d'identification des arthropodes. Approches paysagère à l'échelle du territoire viticole des Costières de Nîmes. Stage de master 2 soutenu à l'Université Paul Cézanne / Aix – Marseille III et Université de Provence / Aix - Marseille I. [en ligne] <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=BIODIVINE_Rapport_Porte_FR.pdf>

Sanz Séverine, Régagnon Emmanuelle et Barge Olivier, 2008. Systèmes de coordonnées et géoréférencement. Stage soutenu à Jalès [en ligne] <http://www.mom.fr/IMG/pdf/coord_sys.pdf>

Publications spécialisées :

HAMDI Mohamed, PIRIOU Jenna et LEMPERIERE Guy, 15^{ème} colloque du SIFEE (20-23 septembre 2010 – UNESCO, Paris). Paysage et biodiversité. Apport de l'écologie du paysage au développement durable, exemple des forêts de Kroumirie au nord-ouest de la Tunisie. *Biodiversité et évaluation environnementale* – [en ligne] <http://www.sifee.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/paris//session-4-2/3_HAMDI_PPT.pdf >

Ouvrages et documents électroniques :

Acteurs du projet IRMA. *Recueil d'expériences sur la biodiversité en région Centre* [en ligne]. <http://www.centre.chambagri.fr/fileadmin/documents/CRA_Centre/Environnement/RRR_biodiversite/7-Ensemble_des_fiches/02_IRMA.pdf>

AGRESTE. *Grandes cultures –panorama, Enquête sur les principales grandes cultures* [en ligne]. Juillet 2010
<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/file/dossier8_cultures_panorama.pdf>

Biotope. *Cartographie du réseau écologique sur le territoire de la région centre*. Conseil régional Centre [en ligne]. Document PDF, novembre 2009
<[2012http://www.regioncentre.fr/files/live/sites/regioncentre/files/contributed/docs/environnement/rer/rapport-Etude-corridor.pdf](http://www.regioncentre.fr/files/live/sites/regioncentre/files/contributed/docs/environnement/rer/rapport-Etude-corridor.pdf)>

Biotope-GREET Nord-Pas-de-Calais. *Analyses des potentialités écologiques du territoire régional*. [en ligne]. Février 2008 <<http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/analyse-des-potentialites-ecologiques-region-59-62.pdf>>

Burel Françoise, Gil-Tena Assu. CNRS et Université de Rennes 1 – Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes. *Les réseaux écologiques* [en ligne]. Octobre 2012 <<http://risc-e.univ-rennes1.fr/ecoleSC/2012/presentations/Burel.pdf>>

Ingénierie-Conseil en Environnement, BIOTOPE-GREET Nord-Pas-de-Calais – février 2008 – Direction Régionale de l'Environnement Nord-Pas-de-Calais. *Analyse des potentialités écologiques du territoire régional* [en ligne]. <<http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/analyse-des-potentialites-ecologiques-region-59-62.pdf>>

Ministère de l'Équipement, des transports et du Logement – Direction des Routes. *Fragmentation de l'habitat due aux infrastructures de transport* [en ligne]. <http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/file/mammiferes/ongules/ongules_sauvages/Fragmentation%20de%20l'habitat%20due%20aux%20infrastructures%20de%20transport.pdf>

Parc naturel régional des Landes Gascogne. *Les interprétations du paysage* [en ligne]. <http://www.parc-landes-de-gascogne.fr/files/pnr_landes/missions/Paysages/Boite-a-outils-paysage/Les-interpretations-du-paysage.pdf>

Thierry Tatoni, Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie. *Ecologie du paysage, fragmentation, corridors...* [en ligne] <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/1_ecologie_paysage_tatoni_IMEP_cle76786e.pdf>

Site internet:

Alain Lagrave Florac. *Les habitats naturels support de la biodiversité*. Accessible au lien suivant <<http://habitats-naturels.fr/definition-habitats-naturels.html>>

ArcGIS Resources center. *Notions de base du géoréférencement d'un jeu de données raster*.
<<http://help.ArcGIS.com/fr/ArcGISdesktop/10.0/help/index.html#/na/oogtoooooo mnooooooo/>>

David Mladenoff, department of Forest and wildlife ecology, University of Wisconsin-Madison.
Forest Landscape Ecology Lab [en ligne] <<http://landscape.forest.wisc.edu/LE/>>

Eduscol. *Géocofluence Paysage ouvert/fermé*. Accessible au lien suivant
<<http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/paysage-ouvert-ferme>>

IPAMAC (2012). *Trame écologique du massif-central*. « *Occupation du sol définition* ». Accessible au lien suivant <<http://www.trame-ecologique-massif-central.com/parcs-midi-pyrenees/81-os-pnr-midi-pyrenees?start=1>>

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. *La trame verte et bleue*. Accessible au lien suivant <<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-La-Trame-verte-et-bleue,1034-.html>>

Nature ordinaire. *Diversité de la flore dicotylédone d'un pré*. Accessible au lien suivant <<http://natureordinaire.over-blog.com/article-biodiversite-des-plantes-herbacees-d-un-pre-57915920.html>>

NORPAC. *Ensemble construisons la biodiversité positive*. « *Dix principes et concepts essentiels en écologie* ». Accessible au lien suivant < <http://www.biodiversite-positive.fr/notion-de-connectivite-de-fragmentation/>>

INDEX DES SIGLES ET ACRONYMES

OS : Occupation du Sol

PFE : Projet de Fin d'Etudes

MSH : maison des Sciences de l'Homme

IRMA : Interactions Routes-Mosaïques Agricoles

CITERES : Cltés TERritoires Environnement et Sociétés

IMACOF : Ingénierie des milieux Aquatiques et des CORridors Fluviaux

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1: Démarche scientifique adoptée en écologie du paysage : le paysage est la résultante de la dynamique du milieu et de la société qui s'y est développée, d'après Burel et Baudry	12
Figure 2: Propriété 1, Interconnexion des éléments d'un système	13
Figure 3: Propriété 2, le tout est plus que la somme des parties	13
Figure 4: Propriété 3, l'ensemble agit sur les parties	13
Figure 5: Le paysage, niveau d'organisation des systèmes écologiques situé au-dessus de l'écosystème, mais en dessous de la région et du continent (d'après Forman, 1995, dans Burel et Baudry)	15
Figure 6: Diagramme simplifié regroupant les notions abordées	16
Figure 7: Les éléments de base d'une structure paysagère d'après Burel et Baudry 2003	16
Figure 8: Interactions des espèces	19
Figure 9: Interaction des habitats	19
Figure 10: Evolution de la fragmentation au cours du temps (Fahrig 2003, p. 490)	20
Figure 11: Périmètre d'étude	22
Figure 12: Photos géoréférencées de 1991 (47 photos)	23
Figure 13: Premier tronçon d'étude d'un paysage ouvert	24
Figure 14: Deuxième tronçon d'étude d'un paysage fermé	24
Figure 15 : Gradient spatio-temporel du paysage	25
Figure 16 : Évolution de la taille des parcelles	26
Figure 17 : Diversité du paysage en fonction de l'éloignement de la route	27
Figure 18 : Photo d'origine	31
Figure 19 : Photo d'origine avec contours de vectorisation	31
Figure 21 : Photo vectorisée manuellement	31
Figure 20 : Photo vectorisée	31
Figure 22: Catégories d'identification de l'OS actuelle photo interprétées	39
Figure 23: Schématisation de la notion de cœur d'habitat	42
Figure 24: maillage des infrastructures routières	49
Figure 25: Illustrations du lien réseau hydrographique-forêt	50
Figure 26 : Localisation d'une des villes les plus urbanisées de notre secteur	74

Graphiques

Graphique 1: Répartition de l'OS le long des 11 départementales.....	44
Graphique 2 : Répartition de l'occupation du par catégorie en fonction de la distance à la route des 11 départementales en 2011	46
Graphique 3: Cas particulier de la D760 : répartition de l'occupation du sol en 2011	47
Graphique 4 : Evolution de la répartition des catégories de l'OS, en paysage ouvert.....	52
Graphique 5 : Evolution de la répartition des catégories d'OS, en paysage fermé	53
Graphique 6: Compacité médiane par catégorie, paysage ouvert.....	59
Graphique 7: Compacité médiane par catégorie, paysage fermé.....	63
Graphique 8 : Evolution de la répartition des catégories de l'OS en fonction de la distance à la route, en paysage ouvert	65
Graphique 9 : Évolution de la répartition par catégorie de l'OS en fonction de la distance à la route, en paysage fermé.....	66
Graphique 10 : Evolution de la compacité médiane du bâti en fonction de la distance à la route.....	67
Graphique 11 : Evolution de la compacité médiane de la culture en fonction de la distance à la route	68
Graphique 12 : Evolution de la compacité médiane des réservoirs d'eau en fonction de la distance à la route	68
Graphique 13 : Evolution de la compacité médiane de la forêt en fonction de la distance à la route.....	69
Graphique 14 : Evolution de la compacité médiane de la friche en fonction de la distance à la route.....	70
Graphique 15 : Evolution de la compacité médiane des plantations d'arbres en fonction de la distance à la route	70

Tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des données des photos historiques de la D760.....	33
Tableau 2 : Calendrier agricole.....	34
Tableau 3: Indice de Shannon et indice d'équitabilité, tronçon complet	64
Tableau 4 : Récapitulatif de la compacité en fonction de l'éloignement à la route	71
Tableau 5 : Indice de Shannon en fonction de la distance à la route	72
Tableau 6 : Indice d'équitabilité de Piélou en fonction de la distance à la route	73

TABLE DES MATIERES

Avertissement.....	4
Formation par la recherche et projet de fin d'études.....	5
Remerciements.....	6
Sommaire	7
Introduction	8
1. Définition des notions.....	11
1.1. Le cadre théorique d'étude	11
1.1.1. Histoire de l'écologie : science récente des années 1960 - 1970	11
1.1.2. Ecologie du paysage : le cadre théorique d'étude.....	11
1.2. Le paysage, reflet des interactions entre environnement et activités humaines	12
1.2.1. Le paysage décrit comme étant un système	12
1.2.2. Paysage sensible et paysage matériel, système de hiérarchie supérieure.....	13
1.3. L'occupation du sol et le paysage matériel	15
1.4. Les notions rattachées au modèle de paysage : matrices – taches - corridors	16
1.5. La trame verte et bleue, une mesure politique phare pour un réseau écologique cohérent.....	17
2. Explication du sujet et définition de la problématique.....	17
3. Cadre géographique (périmètre d'étude)	22
4. Problématique et hypothèses	24
4.1. Gradient spatio-temporel du paysage : d'un paysage plus ouvert à un paysage plus fermé	24
4.2. Diversité des paysages fonction de la taille des parcelles.....	25
4.3. Diversité du paysage de bord de routes immédiat avec celui plus éloigné des routes.....	26
5. Méthode.....	27
5.1. Approche technique.....	27
5.1.1. Méthode de géoréférencement et choix des dates des photos historiques	27
5.1.2. Méthode de caractérisation du sol concernant l'occupation du sol historique (1978 et 1991)	32
5.1.3. Méthode de caractérisation du sol concernant l'occupation du sol actuelle (2011)	34
5.2. Approche analytique occupation actuelle et historique	39

6. Analyse des résultats	44
6.1. Répartition globale de part et d'autre des 11 départementales	44
6.2. Cas particulier de la D760	47
6.3. Etude de cas de deux tronçons : paysage ouvert et paysage fermé	52
6.3.1. Répartition	52
6.3.2. Compacité	54
6.3.2.1. Tronçon en paysage ouvert	54
6.3.2.2. Tronçon en paysage fermé	60
6.3.3. Indice de Shannon paysage et indice d'équitabilité	64
6.4. Etude de cas des deux tronçons en fonction de l'éloignement à la route	65
6.4.1. Répartition	65
6.4.2. Evolution de la compacité médiane en fonction de la distance à la route et du temps	67
6.4.2.1. Cas du paysage ouvert	67
6.4.3. Cas du paysage fermé	69
6.4.4. Indice de Shannon paysage et indice d'équitabilité	72
7. Réponses aux hypothèses	73
7.1. Gradient spatio-temporel du paysage : d'un paysage plus ouvert à un paysage plus fermé	73
7.2. Diversité des paysages en fonction de la taille des parcelles	75
7.3. Diversité du paysage de bord de routes immédiat avec celui plus éloigné des routes	76
Conclusion	78
Bibliographie	80
Index des sigles et Acronymes	84
Table des illustrations	85
Table des matières	87
Tables des annexes	96

ANNEXE 1 : Méthode de géoréférencement de Manon Druet

Etape 1 : la récupération des vues anciennes



Elle se fait via le site géoportail : <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>

Onglet de recherche en haut à gauche « rechercher un lieu, une adresse » : ➔ noter Tours

Onglet en haut à droite : « remonter le temps »

Que souhaitez-vous consulter : ➔ les prises de vues aériennes

Sélectionner une date, puis sélectionner le point orange voulu sur la carte, cliquer, puis télécharger l'image et enregistrer le fichier (dans un dossier « fichiers bruts »)

Etape 2 : le geo référencement des vues anciennes

➤ Insertion de l'image dans Arc Map

Ouvrir Arc Map.

Ouvrir les couches support déjà référencées (le fond satellite actuel). Enregistrer le projet. Dans la partie gauche de l'interface Arcmap, créer une couche (exemple : 1974), et faire glisser le fichier brut dedans.

L'image n'est pas géoréférencée. Pour l'afficher, faire un clic droit sur le fichier et choisir « zoom sur la couche ».

➤ Préparation du géo référencement

A partir de la fenêtre géo référencement, choisir la couche à géo référencer dans la bande déroulante.

Repérer où est prise cette photo aérienne, à l'aide de géoportail.

Pour la pivoter afin de la remettre dans le bon sens, aller dans la fenêtre de géo référencement puis dans « retourner et pivoter ».

➤ Géo référencement

Dans la fenêtre de géoréférencement, prendre l'outil « ajouter des points de contrôle » (icone des deux croix reliées par un trait).

Faire un premier point à un endroit localisé et facilement repérable de la vue ancienne (exemple : coin d'un bâtiment).

Retourner sur la vue satellite actuelle support (Dans la partie gauche de l'interface Arcmap => Zoom sur la couche) et aller retrouver le même point (coin du bâtiment) pour y effectuer le deuxième clic.

⇒ Les photos ont maintenant ce même point en commun

Cependant, elles ne sont pas bien calées. Il s'agit donc maintenant de faire la même manipulation pour plusieurs autres points.

Faire un autre point à un autre endroit de la vue ancienne. Décocher la visibilité de la photo ancienne dans la partie gauche de l'interface. Aller retrouver ce deuxième point correspondant sur la photo satellite support.

⇒ Les photos sont maintenant à la même échelle

Réafficher la vue ancienne, et refaire cette manipulation pour un troisième point.

- ⇒ Les photos sont maintenant calées. Il est nécessaire d'effectuer plusieurs autres points de contrôle pour affiner le calage.

Pour vérifier la fiabilité des points de contrôle, dans la fenêtre géo référencement, cliquer sur « visualiser la table des liens » (icône avec double ligne). Il y a possibilité de supprimer les points erronés (icône en forme de croix).
Enregistrer.

Etape 3 : la sauvegarde des données

Faire un clic droit sur la couche puis Données et « Exporter des données... »
Etendue : laisser jeu de données raster (initial) et référence spatiale « jeu de données raster (original) »
Choisir l'emplacement adéquat
Choisir le format JP2.
Enregistrer.

Etape 4 : Réutilisation des données

A la réouverture, la photographie peut apparaître de mauvaise qualité. Les manipulations à faire sont les suivantes (à partir d'un double clic sur la couche) :

- Remettre les couleurs normales :

Symbologie => Etirer => type : aucun

- Enlever les contours noirs :

Symbologie => Afficher la valeur d'arrière-plan : 0

Divers

Pour exporter et être sûr que le projet récupère automatiquement les sources de toutes les couches : ArcMap Options => Raster => catalogue d'images => ne pas afficher en mode filaire

ANNEXE 2 : Compacité par catégorie d'OS dans le temps

Paysage ouvert

	bâti			culture			eau			forêt			friche			maïs			plantation d'arbres			prairie		
Date	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011
Nb. d'observations	61	64	217	245	225	201	7	12	73	74	77	42	40	38	0	13	10	15	0	1	0	523	314	305
Minimum	0,05	0,09	0,00	0,04	0,22	0,00	0,29	0,29	0,00	0,08	0,08	0,02	0,16	0,16		0,29	0,53	0,24				0,02	0,14	0,00
Maximum	0,83	0,83	0,77	0,81	0,82	0,83	0,92	0,89	0,97	0,91	0,91	0,77	0,90	0,90		0,81	0,81	0,78				0,85	0,82	0,79
1er Quartile	0,42	0,46	0,04	0,46	0,49	0,35	0,43	0,62	0,55	0,25	0,26	0,07	0,38	0,37		0,58	0,65	0,44				0,48	0,48	0,08
Médiane	0,65	0,65	0,17	0,62	0,62	0,56	0,52	0,69	0,69	0,45	0,45	0,29	0,55	0,52		0,68	0,69	0,60				0,59	0,58	0,27
3ème Quartile	0,73	0,74	0,41	0,71	0,70	0,68	0,71	0,76	0,82	0,63	0,64	0,52	0,68	0,68		0,73	0,77	0,74				0,69	0,69	0,53
Moyenne	0,58	0,59	0,23	0,58	0,60	0,49	0,57	0,66	0,66	0,45	0,45	0,31	0,53	0,52		0,63	0,69	0,58				0,57	0,57	0,31
Variance (n-1)	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,06	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04		0,03	0,01	0,04				0,02	0,02	0,06
Ecart-type (n-1)	0,20	0,19	0,21	0,15	0,13	0,24	0,22	0,18	0,22	0,23	0,23	0,25	0,19	0,20		0,16	0,10	0,19				0,15	0,15	0,25

Paysage fermé

	bâti			culture			eau			forêt			friche			maïs			plantation d'arbres			prairie		
Date	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011	1978	1991	2011
Nb. d'observations	29	32	98	77	79	81	9	9	71	61	60	107	27	25	4	0	1	16	7	19	13	225	172	70
Minimum	0,19	0,19	0,01	0,24	0,23	0,00	0,24	0,40	0,00	0,04	0,04	0,07	0,15	0,15	0,26			0,27	0,32	0,32	0,07	0,19	0,19	0,03
Maximum	0,84	0,84	0,78	0,80	0,82	0,83	0,76	0,73	0,94	0,83	0,83	0,88	0,79	0,79	0,60			0,80	0,78	0,80	0,67	0,83	0,80	0,77
1er Quartile	0,47	0,47	0,14	0,48	0,54	0,33	0,41	0,43	0,31	0,28	0,26	0,40	0,36	0,47	0,36			0,42	0,42	0,53	0,32	0,48	0,45	0,23
Médiane	0,64	0,66	0,28	0,61	0,61	0,58	0,52	0,46	0,56	0,46	0,44	0,54	0,49	0,53	0,44			0,61	0,53	0,60	0,40	0,59	0,60	0,45
3ème Quartile	0,73	0,73	0,41	0,70	0,68	0,65	0,59	0,53	0,73	0,66	0,66	0,65	0,57	0,64	0,51			0,71	0,70	0,71	0,51	0,68	0,70	0,55
Moyenne	0,60	0,61	0,30	0,58	0,59	0,49	0,52	0,50	0,53	0,45	0,44	0,51	0,48	0,53	0,43			0,56	0,55	0,60	0,39	0,57	0,56	0,41
Variance (n-1)	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,05	0,03	0,01	0,06	0,05	0,05	0,04	0,02	0,03	0,02			0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
Ecart-type (n-1)	0,17	0,16	0,20	0,14	0,13	0,23	0,17	0,10	0,25	0,23	0,23	0,20	0,14	0,16	0,14			0,17	0,18	0,13	0,16	0,15	0,16	0,20

ANNEXE 3 a : Indice de compacité en fonction de l'éloignement à la route pour chaque année, en paysage ouvert.

Indices de compacité par catégorie en fonction du temps et de la distance à la route pour un paysage ouvert

	1978				1991				2011			
Bâti	Paysage ouvert				Paysage ouvert				Paysage ouvert			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	38,00	38,00	24,00	30,00	38,00	34,00	24,00	27,00	118,00	156,00	89,00	93,00
Minimum	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	0,83	0,81	0,83	0,85	0,83	0,81	0,83	0,85	0,84	0,73	0,79	0,72
Médiane	0,23	0,43	0,43	0,47	0,25	0,57	0,53	0,47	0,06	0,07	0,03	0,08
Culture	Paysage ouvert				Paysage ouvert				Paysage ouvert			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	111	146	110	115	123	143	98	124	67	97	99	118
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	0,81	0,83	0,81	0,80	0,82	0,83	0,80	0,81	0,80	0,79	0,80	0,82
Médiane	0,49	0,51	0,51	0,50	0,48	0,49	0,53	0,53	0,50	0,49	0,47	0,48
Eau	Paysage ouvert				Paysage ouvert				Paysage ouvert			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	5	5	3	0	8	5	4	2	14	34	18	27
Minimum	0,06	0,09	0,52		0,00	0,37	0,01	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00
Maximum	0,48	0,73	0,92		0,76	0,73	0,85	0,88	0,74	0,96	0,89	0,97
Médiane	0,29	0,37	0,68	0	0,40	0,69	0,60	0,49	0,43	0,37	0,38	0,30
Forêt	Paysage ouvert				Paysage ouvert				Paysage ouvert			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	6	22	35	58	8	23	39	58	35	15	8	18
Minimum	0,10	0,00	0,00	0,01	0,10	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,21
Maximum	0,77	0,85	0,88	0,90	0,77	0,85	0,88	0,90	0,58	0,80	0,78	0,70
Médiane	0,44	0,44	0,40	0,34	0,44	0,48	0,36	0,33	0,06	0,03	0,26	0,48
Friche	Paysage ouvert				Paysage ouvert				Paysage ouvert			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	17	13	16	16	15	16	13	8	Aucune observation			
Minimum	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,16				
Maximum	0,76	0,90	0,72	0,77	0,78	0,90	0,73	0,76				
Médiane	0,56	0,60	0,41	0,40	0,47	0,62	0,45	0,39				
Maïs	Paysage ouvert				Paysage ouvert				Paysage ouvert			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	5	7	8	10	4	7	5	4	0	7	5	11
Minimum	0,00	0,13	0,18	0,01	0,00	0,21	0,41	0,07		0,26	0,23	0,15
Maximum	0,69	0,81	0,69	0,76	0,79	0,81	0,65	0,80		0,78	0,80	0,78
Médiane	0,51	0,62	0,62	0,59	0,11	0,54	0,56	0,60		0,35	0,62	0,46
Plantation d'arbres	Paysage ouvert				Paysage ouvert				Paysage ouvert			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	Aucune observation						1	1	2	1	1	1
Minimum									0,00			
Maximum									0,76			
Médiane									0,38	0,53	0,22	0,13
Prairie	Paysage ouvert				Paysage ouvert				Paysage ouvert			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	178	311	226	245	88	151	143	140	152	133	108	208
Minimum	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	0,82	0,87	0,82	0,80	0,82	0,82	0,82	0,80	0,79	0,83	0,75	0,93
Médiane	0,57	0,58	0,55	0,57	0,61	0,53	0,54	0,55	0,22	0,15	0,16	0,08

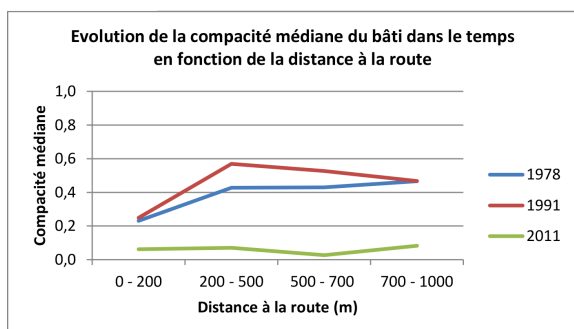
ANNEXE 3 b : Indice de compacité en fonction de l'éloignement à la route pour chaque année, en paysage ouvert

Indices de compacité par catégorie en fonction du temps et de la distance à la route pour un paysage fermé

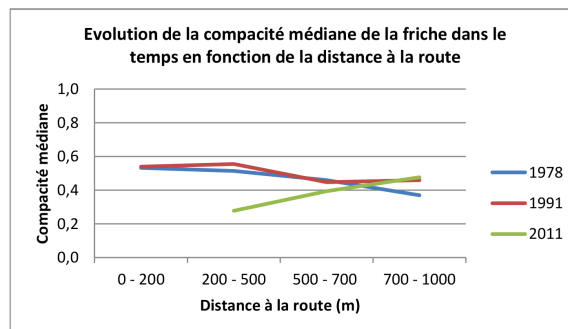
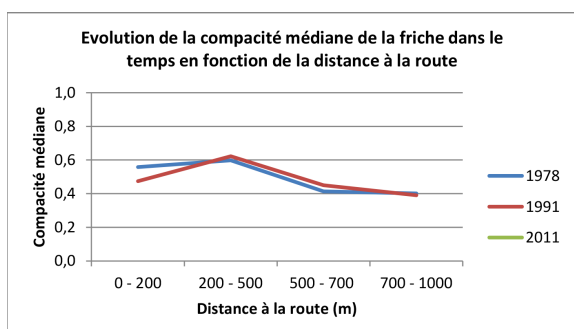
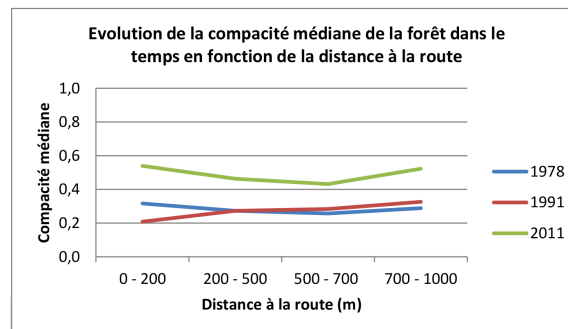
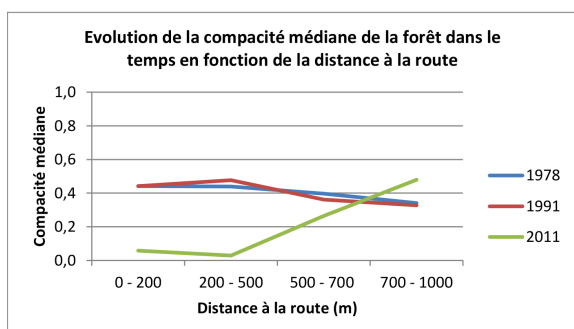
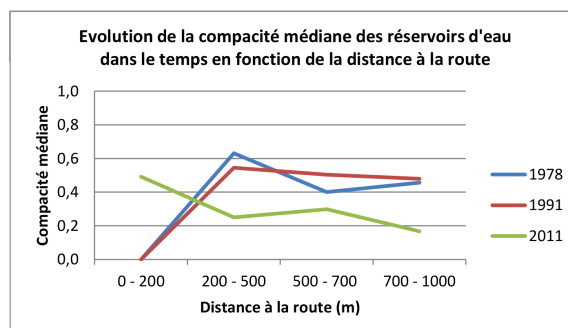
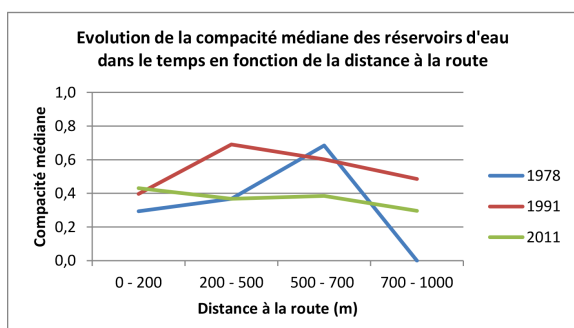
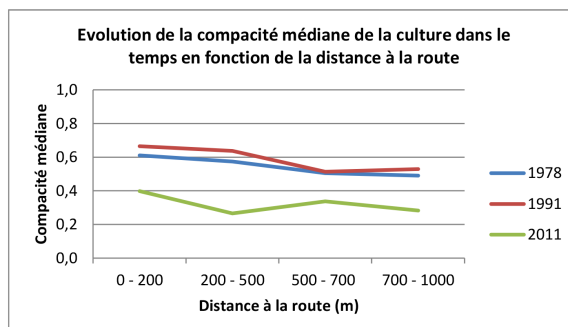
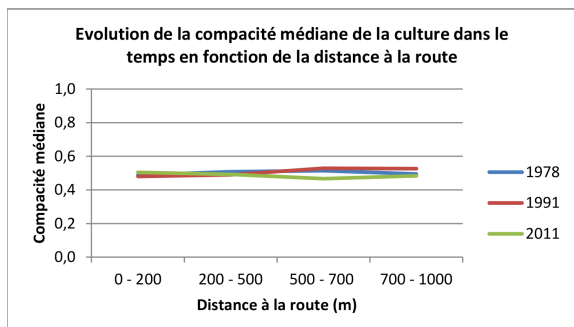
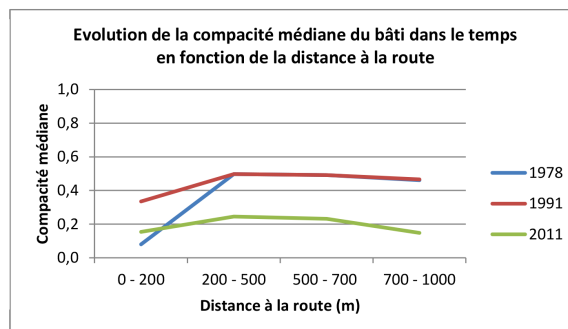
	1978				1991				2011			
Bâti	Paysage fermé				Paysage fermé				Paysage fermé			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	11,00	23,00	12,00	12,00	11,00	23,00	12,00	14,00	30,00	102,00	42,00	23,00
Minimum	0,01	0,00	0,03	0,11	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	0,74	0,84	0,70	0,74	0,75	0,86	0,71	0,74	0,78	0,78	0,72	0,53
Médiane	0,08	0,50	0,49	0,46	0,34	0,50	0,49	0,47	0,15	0,25	0,23	0,15
Culture	Paysage fermé				Paysage fermé				Paysage fermé			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	22	49	42	48	22	41	39	45	29	73	79	65
Minimum	0,00	0,02	0,08	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Maximum	0,76	0,80	0,76	0,75	0,82	0,83	0,80	0,85	0,81	0,81	0,80	0,82
Médiane	0,61	0,57	0,51	0,49	0,66	0,64	0,51	0,53	0,40	0,27	0,34	0,28
Eau	Paysage fermé				Paysage fermé				Paysage fermé			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	0	3	7	11	0	2	6	10	36	41	42	54
Minimum		0,06	0,25	0,02		0,46	0,29	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00
Maximum		0,76	0,71	0,66		0,63	0,71	0,66	0,94	0,93	0,90	0,73
Médiane	0	0,63	0,40	0,46	0	0,55	0,50	0,48	0,49	0,25	0,30	0,17
Forêt	Paysage fermé				Paysage fermé				Paysage fermé			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	28	45	28	52	25	39	27	46	37	59	67	69
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,09	0,07	0,03
Maximum	0,83	0,81	0,83	0,75	0,83	0,76	0,83	0,75	0,79	0,85	0,80	0,88
Médiane	0,32	0,27	0,26	0,29	0,21	0,27	0,28	0,33	0,54	0,46	0,43	0,52
Friche	Paysage fermé				Paysage fermé				Paysage fermé			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	10	20	14	9	6	15	10	7		2	2	3
Minimum	0,28	0,25	0,15	0,26	0,46	0,02	0,08	0,26		0,15	0,32	0,12
Maximum	0,71	0,79	0,73	0,69	0,58	0,79	0,72	0,66		0,41	0,47	0,60
Médiane	0,53	0,51	0,46	0,37	0,54	0,56	0,45	0,46		0,28	0,39	0,48
Maïs	Paysage fermé				Paysage fermé				Paysage fermé			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	Aucune observation						1	1	7	8	10	10
Minimum									0,02	0,02	0,10	0,05
Maximum									0,76	0,75	0,65	0,68
Médiane									0,67	0,52	0,53	0,32
Plantation d'arbres	Paysage fermé				Paysage fermé				Paysage fermé			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	2	8	5	3	4	14	10	10	2	1	14	13
Minimum	0,32	0,02	0,18	0,42	0,37	0,00	0,19	0,09	0,05		0,00	0,06
Maximum	0,72	0,74	0,76	0,60	0,75	0,80	0,76	0,70	0,33		0,87	0,59
Médiane	0,52	0,38	0,74	0,59	0,52	0,45	0,46	0,55	0,19	0,72	0,34	0,40
Prairie	Paysage fermé				Paysage fermé				Paysage fermé			
Dist. à la route (m)	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	0 - 200	200 - 500	500 - 700	700 - 1000
Nb. d'observations	49	107	99	117	45	102	82	84	36	60	46	55
Minimum	0,06	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00
Maximum	0,82	0,84	0,81	0,84	0,80	0,83	0,81	0,80	0,75	0,72	0,79	0,77
Médiane	0,60	0,56	0,53	0,58	0,58	0,54	0,51	0,57	0,23	0,33	0,27	0,31

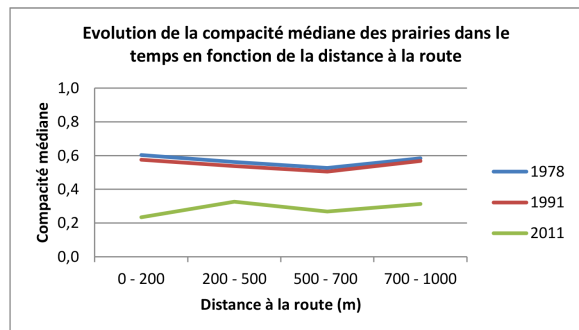
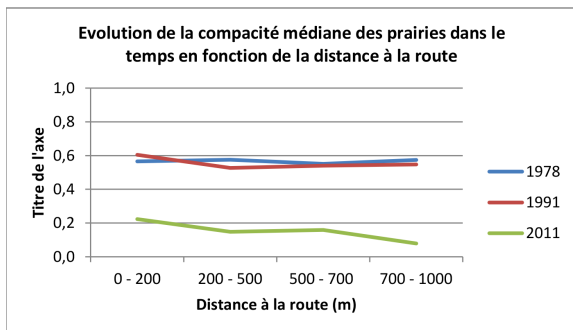
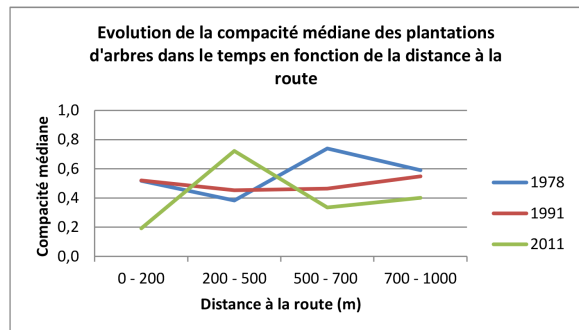
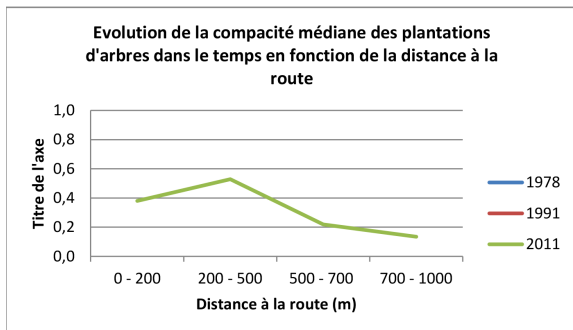
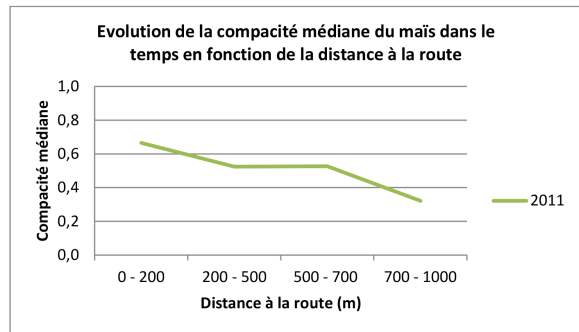
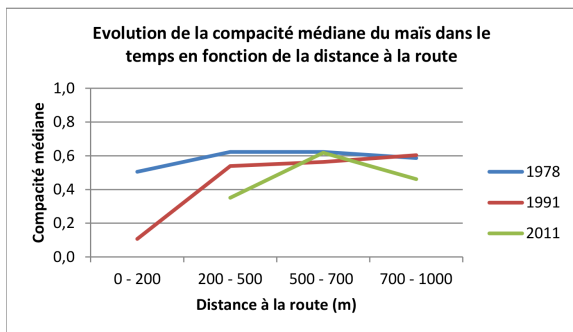
ANNEXE 3 c : Indice de compacité, graphiques récapitulatifs

Paysage ouvert



Paysage fermé





TABLES DES ANNEXES

Annexe 1 : Méthode de géoréférencement de Manon Druet

Annexe 2 : Compacité par catégorie d'OS dans le temps

Annexe 3 a : Indice de compacité en fonction de l'éloignement à la route pour chaque année, en paysage ouvert

Annexe 3 b : Indice de compacité en fonction de l'éloignement à la route pour chaque année, en paysage ouvert

Annexe 3 c : Indice de compacité, graphiques récapitulatifs

Département Aménagement
35 allée Ferdinand de Lesseps
BP 30553
37205 TOURS cedex 3

CITERES

UMR 6173
*Cités, Territoires,
Environnement et
Sociétés*

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement,
Paysage,
Environnement

**Directeur de recherche :
Di Pietro Francesca**

**Arcé Marilou
Picou Sophie
Projet de Fin d'Etudes
DA5
2013 - 2014**

Interaction routes-paysage : Intégration des routes dans le paysage au cours du temps

Résumé :

Les routes sont généralement perçues comme un élément destructeur de la biodiversité. Mais dans certains paysages, comme celui étudié dans ce projet de fin d'études, il est aujourd'hui, rare de trouver des prairies ou des bandes enherbées, éléments essentielles au développement et au maintien de la biodiversité dans nos paysages. La question générale que l'on se pose dans le cadre du projet IRMA est, est-ce que finalement, grâce à ses bords de routes enherbés, la route ne peut pas jouer un rôle important de corridors écologiques ?

Ce projet de fin d'études va donc permettre de montrer ou non s'il y a effectivement une relation entre la route et le paysage environnant. Pour cela, nos recherches vont se baser d'une part sur l'évolution du paysage au cours du temps, de 1978 à 2011, et d'autre part sur la relation entre cette évolution et la présence de la route afin de savoir si la relation routes-paysage existe réellement au cours du temps.

Au final, la répartition des catégories de l'occupation du sol au cours du temps et en fonction de la distance à la route dans un paysage ouvert ainsi que l'équitabilité de la répartition de ces catégories dans un paysage fermé ont confirmé la présence d'une relation routes-paysage. A contrario, d'autres éléments tels que la diversité et la compacité ne confirment pas toujours cette hypothèse.

Mots Clés : Interaction, route, paysage, corridor, habitat, fragmentation, compacité, équitabilité, diversité