



HAL
open science

Analyse spatiale et paysages

Jean-Louis Yengué, Francesca Di Pietro, Sylvie Servain, Laura Verdelli

► **To cite this version:**

Jean-Louis Yengué, Francesca Di Pietro, Sylvie Servain, Laura Verdelli. Analyse spatiale et paysages. UMR CITERES. 2008. hal-04210904

HAL Id: hal-04210904

<https://hal.science/hal-04210904>

Submitted on 19 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Espaces
habités,
Espaces
Anticipés

EhEA

Rapport de recherche UMR CNRS 6173 Cités territoires environnement et sociétés (CITERES) - Agence Nationale de la Recherche (ANR), Mai 2008.

Analyse
spatiale et
paysages

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
EHEA – « ESPACES HABITES, ESPACES ANTICIPES »	3
1. INTRODUCTION	3
1.1. OBJECTIFS	3
1.2. CHOIX DES SITES ETUDIES.....	4
1.3. 1.3. PRESENTATION DU SITE DE L'OLIVET	7
1.4. PRESENTATION DU SITE DE VERNOU.....	7
2. METHODOLOGIE ET MISE EN ŒUVRE DU PROJET SIG SUR LES DEUX SITES	8
2.1. STRUCTURATION DU SIG.....	9
2.1.1. Site de l'Olivet.....	9
2.1.2. Site de Vernou.....	12
2.2. CONSTRUCTION DU SIG.....	12
2.2.1. Intégration des photographies aériennes.....	13
2.2.2. Photo-interprétation : caractéristiques physiques et biologiques des espaces étudiés	14
2.2.3. Intégration des autres données.....	15
3. EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL SUR LE SITE DE VERNOU-SUR-BRENNE . ETUDE DIACHRONIQUE DES QUATRE ANNEES 1956, 1972, 1991 ET 2001	16
3.1. LES ANALYSES « AVANT-APRES »	16
3.2. L'ANALYSE DES MODIFICATIONS	25
3.2.1. Années 1956-1972	26
3.2.2. Années 1972-1991	31
3.2.3. Années 1991-2001	34
3.3. SYNTHÈSE : CINQUANTE ANS D'ÉVOLUTION, VERS UNE FERMETURE DES PAYSAGES	38
3.3.1. Un net recul des terres agricoles.....	39
3.3.2. Un reboisement très marqué.....	40
3.3.3. Une progression de l'urbanisation.....	40
3.4. PAYSAGE DES ZONES INONDABLES : ENTRE DÉVELOPPEMENT ET PROTECTION	40
3.4.1. Contraintes et protections liées à l'inondabilité.....	41
3.4.2. Caractérisation de l'urbanisation et de la contrainte liée à l'inondabilité	44
3.4.3. Quelle évolution de l'urbanisation des zones inondables depuis 30 ans?.....	45
3.4.4. Planification urbaine: une limitation de l'urbanisation future des zones inondables.....	46
3.4.5. Éléments de réflexion.....	48
4. PAYSAGE, OCCUPATION DU SOL ET BIODIVERSITE SUR LE SITE DE L'OLIVET	49
4.1. EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL DEPUIS LES ANNEES 50 A QUATRE DATES : 1950-1972-1981-2002	49
4.1.1. L'évolution pas à pas.....	49
4.1.2. Que deviennent les espaces qui changent d'occupation du sol ?	53
4.2. LES ECHELLES PERTINENTES POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT EN MILIEU AGRICOLE.....	67
4.2.1. Problématique	67
4.2.2. Les exploitations agricoles à l'épreuve de la biodiversité.....	68
4.2.3. Analyse des rotations parcellaires.....	68
4.2.4. Analyse des bordures de champ.....	73
4.3. CONCLUSION.....	74
5. CONCLUSION : PERTINENCE DU SIG DANS L'ETUDE DES PAYSAGES	75

EhEA – « Espaces habités, espaces anticipés »

Module 4 : Analyse spatiale et paysages

Coordinateur du projet : Thibault Serge (Professeur, UMR CITERES)

Chercheurs : Yengué Jean-Louis (Maître de conférences à l'Université de Tours, UMR CITERES), Di Pietro Francesca, (Maître de conférences à l'Université de Tours, UMR CITERES), Servain-Courant Sylvie (Maître de conférences à l'ENSNP, UMR CITERES) ; Verdelli Laura (Doctorante, UMR CITERES).

1. INTRODUCTION

Le travail d'anticipation mené par les professionnels, et non plus par l'individu, sur la structuration de l'espace habité et utilisé mobilise des outils, savoir-faire et connaissances. Par leurs capacités de représentation de l'existant et d'analyse spatiale, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) s'inscrivent dans le cadre des outils du projet territorial. D'abord conçu comme outil de gestion, le SIG se positionne maintenant en outre au niveau de l'analyse et du décisionnel à différentes échelles territoriales. Au-delà de la connaissance générale du territoire, le SIG permet des études et recherches pointues sur des points sensibles particuliers, études nécessaires à la compréhension de l'évolution générale du territoire, et qui pourront alimenter la réflexion au niveau prospectif et décisionnel. C'est l'un des objectifs de la partie "**Usages et paysages**", qui cherchera à évaluer la pertinence de cet outil pour comprendre le Paysage en termes de fonctionnement et de structuration.

1.1. Objectifs

L'objectif de ce module "Analyse spatiale et paysage" (analyse de la co-évolution de structures paysagères et des usages de l'espace) est d'évaluer la capacité de l'analyse spatiale à qualifier en termes de densité et de diversité, tant pour leurs dimensions urbaines que naturelles, l'évolution de l'occupation des espaces à l'échelle locale. Partant de l'hypothèse d'une co-évolution qui associe les structures spatiales et paysagères aux pratiques et aux usages qui se développent en leur sein, ce module cherche à évaluer le rapport entre diversité et densité des usages, d'une part, complexité et diversité des structures paysagères et spatiales, d'autre part, par l'usage d'outils permettant de représenter les informations spatialisées. Les usages, et tout particulièrement les usages agricoles et urbains, sont considérés comme un facteur primaire de production de paysages et de biodiversité. L'articulation entre différents usages de l'espace, source de conflits d'usages, est abordée en termes de co-production du paysage.

Le paysage, contexte de l'Habiter, sera au cœur de nos réflexions. Nous le considérons comme un système qui articule des éléments spatiaux de nature différente et ayant des caractéristiques d'autorégulation. Ce système peut être décomposé en deux entités en interaction : d'une part l'objet géographique toujours spatialisé, d'autre part le regard porté sur cet objet. Seule la première entité sera traitée par la suite, c'est-à-dire les éléments localisables dans l'espace matériel.

Ce paysage-objet sera étudié grâce aux SIG (Systèmes d'Information Géographique). L'objectif de ce travail est de mettre en évidence l'intérêt et les limites des SIG pour la compréhension des paysages et de leur évolution passée et future (anticipation). Cette évaluation des SIG sera menée à partir de deux approches différentes, l'une issue de la géographie et l'autre de l'écologie du paysage.

Du premier point de vue, dans la panoplie des procédures qu'offre le SIG, nous avons particulièrement privilégié l'analyse spatiale, la plus pertinente à notre sens pour faire ressortir les interactions entre les différents éléments du paysage.

L'approche développée en écologie du paysage, pour le site de l'Olivet, est basée sur une analyse:

- (i) de l'évolution des éléments fixes et changeants du paysage et de leur articulation, au cours des dernières décennies (depuis les années 70),
- (ii) de leur articulation spatiale actuelle.

Dans ce volet nous testerons en outre la validité actuelle de la notion de terroir et estimerons l'impact réciproque des caractéristiques du milieu d'une part, et des structures spatiales des exploitations agricoles d'autre part, sur la structuration actuelle du paysage et sur l'organisation de la biodiversité (la composition botanique des bordures de champs sera utilisée comme indicateur de biodiversité). Cette dernière démarche, qui tente de mesurer les effets de l'organisation spatiale sur le vivant, s'inscrit pleinement dans la tradition de l'écologie du paysage¹.

L'étude des relations entre usages et structures paysagères sera menée en trois étapes:

1. Analyse de la structure du paysage et de son évolution sur les trente ou cinquante dernières années (images aériennes, SIG)
2. Analyse spatialisée de l'occupation du sol et de son évolution (informations statistiques, SIG)
3. L'évaluation de la méthodologie utilisée pour analyser le rapport entre densité, diversité des pratiques et usages et complexité de l'espace. Cette dernière partie sera menée en association avec le module traitant pour le corridor fluvial de la relation entre expérimentation et appropriation.

1.2. Choix des sites étudiés

Les corridors fluviaux sont un élément structurant des paysages européens ; leur gestion fait l'objet de recherches croissantes, portant sur la relation entre usages, pratiques et paysages. L'étude du rapport entre usages et structures paysagères est menée sur des sites appartenant au bassin-versant de la Loire. Ce choix permet aux membres de ce module de s'appuyer sur tout un ensemble de recherches qu'ils ont menées depuis six années, dernièrement dans le cadre de la Zone Atelier Loire (ZAL, PEVS-CNRS) et dans plusieurs contrats de recherche (avec la DIREN Centre, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, etc.). Plus particulièrement deux zones test ont été choisies : le site de l'Olivet et celui de Vernou-sur-Brenne.

Le premier est représentatif des zones rurales, structurées par des cours d'eau de taille moyenne à petite, dans lesquels l'échelle d'observation pertinente pour évaluer les dynamiques paysagères et écologiques est principalement celle du bassin-versant (l'Indrois- amont dans ce cas).

Le deuxième est représentatif des zones périurbaines, structurées par des cours d'eau de taille moyenne à grande, dans lesquels l'échelle d'observation pertinente pour évaluer les dynamiques Les corridors fluviaux sont un élément structurant des paysages européens ; leur gestion fait l'objet de recherches

¹ Françoise Burel et Jacques Baudry, *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications* ; Paris, TEC & DOC, 1999, 362 p.

croissantes, portant sur la relation entre usages, pratiques et paysages. L'étude du rapport entre usages et structures paysagères est menée sur des sites appartenant au bassin-versant de la Loire. Ce choix permet aux membres de ce module de s'appuyer sur tout un ensemble de recherches qu'ils ont mené depuis six années, dernièrement dans le cadre de la Zone Atelier Loire (ZAL, PEVS-CNRS) et dans plusieurs contrats de recherche (avec la DIREN Centre, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, etc.). Plus particulièrement deux zones test ont été choisies : le site de l'Olivet et celui de Vernou-sur-Brenne.

Le premier est représentatif des zones rurales, structurées par des cours d'eau de taille moyenne à petite, dans lesquels l'échelle d'observation pertinente pour évaluer les dynamiques paysagères et écologiques est principalement celle du bassin-versant (l'Indrois- amont dans ce cas).

Le deuxième est représentatif des zones péri-urbaines, structurées par des cours d'eau de taille moyenne à grande, dans lesquels l'échelle d'observation pertinente pour évaluer les dynamiques paysagères et écologiques est principalement celle du corridor fluvial (la Loire dans ce cas) (Tableau 1 et Figure 1).

	Grands fleuves = effet corridor Loire	Petits cours d'eau = bassin-versant Olivet
Zone péri-urbaine	Site de Vernou	
Zone rurale		Site de l'Olivet

Tableau 1. Choix des sites étudiés

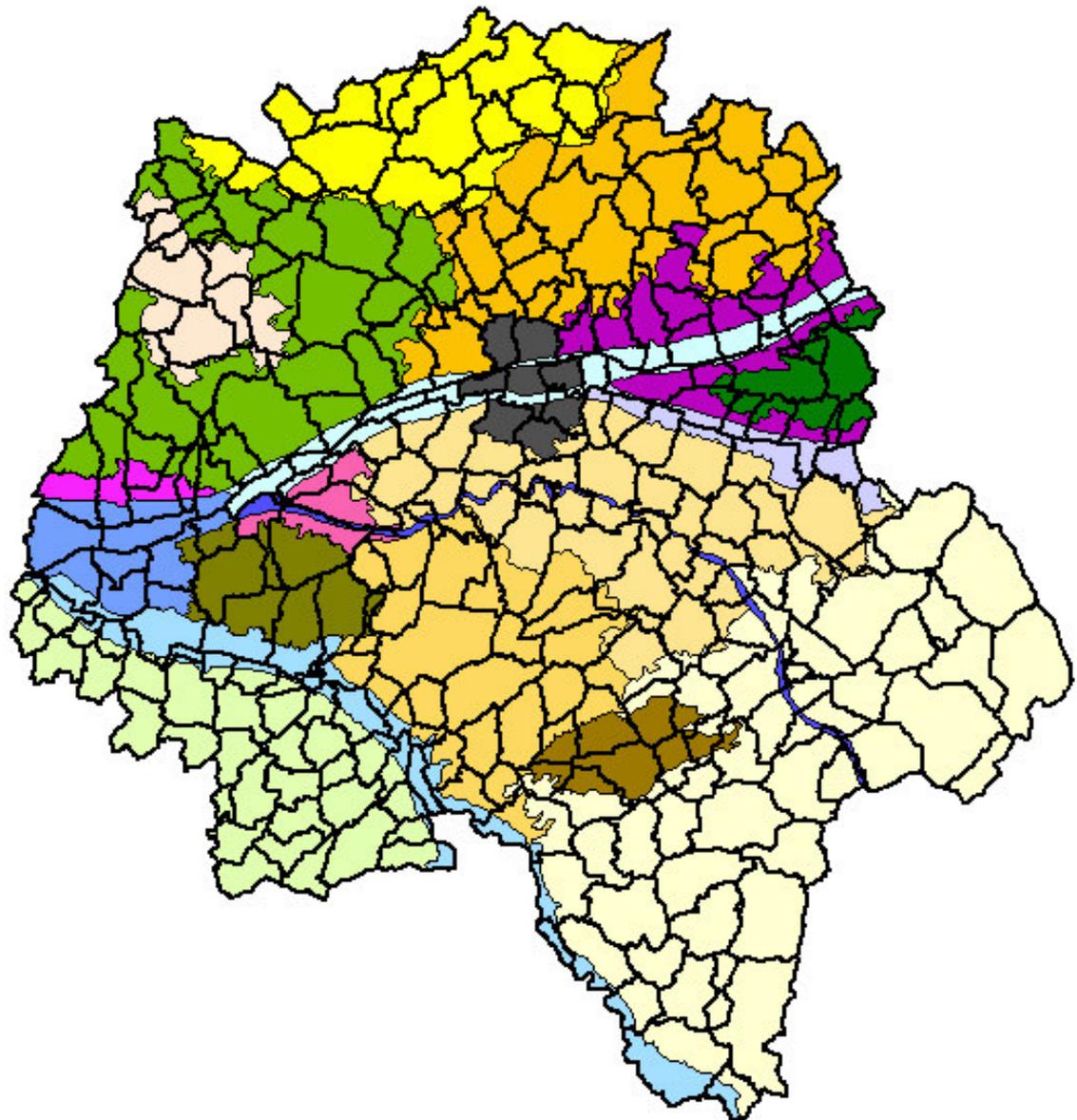


Figure 1. Carte des territoires DGEAF (document de gestion de l'espace agricole et forestier) et des communes d'Indre-et-Loire

Source : DDAF 37, modifié CARREAU, 2007

- Bassin de Savigné
- Boutonnière de Ligueil
- Confluence Loire-Vienne
- Coteaux du Ridellois
- Coteaux viticoles de Bourgueil et Saint-Nicolas-de-Bourgueil
- Coteaux viticoles de Vouvray, de Montlouis, d'Amboise et du Cher
- Forêt d'Amboise
- Forêt de Chinon et landes du Ruchard
- Forêts et gâtines du nord-ouest tourangeau
- Gâtines de Loches, de Montrésor et de la Touraine du sud
- Gâtine du nord
- Gâtines tourangelles
- Noyau urbain de Tours
- Plaines alluviales et terrasses de la Vienne et de la Creuse
- Plateau de Sainte-Maure
- Plateaux de Champagne et de "fausse Champagne"
- Plateaux et collines du Richelais et de la rive gauche de la Vienne
- Vallée de l'Indre
- Vallée et coteaux sud du Cher
- Vallée et terrasses de la Loire

1.3.

1.3. Présentation du site de l'Olivet

Situé au Sud-Est de la Touraine et représentatif des Gâtines, ces terres "gâtées", boisées et traditionnellement vouées aux prairies, ce site est constitué de vallons en très faible pente (généralement inférieure à 5 %) formés par des ruisseaux sillonnant de petits plateaux aux sols limono-argileux à silex, battants, hydromorphes à tendance acide, ayant connu plusieurs plans de drainage et de recalification entre les années soixante et quatre-vingt.

Le paysage actuel est caractérisé par une matrice de terres labourables parsemée de taches boisées de dimension variable, plus étendues en tête de bassin et plus réduites sur le plateau et également en fond de vallon, où elles constituent souvent, avec les peupleraies et la ripisylve, des continuités boisées; des haies résiduelles témoignent de l'ancien réseau bocager. Les exploitations agricoles sont essentiellement céréalières, avec quelques exploitations laitières toutefois.

Nous avons travaillé plus particulièrement dans un petit espace (36 km², dont environ la moitié de SAU), caractérisé par une certaine diversité paysagère (fond de vallons plus boisés et plateaux plus ouverts) et agricole (1/3 d'exploitations laitières et 2/3 céréalières): le bassin de l'Aubrière, sur le plateau de Montrésor. Formé par un ensemble de quatre ruisseaux débouchant dans la rivière Olivet par un exutoire commun, le bassin de l'Aubrière constitue la partie amont du bassin-versant de l'Olivet et est presque entièrement situé sur la commune d'Orbigny (Indre-et-Loire).

1.4. Présentation du site de Vernou

Il s'agit d'une portion de la vallée de la Loire d'environ 4 km à l'Est de Tours (Indre-et-Loire) dans les communes de Vernou-sur-Brenne, Noizay, et Vouvray en rive Nord et de Montlouis sur Loire en rive Sud. Le paysage est peu urbanisé mais fortement anthropisé du fait des activités agricoles présentes : terres labourables dans les vals, prairies humides à proximité de la Cisse et la Brenne, viticulture sur le plateau. Tous ces éléments s'organisent en unités et s'imbriquent pour former une mosaïque où le végétal domine : forêt alluviale des îles, haies et peupleraie de la Cisse, cultures et prairies.

2. Méthodologie et mise en œuvre du projet SIG sur les deux sites

Du fait de d'étude diachronique, il est primordial de veiller à une comparabilité des informations entre les différentes dates. Nous avons donc décomposé le paysage en cinq "grands thèmes" (niveau 1), composés de "thèmes" (niveau 2), eux même constitués de "sous thèmes" (niveau 3) (Tableau 2).

GRANDS THEMES	THEMES	SOUS THEMES
Territoires agricoles	<u>Terres labourables</u>	Typologie des cultures (céréales, légumes secs, fourrages etc.)
	Cultures permanentes	Typologie (vigne, verger, etc.)
	Prairies	Typologie des prairies (T. Cornier, 1996)
Formations boisées	Forêts de bois dur	Typologie
	Forêts de bois tendre	Typologie
	Formations complexes	Typologie
	Peupleraies et arboriculture	Typologie
	Friches arbustives	Typologie
Espaces « naturels »	Friches herbacées	Typologie
	Surfaces sableuses	Humides, Sèches
Surfaces en eau	Cours d'eau	Typologie
	Plans d'eau	Typologie
Territoires urbanisés	Tissu urbain continu	Typologie
	Tissu urbain discontinu	Typologie
	Espaces verts	Typologie
	Zones d'extraction de matériaux	Typologie
	Couloir ferroviaire	Typologie

Tableau 2. Structuration du SIG

Il en résulte donc une structure pyramidale qui facilitera la comparaison entre les différentes années. Ce découpage permet de s'intéresser à trois types d'éléments : les éléments fixes, stables sur plusieurs décennies (les bois par exemples), les éléments semi changeants (terres labourables Vs prairies) et les éléments changeants, c'est-à-dire des rotations des cultures. Le dernier aspect, qui demande un suivi annuel constant et rigoureux ne sera mené que sur le site de l'Olivet, dont l'évolution de la structure paysagère a fait l'objet d'un travail de recherche mené dans le cadre de la ZAL (voir articles cités dans le chapitre 4).

2.1. Structuration du SIG

La structure du SIG est calquée sur cette organisation pyramidale. Nous avons fait des "Grands Thèmes" des couches d'informations, composées de champs ("Thèmes"). Les valeurs possibles que peuvent contenir ces champs correspondent aux "Sous Thèmes". Les "Sous Thèmes" peuvent également être décomposés. Il suffit d'y associer une nouvelle Couche. La structure pyramidale peut ainsi se reproduire à l'infinie. Mais la multiplication des étages rend d'autant plus complexe le croisement des informations entre les différentes années. Des champs supplémentaires, alimentés automatiquement notamment par la "calculatrice" du logiciel, ont été rajoutés pour quantifier les dynamiques. C'est le cas des superficies et des périmètres de chaque objet.

Nous avons créé deux couches supplémentaires, identiques à toutes les années d'étude, qui ne servent pas directement à l'étude diachronique, mais qui seront d'une grande utilité pour les analyses spatiales. Il s'agit de la Couche "Commune", qui retrace le découpage communal, et "Topographie" qui identifie les grandes unités topographiques (plateau, plaine, lit endigué, talus). Enfin, en guise d'éléments de localisation, nous avons construit une couche "route". Elle aussi sera commune à toutes les années. Nous avons choisi de ne pas travailler sur les dynamiques des infrastructures routières (élargissement, passage d'un chemin de terre à une route asphaltée, augmentation de la fréquentation, etc.). Cette problématique, marginale dans nos objectifs, demande un effort supplémentaire (notamment dans la quête des informations) qui ralentirait grandement l'avancement du travail. Mais ce travail peut être fait ultérieurement et se greffer au SIG construit.

Au final, le SIG est composé de huit Couches. Il est plus juste de parler de SIG au pluriel car, pour chaque année, le système se suffit à lui même. Nous avons alimenté les différentes tables du SIG par photo interprétation. La photographie aérienne constitue la plus ancienne technique d'acquisition de l'information à distance. La réalisation d'une étude diachronique, par le biais de photographies aériennes, permet de cerner une dimension spatio-temporelle très précise, telle que la progression du front d'urbanisation, la disparition des prairies ou encore la régression des vignobles. Pour suivre l'évolution de l'occupation du sol, nous avons choisi la méthode diachronique, à partir des photos aériennes réalisées par l'IGN. L'objectif est l'étude diachronique des usages et des paysages à partir des années 1950. Le pas temporel choisi est d'une quinzaine d'année depuis les premières photographies aériennes des zones considérées, soit 1956, 1972, 1991, 2004 environ avec des spécificités pour chaque site dues en partie à la disponibilité des données.

2.1.1. Site de l'Olivet

Pour le site de l'Olivet, une cinquantaine de photos aériennes réalisées par l'IGN ont été numérisées. Elles appartiennent aux missions effectuées en 1950, 1972, 1981 et 2002, sur la commune d'Orbigny (Tableau 3). Les données disponibles et recherchées sont décrites dans les Tableaux 4 et 5.

Année	Mission	Emulsion	Couverture	Echelle	Date de prise de vue
1950	F 1723-2023	Noir et Blanc	4420*3120 m	1/26000	13/05/50
1972	FR 2265	Noir et Blanc	5750*5750 m	1/25000	15/07/72
1981	IFN 37	Noir et Blanc	4600*4600 m	1/20000	28/07/81
2002	FD 37-41	Couleur	5700*5700 m	1/25000	22/07/02

Tableau 3. Caractéristiques des photos aériennes utilisées (Source : <http://www.ign.fr>)

Nature des documents	Sources actuelles (20 ^{ème} siècle)
Photographies aériennes	Missions suivantes: 1972, 1981, 1997 (format papier); mission de 2002 (orthophotos)
Cartes	Carte topographique IGN au 1/25 000
Données spécifiques sur l'occupation du sol	Rotations parcellaires (12 types identifiés) sur 200 parcelles environ (sources: enquêtes en exploitation; données modélisées sur 10 ans, comme illustré dans Thenail et al., 2004)
Cadastre	Cadastre actuel
Ecrits	Travaux d'étudiants: mémoires de maîtrise, rapports... "Littérature grise": rapports de projets de recherche Articles dans les revues scientifiques

Tableau 4. Inventaire des données disponibles sur le site de l'Olivet

Pérennité (1) \ forme	Éléments linéaires	Éléments surfaciques	
Éléments fixes du paysage	Haies	Bois à dominante de feuillus	
	Ripisylve	Bois à dominante de résineux	
	Bordures de champs	Peupleraies	
		Occupation du sol agricole	Cultures annuelles: céréales d'hiver
			Cultures annuelles: céréales de printemps
			Cultures annuelles: oléagineux
			Cultures annuelles: autres
			Prairies temporaires
			Prairies permanentes
			Jachères
Éléments "changeants" du paysage			

Tableau 5. Site de l'Olivet. Choix des informations recherchées: les éléments du paysage

La pérennité de ces éléments est ici entendue à l'échelle saisonnière (intra-annuelle).

A ces éléments nous ajouterons, en fond de carte, les éléments bâtis, le réseau hydrographique et les limites du bassin-versant.

Ces éléments sont intégrés dans un SIG, chaque élément étant représenté sur une couche d'information.

2.1.2. Site de Vernou

Si l'analyse de l'évolution du sol depuis 50 ans s'appuie sur l'exploitation de photographies aériennes (Tableau 6), il va sans dire qu'elle intègre d'autres sources de données comme les statistiques (Recensement Général de l'Agriculture), le cadastre, des cartes d'inventaire (CORINE Land Cover, carte géologique....) ou des relevés sur le terrain.

Photographies aériennes	Nom de la mission	Représentation	Couverture	Echelle	Date de prise de vue
1956		Noir et Blanc			
1972	FR 2265	Noir et Blanc	5750*5750 m	1/25000	15/07/72
1991	FD 37-41 P	Noir et Blanc	6900*6900 m	1/30000	25/08/91
2001	FR 9077	Couleur	2875*2875 m	1/12500	30/07/01

Tableau 6. Caractéristiques des photos aériennes utilisées pour le site de Vernou (Source : <http://www.ign.fr>)

Nature des documents	Sources actuelles (20 ^{ème} siècle)
Cartes	Carte topographique IGN au 1/25 000
Cadastre	Cadastre actuel
Iconographie	Photographies Cartes postales
Photographies aériennes	Photographies aériennes IGN et service de navigation de la DDE
Ecrits	Ouvrages Articles dans les revues scientifiques Thèses de doctorat, mémoire de Maîtrise, rapports...

Tableau 7. Inventaire des données disponibles sur le site de Vernou

La base de données comprend aussi le zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation. L'inondabilité est un facteur limitant pour l'urbanisation et va donc jouer un rôle important dans le développement du val de Loire.

Les zonages des documents d'urbanisme de Montlouis-sur-Loire, Vernou-sur-Brenne et Vouvray ont aussi été intégrés afin de prendre en compte les projets des communes.

Parallèlement, une recherche bibliographique est menée qui porte sur la vallée de la Loire en Indre-et-Loire. Les références des ouvrages, rapports et mémoires ayant un lien thématique avec la géomorphologie fluviale, les activités anthropiques, le patrimoine faunistique et floristique et les paysages du corridor ligérien de ce secteur, depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, ont ainsi été regroupés.

La constitution de cette base de données se poursuit, complétée notamment par des références d'articles scientifiques et des ouvrages plus généraux.

2.2. Construction du SIG

Le traitement des photographies aériennes de l'IGN consiste à manipuler les photographies aériennes, de la phase "scannérisation" à la phase "redressement". Chaque cliché a donc été scanné au même format ".JPG", puis importé sous "ArcView 9.1". On obtient alors un fichier raster.

Pour répondre aux objectifs thématiques, nous avons fixés comme échelle de restitution le 1/5000ème. En effet, à terme, ce SIG sera un outil d'aide à la décision, il se doit donc d'être relativement précis. Le SIG est alimenté par l'analyse des photographies aériennes multidates. La difficulté est de rendre superposables des photos d'échelles différentes et prises à des altitudes et avec du matériel photographique singuliers. Les techniques de prises de vues ont en effet relativement évoluées depuis cinquante ans. Au final, nous avons des séries de photos aux déformations importantes et non comparables en l'état. Il est donc indispensable de les géoréférencer dans le système de projection identique pour que les données soient parfaitement superposables. De cette opération dépendra la qualité de l'étude et la pertinence des résultats. Nous avons donc mis au point une démarche dans ArcView 9.1 pour satisfaire à ces exigences.

2.2.1. Intégration des photographies aériennes

- Géoréférencement des photos aériennes

Le géoréférencement de photographies aériennes correspond à l'action de redresser géométriquement une image dans un référentiel cartographique. C'est une étape primordiale si l'on veut réaliser une étude diachronique. Il s'agit de caler, sous ArcView 9.1, les photos aériennes sur le SCAN 25 IGN en utilisant le même système de projection (Lambert Zone 2 Etendu) et les mêmes unités (mètres). Ainsi, les documents seront repérables dans l'espace et auront les mêmes coordonnées.

Pour chaque photo nous avons travaillé sur le centre de la photo (suppression du 1/4 voir du 1/3 de la photo sur les rebords), en choisissant entre 40 et 60 amers non alignés par photo et le plus éloigné possible les uns des autres. Les coordonnées en Lambert Zone 2 Etendu (projection utilisée) de chaque point ont été identifiées sur des cartes IGN numériques (SCAN 25).

Ces amers sont composés d'éléments facilement identifiables. Pour les photos récentes (2002) cette condition suffit. Il s'agit alors de carrefours routiers, de ponts, de limites de parcelles boisées, etc. Pour les photos anciennes (1950), en plus d'être facilement identifiable, il faut que l'amer soit géographiquement assez stable. C'est le cas intersections routières précèdent les ponts, les ponts ferroviaires et les passages à niveau, les épis, les duits etc. (Yengué., 2003). Les autres éléments considérés en 2002 ne doivent être pris en compte ici qu'avec beaucoup de précautions. Dans tous les cas, sont à proscrire les contours des zones en eaux (berges, francs bords, etc.), les limites des parcelles agricoles, etc.

Les points de calages sont capturés selon une progression en spirale, des points potentiellement les moins déformés (centre de la photo, surface plane, etc.) vers les plus déformés (périphérie des clichés, rebord de coteaux, etc.). L'erreur EMQ (Erreur Moyenne Quadratique) est ainsi réduite (Yengué., 2003). Une transformation mathématique de premier ordre (affine) est utilisée pour déterminer l'emplacement correct des coordonnées géographiques pour chaque cellule du raster (Yengué., 2003).

- Digitalisation et alimentation de la base de données

Les différentes photos géoréférencées sont assemblées par année puis, les objets constitutifs du paysage identifiés plus haut sont digitalisés par photo interprétation. Ainsi, les tables attributaires de chaque couche sont renseignées au fur et à mesure de la digitalisation.

Pour respecter au mieux les critères de qualité (échelle de restitution au 1/5000 et marge d'erreur), une démarche a été définie.

En ce qui concerne les informations géographiques, c'est à dire la digitalisation, des règles sont fixées :

- La saisie de chaque vertex est faite au 1/3000, voire à des échelles plus grandes pour des objets plus petits. A l'échelle de restitution cela permet de minimiser le problème de limite engendré par la digitalisation.

- La distance minimale entre deux vertex était toujours inférieure à 5 mètres.

- Des règles de topologie ont été respectées (les différents objets ne doivent pas se superposer, l'inexistence de discontinuité, etc.).

Par ailleurs, le niveau 3 des tables attributaires n'a été complété que lorsque l'on était sûr du type d'occupation du sol identifié (YENGUE, 2003), ceci afin d'avoir une marge d'erreur convenable pour les documents finaux.

La digitalisation terminée, chaque variable représentée sous forme de polygone ou de ligne peut alors être qualifiée.

2.2.2. Photo-interprétation : caractéristiques physiques et biologiques des espaces étudiés

La méthode la plus couramment utilisée pour intégrer l'information des photographies aériennes dans les SIG consiste à réaliser une photo-interprétation manuelle des images, puis à intégrer celle-ci dans le SIG par numérisation.

Les clichés utilisés sont en noir et blanc, et les unités spatiales seront donc distinguées à partir des variations de textures et de tons (niveaux de gris).

Il faut être très attentif aux nuances de gris : chaque pixel est représenté par une teinte plus ou moins grisée en fonction du comportement spectral de l'objet dans les longueurs d'ondes du visible: la forêt sera en gris très foncé (activité chlorophyllienne), alors que les bâtis ou le réseau routier seront dans les tons gris plus clairs tirant vers le blanc (plus forte réflectance). L'humidité de la végétation joue un rôle important dans la nuance de gris). Par ailleurs, la date de prise de vue permet d'avoir une idée assez proche de la réalité de l'état actuel des formations végétales (prairies, cultures de blé ou de maïs, ...).

Comme vu précédemment, le site de Vernou-sur-Brenne mêle à la fois des zones urbaines, forestières et agricoles, organisées suivant le grand corridor fluvial qu'est la Loire. Ces différents ensembles composent des variables intéressantes à exploiter afin d'établir un bilan de l'évolution de l'occupation du sol depuis 1956 jusqu'à 2001.

Pour le site de l'Olivet, on retrouve les mêmes éléments constitutifs du paysage. Ainsi, pour évaluer les dynamiques paysagères et dans l'optique d'une étude diachronique comparative des deux sites, il est primordial de veiller à une comparabilité des informations entre les différentes dates et sites d'étude. La liste des variables étudiées et leur définition ont été complétées par les critères de photo-interprétation.

(i) Les zones

Les terres agricoles

Elles correspondent aux parcelles cultivées et/ou en friche. On y distingue les prairies des terres arables, ainsi que les vignes et les vergers. Les *terres cultivées* se différencient des prairies de par leur couleur gris clair, alors que les *prairies* ont des teintes plus foncées notamment dues au degré d'humidité de la végétation.

Les *vignes* quant à elles correspondent à des parcelles généralement allongées, constituées de rangs parallèles les uns aux autres, présentant de petites taches gris foncé, noir. Les *vergers* sont de forme plutôt carrée et d'aspect "moutonneux" comme les arbres. Leur teinte se trouve dans les gris foncés.

Les formations boisées

Les formations boisées sont facilement discernables sur les photos aériennes par leur couleur gris foncé voire quelquefois noir, et leur aspect "moutonneux".

Les espaces naturels

Les espaces naturels sont de couleur gris tirant vers le blanc. Ils correspondent aux *bancs de sable*. Les *friches herbacées* sont relativement plus foncées.

Les surfaces en eau

Les surfaces en eau se reconnaissent assez facilement par leurs formes arrondies et leur couleur noire, avec parfois quelques reflets. La Loire est facilement identifiable par la taille et les sinuosités de son lit.

Les zones urbanisées

Quantification du bâti et de toutes les structures construites (bâtiments, structures sportives, espaces verts), en bref, tout ce qui est représenté dans l'espace périurbain. Le bâti est reconnaissable sur les photos aériennes par de petits rectangles plus ou moins clairs.

(ii) Les éléments linéaires

Le réseau routier : variable « routes »

Les routes apparaissent sur les photos aériennes comme des ramifications de lignes gris clair ou blanches qui segmentent les éléments du paysage.

L'hydrographie : variable « ruisseaux »

Sur photos aériennes, les ruisseaux sont de fines lignes gris foncé, bordés généralement de formations boisées.

2.2.3. Intégration des autres données

Les zonages du PPRI et des documents d'urbanisme sont intégrés et géoréférencés.

3. Evolution de l'occupation du sol sur le site de Vernou-sur-Brenne . Etude diachronique des quatre années 1956, 1972, 1991 et 2001

Le SIG construit est composé de 4 modules autonomes. Les analyses réalisées consistent dans la comparaison des dates deux à deux (analyse « avant-après »²) qui est complétée par l'analyse des modifications en fonction des changements intervenus. Les données sont cartographiées pour chaque date ; les cartographies sont complétées par un calcul du pourcentage des thèmes à partir des données issues de la table attributaire ce qui permet une quantification de l'évolution.

Les données concernant le PPRI et les documents d'urbanisme vont permettre de réaliser une approche complémentaire du secteur inondable. Dans le val inondable, soumis au PPRI, l'évolution récente montre qu'il existe des spécificités qui doivent être prises en compte afin de comprendre les évolutions du paysage³

3.1. Les analyses « Avant-Après »

La comparaison de deux dates successives est la première étape de la réalisation d'une étude diachronique. Cela permet de définir quelles modifications sont intervenues durant chaque période (d'une durée de 20 à 30 ans). Pour cela les deux cartes sont comparées par unité topographique (plateau, val et lit endigué) et les informations collectées synthétisées dans un tableau.

Comparaison 1956-1972 (Figure 2)

Situés en limite de la zone d'étude, les plateaux se caractérisent par une polyculture stable de terres labourées et de vigne ; cette dernière domine largement. On y trouve également des secteurs urbanisés (Montlouis sur Loire, Vernou sur Brenne et Noizay). En 1972, leur développement s'est relativement étendu comparativement à 1956, faisant disparaître terres cultivées et vignes (extension est et ouest de Montlouis sur Loire).

Dans les plaines inondables, la vaste et large prairie qui occupait la dépression de la Cisse (située dans la plaine nord) en 1956 a régressé en 1972. Elle se retrouve majoritairement occupée par des terres labourées et quelques formations boisées peu denses. D'autre part, le parcellaire s'agrandit. La plaine sud a quant à elle peu évolué par rapport à 1956, restant occupée par des cultures de grands champs et une formation boisée qui s'est densifiée.

Le lit endigué. Très découpé par de multiples bancs de sable en 1956, l'écoulement de la Loire se concentre, en 1972, en un chenal unique. Associé à l'assèchement des bras secondaires, se développent des îles, colonisées par des formations boisées. En 1972, les bancs de sable sont également occupés par des formations boisées peu denses et des friches herbacées.

² Jean Louis YENGUE, Octobre 2003 "Application du SIG à l'étude des dynamiques paysagères. Le cas de la Loire moyenne", *Conférence francophone ESRI SIG 2003*, 2-3 octobre 2003 issy les Moulineaux.CDRom http://www.esrifrance.fr/actu/SIG2003/Communication/univtours/univtours_esri.htm

³ Verdelli, L., Serrano J., Servain-Courant S., Andrieu, D. (2005) - La résistance à l'urbanisation de communes du corridor fluvial de la Loire et leurs efforts pour la conservation des paysages (Indre-et-Loire, France), colloque « Les villes au défi du développement durable : Quelle maîtrise de l'étalement urbain et des ségrégations associées ? », actes du colloque International du 24-25 novembre, Sfax.

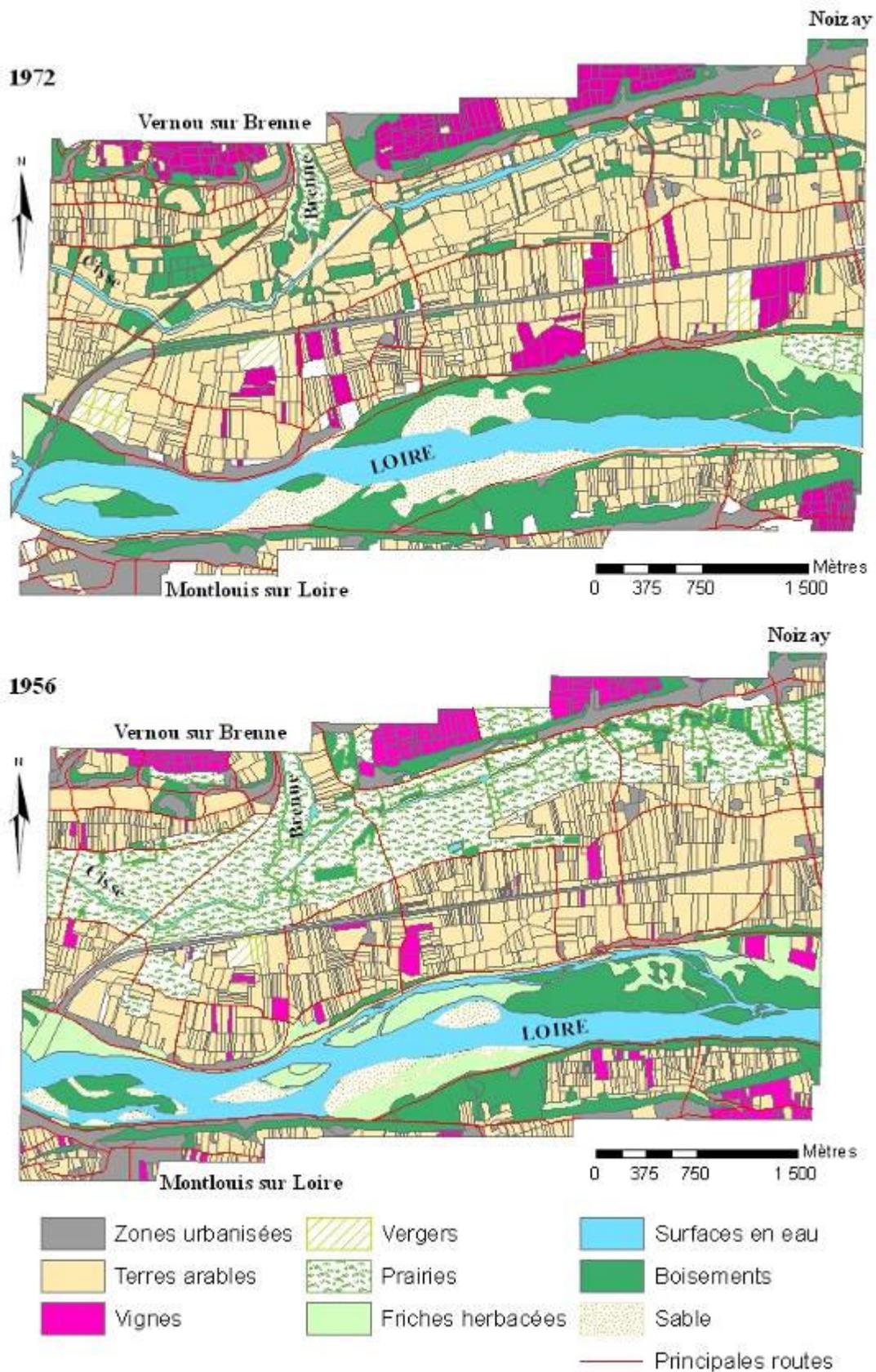


Figure 2. Occupation du sol en 1972 et en 1956 sur le site de Vernou-sur-Brenne

De 1956 à 1972, les proportions des différents types d'occupation du sol sont restées assez stables (Figure 3). A noter une légère augmentation des bois en 1972 (20% en 1972 contre 13% en 1956) ainsi qu'une diminution de la superficie des espaces naturels (9% en 1956 et 6% en 1972).

Les terres labourables qui représentaient 58% des terres agricoles en 1956, se sont étendues en 1972 puisqu'elles comptent pour plus de 80% de la surface des terres agricoles, Ceci au détriment des prairies (32% en 1956 contre 2% en 1972).

La superficie des vignes et vergers a augmenté de 1956 à 1972 (respectivement 8% et 0,7% en 1956 pour 11,3% et 3% en 1972).

Concernant les espaces naturels, la superficie des bancs de sable a augmenté de 1956 à 1972 (respectivement 20% contre 56%), contrairement aux friches herbacées (80% en 1956 et 44% en 1972).

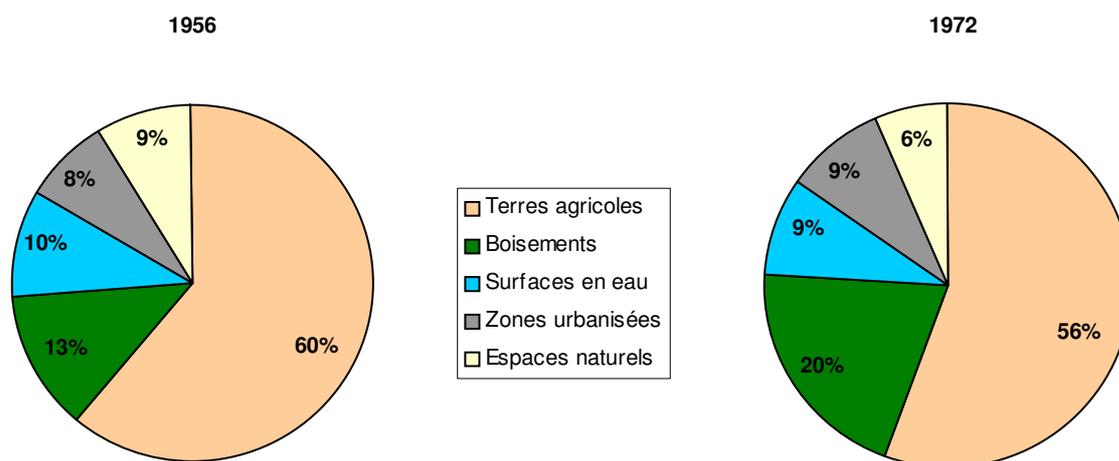


Figure 3. Proportions des différents types d'occupation du sol en 1956 et 1972 sur le site de Vernou-sur-Brenne

Comparaison 1972-1991 (Figure 4)

Comparativement à 1972, l'occupation du sol des plateaux a peu évolué mis à part l'apparition de quelques prairies et formations boisées. En ce qui concerne les zones urbanisées, leur croissance spatiale a explosé (Vernou sur Brenne et Montlouis sur Loire).

En 1991, la plaine nord est restée stable, toujours occupée par des terres labourées. A noter cependant l'apparition de prairies ainsi qu'une augmentation et un morcellement des parcelles boisées. La plaine sud, bande de terre localisée entre la levée sud et le coteau, est restée colonisée par une formation boisée. Toutefois, les terres cultivées ont reculé au profit de la croissance urbaine.

De 1972 à 1991, le chenal principal de la Loire laisse apparaître de nouveaux bancs de sable.

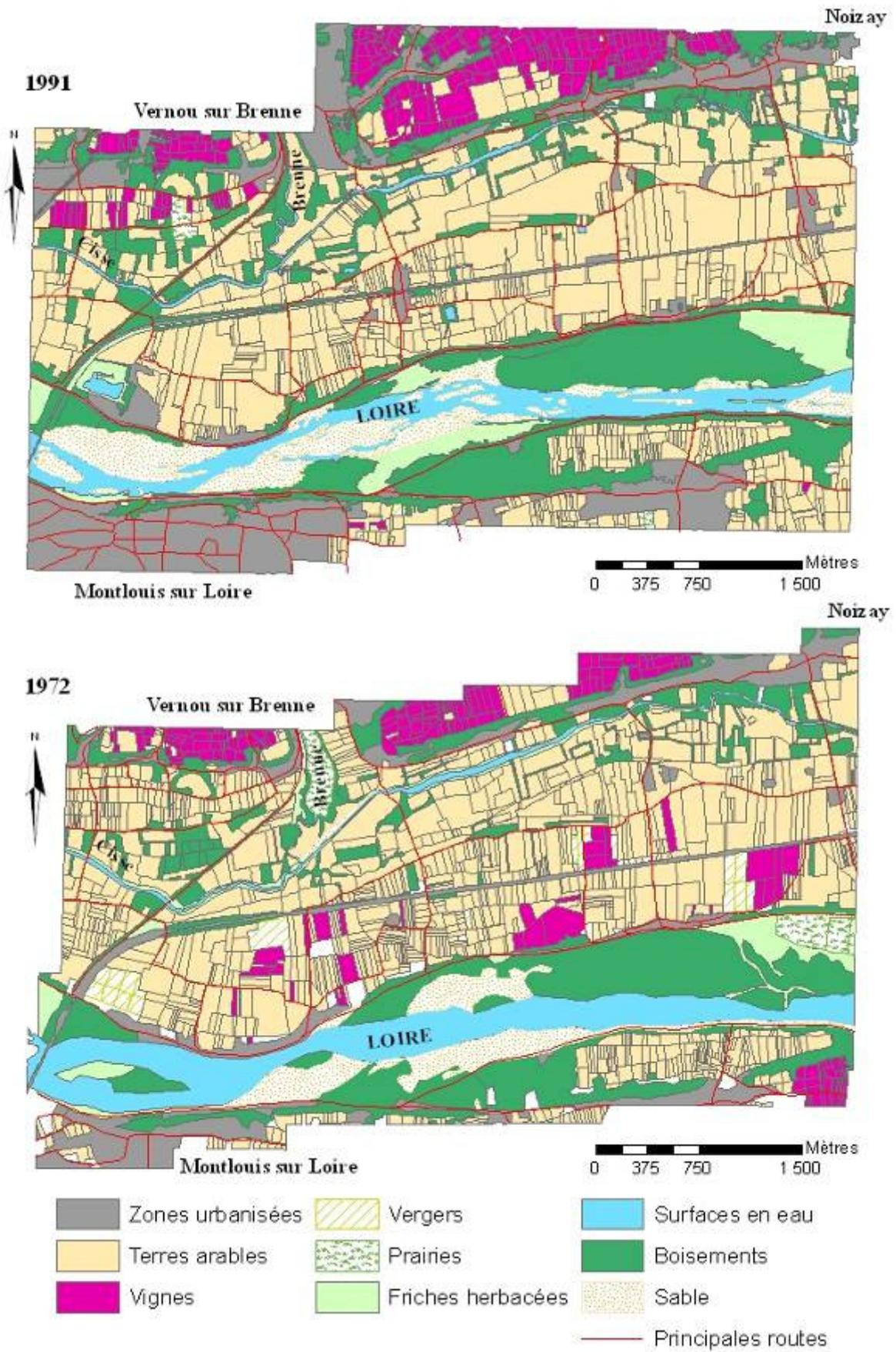


Figure 4. Occupation du sol en 1991 et en 1972 sur le site de Vernou-sur-Brenne

De 1972 à 1991, les proportions des différents types d'occupation du sol ont peu évolué, sauf pour les terres agricoles dont la proportion en superficie totale du site a diminué (56% en 1972 contre 47% en 1991), au profit du développement de l'urbanisation (9% en 1972 pour 15% en 1991) (Figure 5).

Par ailleurs, la proportion en terres labourables a augmenté de 1972 à 1991 (80% des terres agricoles en 1972 contre 87% en 1991). Il en va de même pour les prairies (2% des terres agricoles en 1972 et 6% en 1991) et les vignes (11% en 1972 pour 14% en 1991). En revanche, les vergers ont quasiment disparu (3% en 1972 contre 0,1% en 1991).

En ce qui concerne les bancs de sable, leur superficie est restée stable (56% des espaces naturels), les friches herbacées, quant à elles se sont un peu étendues (44% des espaces naturels en 1972 pour 46% en 1991).

Toutes ces données sont issues des statistiques calculées à partir du SIG.

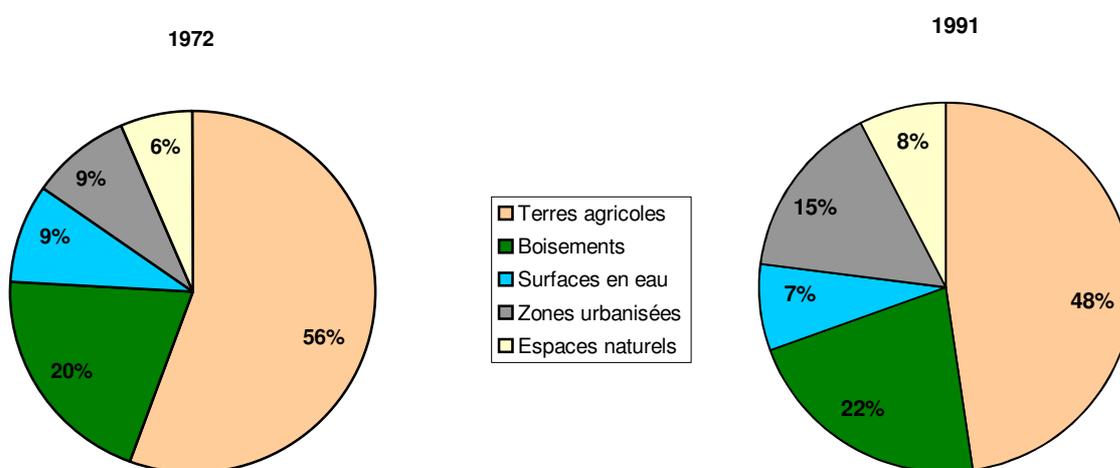


Figure 5. Proportions des différents types d'occupation du sol en 1972 et 1991 sur le site de Vernou-sur-Brenne

Comparaison 1991-2001 (Figure 6)

En 2001, ce sont toujours les vignobles qui dominent sur le plateau nord, tandis que le développement urbain a gagné du terrain sur les terres cultivées. Par ailleurs, l'expansion de Montlouis sur Loire a phagocyté les dernières parcelles de vignobles qui restaient en 1991.

La plaine nord, déjà marquée par une renaissance des prairies en 1991 voit leur nombre augmenter en 2001. Ailleurs, les modifications de l'occupation du sol sont faibles mais les parcelles s'agrandissent.

Le lit endigué. Entre 1991 et 2001, le lit de la Loire est resté relativement stable, mis à part l'apparition de nouveaux bancs de sables et îles.

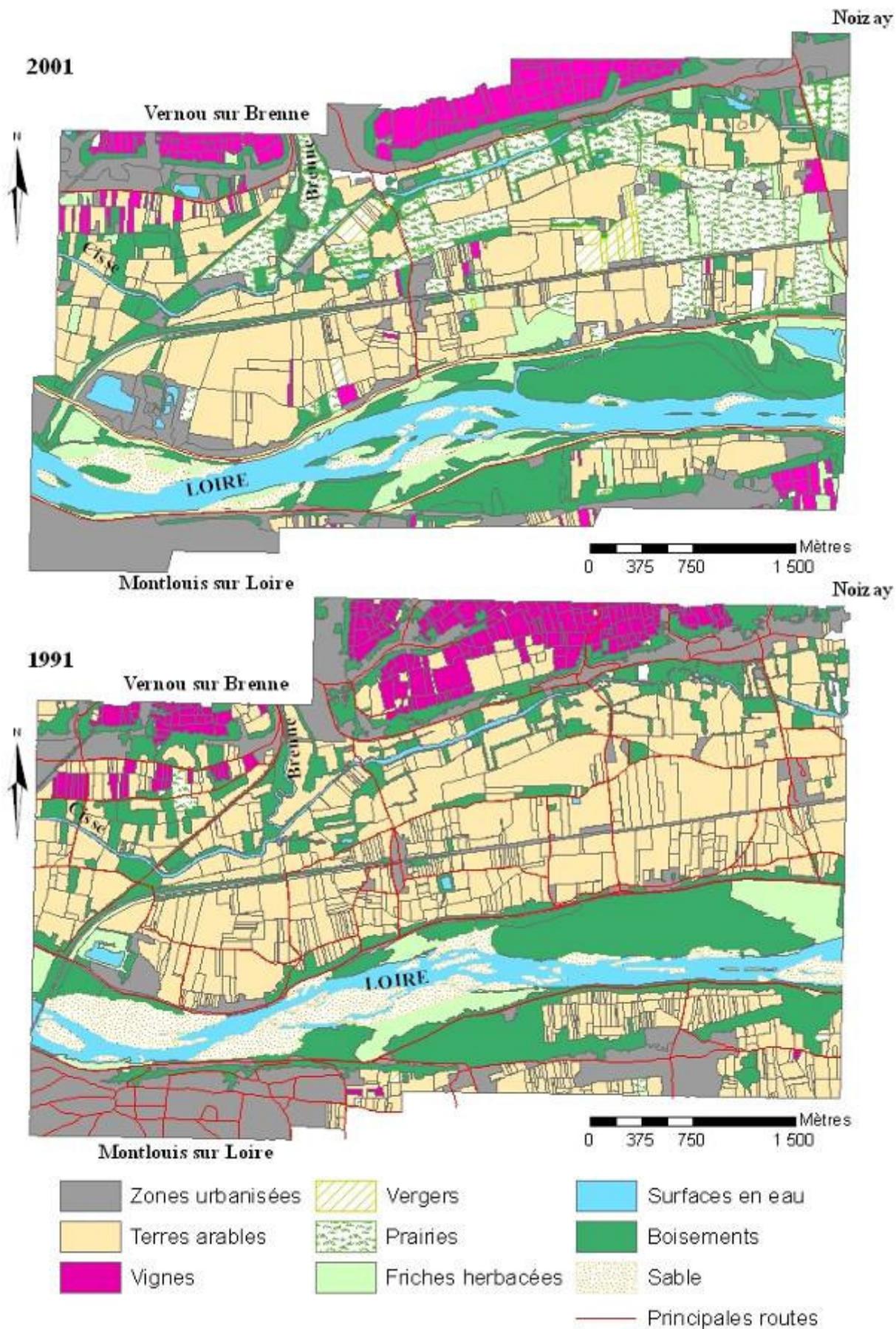


Figure 6. Occupation du sol en 2001 et en 1991 sur le site de Vernou-sur-Brenne

Entre 1991 et 2001, les proportions des différents types d'occupation du sol n'ont que faiblement évolué pour les boisements, zones urbanisées, espaces naturels et terres agricoles. En effet, seule la superficie des espaces naturels a augmenté (8% en 1991 contre 11% en 2001). En revanche, l'emprise des terres agricoles en pourcentage de la superficie totale du site a un peu diminué (47% en 1991 contre 44% en 2001) (Figure 7).

Les terres cultivées qui représentaient 87% des terres agricoles en 1991 ont régressé (60% en 2001). Cependant, la part des prairies a été multipliée par quatre entre 1991 et 2001 (6% en 1991 contre 24% en 2001).

Concernant la proportion du vignoble, la tendance est à la baisse (14% en 1991 pour 13% en 2001). Les vergers, quant à eux, qui avaient disparus en 1991, réapparaissent avec une part de 3% des terres agricoles.

Comparativement à 1991, la part des bancs de sable a diminué (18% en 2001 contre 56% en 1991), au profit de l'expansion des friches herbacées (82% de la surface des espaces naturels en 2001, contre 46% en 1991).

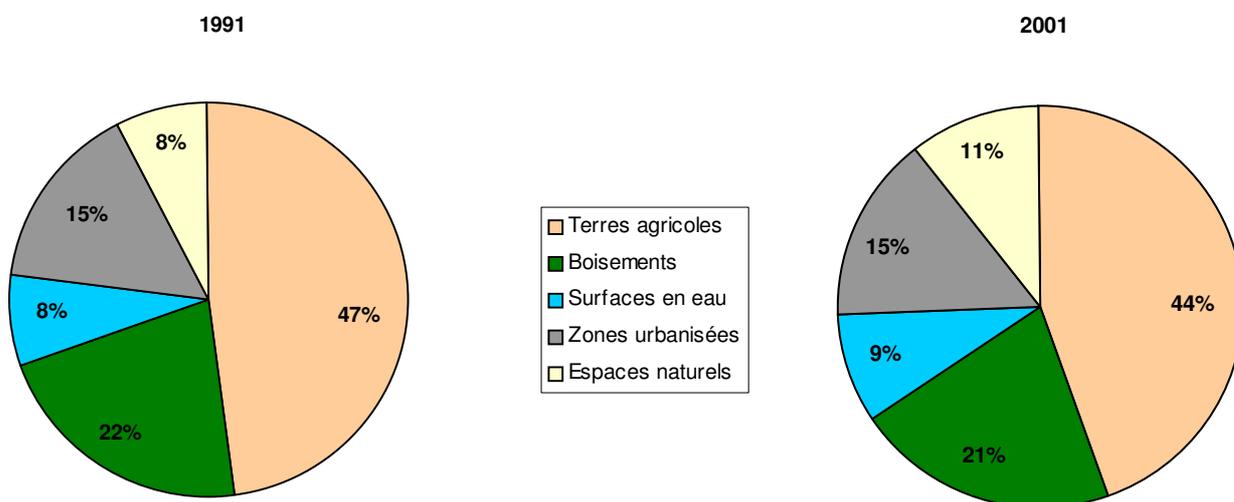


Figure 7. Proportions des différents types d'occupation du sol en 1991 et 2001 sur le site de Vernou-sur-Brenne

Tableau 8. Analyse de l'évolution du site de Vernou

Occupation du sol \ date	<u>1956</u>	<u>1972</u>
Zones urbanisées	Situées sur les plateaux, en fond de vallon, en bordure de plateau et de façon discontinue le long de la levée, elles représentent 8% de la surface totale du site.	Développement de l'urbanisation de Vernou-sur-Brenne, Montlouis-sur-Loire et Noizay. Elles représentent 9% de la surface totale.
Terres agricoles	Elles occupent 60% du site.	Légère diminution (56%).
Terres cultivées	Fortement représentées avec 58% de la surface des terres agricoles. Les terres cultivées se situent sur les plateaux.	Extension de la surface des terres cultivées avec 80% de la surface des terres agricoles. Augmentation de la taille des parcelles.
Prairies	Occupent le val de la Cisse. Elles représentent 32% des terres agricoles.	Diminution de la surface prairiale (32% en 1956 contre 2% en 1972).
Vignes	Situées sur les coteaux, elles comptent pour 8% de la surface des terres agricoles.	La superficie des vignes a augmenté avec 11% contre 8% en 1956.
Vergers	Peu présents avec 0,7% de la surface des terres agricoles.	Augmentation de la superficie des vergers : 3% contre 0,7% en 1956.
Espaces naturels Bancs de sable Friches herbacées	Les espaces naturels occupent 9% de la surface du site. Ils sont pour 80% constitués de friches herbacées, le reste correspond aux bancs de sable du lit de la Loire.	Concernant les espaces naturels, la superficie des bancs de sable a augmenté (56% contre 20% en 1956). Diminution des friches herbacées (44% contre 80% en 1956).
Surfaces en eau	Les surfaces en eau représentent 10% de la surface du site avec la Loire, la Cisse et la Brenne.	Pas d'évolution majeure.
Boisements	Les boisements constituent 13% de la surface du site.	Légère augmentation des surfaces boisées (20%) dans le lit endigué et le val de Cisse.

Occupation du sol \ date	1991	<u>2001 (mise à jour 2007)</u>
Zones urbanisées	Extension de l'urbanisation qui représente 15% du site.	Stables depuis 1991.
Terres agricoles	Leur diminution est plus importante (47%).	Légère diminution (44%).
Terres cultivées	Augmentation avec 87% de la surface en terres agricoles.	En régression, elles ne représentent plus que 60% des terres cultivées.
Prairies	Légère augmentation (6% des terres agricoles).	En extension, leur part a été multipliée par 4 de 1991 à 2001 (6% contre 24% en 2001).
Vignes	Légère augmentation : 14% des terres agricoles.	Tendance à la baisse avec 13% de la surface des terres agricoles.
Vergers	Disparition des vergers avec 0,1% de la surface des terres agricoles contre 3% en 1972.	Réapparition des vergers qui comptent pour 3% des terres agricoles.
Espaces naturels Bancs de sable Friches herbacées	Stables depuis 1972 avec 56% des espaces naturels. Faible extension : 46% des espaces naturels pour 44% en 1972.	Forte diminution. De 56% en 1991, ils ne représentent plus que 18% des espaces naturels en 2001. Expansion des friches herbacées (82% de la surface des espaces naturels en 2001, contre 46% en 1991).
Surfaces en eau	Pas d'évolution majeure.	Pas d'évolution majeure.
Boisements	Très faible extension avec 22% de la surface totale du site contre 20% en 1972.	En légère baisse (21% contre 22% en 1991).

En synthèse

Un des éléments qui ressort est la régression irrégulière des terres agricoles qui s'accompagne de l'agrandissement progressif de la taille des parcelles des terres labourables.

Le site reste malgré tout fortement marqué par l'agriculture qui structure le paysage. Cette organisation qui lie unités topographiques, hydrologie et occupation du sol est inchangée depuis 1956. Les modifications restent très localisées mais correspondent à des changements d'usage important : l'extension de l'urbanisation qui reste limité dans le corridor fluvial marque la proximité de Tours. L'autre changement notable concerne le lit endigué. Les usages présents ont évolués puisque plus d'activités agricole ni d'entretien de la végétation a permis le développement de la forêt alluviale (combiner à d'autres facteurs, par ailleurs connus comme le creusement du chenal principal, l'absence de crues importantes). C'est l'espace le plus modifié.

3.2. L'analyse des modifications

Afin de dépasser l'approche « avant-après », il a été construit une réelle cartographie des dynamiques. L'espace étudié a donc été segmenté en trois ensembles selon une méthodologie déjà éprouvée⁴, en fonction de l'évolution de leur type d'occupation du sol : les espaces non modifiés, les espaces légèrement modifiés et ceux fortement modifiés. Chaque classe est associée à une carte "Avant-Après" pour illustrer dans le détail la dynamique. Celle-ci est identique aux précédentes (couche d'entrée) mais découpée par les nouveaux ensembles (couches de découpage). Ainsi, la même procédure a été appliquée pour les groupes d'années 1956-1972, 1972-1991, 1991-2001.

Cette procédure se base sur des requêtes SQL appliquées au "fichier couche" Union, résultant de l'union de toutes les tables, c'est-à-dire celles de 1956, 1972, 1991 et 2001. Par la suite, afin de situer les différents éléments constitutifs de l'occupation du sol pour une année, "le fichier couche" Union, issu de l'union de toutes les couches de l'année en question a été découpé par les différentes couches d'entités constituant l'occupation du sol, (couches obtenues à partir de requêtes SQL sur le "fichier couche" Union, global). Ceci en vue d'obtenir le parcellaire correspondant à l'année étudiée et non pas à la superposition des quatre années.

- Les espaces non modifiés. Il s'agit des terres qui ont gardé la même occupation entre les deux séries de photos. Ils ont été localisés grâce à une requête SQL sur le "fichier couche" Union, résultant de l'union de toutes les tables.

- Les espaces fortement modifiés, c'est-à-dire ceux dont le "Grand Thème" de l'occupation du sol (et à fortiori le "Thème" et le "Sous Thème") a changé entre les périodes étudiées. Ces espaces ont également été identifiés grâce à une requête SQL, ou plus précisément à l'inverse d'une requête SQL.

- Les espaces légèrement modifiés. Dans cette classe sont regroupés les espaces marqués par le changement du "Thème" de l'occupation du sol et la stabilité du "Grand Thème". Pour les cartographier, nous avons retenu l'inverse des deux requêtes SQL précédentes appliquées au "fichier couche" Union.

⁴ Jean Louis YENGUE, Octobre 2003 "Application du SIG à l'étude des dynamiques paysagères. Le cas de la Loire moyenne", *Conférence francophone ESRI SIG 2003*, 2-3 octobre 2003 issy les Moulinaux.CDRom http://www.esrifrance.fr/actu/SIG2003/Communication/univtours/univtours_esri.htm

3.2.1. Années 1956-1972

Pour l'analyse de l'évolution de l'occupation du sol entre 1956 et 1972, la zone d'étude a été segmentée en trois ensembles comme expliqué ci-dessus (Figure 8). La dynamique d'évolution est ensuite illustrée par une carte "Avant (1956)-Après (1972)".

Figure 8. Cartographie des espaces modifiés entre 1956 et 1972 sur le site de Vernou-sur-



Brenne

Occupation du sol dans les Espaces non modifiés

S'agissant des terres ayant conservé la même occupation entre 1956 et 1972, elles ont été localisées par requête SQL sur le "fichier couche" Union. Ces espaces non modifiés représentent la majeure partie des terres labourables situées entre la Loire et la dépression de la Cisse. Le lit endigué de la Loire ainsi que les zones urbaines de Noizay, Vernou sur Brenne et Montlouis sur Loire n'ont pas subi de modifications entre ces deux années. Il en va de même pour les parcelles boisées localisées sur le coteau près de Noizay, et les vignes présentes sur le plateau sud-ouest (Figure 9).

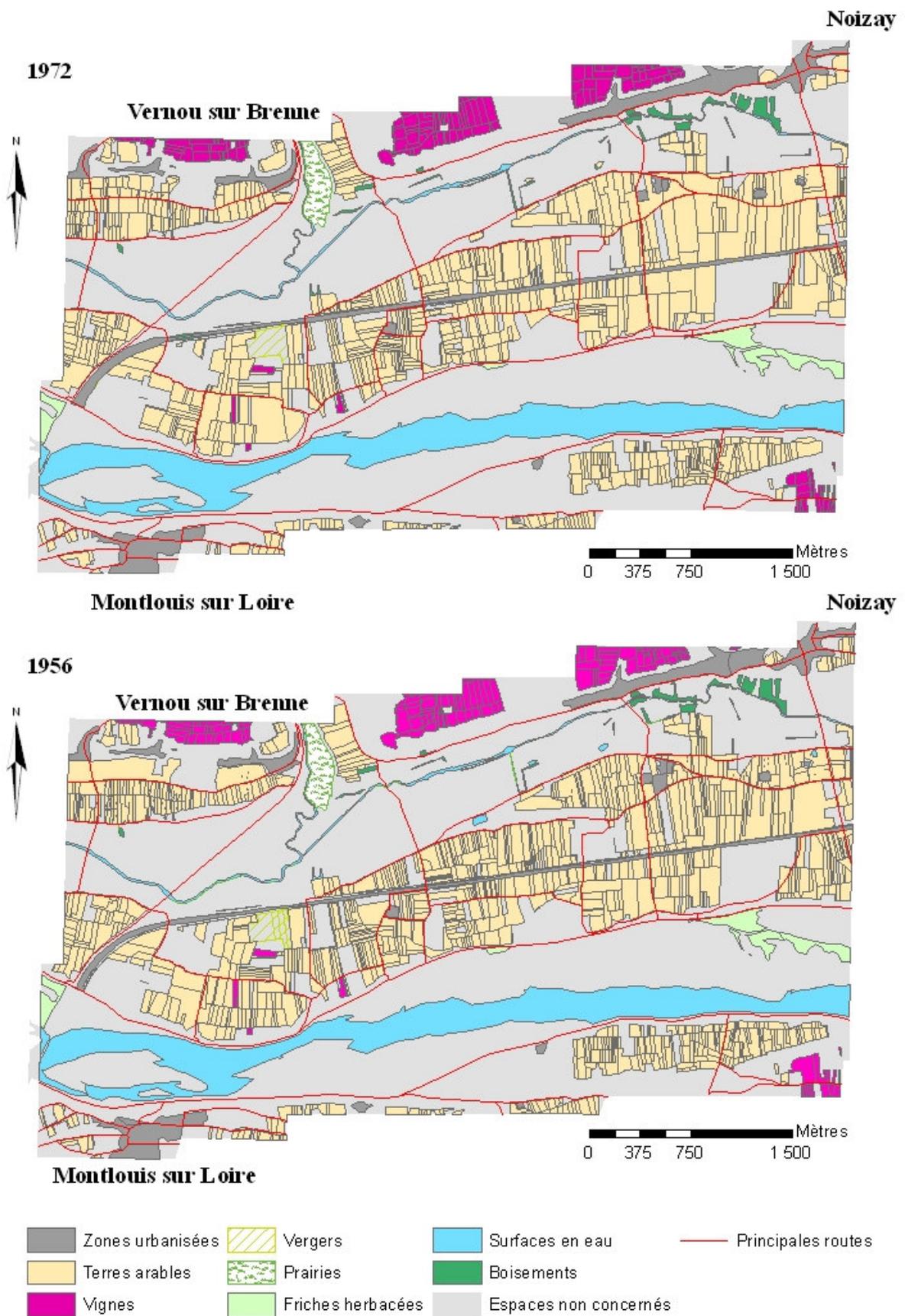


Figure 9. Occupation du sol entre 1956 et 1972 dans les Espaces non modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

Occupation du sol dans les Espaces fortement modifiés

Les espaces fortement modifiés concernent notamment la dépression de la Cisse dont certaines parcelles de prairies en 1956 se sont transformées en parcelles boisées en 1972. A noter également la disparition de terres agricoles et de bois au profit de l'urbanisation (zone de Montlouis sur Loire et Noizay). Le lit endigué de la Loire a aussi subi des modifications : les nombreux bancs de sable colonisés en 1956 par des friches se retrouvent occupés par des formations boisées en 1972. Un bras secondaire, présent en 1956, est complètement fermé par la végétation boisée en 1972 (Figure 10).

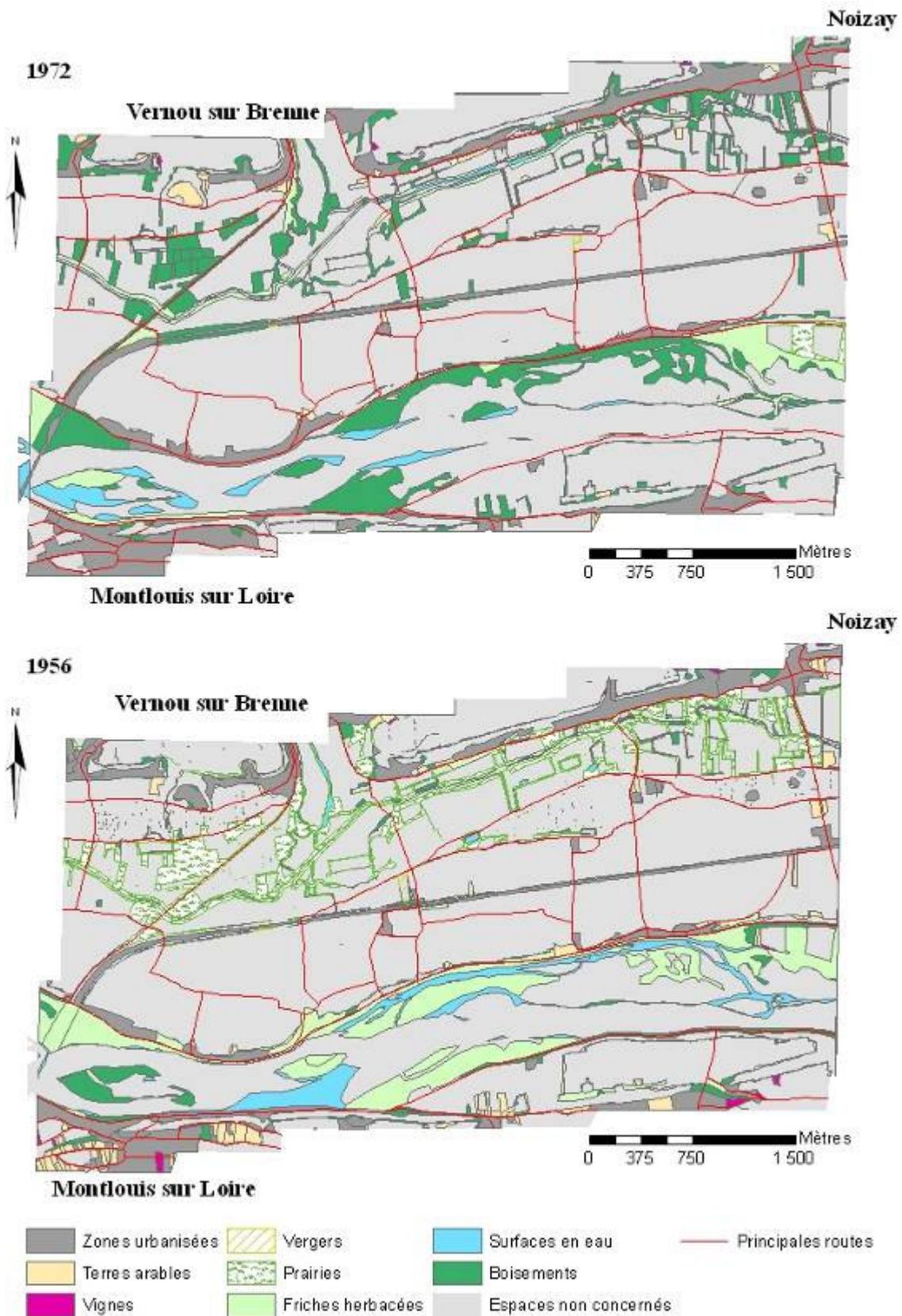
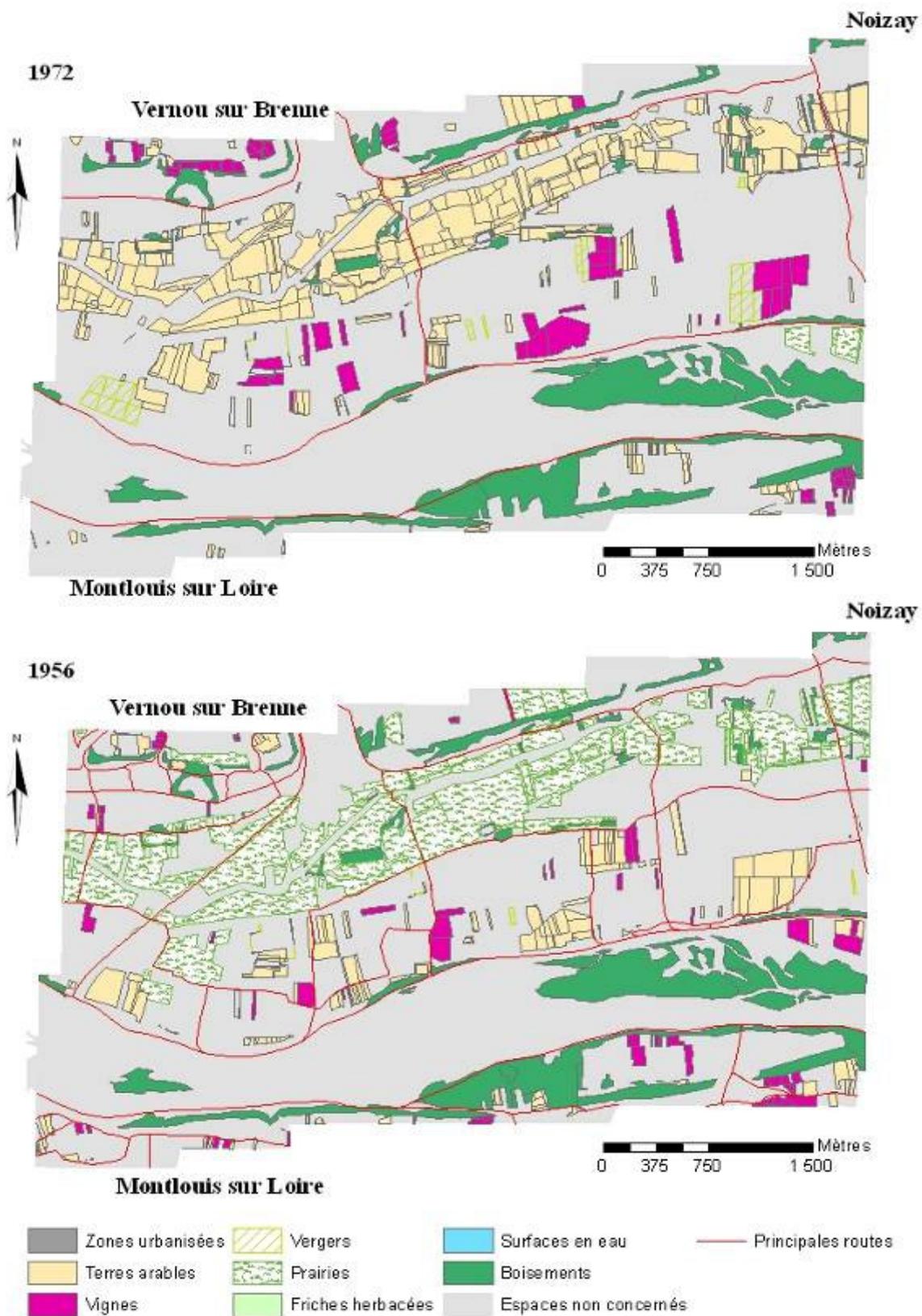


Figure 10. Occupation du sol entre 1956 et 1972 dans les Espaces fortement modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

Occupation du sol dans les Espaces légèrement modifiés

Ces espaces concernent la prairie de la dépression de la Cisse et les vignobles du coteau nord qui, en 1972, deviennent cultivés (Figure 11).



Occupation du sol dans les Espaces légèrement modifiés entre 1956 et 1972

Figure 1 Occupation du sol entre 1956 et 1972 dans les Espaces légèrement modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

3.2.2. Années 1972-1991

Pour l'analyse de l'évolution de l'occupation du sol entre 1972 et 1991, la zone d'étude a été segmentée en trois ensembles comme pour 1956-1972 (Figure 12).



Figure 2 Cartographie des espaces modifiés entre 1972 et 1991 sur le site de Vernou-sur-Brenne

Occupation du sol dans les Espaces non modifiés

Il s'agit de la totalité des terres cultivées, du lit endigué de la Loire et de sa ripisylve, ainsi que des zones urbaines de Noizay, Montlouis sur Loire et Vernou sur Brenne (Figure 13).

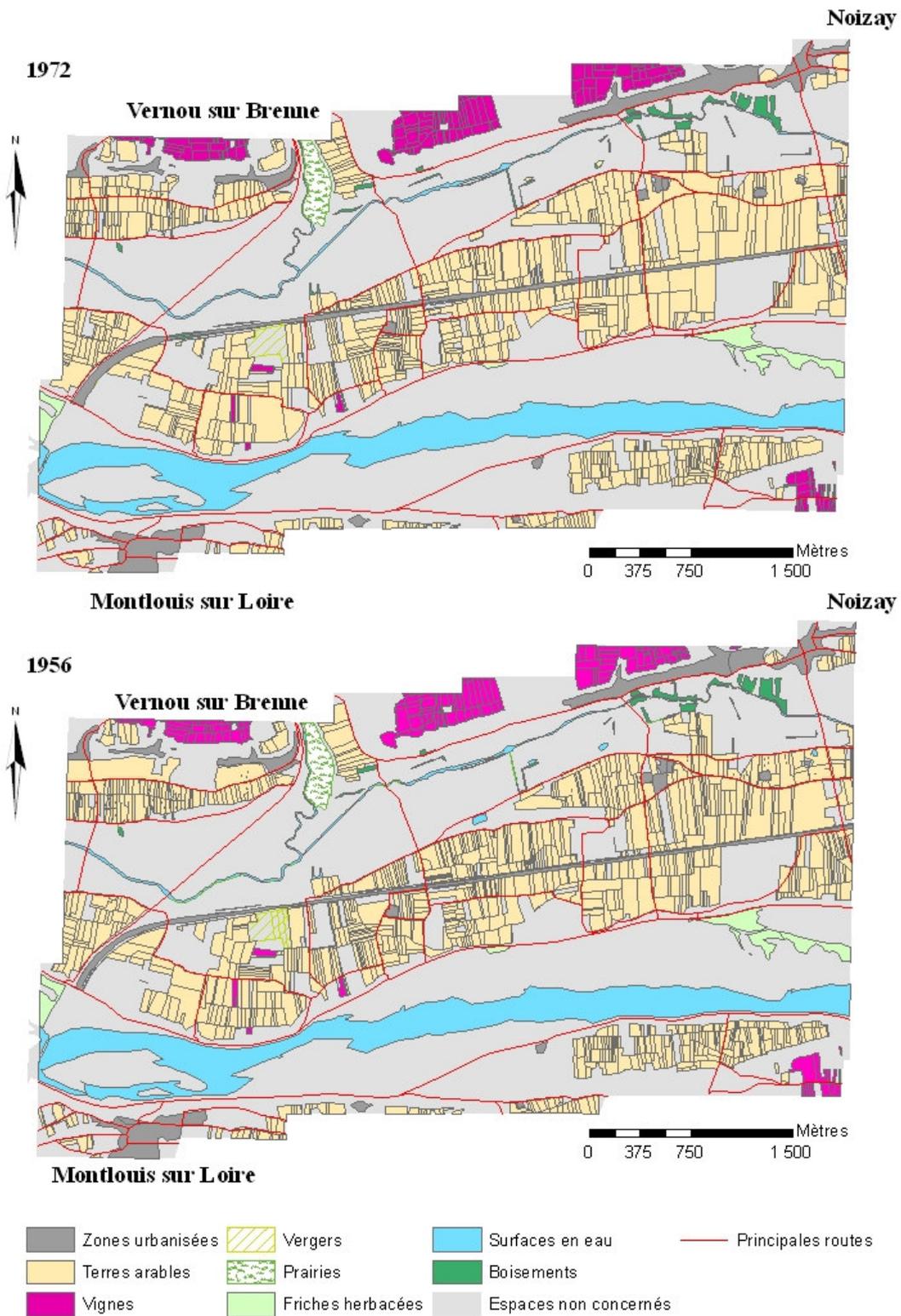


Figure 13. Occupation du sol entre 1972 et 1991 dans les Espaces non modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

Occupation du sol dans les Espaces fortement modifiés

Ces espaces concernent les terres cultivées qui disparaissent suite au développement urbain, notamment sur Vernou sur Brenne et Montlouis sur Loire. Le lit endigué de la Loire évolue avec une augmentation des bancs de sable en 1991. En ce qui concerne la ripisylve de la Cisse, elle est plus développée en 1972 qu'en 1991 (Figure 14).

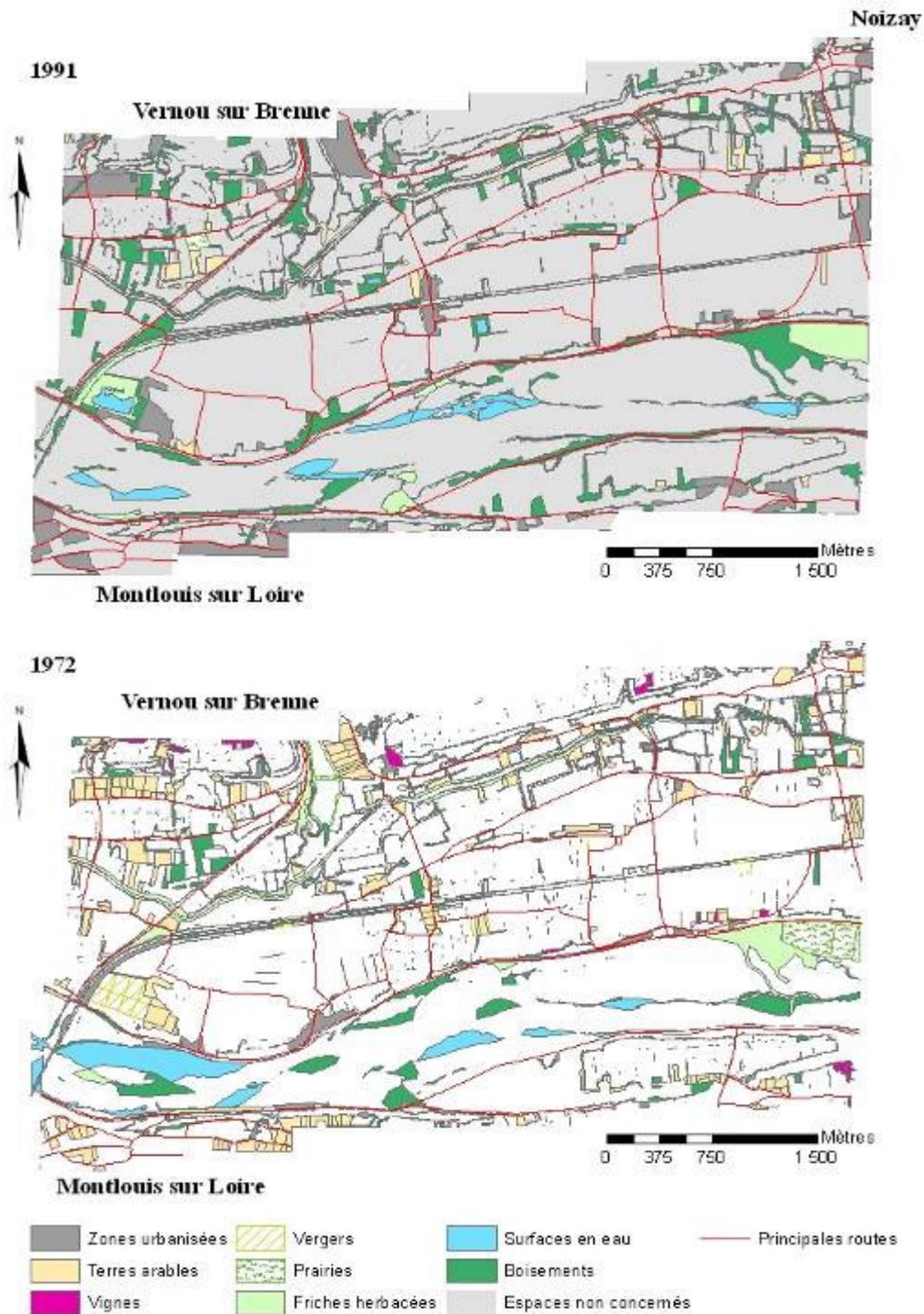


Figure 14. Occupation du sol entre 1972 et 1991 dans les Espaces fortement modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

Occupation du sol dans les Espaces légèrement modifiés

Les espaces légèrement modifiés entre 1972 et 1991 concernent principalement quelques parcelles de vignes situées dans la plaine entre la Loire et la Cisse ainsi que sur le coteau sud-est. Ce vignoble a évolué en terres cultivées. Les formations boisées occupant cette même plaine et la varenne sont présentes ces deux années (Figure 15).

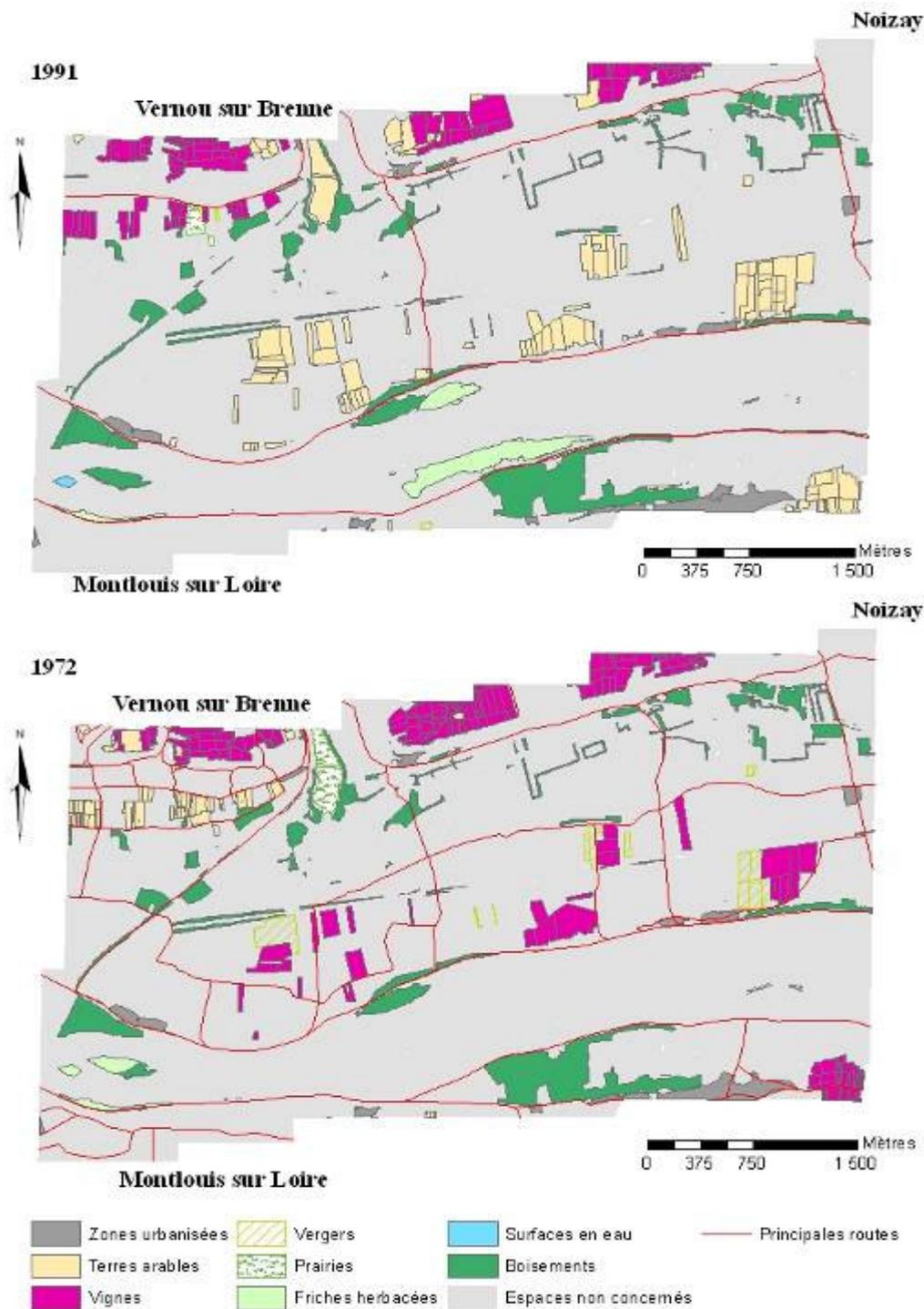


Figure 15. Occupation du sol entre 1972 et 1991 dans les Espaces légèrement modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

3.2.3. Années 1991-2001

Pour l'analyse de l'évolution de l'occupation du sol entre 1991 et 2001, la zone d'étude a été segmentée en trois ensembles comme pour 1956-1972 (Figure 16).



Figure 16. Cartographie des espaces modifiés entre 1991 et 2001 sur le site de Vernou-sur-Brenne

Occupation du sol dans les espaces non modifiés

Ces espaces non modifiés sont globalement constitués du lit endigué de la Loire (bancs de sable colonisés par des formations boisées peu denses et des friches herbacées), des agglomérations de Montlouis-sur-Loire, Noizay et Vernou-sur-Brenne. D'autre part, les formations boisées situées sur le rebord du coteau nord sont présentes à la fois en 1991 et en 2001 (Figure 17).

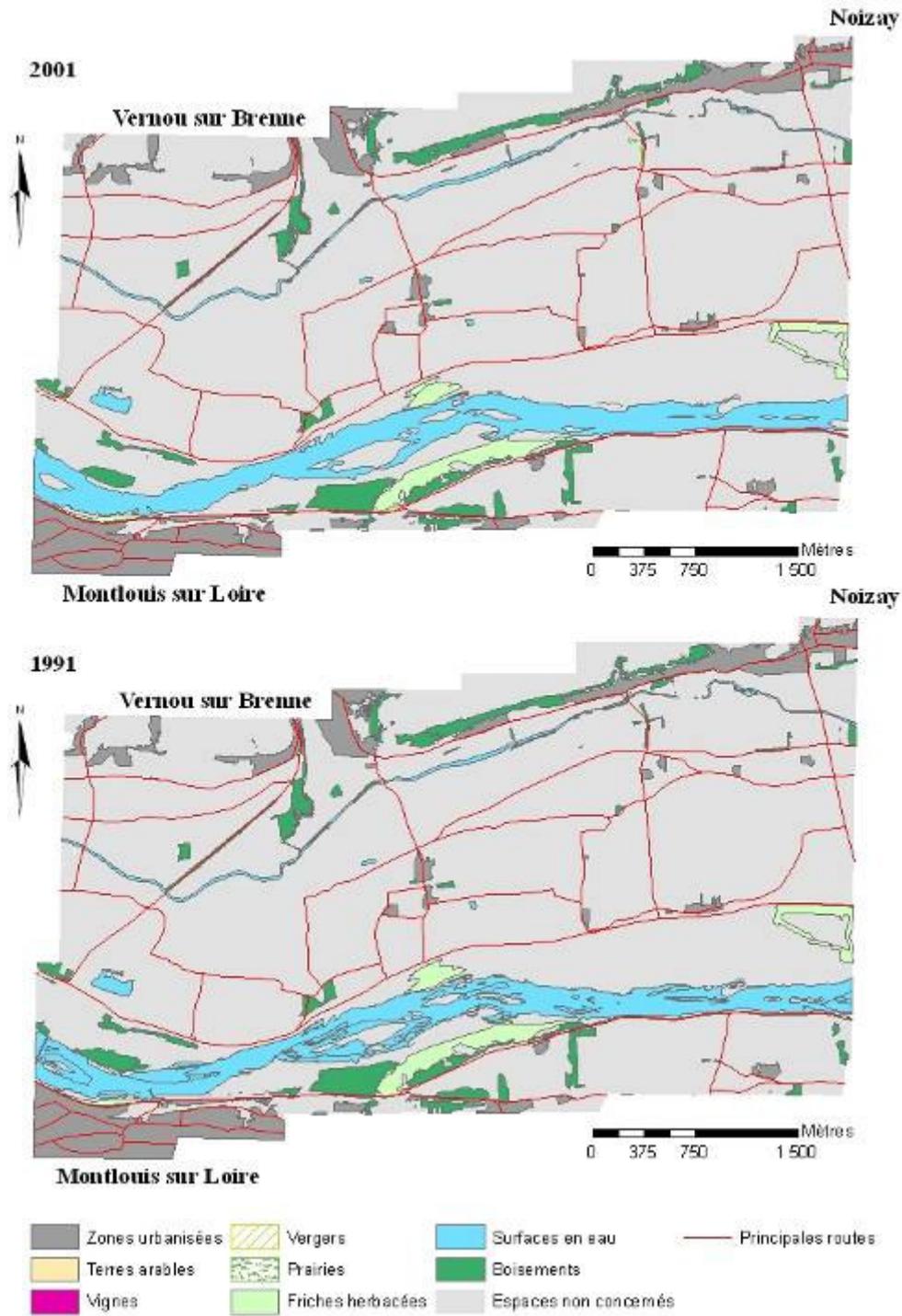


Figure 17. Occupation du sol entre 1991 et 2001 dans les Espaces non modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

Occupation du sol dans les Espaces fortement modifiés

Ils concernent en grande partie les terres agricoles disparues au détriment de la croissance urbaine, surtout autour de Montlouis sur Loire et Vernou sur Brenne. Le lit endigué de la Loire présente également des modifications tendant vers une augmentation des bancs de sables en 2001. Par ailleurs, les bancs de sable colonisés en 1991 par des friches herbacées évoluent en formations boisées (Figure 18).

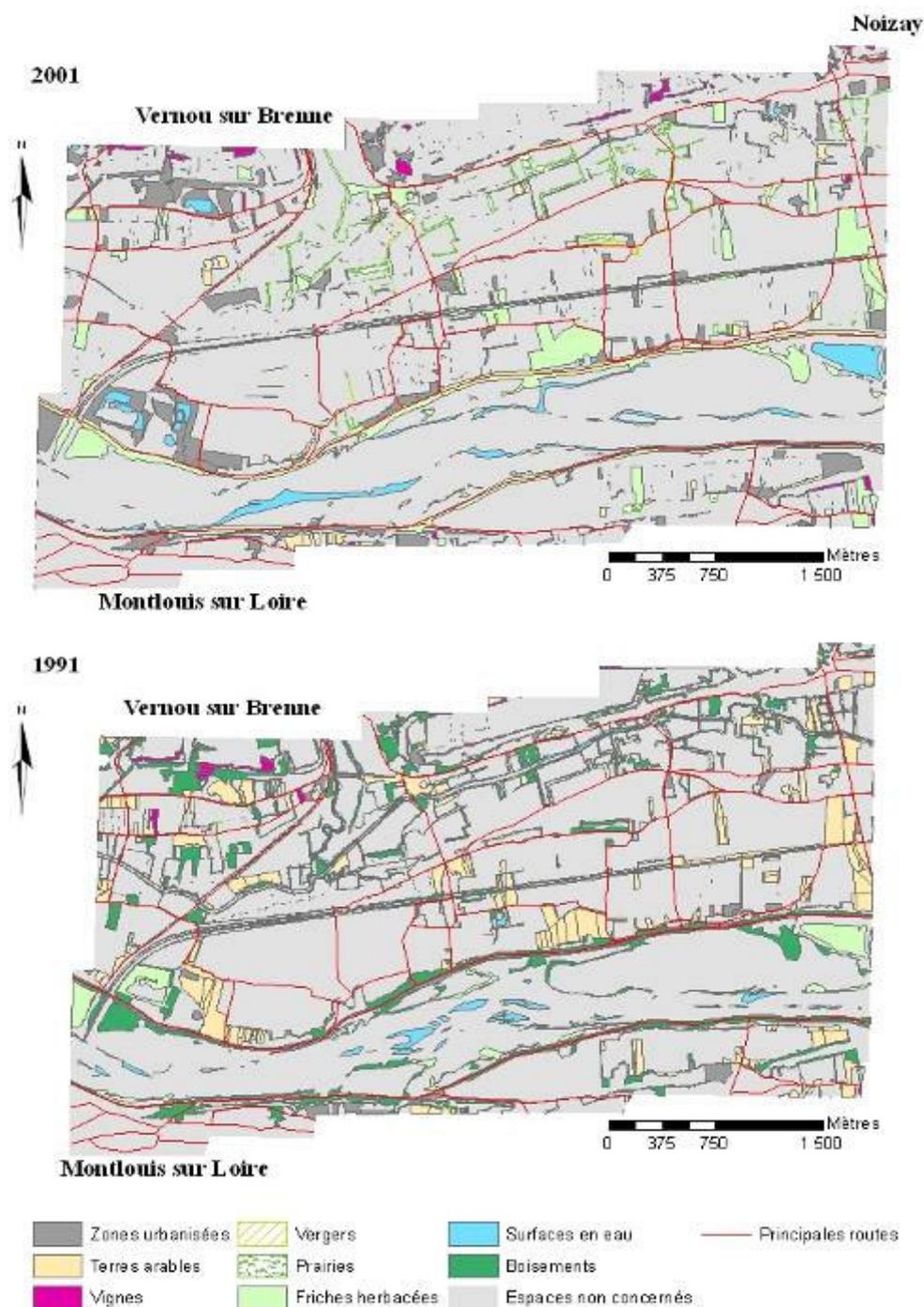


Figure 183. Occupation du sol entre 1991 et 2001 dans les Espaces fortement modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

Occupation du sol dans les espaces légèrement modifiés

Il s'agit de terres situées dans la dépression de la Cisse, cultivées en 1991, qui sont devenues prairies en 2001, et pour quelques unes d'entre elles des vergers. On retrouve aussi la majeure partie du vignoble localisé sur les coteaux ainsi que quelques bancs de sable dans le lit de la Loire (Figure 19).

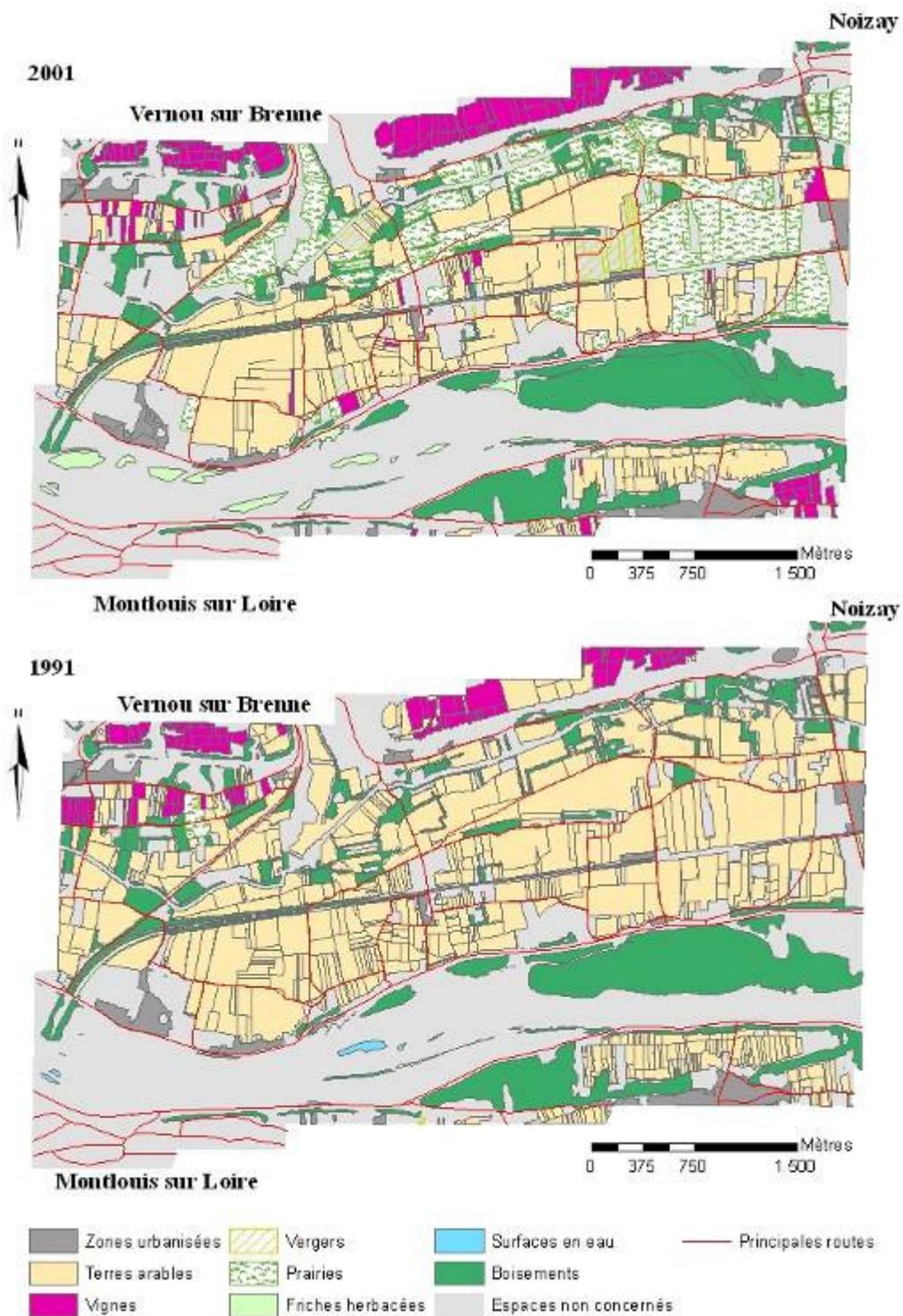


Figure 19. Occupation du sol entre 1991 et 2001 dans les Espaces légèrement modifiés sur le site de Vernou-sur-Brenne

3.3. Synthèse : cinquante ans d'évolution, vers une fermeture des paysages

L'analyse des données collectées sur l'occupation du sol fait apparaître que les communes choisies n'ont pas connu le même développement bien qu'à une distance équivalente de Tours. Montlouis se

singularise par une urbanisation mixte, habitat collectif (dont des logements sociaux) et pavillonnaire, accompagné d'un fort développement économique⁵, tandis que Vernou et Vouvray ont conservé un caractère plus « rural ». Trois profondes mutations du paysage depuis les années 50 marquent ces communes avec comme conséquence une tendance générale vers la fermeture du paysage et l'extension du bâti.

3.3.1. Un net recul des terres agricoles

Sur le site étudié, à l'échelle communale, la diminution de la surface agricole utilisée est constante depuis 45 ans. En 1956, les surfaces agricoles couvraient 60 % de la surface soit 15 % de plus qu'en 2002. Les cas les plus marquants sont ceux des prairies et de la vigne.

Les prairies ont régressé de 12%. Deux étapes marquent cette régression : une diminution assez forte des prairies jusqu'à la fin des années 80, une stagnation voire une légère augmentation depuis lors. Cette évolution en deux temps ne se retrouve pas à l'échelle du territoire national. De 1950 à 1970, les prairies naturelles ou implantées ont gagné environ un million d'hectares, progression qui correspond au mouvement d'expansion de l'élevage dans les régions herbagères de l'ouest et des zones montagneuses ; puis les prairies perdent de la surface (3,5 million d'hectares) après 1970, phénomène lié au redéploiement vers les grandes cultures avec parfois abandon de l'élevage dans certaines régions (Béraud, 1996). Les terres agricoles du val de Loire ne sont pas des grandes régions céréalières (grandes cultures) et évoluent en sens inverse de ces régions et par là d'une bonne partie du territoire français. La tendance amorcée en 1988, visible sur les communes du site, se poursuit aujourd'hui : on assiste actuellement à une reconversion des terres arables en prairie permanente dans la zone inondable dans le contexte d'extensification et la mise en place d'une mesure agri-environnementale appelée RTA (Reconversion des Terres Arables)⁶. En quarante cinq ans les terres arables ont diminué du tiers, passant de 663 ha en 1956 à 205 ha en 2002.

La vigne, omniprésente sur les plateaux des communes étudiées, est également en régression. L'application de la délimitation de l'Appellation d'Origine Contrôlée (1936) ainsi que l'évolution des pratiques agricoles en sont les principales raisons (Yengué et al. 2003). En effet, depuis les années 50 les parcelles viticoles se sont densifiées sur les zones d'AOC, en l'occurrence le rebord du plateau et ont presque totalement disparu à l'extérieur, notamment dans la vallée. Cette vigne de vallée représentait tout de même près de 40 % du vignoble de ce site (principalement à Vernou-sur-Brenne). Ces zones n'ont pas été retenues en délimitation AOC à cause de la qualité intrinsèque des sols, du gel plus fréquent en position basse, de la présence d'une nappe alluviale proche et du risque d'inondation.

Cette diminution générale des terres agricoles s'est accompagnée d'une diminution de la taille moyenne des parcelles⁷: en 2002, cette surface moyenne est de 3,4 ha contre 0,6 ha en 1956. On observe donc une multiplication par 5,6 de la taille des parcelles en 45 ans. Cette augmentation est liée au remembrement agricole intervenu dans la décennie 80, qui a consisté à mettre fin au morcellement excessif de la propriété rurale, incompatible notamment avec l'utilisation d'engins agricoles en plein développement à cette période, par un système d'échange obligatoire de parcelles. Il a entraîné la suppression d'une grande partie des haies pour favoriser le scindement des parcelles, et par là, le passage, d'un système bocager à un système de grandes cultures (openfield).

⁵ Du fait de la proximité de voies de communication dont le nœud ferroviaire de St-Pierre-des-Corps.

⁶ Une étude a été mise en place en 1998 par le Conservatoire des Rives de la Loire (réalisation d'un guide technique) pour pallier aux échecs de ces remises en herbe liés à des méthodes mal adaptées : ils répond à certaines questions : Quand, comment, avec quelles espèces peut-on réimplanter une prairie ayant vocation à devenir "naturelle" et permanente en zone inondable) (source : www.corela.org)

⁷ C'est à dire des surfaces formant une unité de culture.

3.3.2. Un reboisement très marqué

Les formations boisées ont nettement augmenté en superficie par rapport à l'année 1956, elles ont gagné 147 hectares, soit une progression de 61 %. Les bois durs situés sur le coteau de Vernou-sur-Brenne n'ont pas beaucoup évolué, contrairement à ceux situés sur le coteau de Montlouis-sur-Loire qui ont nettement régressé. L'urbanisation forte de la commune de Montlouis en est une explication. Dans la plaine, les formations de bois dur, « mixte » et tendre, étaient quasi inexistantes en 1956, sauf la forêt de bois « mixte » située au niveau du lieu dit de Bondésir qui est présente encore aujourd'hui. Les peupleraies, très localisées à l'époque, étaient beaucoup moins nombreuses qu'aujourd'hui. Les aides de l'état pour la plantation de peupliers ont probablement joué un rôle essentiel. La ripisylve qui est assez bien développée de nos jours sur les rives de la Brenne et de la Cisse était complètement absente en 1956. De même on constate un envahissement important du lit endigué par la forêt alluviale entre 1956 et 2002. Ce phénomène a comme incidence directe la déconnexion d'anciens bras et le rétrécissement de la zone d'écoulement ce qui n'est pas sans conséquences sur le fonctionnement hydraulique et écologique de l'hydrosystème ligérien.

D'un point de vue global, seuls les bois durs ne se sont pas développés et ont même régressé de 1956 à 2002, allant à contre sens de la tendance générale. Les formations boisées, en 1956 comme aujourd'hui, sont essentiellement localisées dans le lit endigué de la Loire et sur les coteaux, et présentent en ces endroits le maximum de diversité spécifique. Les rebords de plateaux sont restés relativement chauves. Sur le plateau nord, la vigne est omniprésente depuis les années 30, renforcée par l'AOC Vouvray. Elle s'est même étendue aux dépens des forêts de coteaux. Sur le plateau sud, les terres arables et les parcelles de vignes hors AOC ont été gagnées par l'extension de la ville de Montlouis-sur-Loire. En terme de couvert ligneux, il a donc toujours été absent ici.

3.3.3. Une progression de l'urbanisation

La superficie occupée par les zones urbanisées sur ce site est passée de 8% en 1956 à 15% en 2002, soit une augmentation de près de 90 %. A l'intérieur des zones urbanisées, le tissu urbain continu occupe une place majeure (plus de 55%). Ce tissu urbain continu s'est développé autour des grands bourgs présents en 1956. On voit donc une extension des centres bourgs de toutes les communes du site. Les habitations en pied de coteaux se sont aussi bien développées, le long de la digue du côté de Montlouis et le long de la Cisse entre Vouvray et Vernou. La densification du bâti fait basculer le paysage vers une entité péri-urbaine voire même urbaine, notamment à Montlouis-sur-Loire.

Ceci s'explique en partie par la croissance démographique. Ainsi, la population a augmenté d'environ 4,6% entre 1990 et 1999 en Indre-et-Loire. Cet accroissement de population correspond à l'attractivité des communes proches d'un centre économique (Tours). Ainsi les personnes peuvent vivre « à la campagne », tout en étant relativement près de leur lieu d'activités. Au final, ce développement du bâti a abouti à la modification des paysages mais aussi du fonctionnement de ces espaces : les nouveaux habitants sont souvent des citadins qui apportent une demande d'aménagement d'espaces verts et de loisirs (pratiques sportives) et ont une fréquentation des espaces agricoles engendrant parfois des conflits.

3.4. Paysage des zones inondables : entre développement et protection

A l'échelle du val, zone inondable, il est intéressant de considérer l'urbanisation (Figures 20 et 21), son évolution récente ainsi que les projets d'urbanisation car la mise en place d'une réglementation contraignante, le Plan de Prévention des Risques d'Inondation, ne peut que limiter les projets urbains. Le val qui comprend la Loire endiguée est aussi un espace valorisé depuis l'inscription sur la liste du Patrimoine Mondial de l'UNESCO dans la catégorie des paysages culturels vivants.

3.4.1. Contraintes et protections liées à l'inondabilité

Le cas d'étude choisi rend l'analyse spatiale particulièrement pertinente puisque pour considérer avec pertinence l'évolution des zones inondables, il faut tenir compte des facteurs qui peuvent intervenir dont les périmètres et protections réglementaires. Ils sont nombreux pour ce site et concernent trois volets : la prévention des risques d'inondation, la protection de la biodiversité et l'inscription UNESCO.

Pour le développement de l'urbanisation, le périmètre le plus contraignant est sans doute celui lié au PPRI, Plan de Protection des Risques d'Inondation. Le PPRI est promulgué dans le cadre des PPRN Plans de Protection des Risques Naturels prévisibles. La loi n. 95-101 du 2 février 1995 (JO du 3 février 1995) relative au renforcement de la protection de l'environnement au travers de PPR, prescrit :

- la délimitation des zones exposées aux risques
- le descriptif des mesures de prévention, de protection ou de sauvegarde
- l'approbation du PPR après enquête publique
- l'intégration des dispositions du PPRN dans les POS Plan d'Occupation des Sols

Le PPRI doit être annexé au plan d'occupation des sols et il vaut servitude. Le PPRI des Vals de Tours et de Luynes date de 1999. Il fait suite au PIG (Projet d'Intérêt Général) décrété par le préfet en 1995.

Le PPRI répond à 3 objectifs :

- (i) Interdire les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses où la sécurité des personnes ne peut être garantie intégralement, et les limiter dans les autres zones inondables.
- (ii) Préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues afin de ne pas aggraver les risques pour les zones situées en amont et en aval.
- (iii) Sauvegarder l'équilibre des milieux dépendant des petites crues et la qualité des paysages souvent remarquables du fait de la proximité de l'eau et du caractère encore naturel des vallées concernées.

L'objectif du PPRI est de réduire les enjeux dans toute la plaine d'inondation de part et d'autre des digues. Comme pour diminuer les enjeux il faut stopper l'urbanisation de nouveaux secteurs, le PPRI délimite deux zones de manière simple, *zone inondable non urbanisée* (A) où toute nouvelle construction est interdite et *zone inondable déjà urbanisée* (B) où l'urbanisation est soumise à des règles contraignantes en fonction du niveau d'aléa, ainsi que quatre niveaux d'aléa.

Est classé en zone A toute zone pas encore urbanisée, à l'exception des terrains où un projet de construction était déjà lancé avant le PPRI, à l'exception aussi de quelques zones que les communes ont négociées pour leur développement. Sur les parties de *zones inondables non encore urbanisées* (A), l'objectif est l'arrêt de toute urbanisation nouvelle afin, d'une part, de laisser ces espaces libres de toutes constructions et, d'autre part, de ne pas augmenter la population et les biens exposés au risque d'inondation. Les règles de gestion permettent de donner à ces zones une destination autre que l'urbanisation : sport, tourisme, loisirs, exploitation du sol et du sous-sol, équipements publics qui ne pourraient se situer ailleurs que dans la zone inondable. Pour maintenir, voire développer une activité agricole encore importante à l'aval de Tours et dans le Val de Luynes sont admises sous certaines conditions, y compris en zone d'aléa fort, les constructions, installations, habitations directement liées à l'exploitation agricole. De plus, le changement de destination d'une construction existante en habitation est admis, sous certaines réserves, lorsqu'il permet de conserver un patrimoine bâti de caractère. Sur les parties de *zones inondables déjà urbanisées* (B), même si certaines sont soumises à des niveaux d'aléa importants, le développement urbain ne saurait être remis en cause. Toutefois les mesures de protection du présent projet visent un meilleur compromis entre la nécessité d'évolution du tissu urbain, la limitation des populations et des biens exposés, et la réduction de la vulnérabilité des nouvelles constructions qui pourraient être autorisées.

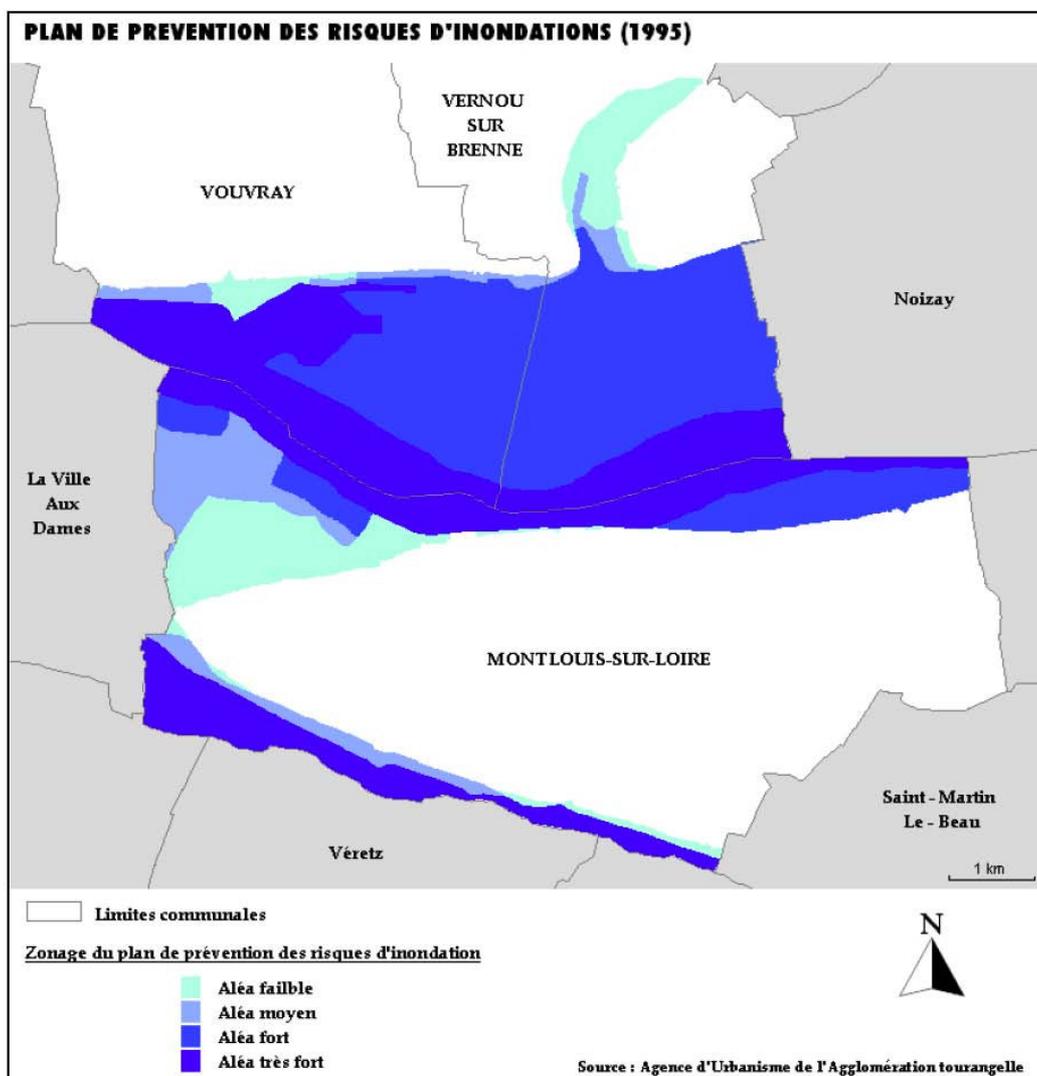


Figure 20. Zonage du PPRI sur le site de Vernou-sur-Brenne (réalisation D. Andrieu)

Les quatre niveaux d'aléa, définis dans les Atlas des zones inondables, permettent de quantifier le risque en fonction de la profondeur de submersion et de la vitesse de l'eau lors d'une crue (Figure 20) :

- niveau 1 : aléa faible, profondeur de submersion < 1m sans vitesse marquée. Il est peu étendu pour le site et correspond à l'amont du val de Brenne et la continuité d'un secteur de versant à Montlouis.
- niveau 2 : aléa moyen, profondeur de submersion comprise entre 1 et 2 m avec une vitesse nulle à faible, ou profondeur de submersion < 1m avec une vitesse moyenne à forte. Il est aussi peu étendu et en continuité avec la zone précédente.
- niveau 3 : aléa fort, profondeur de submersion > 2 m avec une vitesse nulle à faible, ou profondeur de submersion < 2 m avec une vitesse moyenne à forte, complété d'une zone de danger particulier sur une bande de 300 m en arrière des levées. Il correspond à la varenne du bas du coteau jusqu'aux digues.
- niveau 4 : aléa très fort, profondeur de submersion > 2 m avec une vitesse moyenne à forte, complété d'une zone de danger particulier en aval des déversoirs et débouchés d'ouvrages. Il correspond au lit mineur de la Loire et à son prolongement jusqu'aux digues.

La définition du périmètre de chaque PPRI a été élaborée à partir des Atlas des zones inondables, réalisés par les DIREN, notamment à partir des cartes du siècle dernier sur lesquelles avait été reportée la crue de 1856.

En second lieu, des données relatives à l'environnement sont à prendre en compte, aussi bien de type réglementaire, comme les zones Natura 2000 que les ZNIEFF et ZICO. Ces zonages concernent essentiellement le lit endigué et vont avoir un impact sur ces secteurs. Ce sont les zones découlant de directive "Habitats" du 22 mai 1992 qui détermine la constitution d'un réseau écologique européen de sites Natura 2000 comprenant à la fois des zones spéciales de conservation classées au titre de la directive "Habitats" et des zones de protection spéciale classées au titre de la directive "Oiseaux" en date du 23 avril 1979. Elles correspondent à plusieurs habitats : les habitats naturels d'intérêt communautaire en danger de disparition dans leur aire de répartition naturelle ; les habitats abritant des espèces d'intérêt communautaire ; les éléments de paysage qui sont essentiels à la migration, à la distribution géographique et à l'échange génétique d'espèces sauvages. Ces zones font l'objet d'un contrat et impliquent une gestion particulière; Cette gestion est fixée dans un "document d'objectif" spécifique au site et établi en concertation avec les acteurs locaux. Les propriétaires reçoivent des subventions européennes en fonction du respect des actions définies dans le document d'objectif.

Un dispositif contractuel est au cœur de la procédure Natura 2000. Le document d'objectifs contient, entre autre une analyse décrivant l'état de conservation et la localisation des habitats et des espèces qui ont justifié la désignation du site, les mesures de protection qui trouvent d'ores et déjà à s'appliquer ainsi que les activités humaines exercées sur le site ; mais aussi les objectifs de développement durable du site ainsi que des propositions de mesures de toute nature permettant d'assurer la conservation et, s'il y a lieu, la restauration des habitats et des espèces. C'est la totalité du lit endigué de la Loire qui est concerné.

Outre les périmètres de protection réglementaires sur cette zone, il existe aussi des zones qui ne peuvent pas créer des servitudes et ont un simple caractère informatif pour les décideurs, qui, néanmoins, sont incités à les prendre connaissance et à les tenir dans la considération due. Ce sont tout d'abord les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique). Leur intérêt repose, soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème, soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacés. L'inventaire, indiquant la présence sur certains espaces d'un intérêt écologique requérant une attention et des études plus approfondies, n'a pas, en lui-même, de valeur juridique directe et ne constitue pas un instrument de protection réglementaire des espaces naturels. En tant

qu'inventaire de référence, les ZNIZFF doivent cependant être prises en compte au même titre que d'autres inventaires ou information sur le patrimoine naturel dans les documents d'aménagement comme le prévoient diverses réglementations. Il y a quatre ZNIEFF de type 1 sur le site (îles et grèves de Loire).

Autre protection, l'arrêté de protection de Biotope qui vise à la conservation de l'habitat d'espèces protégées en fixant des mesures visant à limiter les perturbations et conserver des biotopes. Il concerne une partie du lit endigué à l'Est du site. Il existe enfin les ZICO (Zones d'Importance Communautaire pour les Oiseaux) qui sont des zones de protection des habitats permettant d'assurer la survie et la reproduction d'oiseaux sauvages rares ou menacés, ainsi que la préservation des aires de reproduction, d'hivernage, de mue ou de migration. Le site est classé comme ZICO pour les mêmes espaces que l'arrêté de Biotope.

Le troisième volet concerne le paysage. Il s'agit de l'inscription du *Val de Loire*, depuis, 2000, sur la liste du Patrimoine Mondial de l'UNESCO au titre des "paysages culturels vivants et évolutifs". L'Etat français se portant garant de la pérennité du site, le Val de Loire a l'ambition de se proposer en dispositif d'excellence pour la mise en cohérence des politiques de préservation et de valorisation du patrimoine (la protection étant attribuée aux sites via les outils réglementaires existants dans le pays partie). L'inscription n'a aucune valeur réglementaire, il s'agit d'un prestigieux label, à valoriser et à gérer. C'est donc aux collectivités publiques et territoriales d'orienter leurs politiques dans le sens de la préservation du site.

3.4.2. Caractérisation de l'urbanisation et de la contrainte liée à l'inondabilité

Afin de prendre en considération l'aménagement des zones inondables et de ce fait l'intégration du développement durable dans ces zones, l'occupation du sol et les documents réglementaires ont été couplés. Il en résulte deux nouveaux zonages (Boisson 2006) :

1 - le zonage de l'urbanisation : quatre catégories (Tableau 10) sont construites à partir de l'occupation du sol actuelle et le zonage des documents d'urbanisme (Plans d'Occupation des Sols ou Plans Locaux d'Urbanisme). Cette première caractérisation permet de faire ressortir les enjeux et de déterminer les actions potentielles en terme d'urbanisation puisqu'il synthétise la morphologie du terrain et les projets de développement de l'urbanisation.

2- le zonage « réglementaire » : en effectuant le croisement entre le zonage des niveaux d'aléas déterminés dans le PPRI (Plan de Prévention des Risques Naturels d'Inondation) et le zonage de l'urbanisation on obtient une nomenclature des objectifs par thème et niveaux d'aléas ; ces zones pouvant être spatialisées, quantifiées et analysées (Tableau 9).

Zones	Description
Zones urbanisables	espaces définis urbanisables dans les POS
Zones urbanisées	espaces bâtis plus récents, faible densité, peu de mixité
Centres urbains	espaces historiques, denses, mixtes
Zones d'activités	zones industrielles, carrières
Zones naturelles	espaces non bâtis
Voies de communications	réseau routier et ferroviaire

Tableau 9. Nomenclature du zonage de l'urbanisation (d'après Boisson 2006)

Zonage de l'urbanisation	PPRI- aléa 1 et 2	PPRI- aléas 3 et 4
Zones « naturelles »	Préserver les capacités de stockage et d'écoulement des crues	Préserver les capacités de stockage et d'écoulement des crues
Zones urbanisables	Arrêter les nouvelles implantations humaines dans les zones inondables et Préserver les capacités de stockage et d'écoulement des crues	Arrêter les nouvelles implantations humaines dans les zones inondables et Préserver les capacités de stockage et d'écoulement des crues
Zones urbanisées et Centres urbains	Limiter les implantations humaines dans les zones inondables les plus exposées aux risques	Arrêter les nouvelles implantations humaines dans les zones inondables les plus exposées aux risques
Secteurs à enjeux (zones d'activités)	Permettre dans les zones inondables le développement limité de certains secteurs en raison d'enjeux régionaux forts	Permettre dans les zones inondables le développement limité de certains secteurs en raison d'enjeux régionaux forts

Tableau 10. Nomenclature du « zonage réglementaire » (d'après Boisson 2006)

3.4.3. Quelle évolution de l'urbanisation des zones inondables depuis 30 ans?

En affinant l'analyse diachronique sur la seule zone inondable, il est possible de définir la progression de l'urbanisation. Une mission IGN de 1974 a été analysée de façon à localiser et caractériser les constructions réalisées depuis cette date (Figure 21). Ce qui permet d'évaluer le bâti présent avant 1974 et celui réalisé depuis 1974.

Plusieurs éléments sont à mentionner. Tout d'abord, les espaces construits sont peu étendus et localisés dans la continuité de ce qui était présent en 1974. Il s'agit de lotissements et de zones d'activités ainsi que de la construction de la ligne TGV. Pour les trois communes, l'urbanisation est de type pavillonnaire et localisée en continuité du centre urbain ancien ou en bas de coteau (Le Petit Vouvray, Le Peu Morier et le Mont Sanelles). Dans le cas de Montlouis-sur-Loire, d'autres zones d'habitat pavillonnaire et collectif ont été implantées sur le plateau, en suivant les axes de circulation et ce n'est qu'avec la mise en place en 1983 du premier Plan d'Occupation du Sol que les projets d'urbanisation sont contrôlés. Le développement économique dans la zone inondable a concerné les communes de Vouvray (une zone d'activité) et Montlouis-sur-Loire pour des secteurs proches des voies ferrées Tours-Vierzon (ZI Tuisseau) et Paris-Bordeaux (ZI Saule Michaud) ou d'axes routiers.

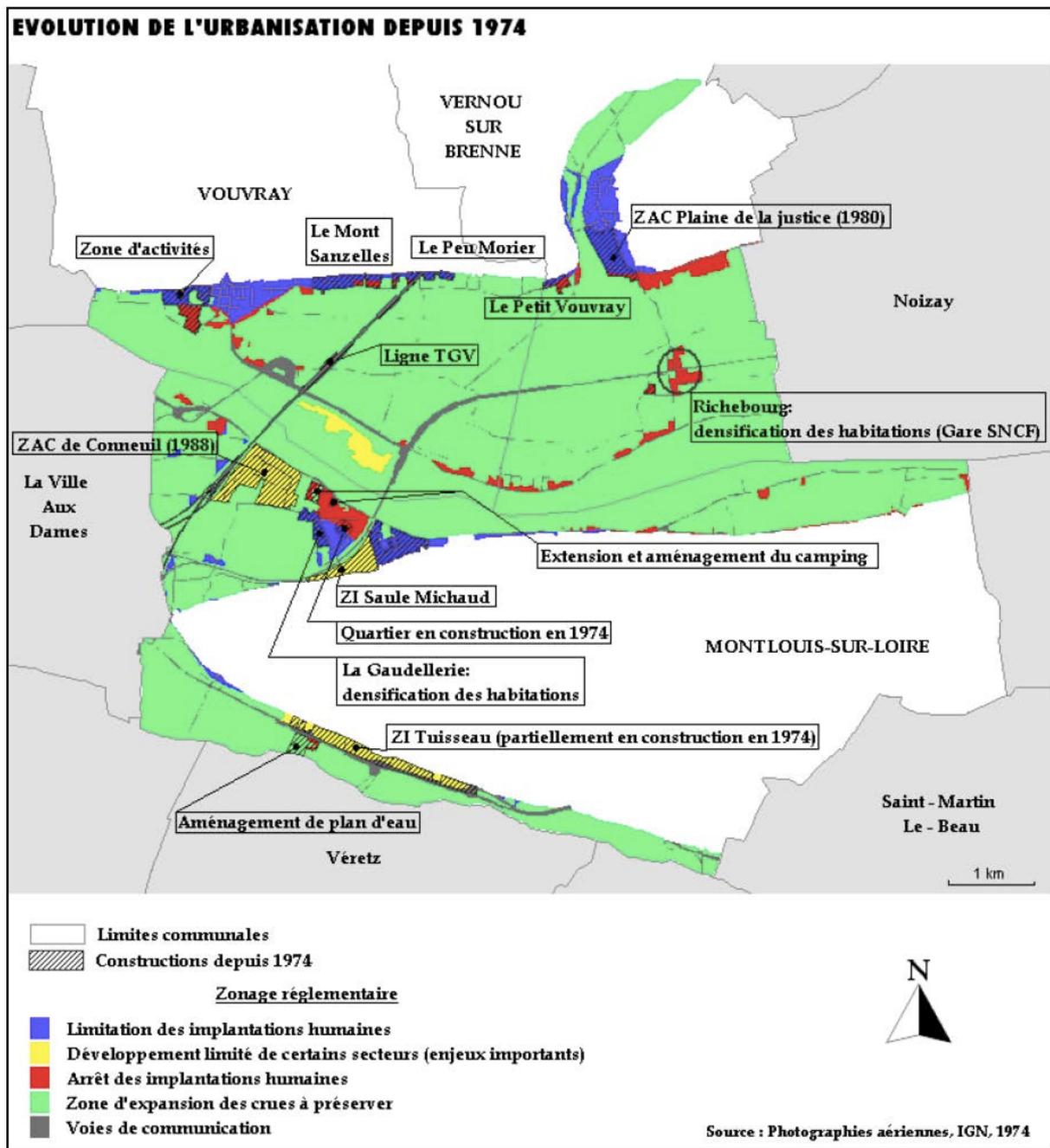


Figure 21. Zoom sur l'évolution de l'urbanisation sur le site de Vernou-sur-Brenne (Boisson 2006)

3.4.4. Planification urbaine: une limitation de l'urbanisation future des zones inondables

Si l'on met en regard l'occupation du sol et les documents d'urbanisme (Plan d'Occupation du Sol ou Plan Local d'Urbanisme), les projets dans les zones urbanisables sont limités à l'extension de deux zones d'activités de Montlouis-sur-Loire. Les « zones naturelles », présentes dans notre découpage, seront un espace d'expansion des crues, en cas de rupture de la levée de la Loire ou de débordement de la Cisse (la zone de confluence étant un secteur particulièrement sensible). Le croisement avec le zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation permet de localiser précisément les enjeux et les compromis entre protection des populations et des activités d'une part et développement de la commune d'autre part (Figure 22).

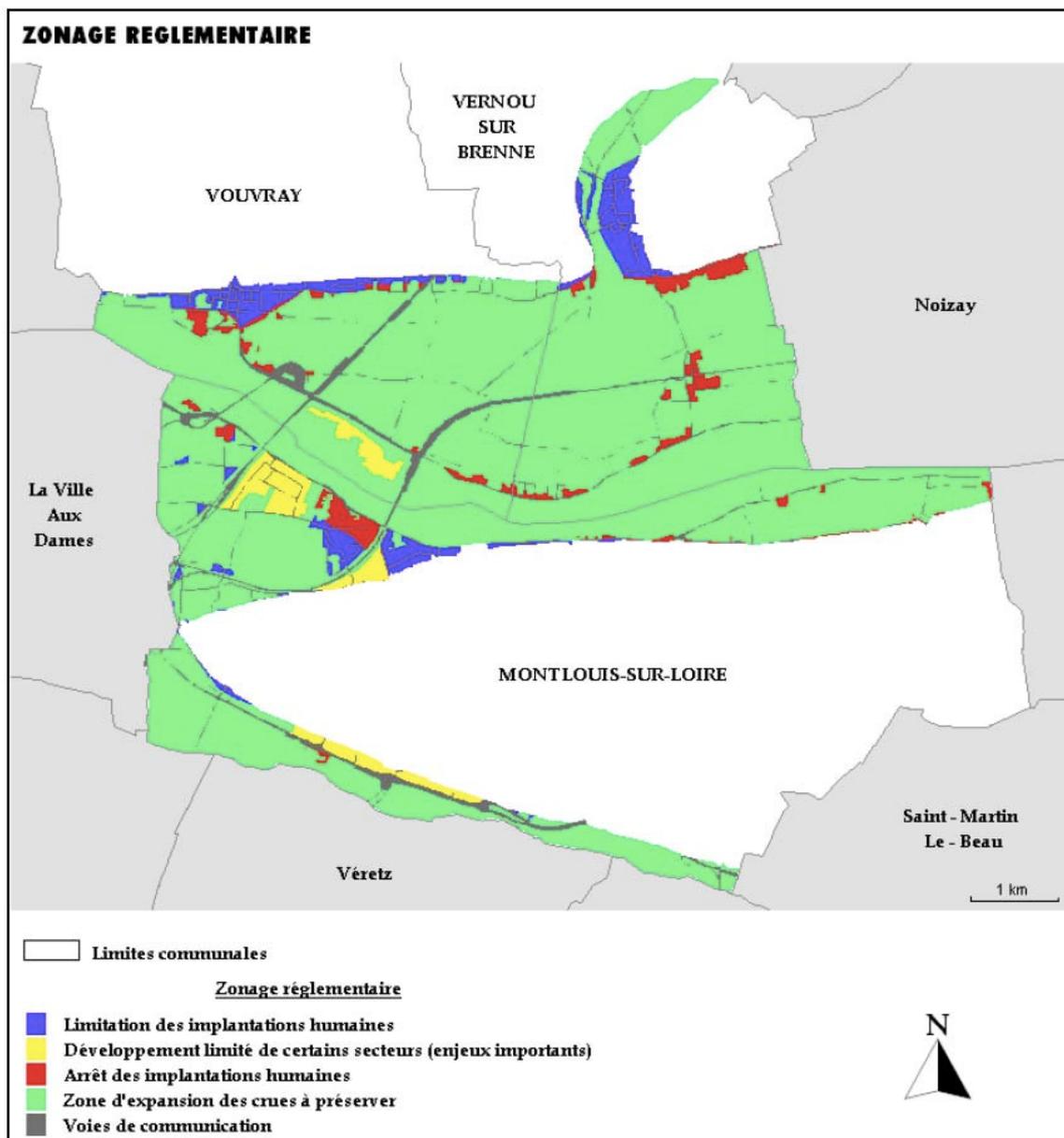


Figure 22. Zonage règlementaire sur le site de Vernou-sur-Brenne (Boisson 2006)

Les constructions seront limitées dans les secteurs les plus importants et les plus anciens tandis que pour la quasi-totalité des hameaux c'est l'arrêt des constructions. Les zones d'activités seront amenées à connaître un développement limité ; il s'agit des ZAC Conneuil, ZI Thuisseau, ZI du Saules Michaud (à Montlouis) bien que représentant un fort enjeu économique pour les communes. Ce qu'il faut remettre dans un contexte territorial plus vaste : à l'échelle de ces trois communes, le développement économique est privilégié en dehors de la zone inondable, sur les plateaux, bien que l'accessibilité ne soit pas toujours favorable. Notons que les « zones urbanisables » de la carte d'urbanisation (Figure 20) apparaissent comme des champs d'expansion des crues compte tenu de leur localisation (aléa moyen). Du fait de la réglementation de la zone inondable (PPRI) peu de constructions sont donc prévues.

Quels sont les impacts de la mise en application du plan de prévention des risques d'inondation sur le paysage? Le frein imposé par la réglementation des constructions va permettre de stopper la minéralisation de ces espaces largement occupés par la végétation ce qui permet de maintenir un « poumon vert » à proximité de l'agglomération mais ce qui pose aussi la question du maintien des activités agricoles.

3.4.5. Eléments de réflexion

Le cas du corridor fluvial ligérien à Tours est à la fois exemplaire et représentatif si l'on considère la dynamique des paysages depuis les années 70. Il est représentatif puisqu'il existe un développement des zones périurbaines au dépend des activités agricoles. Cette évolution est maintenant contenue par la réglementation plus stricte de la construction en zone inondable et la prise en compte des paysages et du développement durable dans les documents d'urbanisme (PADD du PLU et du SCoT)

Ce cas est exemplaire car la combinaison de plusieurs facteurs dont l'inscription par l'UNESCO a amené une prise en compte du paysage (Laidet M., 2004). Mais cette prise en compte du paysage est largement valorisée pour le développement d'activités touristiques et de loisirs et pour la construction d'une nouvelle image des communes.

4. Paysage, occupation du sol et biodiversité sur le site de l'Olivet

Une première analyse permettra, à travers un SIG, d'esquisser l'évolution de l'occupation du sol depuis les années 50. Dans un deuxième volet nous explorerons le pilotage de cette évolution par les exploitations agricoles et ses implications pour la biodiversité.

4.1. Evolution de l'occupation du sol depuis les années 50 à quatre dates : 1950-1972-1981-2002

4.1.1. L'évolution pas à pas

1950-1972

En 1972, la part des prairies diminue presque de moitié (26% de la superficie des terres agricoles). En revanche, la proportion des terres cultivées augmente (56% en 1950 contre 74% en 1972) (d'après les statistiques issues du SIG construit). Des parcelles prairiales en 1950 sont devenues terres cultivées en 1972 (notamment au sud du site étudié), et vice-versa (plaine située entre les ruisseaux de l'Estang et des Pallis) (Figure 23).

Par ailleurs, le morcellement des parcelles en 1950, laisse place à une augmentation de la surface parcellaire en 1972. Ainsi, les prairies qui étaient plutôt présentes sur l'ensemble du site, se retrouvent concentrées, en 1972, en de grandes parcelles au sud ouest et entre les ruisseaux de l'Estang et des Pallis.

Concernant les boisements, leur répartition géographique reste inchangée avec le vaste massif que constitue la forêt de Brouard, à l'Est du site.

Les zones urbanisées sont constituées principalement du village d'Orbigny et de quelques fermes isolées.

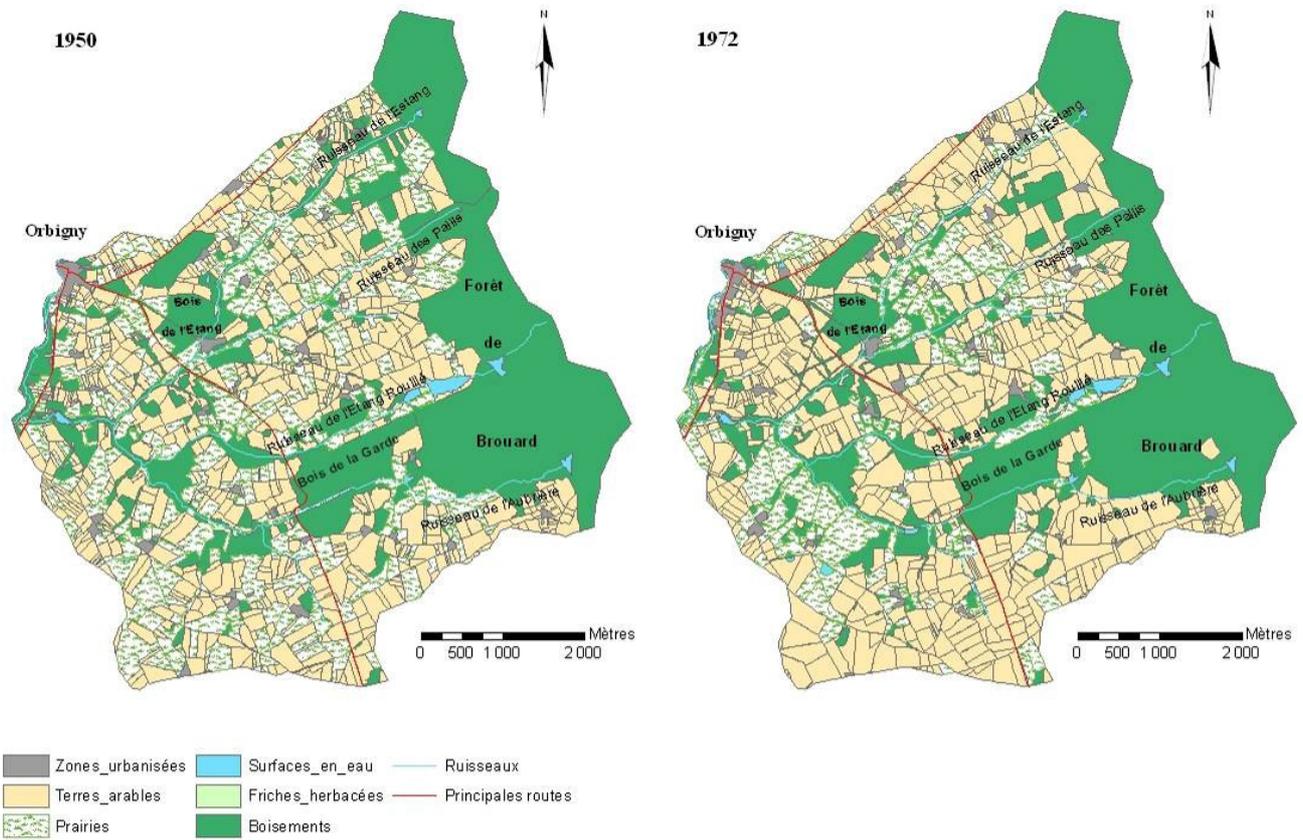


Figure 23. Occupation du sol en 1950 et en 1972 sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

La diminution des surfaces prairiales continue en 1981 (25% de la surface des terres agricoles) au profit des terres cultivées (75% de la surface des terres agricoles). Les prairies présentes en 1972, entre les ruisseaux de l'Estang et des Pallis ont disparu au profit des terres cultivées. A noter qu'au sud est du site, les parcelles prairiales se sont étendues (Figure 24.4).

D'autre part, la disparition du morcellement du parcellaire agricole amorcé en 1972 se poursuit jusqu'en 1981.

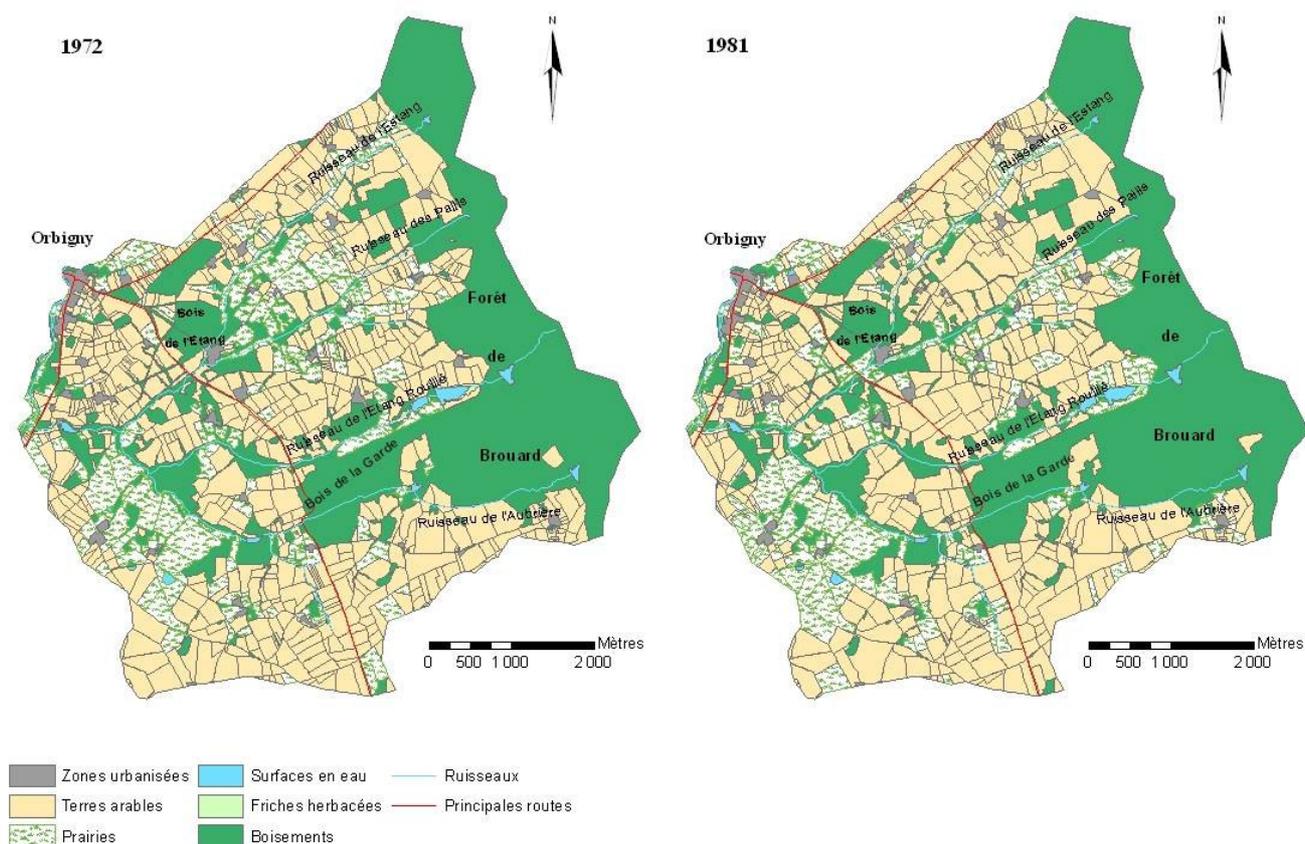


Figure 24. Occupation du sol en 1972 et en 1981 sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

En 2002, les prairies ne représentent plus que 17% des surfaces de terres agricoles contre 83% pour les cultures (d'après les statistiques issues du SIG construit).

Par ailleurs, le village d'Orbigny s'est un peu étendu.

Concernant le morcellement du parcellaire agricole, il a presque totalement disparu, laissant place à de grandes étendues cultivées (Figure).

Durant ces 50 dernières années, les boisements n'ont quasiment pas évolué comme le montre la forêt de Brouard. Cependant, en amont, la ripisylve du ruisseau de l'Estang n'existe presque plus (Figure).

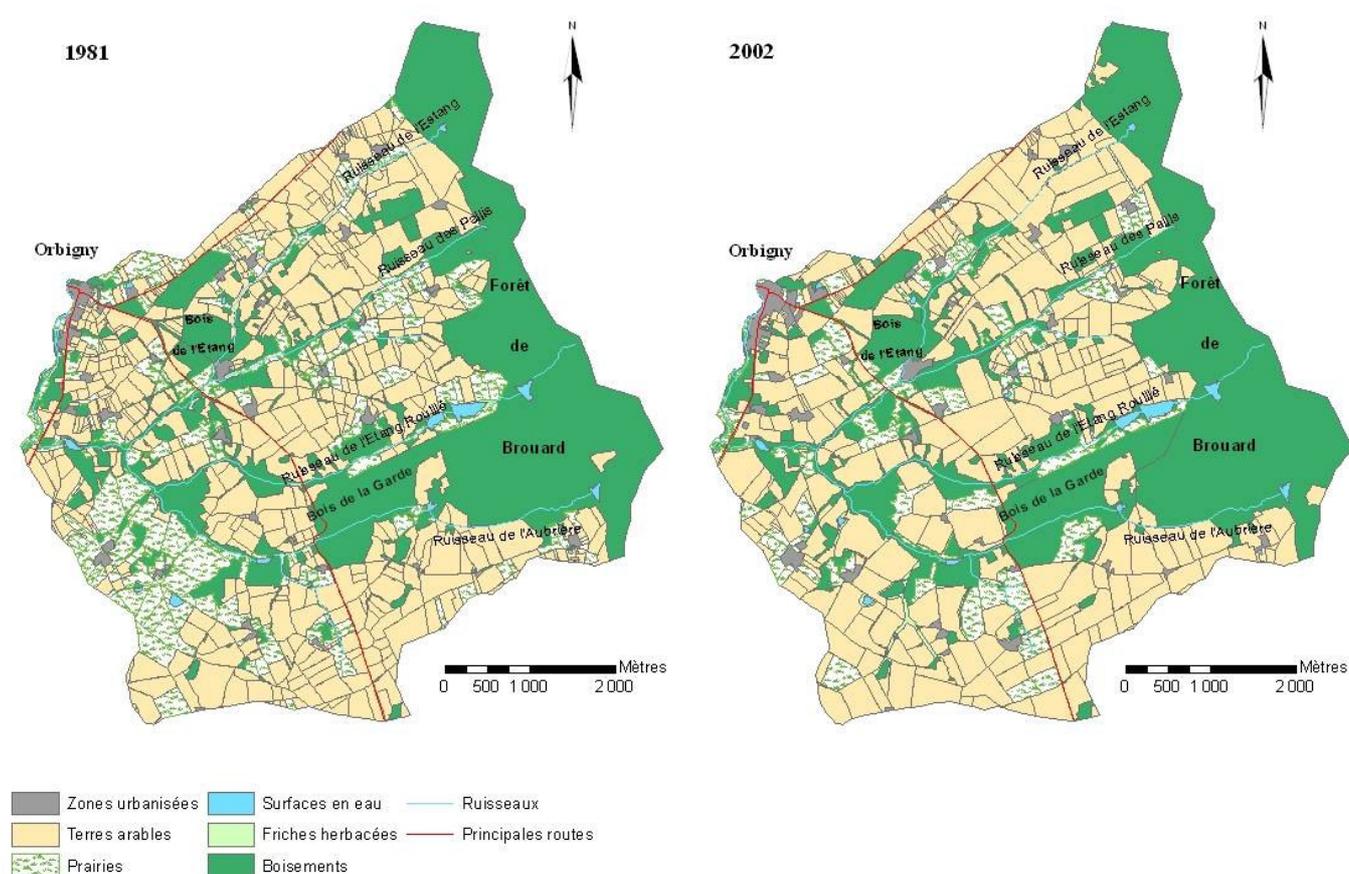


Figure 25. Occupation du sol en 1981 et en 2002 sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

4.1.2. Que deviennent les espaces qui changent d'occupation du sol ?

Années 1950-1972

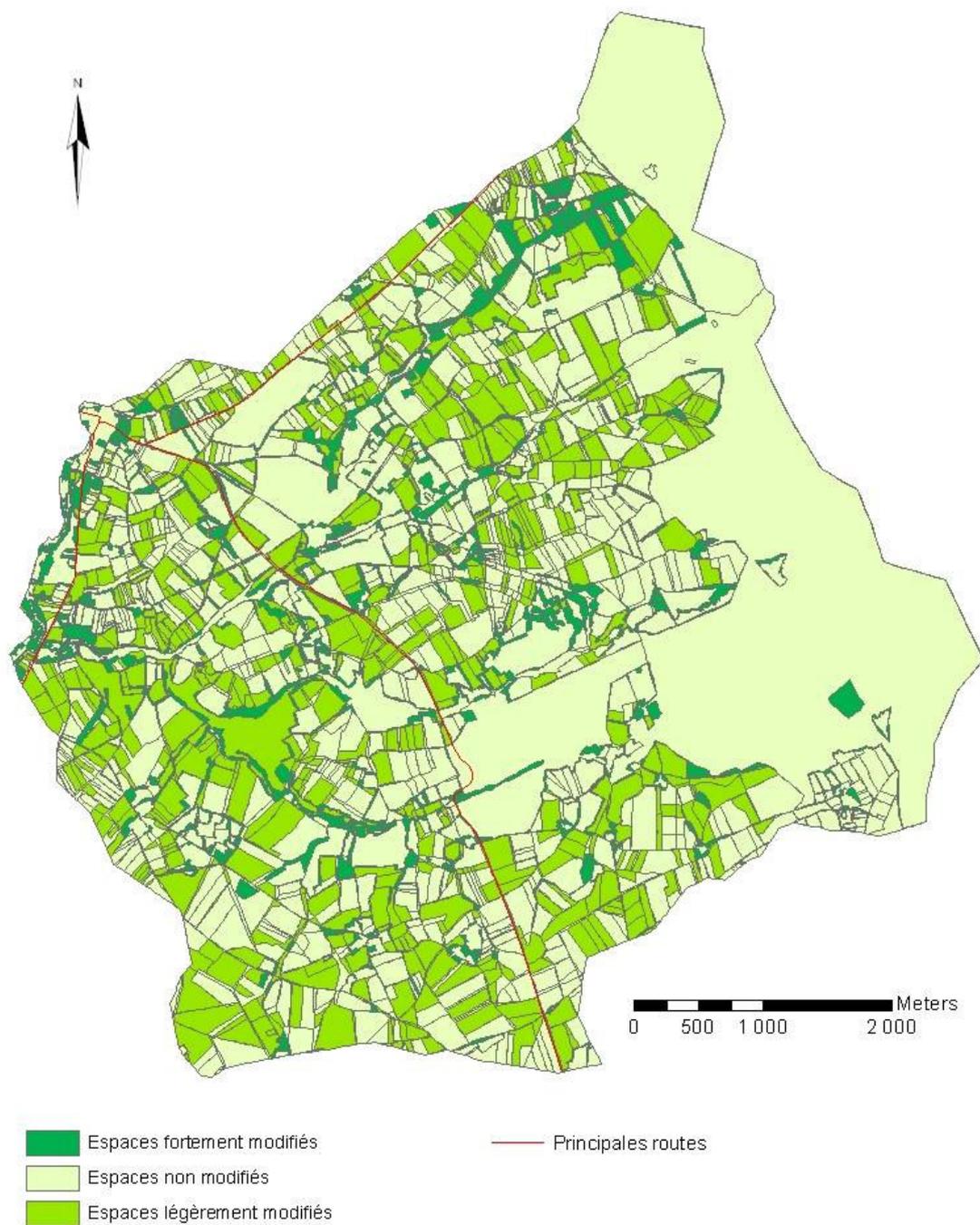


Figure 26. Cartographie des espaces modifiés entre 1950 et 1972 sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol dans les Espaces non modifiés 50-72

Les espaces n'ayant pas subi de modifications entre 1950 et 1972 concernent principalement les boisements avec la forêt de Brouard, le bois de la Garde, le bois de l'Etang et les Prétantaines.

Il en va de même pour une majorité de parcelles agricoles, ainsi que pour quelques parcelles de prairies (Figure).

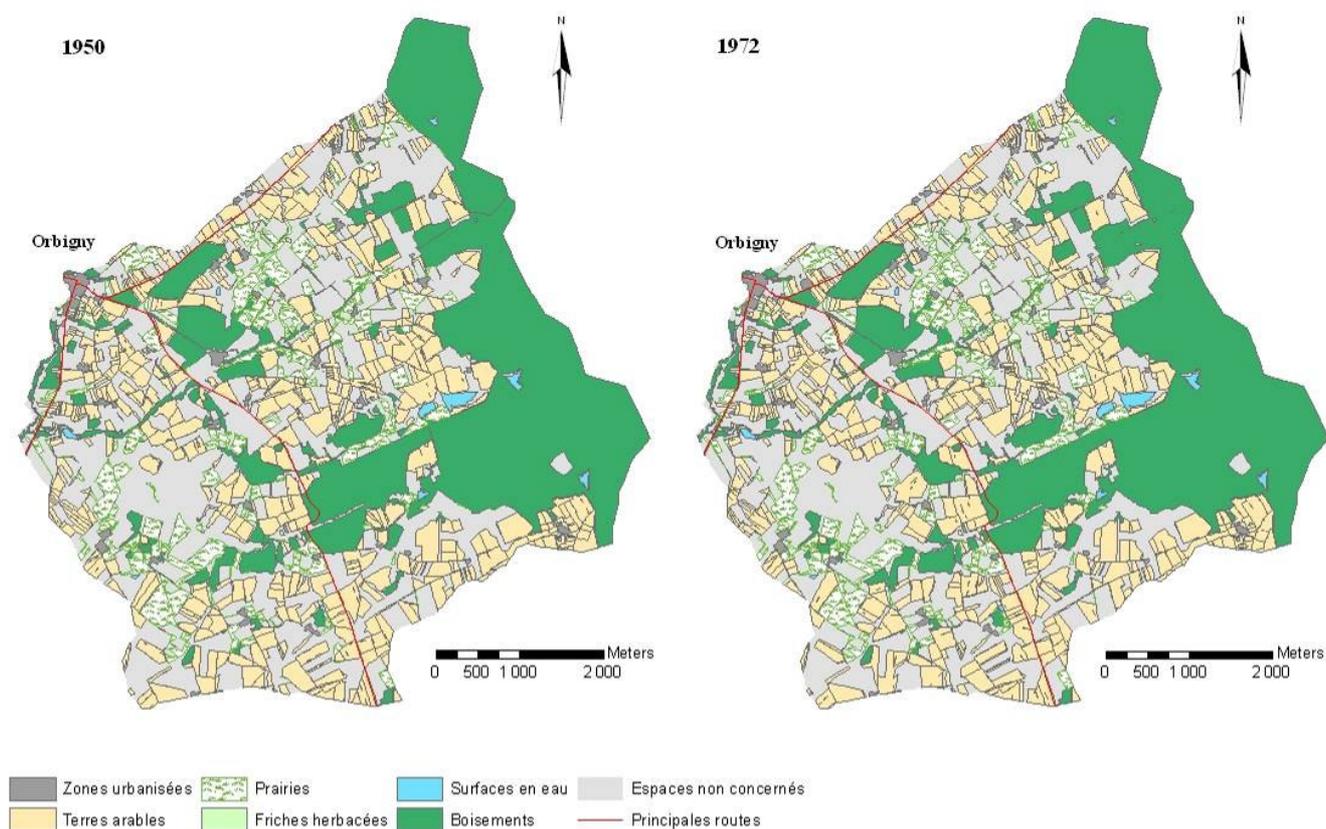


Figure 27. Occupation du sol entre 1950 et 1972 dans les Espaces non modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol dans les Espaces fortement modifiés 50-72

Les espaces fortement modifiés correspondent notamment à la **ripisylve** amont du ruisseau de l'Estang, qui en 1972 a disparu au profit de prairies et de terres cultivées. Certains **boisements** au sud d'Orbigny ont laissé place à des prairies en 1972 (Figure).

La majorité des espaces fortement modifiés concernent quelques **prairies**, entre autres celles situées entre les ruisseaux de l'Estang et des Pallis, qui sont devenues des boisements (Figure).

A noter en 1972, l'apparition d'un étang au sud est du site.

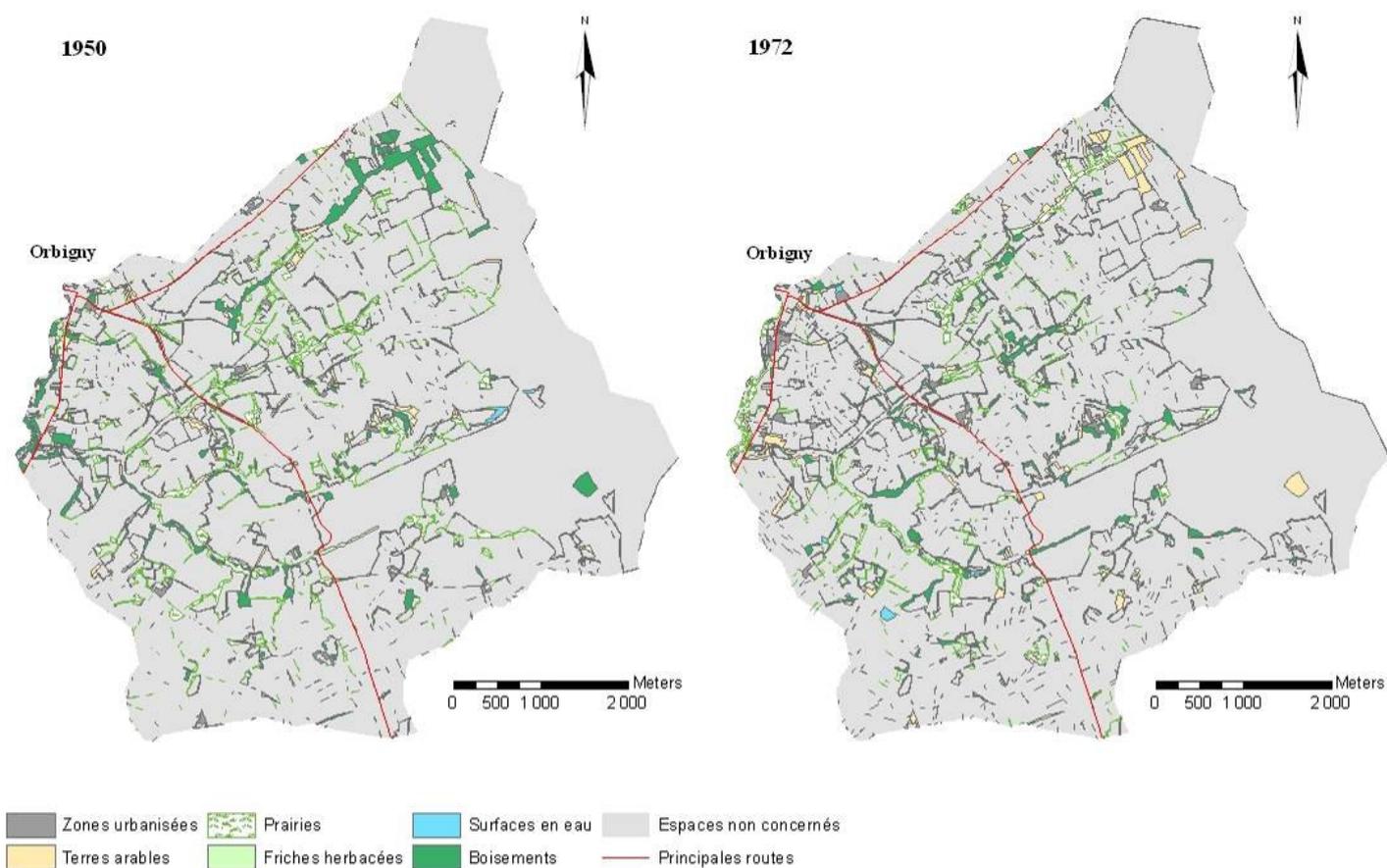


Figure 28. Occupation du sol entre 1950 et 1972 dans les Espaces fortement modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol dans les Espaces légèrement modifiés 50-72

Les **prairies** constituent la grande majorité des espaces légèrement modifiés. En effet, celles-ci ont disparu au profit des terres cultivées. D'autre part, certaines terres labourables en 1950, notamment celles situées autour des Prétantaines et entre les ruisseaux de l'Estang et des Pallis ont évolué en prairies (Figure).

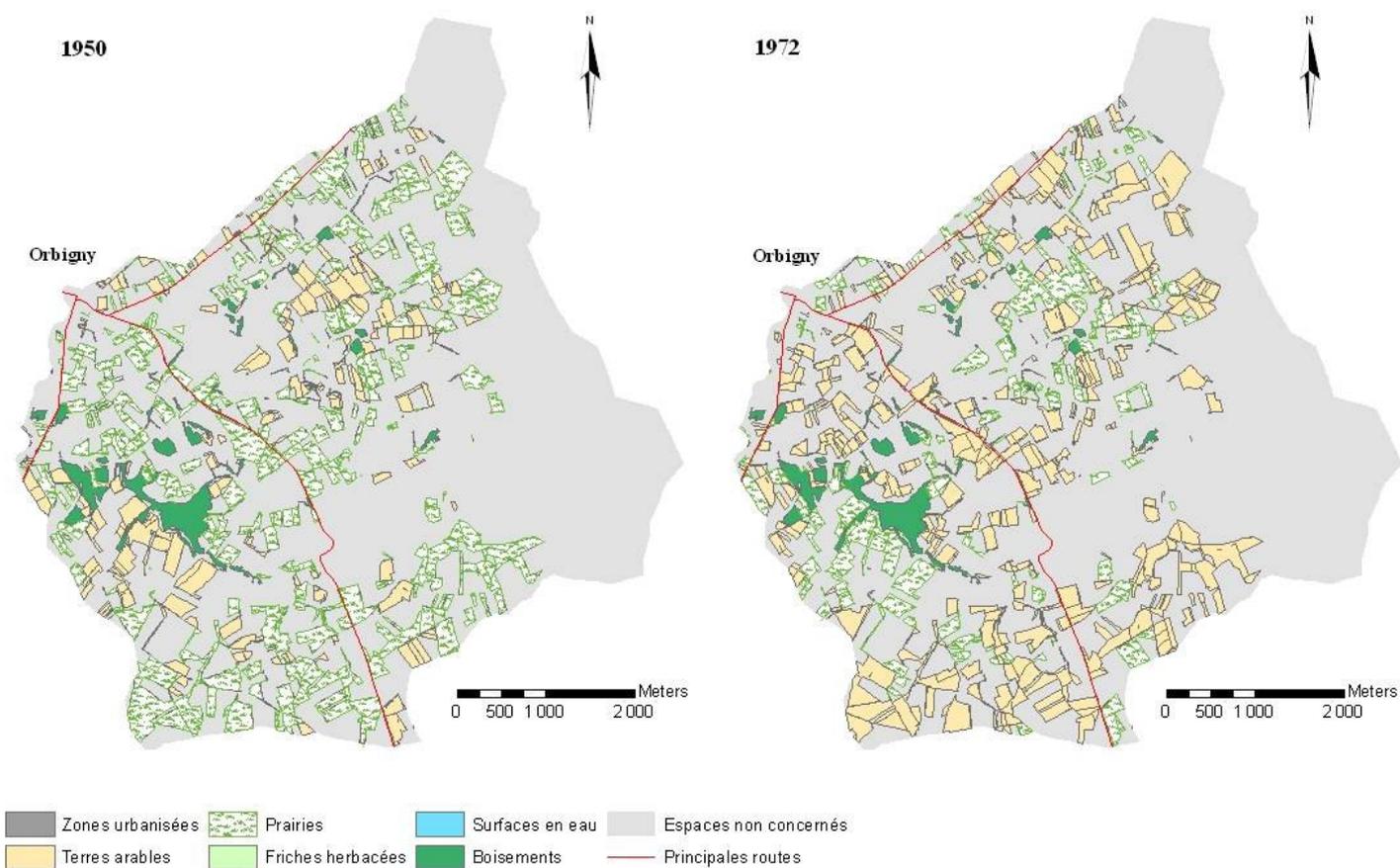


Figure 29. Occupation du sol entre 1950 et 1972 dans les Espaces légèrement modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

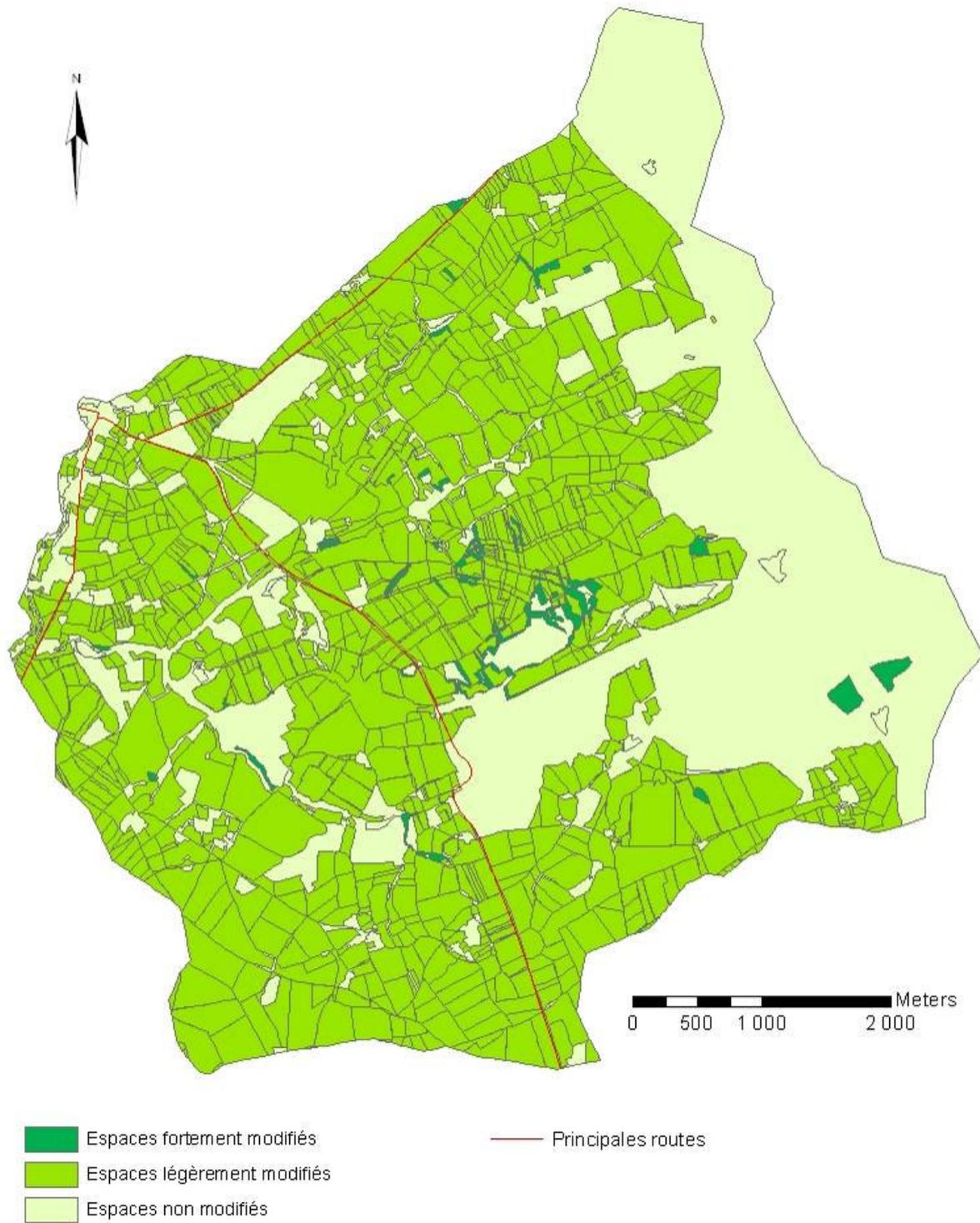


Figure 30. Cartographie des espaces modifiés entre 1972 et 1981 sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol dans les Espaces non modifiés 72-81

De 1972 à 1981, on retrouve au sein des espaces non modifiés, les boisements (forêt de Brouard, bois de la Garde, bois de l'Etang et les Prétantaines), ainsi que quelques mares et les étangs du Fay, Rouillé, du Buisson et de l'Aubrière (Figure).

C'est le cas également du village d'Orbigny et de fermes isolées.

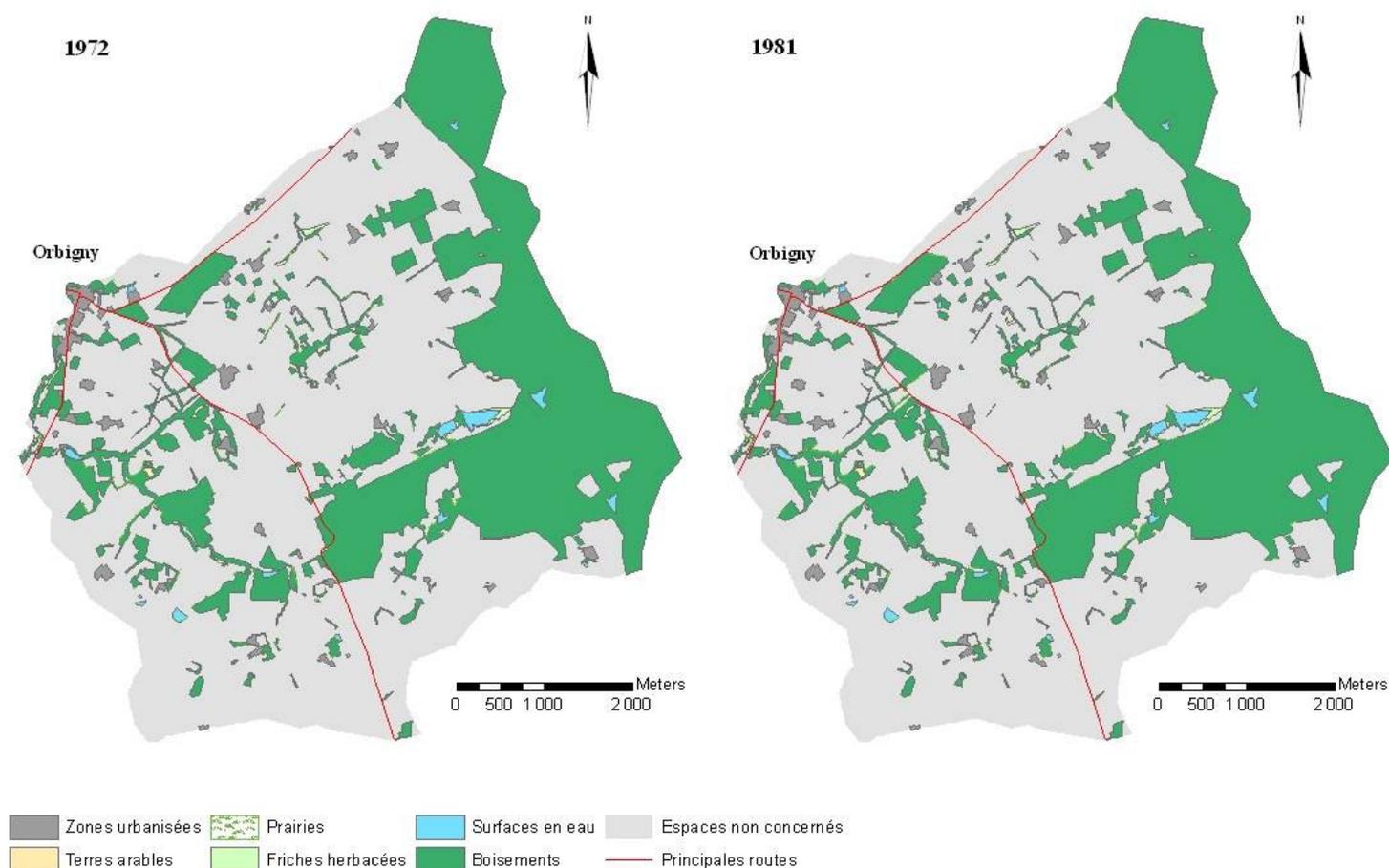


Figure 31. Occupation du sol entre 1972 et 1981 dans les Espaces non modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol dans les Espaces fortement modifiés 72-81

De 1972 à 1981, **très peu d'espaces ont subi de fortes modifications**. Il s'agit essentiellement de quelques parcelles prairiales et cultivées qui ont évolué en bois et inversement (Figure).

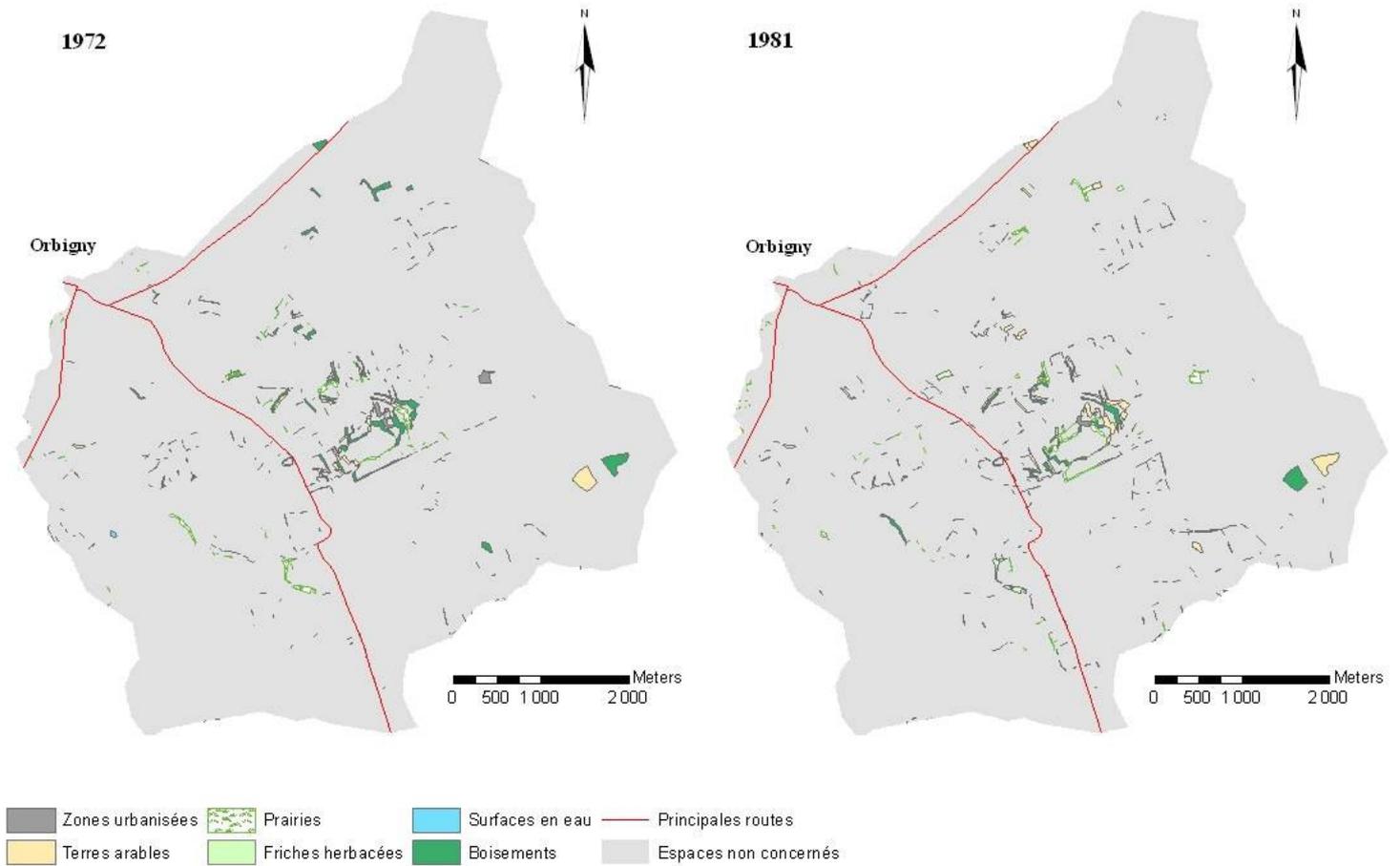


Figure 32. Occupation du sol entre 1972 et 1981 dans les Espaces fortement modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol dans les Espaces légèrement modifiés 72-81

Il s'agit de la majeure partie des terres agricoles. En effet, les **prairies** situées entre les ruisseaux de l'Estang et des Pallis ont laissé place à des terres cultivées en 1981. En revanche, au sud du site, certaines parcelles cultivées en 1972 sont devenues prairies en 1981 (Figure).

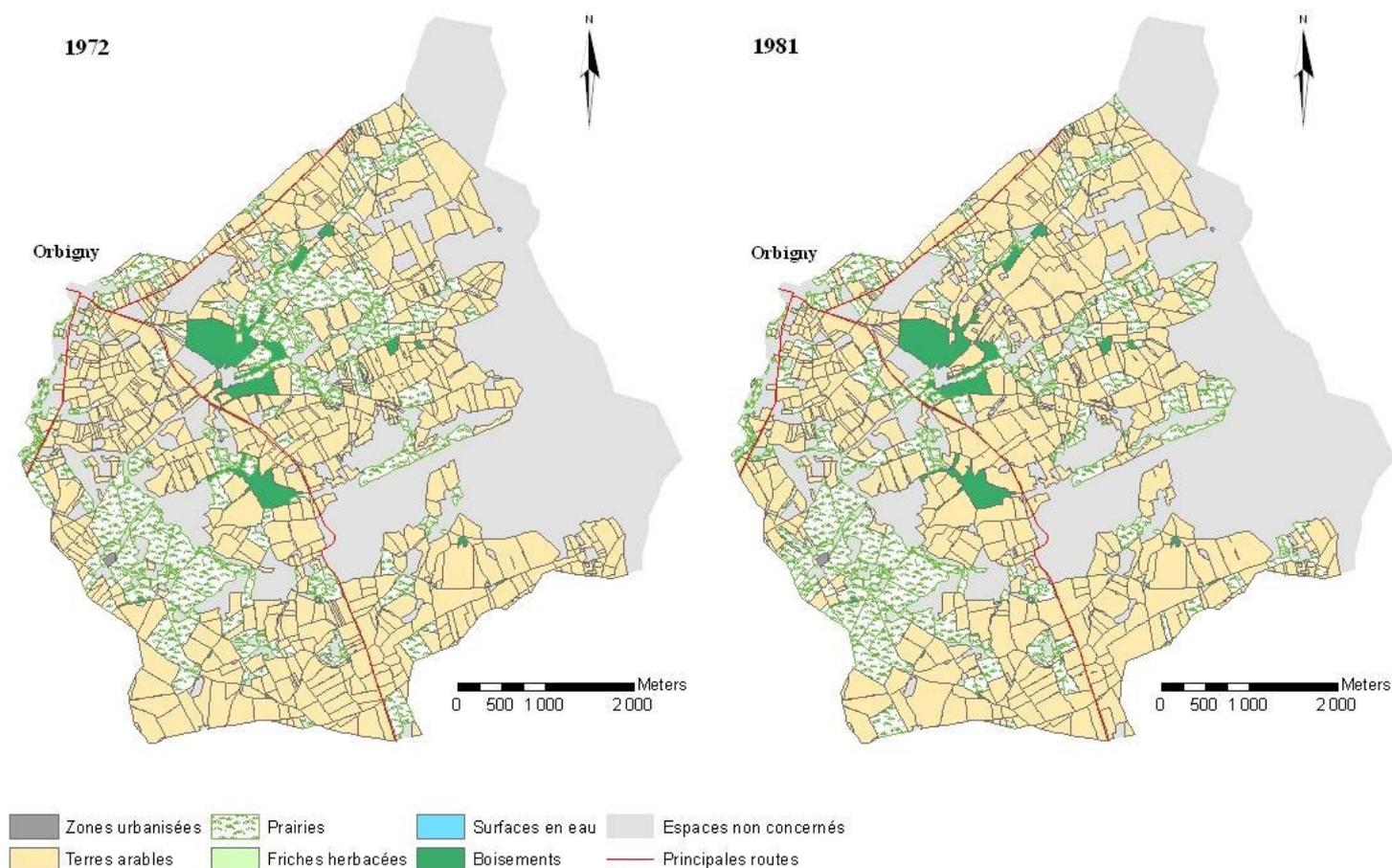


Figure 33. Occupation du sol entre 1972 et 1981 dans les Espaces légèrement modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

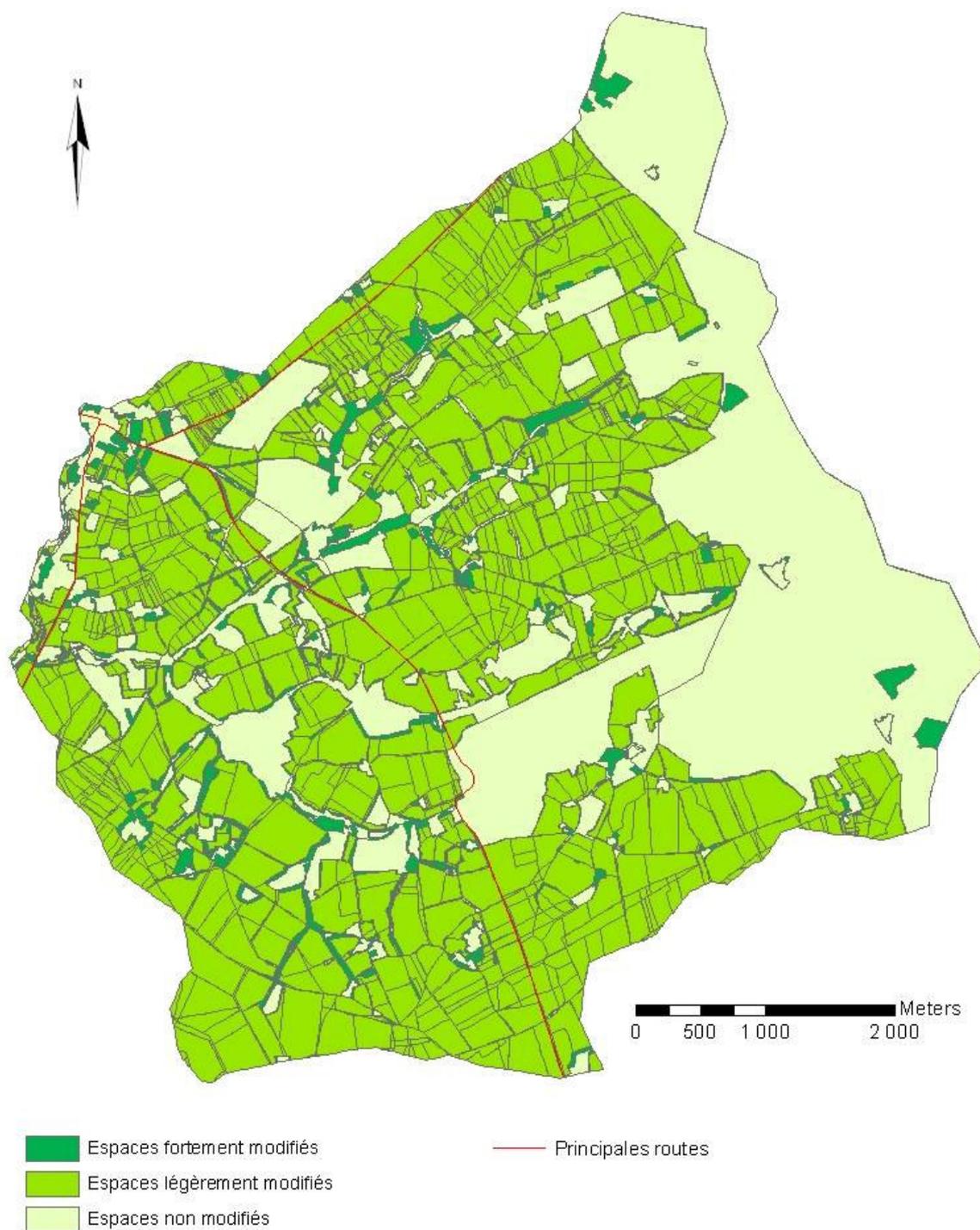


Figure 34. Cartographie des espaces modifiés entre 1981 et 2002 sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

De 1981 à 2002, on retrouve les mêmes constatations que celles effectuées pour la période 1972-1981.

A savoir que les espaces non modifiés sont les boisements, les étangs et mares ainsi que la zone urbanisée du village d'Orbigny et des fermes isolées (Figure).

Concernant les espaces fortement modifiés (Figure), il s'agit de parcelles en **prairies** en 1981, au sud du site qui ont évolué en boisements. Certaines terres cultivées sont passées en bois notamment à l'aval du ruisseau de l'Estang.

Par ailleurs, à l'extrémité nord du site, une petite zone, boisée en 1981 a évolué en terres cultivées en 2002.

Les espaces légèrement modifiés (Figure), quant à eux, concernent les **prairies** du sud est du site, qui pour la plupart sont passées en terres cultivées en 2002. De rares parcelles cultivées au nord du ruisseau de l'Estang et en bordure de la forêt de Brouard sont devenues des prairies.

Occupation du sol dans les Espaces non modifiés 81-02

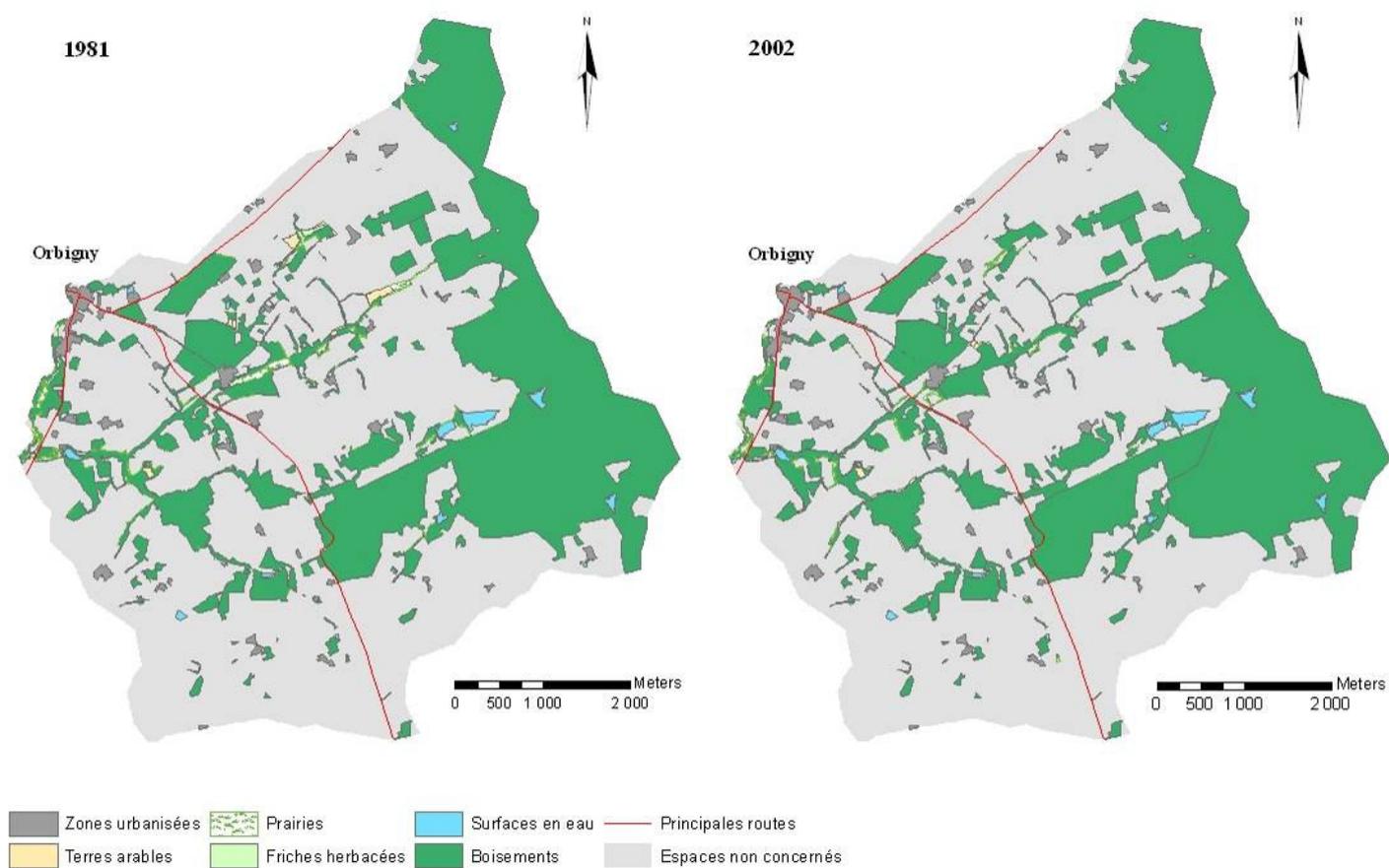


Figure 35. Occupation du sol entre 1981 et 2002 dans les Espaces non modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol dans les Espaces fortement modifiés 81-02

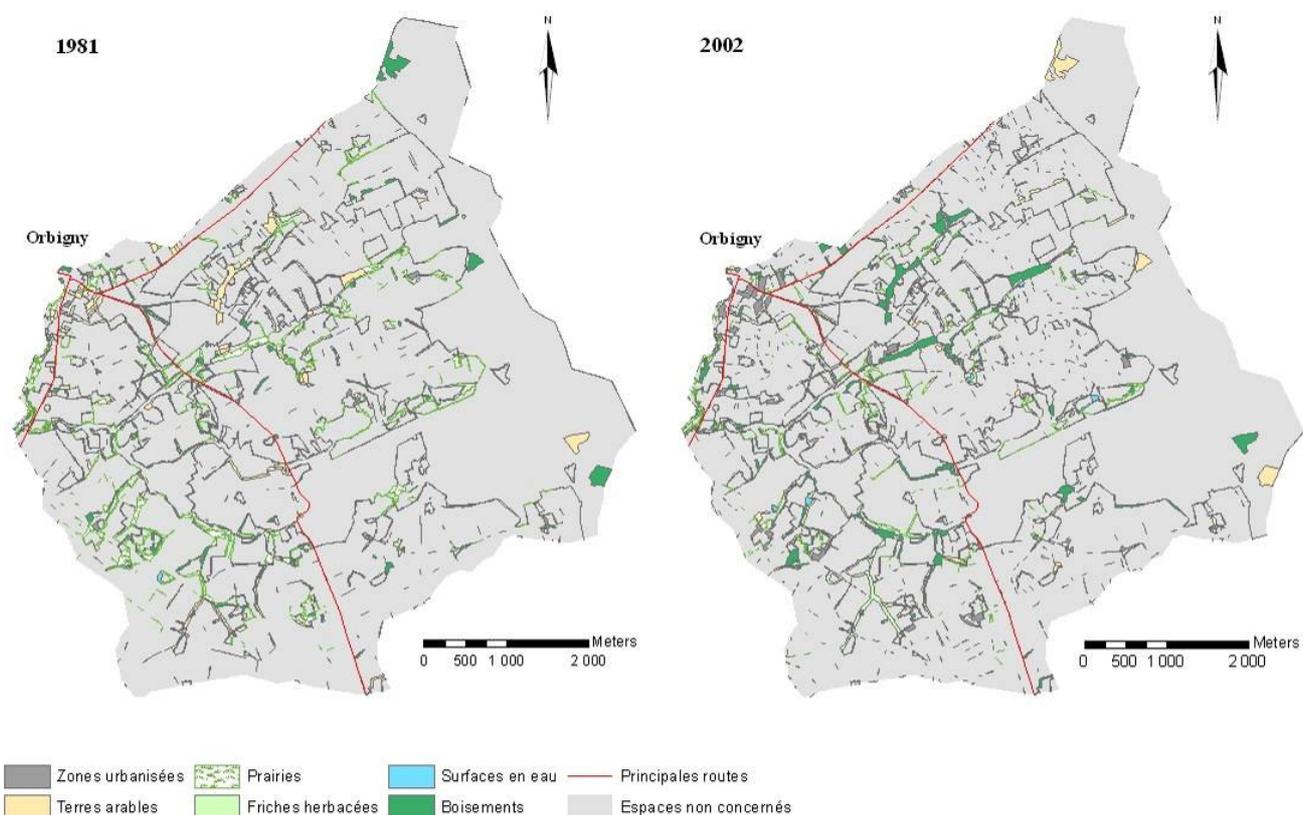


Figure 36. Occupation du sol entre 1981 et 2002 dans les Espaces fortement modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol dans les Espaces légèrement modifiés 81-02

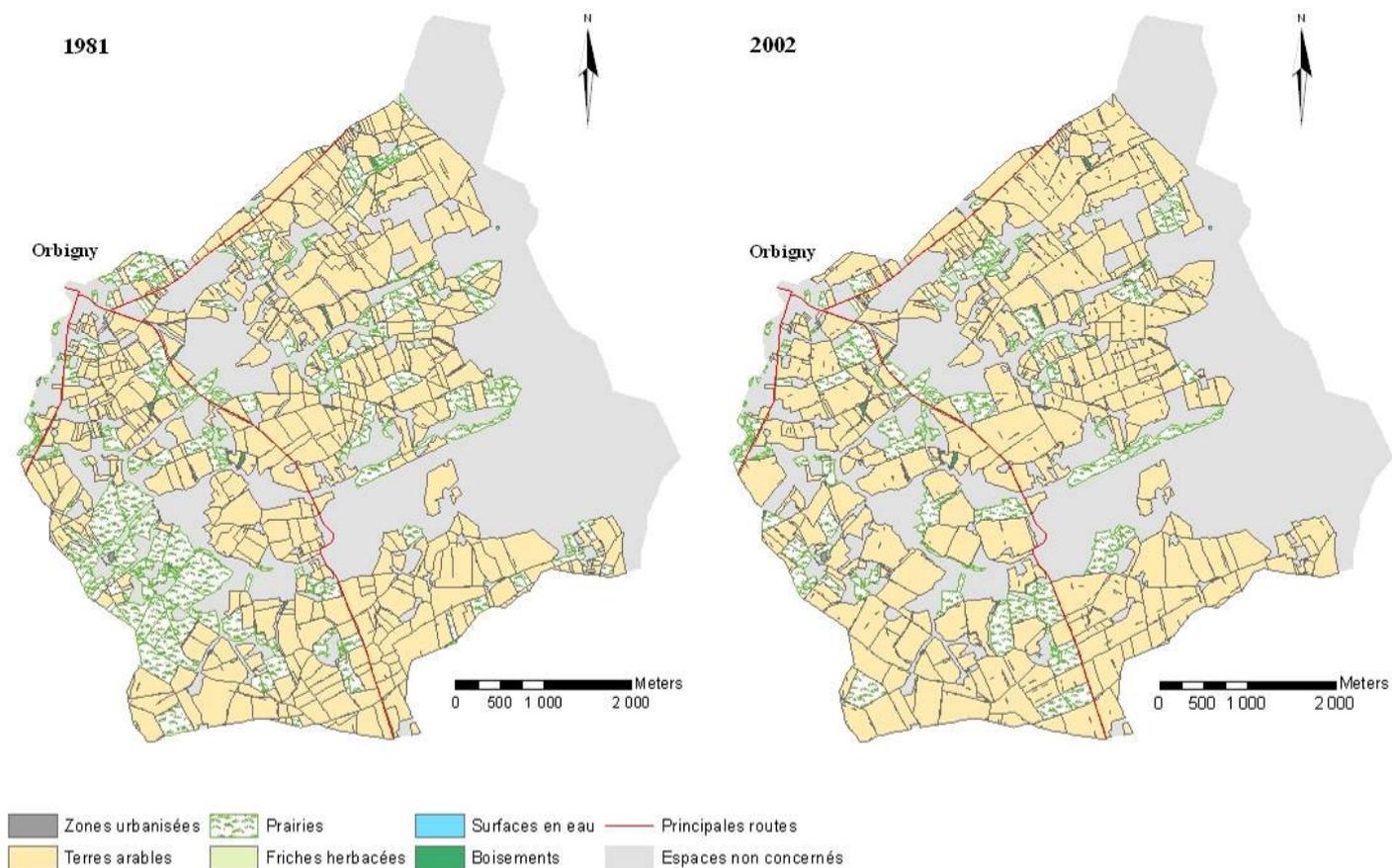


Figure 37. Occupation du sol entre 1981 et 2002 dans les Espaces légèrement modifiés sur le site de l'Olivet (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

En 1950, les terres labourables représentaient 56% de la superficie des terres agricoles contre 44% pour les prairies.

En 1972, la part des prairies diminue presque de moitié (26% de la superficie des terres agricoles) ; la proportion des terres cultivées augmente (56% en 1950 contre 74% en 1972).

La diminution des surfaces prairiales continue en 1981 (25% de la surface des terres agricoles) au profit des terres cultivées (75% de la surface des terres agricoles).

En 2002, les prairies ne représentent plus que 17% des surfaces de terres agricoles contre 83% pour les cultures.

De 1950 à 2002, la superficie des parcelles prairiales diminue au profit d'un agrandissement des parcelles de terres cultivées. En revanche, la superficie des parcelles boisées est restée stable de 1950 à 2002, de même que celle des surfaces en eau (Figure).

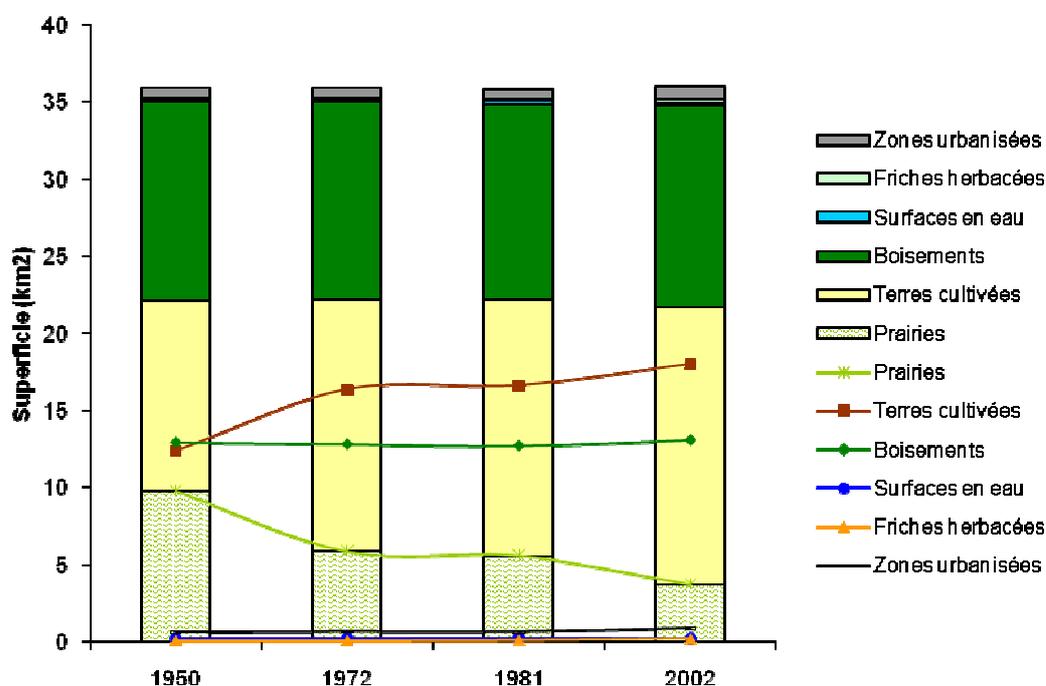


Figure 38. Evolution des surfaces des différents types d'occupation du sol pour les quatre années étudiées (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

4.2. Les échelles pertinentes pour la gestion de l'environnement en milieu agricole

4.2.1. Problématique

Le contexte : à la recherche de niveaux de décision pertinents pour la gestion des dynamiques environnementales

La différence entre les niveaux d'organisation pertinents pour les différentes dynamiques environnementales d'un point de vue fonctionnel, d'une part, et les niveaux d'organisation de la gestion du territoire, généralement calqués sur des échelles administratives, d'autre part, est généralement considérée comme un obstacle majeur pour une gestion efficace des problèmes d'environnement. Plus précisément, l'absence d'acteurs bien définis à des échelles pertinentes d'un point de vue fonctionnel est souvent pointée comme une des principales causes de la non-gestion, ou d'une gestion inefficace, des questions d'environnement. Au contraire, l'identification d'instances de décision qui soient en adéquation avec les niveaux fonctionnels de l'environnement, à supposer que ceux-ci soient les mêmes pour une diversité de dynamiques (hydrologie, biodiversité...), est considérée comme une condition de l'efficacité de la gestion environnementale. Il s'agit en somme de trouver les « responsables » des dysfonctionnements environnementaux et de les charger d'une gestion « saine ». Peut-on appliquer avec succès cette approche, qui a eu un certain succès dans le domaine de la gestion de l'eau, et qui a guidé les politiques publiques françaises (lois sur l'eau de 1962 et de 1992) et européennes (comme pour le Directive Cadre sur l'Eau) dans ce domaine, à la question de la biodiversité et au problème relatif à son érosion ? Telle est la problématique que nous abordons ici.

La question : l'exploitation agricole, est-elle une échelle pertinente de gestion de la biodiversité ?

Concernant la biodiversité en milieu rural, les activités agricoles sont généralement considérées comme un facteur crucial de son érosion ; or dans l'agriculture moderne l'exploitation agricole est un maillon fondamental de la chaîne conduisant à des décisions techniques (ce qui n'a pas toujours été le cas). Toutefois sa non-pertinence en matière de biodiversité a pu facilement être pointée⁸ ; en effet sa base territoriale, le foncier de l'exploitation agricole et son organisation spatiale, que nous appellerons la « structure spatiale » de l'exploitation agricole, est a priori sans lien avec une quelconque dynamique biologique. Cette non-adéquation spatiale entre les niveaux d'organisation de la biodiversité d'une part et les échelles de la décision en agriculture, d'autre part, est une contrainte majeure pour l'efficacité de la gestion de la biodiversité en milieu rural. En particulier l'étroitesse du foncier, qui caractérise la taille des exploitations agricoles en Europe occidentale, encore assise sur une base familiale, est un frein à une prise en compte efficace des dynamiques biologiques, qui se déroulent sur une échelle bien plus large, et à laquelle ne correspond aucune instance de décision dans le domaine agricole, aucune instance réunissant les agriculteurs d'un même territoire. D'ailleurs, en France, les politiques publiques récentes en matière d'agri-environnement ont essayé par différents moyens d'y faire face (nous pensons notamment aux Contrats Territoriaux d'Exploitation « collectifs » et à leurs ancêtres expérimentaux, les Plans de Développement Durable). Nous pouvons toutefois penser que, compte tenu de la tendance durable à l'agrandissement des exploitations agricoles, celles-ci vont arriver à couvrir un espace suffisamment large pour avoir une pertinence

⁸ Di Pietro F (2001) Assessing ecologically sustainable agricultural land-use in the Central Pyrenees at the field and landscape level, *Agriculture, Ecosystems & Environment* 86(1) :93-103.

biologique, comme l'ensemble d'une unité paysagère (ex : un fond de vallée) ou d'un petit bassin-versant. Nous serions donc en train de trouver, auprès des exploitants individuels, le niveau de décision pertinent pour gérer la biodiversité. Ceci tout du moins dans les régions de grande culture, dans lesquelles l'agrandissement et son corollaire, le remembrement, sont les plus avancés. C'est ce que nous avons voulu tester dans une région de grande culture, la Gâtine lochoise (Indre-et-Loire).

4.2.2. Les exploitations agricoles à l'épreuve de la biodiversité

Parmi les échelles auxquelles on peut conventionnellement mesurer la diversité biologique en écologie, nous avons retenu celles qui sont le plus étroitement liées aux activités agricoles : le paysage et la communauté (restreinte à un taxon : la végétation vasculaire dans notre cas). Nous expliquons plus bas de façon détaillée comment nous avons abouti au choix de deux descripteurs de la biodiversité : les rotations parcellaires, mesurées à l'échelle de la parcelle, et la composition botanique des bordures de champ, mesurée à l'échelle de la bordure.

4.2.3. Analyse des rotations parcellaires

La diversité du paysage est mesurable à partir de l'occupation du sol. Or en zone de grande culture, caractérisée par la rareté des prairies permanentes, l'occupation du sol est changeante dans l'écrasante majorité des parcelles, s'agissant là de terres labourables, c'est-à-dire de cultures annuelles en rotation. Toutefois ces dernières peuvent posséder une certaine variabilité interne, concernant non seulement le type de cultures en rotation (et notamment la présence ou pas de couvertures « favorables » à la biodiversité, comme les prairies temporaires, ou « défavorables », comme le maïs), mais aussi la durée de retour de la tête de rotation (distinguant des rotations courtes, plus néfastes pour la biodiversité, comme p.ex. blé-colza, et des rotations longues, plus favorables).

Notre hypothèse est que cette diversité des rotations ne se distribue pas de façon aléatoire dans l'espace mais que les rotations parcellaires peuvent former des agrégats en fonction de plusieurs facteurs dont nous distinguons les principaux :

- la structure de la propriété foncière (structure spatiale des exploitations agricoles)
- la structure du milieu (effet terroir).

Sur ce dernier aspect nous nous appuyons, de façon critique, sur le concept de terroir, développé par la géographie agraire⁹, et qui identifie, dans le paysage rural, des unités spatiales continues caractérisées par un type de milieu physique et par un usage agricole homogènes. La superposition des caractéristiques physiques et d'occupation du sol fait des terroirs des unités agro-écologiques ayant structuré les paysages ruraux dans le temps long et jusqu'aux années soixante.

Nous nous demandons dans quelle mesure ces unités agro-écologiques peuvent représenter des unités de gestion de l'espace: comment recourent-elles les limites des exploitations agricoles ?

Pour répondre à cette question nous analyserons la structure spatiale des exploitations agricoles en la comparant à la "structure" des rotations parcellaires.

⁹ Bertrand G. (1976). In G. Duby & A. Wallon (Eds.), Pour une histoire écologique de la France rurale. Histoire de la France rurale. pp.37-111. Seuil, Paris.

Méthodologie d'analyse des rotations parcellaires

Les données sont issues d'enquêtes en exploitation réalisées en 2000, 2002 et 2003 (3 passages) dans les 15 exploitations actives sur notre site d'étude, un bassin-versant de 3500 ha (35 km²); il s'agit donc de données déclaratives, jugées fiables car réalisées dans le cadre d'une recherche-action menées en collaboration avec les techniciens agricoles du Groupement de Développement Agricole local¹⁰.

Après recueil des données d'enquête (cultures sur les 4 ou 5 dernières années, soit 1997 ou 1998-2002), nous avons retenus 9 exploitations dont l'utilisation des terres a été recensée précisément sur au moins 80% de la SAU (car située sur le bassin-versant), soit 98 parcelles. Ces 98 rotations parcellaires ont été traitées statistiquement et reconstituées de façon à être "déroulées" sur 10 ans, et représenter des "types" de rotations parcellaires. Les 12 types de rotations parcellaires issues de cette analyse (Tableau 11) ont ensuite représenté des modalités affectées aux autres parcelles du bassin-versant, soit 226 parcelles décrites en tout. La répartition des types de rotations parmi l'ensemble de ces 226 parcelles est illustrée par la Figure 39.

code	Type de rotation
IDRP1	céréales d'hiver - oléagineux
IDRP2	plusieurs années de céréales d'hiver - oléagineux
IDRP3	tournesol – blé d'hiver
IDRP4	rotation rare (maïs ensilage / sorgho fourrager ou tournesol ou blé d'hiver)
IDRP5	maïs ensilage
IDRP6	maïs - céréales d'hiver - tournesol
IDRP7	maïs - céréales d'hiver – prairie temporaire
IDRP8	maïs – plusieurs années de prairie temporaire
IDRP9	maïs - céréales d'hiver - plusieurs années de prairie temporaire
IDRP10	prairie permanente
IDRP11	céréales d'hiver – oléagineux - jachère
IDRP12	jachère fixe

Tableau 11. Les 12 types de rotations parcellaires observées (IDRP). En gras les 8 rotations les plus représentées

¹⁰ Di Pietro F & Sieurin A (2000) Qualité de l'eau et biodiversité en grande culture : une recherche-action en région Centre (France), In : Wicherek S (Ed). L'eau, de la cellule au paysage, Elsevier, collection Environnement, pp. 31-39

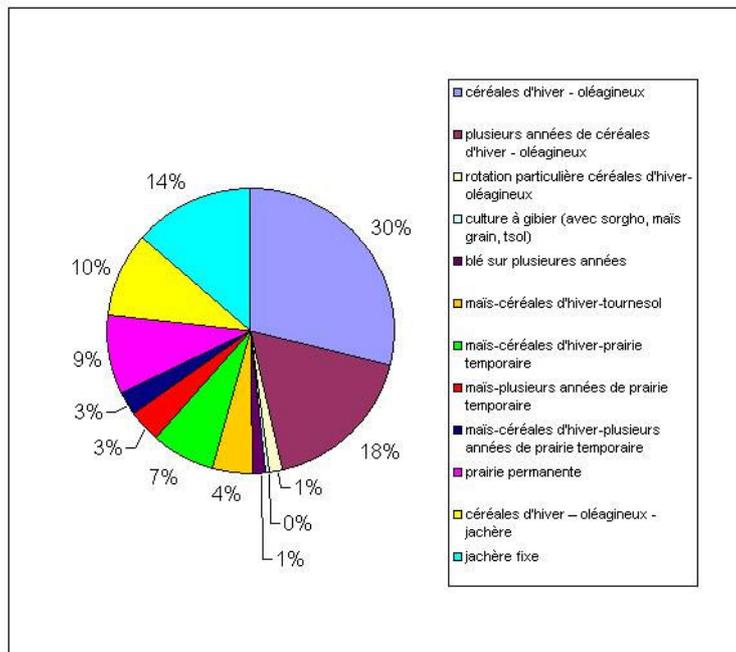


Figure 39. Répartition des types de rotations parcellaires parmi les 226 parcelles étudiées

La dispersion des rotations parcellaires est illustrée par la Figure 40.

En comparant visuellement la distribution des parcelles en fonction des rotations (Figure 40) et en fonction de l'appartenance à une exploitation (Figure 41) nous pouvons remarquer que :

1. les rotations ne se distribuent pas dans l'espace suivant le réseau hydrographique (la carte montre des rotations prairiales à l'aval, mais pas uniquement en fond de vallée) ; nous sommes ainsi incités à en conclure à l'absence d'un effet terroir, contrairement à ce qui est le cas pour la structure du paysage sur le long terme¹¹.
2. Toutefois les rotations ne semblent pas se distribuer pas de façon aléatoire dans l'espace. Elles semblent agrégées en îlots de rotations parcellaires proches; nous distinguons particulièrement des rotations laitières (en vert, rouge, bleu, rose sur la Figure 40), incluant la prairie, permanente (rare) ou temporaire, ainsi que le maïs, et des rotations céréalières (en jaune, bleu, bordeaux), marquées par l'absence de prairie et la présence de la jachère¹².
3. Cette distinction recoupe la différence entre exploitations laitières (5 exploitations) et céréalières (10 exploitations).
4. La distribution spatiale des parcelles suivant leur appartenance à une exploitation agricole montre des unités foncières concentrées (Figure 41); on peut y voir les effets du remembrement de 1983; le seul cas de fragmentation foncière conséquente n'est pas dû au morcellement mais à l'agrandissement d'une grande exploitation qui poursuit son agrandissement.
5. Nous constatons que certaines exploitations (n° 04, n° 06) semblent occuper la totalité d'un terroir (tête de bassin, fond de vallée).

A la lumière de ces analyses nous concluons que:

- l'« effet terroir » est faible
- l'hétérogénéité du paysage est très liée à la diversité des exploitations¹³: il semble donc important de préserver cette diversité (qui équivaut, ici, à la présence d'exploitations laitières) si l'on veut maintenir la diversité du paysage.

Ces aperçus nous font penser que les exploitations peuvent représenter ici des unités de gestion non seulement agricoles mais également environnementales. Derrière l'apparente uniformité des terres labourables se trouvent des « îlots » de rotations similaires, en relation avec l'appartenance de la parcelle à une exploitation donnée.

¹¹ Pinoteau C & Di Pietro F (2003) Association de formes et de dynamiques dans le bassin-versant de l'Aubrière en Indre-et-Loire, *Etudes Rurales* 167-168 (Juillet-Décembre 2003) : 263-284

¹² Di Pietro F (2004) Intérêt et limites de l'intégration du paysage dans une démarche locale d'agri-environnement : le cas d'une région de grande culture, Actes du colloque De la connaissance des paysages à l'action paysagère, Bordeaux (France), 2-4 Décembre 2004 (CD-Rom)

¹³ Di Pietro F (2006a) Agriculture and biodiversity : assessing the contribution of agricultural and structural parameters to field margins plant diversity. A case-study in a crop field region (Centre region, France). In: Meyer BC (Ed). *Sustainable Land Use in Intensively Used Agricultural Regions*, Landscape Europe, Wageningen (NL), pp. 140-151.

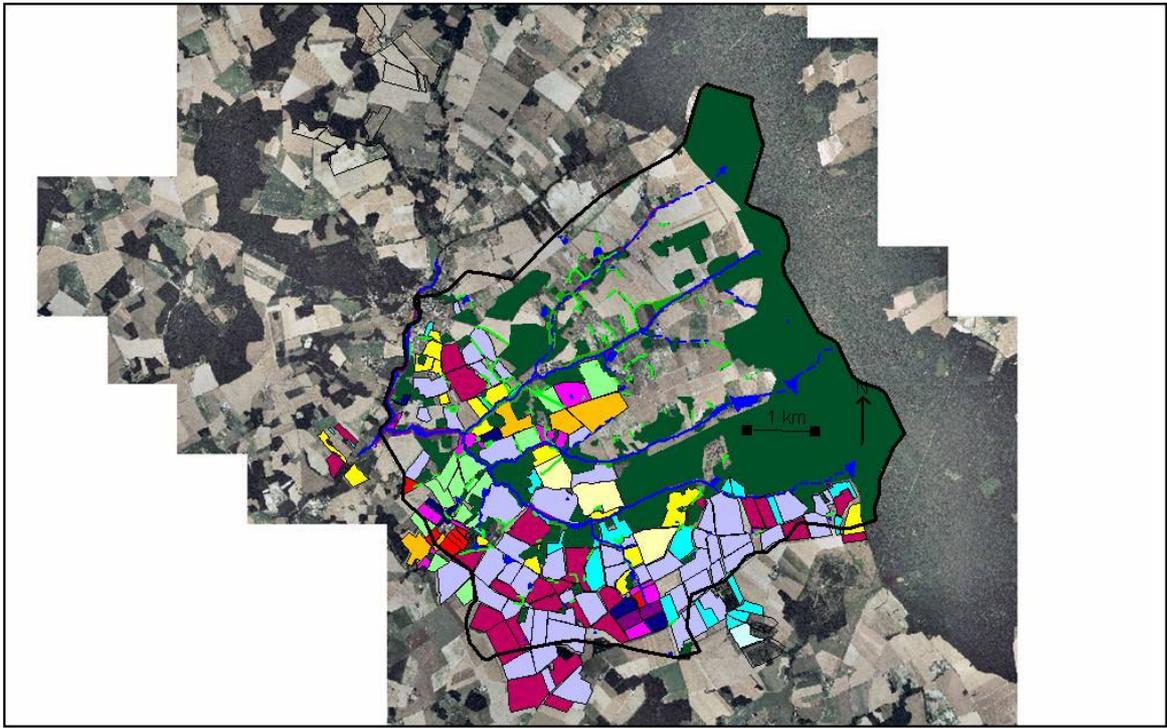


Figure 40. Dispersion des rotations parcelaires

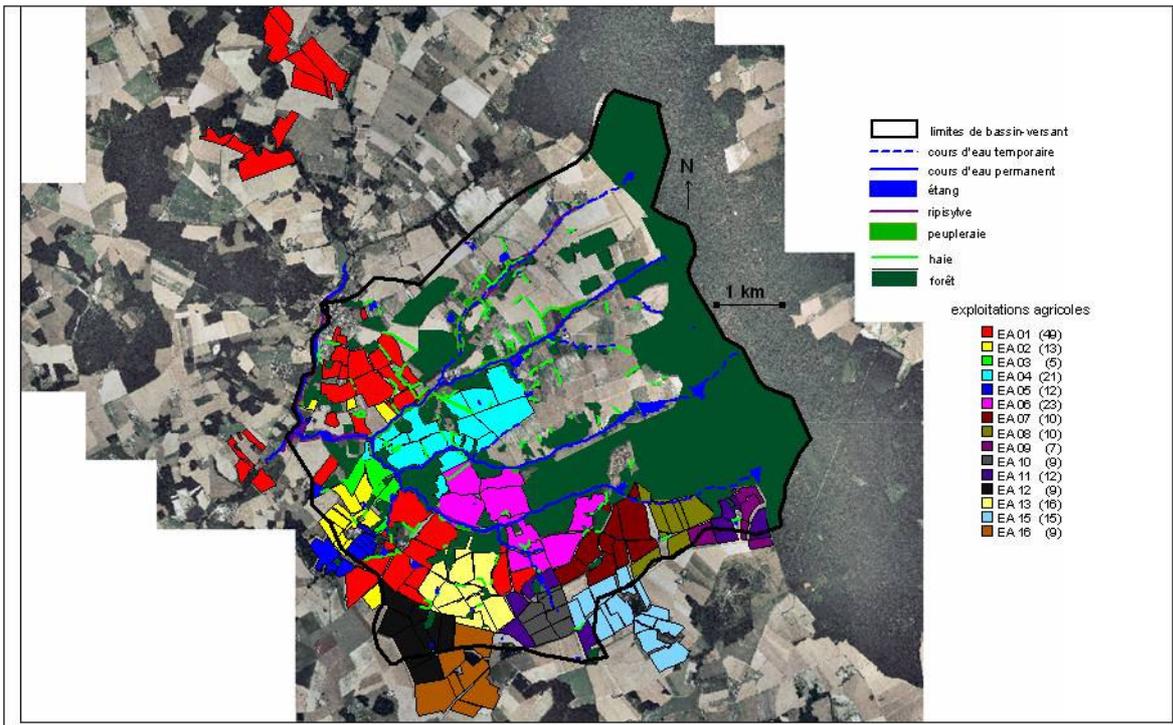


Figure 41. Parcelles selon leur appartenance à une exploitation agricole

4.2.4. Analyse des bordures de champ

Notre deuxième descripteur de la biodiversité est la composition botanique des bordures de champs. En effet, dans les régions d'agriculture intensive, caractérisées par la rareté des prairies permanentes, les bordures de champs sont le seul espace dans lequel une certaine diversité végétale peut s'exprimer¹⁴. Elles jouent de ce fait un rôle crucial dans la dispersion des espèces et le maintien de la biodiversité.

Notre hypothèse ici est que la diversité botanique des bordures de champs dépend étroitement de l'appartenance de la bordure à une exploitation donnée. Nous explorons donc les relations entre la diversité végétale des bordures de champs et quelques paramètres agricoles et structuraux.

Méthodologie d'analyse des bordures de champs

Nous avons étudié la structure spatiale et la composition botanique de 479 bordures qui représentent la totalité des bordures de 7 exploitations agricoles (4 laitières et 3 céréalières) d'un sous-bassin de notre site. Le protocole d'étude s'inspire de Le Coeur et al. (2002)¹⁵.

Afin de capter l'organisation de la diversité botanique des bordures, seules les 105 espèces herbacées les plus fréquentes (présentes dans plus de 95% des relevées), sur les 356 rencontrées, ont été retenues pour cette analyse.

Résultats

La composition botanique des bordures de champs a été analysée par une Analyse Factorielle des Correspondances qui montre que le premier facteur est un gradient paysager (maillage forestier), opposant des espèces de lumière aux espèces d'ombre. Les facteurs suivants 2 et 3 sont des gradients de pratiques agricoles, l'un (F2) concernant les pratiques mécaniques ou chimiques (herbicides) d'entretien de la bordure de champ (gradient opposant des espèces annuelles aux espèces pérennes), l'autre (F3) concernant les pratiques de fertilisation dans la parcelle (gradient de nutrition minérale et d'humidité opposant des espèces nitrophiles aux espèces xérophiles). Les 2 premiers axes expliquent 17,50% de la variance totale.

Nous avons testé l'effet de 48 variables agricoles (à l'échelle de l'exploitation agricole, comme la SAU de l'exploitation et la fragmentation de son territoire, ie nb de parcelles à l'ha ; et à l'échelle de la parcelle, comme la taille de la parcelle et la rotation parcellaire) et structurelles (structure de la bordure : largeur de l'interface champ-occupation adjacente ; type d'occupation adjacente ; type d'interface ; largeur et hauteur des strates arborescente et arbustive ; présence de fossé) sur la flore des bordures, par une Analyse Canonique des Correspondances¹⁶ réalisée avec le logiciel Canoco¹⁷. 34 de ces variables sont significatives selon le test de Montecarlo et expliquent 20% de la variance¹⁸.

¹⁴ Marshall, E. J. P. (2002). Introducing field margin ecology in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 89, p. 1-4.

¹⁵ Le Coeur, D., Baudry, J., Burel, F., Thenail, C. (2002). Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Landscape and Urban Planning*. 89, 23-40.

¹⁶ Jongman R.H., Ter Braak C.J.F., van Torgren, O.F.R. (1987). *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen, 274 p.

¹⁷ Ter Braak, C.J.F., Smilauer, P. (2002). *Canoco Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Biometris, 500 p.

¹⁸ Di Pietro F (2007) Landscape organization and plant biodiversity of field margins in an intensively used agricultural region of central France, In: Bunce RGH, Jongman RHG, Hojas L. & Weel S, *25 years Landscape Ecology: Scientific Principles in* 73

Parmi celles-ci, et en fonction de leur contribution statistique, nous pouvons dresser une hiérarchie des déterminants de la composition botanique des bordures :

1. des facteurs locaux : variables physiques comme les habitats boisés, la fréquence de chemins herbeux, de bandes herbeuses et d'autres éléments (clôtures, fossés, routes) ;
2. des variables liées aux exploitations agricoles : taille et orientation, fragmentation du foncier, taille des parcelles ;
3. des variables d'occupation du sol: prairies permanentes, jachères fixes et rotations impliquant des prairies temporaires et des jachères.

Nous mettons l'accent sur le rôle joué, sur la biodiversité végétale, par quelques variables agricoles, notamment la structure spatiale des exploitations (taille et fragmentation des exploitations) et le système d'exploitation (production et rotations associées, impliquant la prairie) d'une part, et par quelques paramètres structurels locaux comme les lisières forestières d'autre part. Le rôle des facteurs de paysage, comme la densité et la taille des îlots boisés, est suggéré.

Comme nous le soulignons déjà dans notre deuxième rapport, basée sur des analyses partielles (5 des 7 exploitations retenues), l'effet exploitation agricole (et notamment la taille et l'orientation de l'exploitation) est déterminant.

Nous montrons donc l'effet prépondérant de certains facteurs structurels liés au paysage (importance des bordures boisées, de l'interface champ-bois) et de certains facteurs agricoles parmi lesquels notamment la taille de l'exploitation agricole et, à l'échelle parcellaire, les rotations impliquant la prairie. La taille de l'exploitation agricole émerge notamment comme le premier facteur agricole influençant le type de flore des bordures de champs en grande culture, ce qui est riche d'implications compte tenu du caractère continu de la tendance à l'agrandissement des structures d'exploitation, observée depuis plusieurs décennies.

4.3. CONCLUSION

Compte tenu de l'importance des facteurs agricoles, mesurés statistiquement pour la composition botanique des bordures de champs et uniquement visuellement pour l'instant pour les rotations parcellaires, les analyses montrées ici semblent confirmer que l'exploitation agricole est en passe de devenir, en zone de grande culture, un niveau d'organisation pertinent pour la gestion de la biodiversité, aussi bien en ce qui concerne sa composante paysagère que sa composante botanique.

5. Conclusion : pertinence du SIG dans l'étude des paysages

Le travail mené tant sur le site de Vernou que sur celui de l'Olivet a participé à l'analyse de la co-évolution des structures paysagères et des usages de l'espace en identifiant la trame paysagère actuelle, en clarifiant ces origines et en démêlant les interrelations entre les éléments du Paysage.

Aussi, **dans les années 1950** (Tableau 12), les sites de Vernou-sur-Brenne et de l'Olivet se caractérisent par une présence importante de terres cultivées et de prairies. Contrairement au site de Vernou-sur-Brenne, les boisements sont bien représentés sur l'Olivet, notamment avec la forêt de Brouard. Les vignes, absentes sur l'Olivet, se situent sur les coteaux pour le site de Vernou. Sur l'Olivet, site rural, les zones urbanisées ne sont représentées que par le village d'Orbigny et quelques fermes isolées. En revanche, sur le site de Vernou-sur-Brenne, péri-urbain, les zones urbanisées sont plus présentes avec les agglomérations de Montlouis-sur-Loire, Noizay et Vernou-sur-Brenne.

Les **années 1970** (Tableau 13) sont marquées par l'extension des surfaces cultivées, suivie d'une diminution de la surface en prairies, ceci sur les deux sites. En revanche on note un léger développement de l'urbanisation sur le site de Vernou-sur-Brenne. D'autre part, l'agrandissement du parcellaire débute sur le site de l'Olivet.

Absents du site de l'Olivet, les vignes et vergers s'étendent sur le site de Vernou. Il en va de même pour les formations boisées.

L'évolution est similaire concernant le site de Vernou-sur-Brenne dans **les années 1990**. En effet elle tend à une extension des zones urbanisées, des terres cultivées et des vignes. On observe la même tendance pour les boisements et les prairies mais dans de plus faibles proportions. Il n'y a pas d'évolution majeure concernant les surfaces en eau. La part des bancs de sable reste stable.

Concernant le site de l'Olivet, **les années 1980** (Tableau 14) sont synonymes d'une faible augmentation de la surface des terres cultivées, accompagnée d'un net agrandissement du parcellaire. Quant aux surfaces prairiales, elles sont en diminution. Les boisements et zones urbanisées n'ont pas évolué.

Pour **les années 2000** (Tableau 15), les terres cultivées sont en régression sur le site de Vernou-sur-Brenne. A l'inverse, elles augmentent pour l'Olivet. En revanche, les prairies diminuent sur le site de l'Olivet alors qu'elles s'étendent sur le site de Vernou. Les vignes et les formations boisées tendent à baisser sur le site de Vernou-sur-Brenne. Au contraire, les boisements présents sur le site de l'Olivet n'ont pas évolué de façon notable depuis les années 1950.

Nous remarquons que, ces deux sites, dans leur diversité, ont eu une évolution commune jusqu'aux années 70, marquée par l'augmentation des surfaces cultivées au dépens des prairies ; des caractéristiques spécifiques ont concerné le site urbain (augmentation des surfaces urbanisées, des vignes, des vergers et des bancs de sable au dépens des friches). En revanche, à partir des années 80, les deux sites suivent une évolution contrastée : les prairies augmentent sur le site urbain, tandis qu'elles continuent de diminuer sur le site rural, les surfaces cultivées continuant leur progression sur les deux sites. Et puis, dans les années 2000, cette évolution divergente se poursuit avec une augmentation des prairies sur le site urbain, et une diminution sur le site rural et une diminution des terres cultivées sur le site urbain, et une augmentation sur le site rural. Si l'augmentation des surfaces cultivées, au dépens des prairies en zone rurale, reflète une évolution de la Politique Agricole

Commune, le site urbain finit par posséder plus de surfaces prairiales que le site rural ; face à une campagne marquée par la production agricole, la ville, est-elle en passe de devenir le dernier refuge de la nature ?

Pendant toute cette démarche, le SIG s'est montré comme un outil pertinent pour comprendre le Paysage en termes de fonctionnement et de structuration. Il a clarifié les connections entre les différentes composantes du Paysage, favorisé la compréhension des terroirs et du paysage actuel. Il a particulièrement sa place dans un contexte diachronique. Grâce aux outils de l'analyse spatiale développés, la variable Temps peut être prise en compte dans l'analyse du paysage. Mais cette démarche demande à être développée.

Mais cet outil et les traitements associés sont relativement longs et délicats à mettre en œuvre si on veut avoir une précision (temporelle et spatiale) convenable pour comprendre la complexité du paysage. Aussi, l'étude réalisée, dans certains de ces aspects, ne peut être menée aujourd'hui que sur de petits sites.

Occupation du sol \ Sites	Site de Vernou-sur-Brenne <u>Zone péri-urbaine</u>	Site de l'Olivet <u>Zone rurale</u>
Années 1950	1956	1950
Zones urbanisées	Situées sur les plateaux avec les principales agglomérations de Vernou-sur-Brenne, Montlouis-sur-Loire et Noizay, elles représentent 8% de la surface totale du site.	Très faibles (2% de la superficie totale du site): village d'Orbigny, fermes isolées.
Terres cultivées	Fortement représentées avec 58% de la surface des terres agricoles. Les terres cultivées se situent sur les plateaux.	Fortement représentées avec 56% de la surface des terres agricoles (60% de la superficie du site).
Prairies	Occupent la dépression de la Cisse. Elles représentent 32% des terres agricoles.	Présentes avec 44% de la surface des terres agricoles.
Vignes	Situées sur les coteaux, elles comptent pour 8% de la surface des terres agricoles.	Absentes.
Vergers	Peu présents avec 0,7% de la surface des terres agricoles.	Absents.
Friches herbacées	Les espaces naturels occupent 9% de la surface du site. Ils sont pour 80% constitués de friches herbacées, le reste correspond aux bancs de sable du lit de la Loire.	Absentes.
Surfaces en eau	Les surfaces en eau représentent 10% de la surface du site avec la Loire, la Cisse et la Brenne.	Petit réseau hydrographique de ruisseaux, présence d'étangs et de quelques mares.
Boisements	Les boisements constituent 13% de la surface du site.	Bien représentés avec 36% de la surface totale du site. Important massif situé à l'est du site, constitué par la forêt de Brouard et quelques parcelles boisées.

Tableau 12. Synthèse de l'occupation du sol sur les deux sites dans les années 1950 (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol \ Sites	Site de Vernou-sur-Brenne <u>Zone péri-urbaine</u>	Site de l'Olivet <u>Zone rurale</u>
Années 1970	1972	1972
Zones urbanisées	Développement des agglomérations de Vernou-sur-Brenne, Montlouis-sur-Loire et Noizay. Elles représentent 9% de la surface totale.	Très faibles (2% de la superficie totale du site): village d'Orbigny, fermes isolées.
Terres cultivées	Extension de la surface des terres cultivées avec 80% de la surface des terres agricoles contre 58% en 1956.	Augmentation de la proportion des terres cultivées (74% des terres agricoles en 1972 contre 56% en 1950) et agrandissement du parcellaire.
Prairies	Diminution de la surface prairiale (32% en 1956 contre 2% en 1972).	Diminution de près de la moitié (26% de la superficie des terres agricoles).
Vignes	La superficie des vignes a augmenté avec 11% contre 8% en 1956	Absentes.
Vergers	Augmentation de la superficie des vergers : 3% contre 0,7% en 1956	Absents.
Espaces naturels	Concernant les espaces naturels, la superficie des bancs de sable a augmenté (56% contre 20% en 1956).	Absents.
Bancs de sable	Diminution des friches herbacées (44% contre 80% en 1956).	Absentes.
Friches herbacées		
Surfaces en eau	Pas d'évolution majeure.	Pas d'évolution notable depuis 1950.
Boisements	Légère augmentation des surfaces boisées 20% contre 13% en 1956.	Pas d'évolution notable depuis 1950.

Tableau 13. Synthèse de l'occupation du sol sur les deux sites dans les années 1970 (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol \ Sites	Site de Vernou-sur-Brenne <u>Zone péri-urbaine</u>	Site de l'Olivet <u>Zone rurale</u>
Années 1980/1990	1991	1981
Zones urbanisées	Extension des principales agglomérations avec 15% de la surface du site contre 9% en 1972.	Peu d'évolution, très faibles (2% de la superficie totale du site): village d'Orbigny, fermes isolées.
Terres cultivées	Augmentation avec 87% de la surface en terres agricoles contre 80% en 1972.	Petite augmentation des terres cultivées avec 75% de la surface des terres agricoles contre 74% en 1972, accompagnée d'un agrandissement du parcellaire.
Prairies	Légère augmentation : 6% des terres agricoles contre 2% en 1972.	Diminution des surfaces prairiales qui ne représentent plus que 25% de la surface des terres agricoles contre 26,5% en 1972.
Vignes	Légère augmentation : 14% des terres agricoles contre 11% en 1972.	Absentes.
Vergers	Disparition des vergers avec 0,1% de la surface des terres agricoles contre 3% en 1972.	Absents.
Espaces naturels Bancs de sable Friches herbacées	Stables depuis 1972 avec 56% des espaces naturels. Faible extension : 46% des espaces naturels pour 44% en 1972.	Absentes.
Surfaces en eau	Pas d'évolution majeure.	Pas d'évolution notable depuis 1972.
Boisements	Très faible extension avec 22% de la surface totale du site contre 20% en 1972.	Pas d'évolution notable depuis 1972.

Tableau 14. Synthèse de l'occupation du sol sur les deux sites dans les années 1980/1990 (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

Occupation du sol \ Sites	Site de Vernou-sur-Brenne <u>Zone péri-urbaine</u>	Site de l'Olivet <u>Zone rurale</u>
Années 2000	2001	2002
Zones urbanisées	Stables depuis 1991 avec 15% de la surface totale du site.	Pas d'évolution notable ;
Terres cultivées	En régression , elles ne représentent plus que 60% des terres cultivées contre 87% en 1991.	Augmentation de la surface en terres cultivées avec 83% contre 75% en 1981 et agrandissement du parcellaire.
Prairies	En extension , leur part a été multiplié par 4 de 1991 à 2001 (6% contre 24% en 2001).	Diminution de la part des prairies qui ne représentent plus que 17% des surfaces de terres agricoles contre 25% en 1981.
Vignes	Tendance à la baisse avec 13% de la surface des terres agricoles contre 14% en 1991.	Absentes.
Vergers	Réapparition des vergers qui comptent pour 3% des terres agricoles.	Absents.
Espaces naturels	Forte diminution . De 56% en 1991, ils ne représentent plus que 18% des espaces naturels en 2001.	Absents.
Bancs de sable		
Friches herbacées	Expansion des friches herbacées (82% de la surface des espaces naturels en 2001, contre 46% en 1991).	Absentes.
Surfaces en eau	Pas d'évolution majeure.	Pas d'évolution notable depuis 1981.
Boisements	En légère baisse (21% contre 22% en 1991).	Pas d'évolution notable depuis 1981.

Tableau 15. Synthèse de l'occupation du sol sur les deux sites dans les années 2000 (Source : CARREAU - Master2 Paysages et Territoires Ruraux, Tours, 2007)

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	2
EHEA – « ESPACES HABITES, ESPACES ANTICIPES »	3
1. INTRODUCTION	3
1.1. OBJECTIFS	3
1.2. CHOIX DES SITES ETUDIES	4
1.3. 1.3. PRESENTATION DU SITE DE L'OLIVET	7
1.4. PRESENTATION DU SITE DE VERNOU	7
2. METHODOLOGIE ET MISE EN ŒUVRE DU PROJET SIG SUR LES DEUX SITES	8
2.1. STRUCTURATION DU SIG	9
2.1.1. Site de l'Olivet	9
2.1.2. Site de Vernou	12
2.2. CONSTRUCTION DU SIG	12
2.2.1. Intégration des photographies aériennes	13
2.2.2. Photo-interprétation : caractéristiques physiques et biologiques des espaces étudiés	14
2.2.3. Intégration des autres données	15
3. EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL SUR LE SITE DE VERNOU-SUR-BRENNE . ETUDE DIACHRONIQUE DES QUATRE ANNEES 1956, 1972, 1991 ET 2001	16
3.1. LES ANALYSES « AVANT-APRES »	16
3.2. L'ANALYSE DES MODIFICATIONS	25
3.2.1. Années 1956-1972	26
3.2.2. Années 1972-1991	31
3.2.3. Années 1991-2001	34
3.3. SYNTHÈSE : CINQUANTE ANS D'ÉVOLUTION, VERS UNE FERMETURE DES PAYSAGES	38
3.3.1. Un net recul des terres agricoles	39
3.3.2. Un reboisement très marqué	40
3.3.3. Une progression de l'urbanisation	40
3.4. PAYSAGE DES ZONES INONDABLES : ENTRE DÉVELOPPEMENT ET PROTECTION	40
3.4.1. Contraintes et protections liées à l'inondabilité	41
3.4.2. Caractérisation de l'urbanisation et de la contrainte liée à l'inondabilité	44
3.4.3. Quelle évolution de l'urbanisation des zones inondables depuis 30 ans ?	45
3.4.4. Planification urbaine: une limitation de l'urbanisation future des zones inondables	46
3.4.5. Éléments de réflexion	48
4. PAYSAGE, OCCUPATION DU SOL ET BIODIVERSITE SUR LE SITE DE L'OLIVET	49
4.1. EVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL DEPUIS LES ANNEES 50 A QUATRE DATES : 1950-1972-1981-2002	49
4.1.1. L'évolution pas à pas	49
4.1.2. Que deviennent les espaces qui changent d'occupation du sol ?	53
4.2. LES ECHELLES PERTINENTES POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT EN MILIEU AGRICOLE	67
4.2.1. Problématique	67
4.2.2. Les exploitations agricoles à l'épreuve de la biodiversité	68
4.2.3. Analyse des rotations parcellaires	68
4.2.4. Analyse des bordures de champ	73
4.3. CONCLUSION	74
5. CONCLUSION : PERTINENCE DU SIG DANS L'ETUDE DES PAYSAGES	75

