



HAL
open science

Effet de l'histoire du paysage sur la diversité végétale macrophytique des lacs aquitains

L. Percaille

► **To cite this version:**

L. Percaille. Effet de l'histoire du paysage sur la diversité végétale macrophytique des lacs aquitains. Sciences de l'environnement. 2015. hal-02602013

HAL Id: hal-02602013

<https://hal.inrae.fr/hal-02602013v1>

Submitted on 16 May 2020

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.

ENSEGID
INP - Bordeaux
1 Allée François Daguin
33 607 PESSAC

IRSTEA - Bordeaux
50 Avenue de Verdun
33612 CESTAS



Institut national de recherche
en sciences et technologies
pour l'environnement et l'agriculture

Avril - Septembre
2015

Rapport de stage

Effet de l'histoire du paysage sur la
diversité végétale macrophytique des
lacs aquitains

Louise PERCAILLE

Maître de stage

Aurélien JAMONEAU

Enseignante responsable

Sandrine GOMBERT-COURVOISIER

Résumé

La biodiversité fait partie des enjeux majeurs de demain. Pour pouvoir la préserver et la valoriser, il est nécessaire de comprendre les facteurs qui l'influencent. De plus en plus d'études ont montré l'importance de la dimension historique des paysages sur les patrons d'assemblage d'espèces. Cette étude vise à tester l'effet de l'histoire du paysage sur la biodiversité végétale macrophytique des lacs aquitains.

L'objectif de ce travail est de (i) Comprendre les dynamiques paysagères au cours du dernier demi-siècle, (ii) Quantifier les changements observés, et (iii) Tester le rôle de ces changements sur la biodiversité des macrophytes.

Les changements paysagers ont été analysés sur plusieurs années (1945, 1965, 1985 et 2000) à partir de photographies aériennes digitalisées dans un SIG. L'occupation du sol a été quantifiée et analysée sur les bassins versants de 6 lacs, afin de pouvoir être confrontée aux relevés botaniques des communautés macrophytiques.

Les résultats montrent que l'urbanisation a augmenté au cours des cinquante dernières années sur l'ensemble des bassins versants étudiés, et que la dynamique forestière était indépendante du bassin versant. La richesse spécifique et la composition des communautés macrophytiques sont significativement corrélés avec le paysage passé et en particulier à la dynamique urbaine et forestière.

Abstract

Biodiversity is nowadays largely endangered. It's thus necessary to understand the main factors which influence patterns of diversity in order to better preserve it. More and more studies have shown the importance of the historical dimension of landscapes in patterning species assemblages, but few of them were interested in its effect on aquatic plants. The aim of this study is to test the effect of landscape history on macrophytic plant biodiversity in Aquitains lakes.

The objectives are: (i) Understanding the landscape dynamics over the last half-century, (ii) Quantifying the changes observed and (iii) Testing the effect of these changes on macrophyte biodiversity.

Landscape changes were analyzed from aerial pictures of 1945, 1965, 1985 and 2000. Landscape cover changes were quantified on 6 lake watersheds, before being correlated with botanical surveys.

Results showed that urbanization has increased over the last fifty years, and that forest changes are largely dependent of the watersheds. Specific richness and species composition of macrophytic communities are significantly correlated with the past landscape, in particular with urban and forest changes.

Mots Clés

Paysage – Ecologie historique – Macrophytes – Lacs aquitains – Diversité - Occupation du sol – SIG – Photos aériennes – Changements paysagers – Analyses multivariées -

Remerciements

Dans un premier temps je tenais à remercier les différents responsables qui m'ont accueilli :

- Monsieur Frédéric SAUDUBRAY, de m'avoir permis de réaliser mon stage de fin d'études au sein du centre IRSTEA de Bordeaux,
- Eric ROCHARD, directeur de l'unité EABX, pour sa gentillesse et son attention,
- Et Juliette ROSEBERY qui m'a accueilli dans son équipe CARMA.

Dans un second temps, mes remerciements s'adressent à Aurélien JAMONEAU, mon maître de stage, sans qui ce projet n'aurait pas existé. Je le remercie pour ses conseils avisés et le temps qu'il m'a accordé. Son aide précieuse et ses consignes m'ont guidé tout au long de ce stage. Merci d'avoir partagé ton bureau, et supporté les interminables « clic » de la souris lors de mes saisies.

Je tiens aussi à remercier Odile LECCIA et Léonard SANTOS, de m'avoir prêté main-forte pour la délimitation des bassins, le tout avec le sourire. Je remercie également Kévin PETIT pour le temps et l'aide qu'il m'a accordé durant ce stage.

Pour terminer je souhaite remercier affectueusement l'ensemble des stagiaires de l'été 2015 pour leur soutien et les bons moments passés ensemble.

Un grand merci à l'ensemble du personnel d'IRSTEA pour leur accueil chaleureux et leur bonne humeur.

Avertissement

Ce rapport est le résultat d'un travail effectué par une élève ingénieure de 3^{ème} année.

Ce document est tel qu'il a été remis par l'élève ingénieur et ne comporte aucune correction ni commentaire de l'ENSEGID. Ce rapport ne doit donc être considéré que comme un exercice de formation.

Sommaire

Résumé	1
Remerciements	2
Avertissement	3
Table des illustrations	6
INTRODUCTION	8
I. Présentation de la structure d'accueil	10
1. Historique	10
1.1. Le CNEEMA	10
1.2. Le CTGREF	11
1.3. Du CEMAGREF à IRSTEA	11
2. Organisation de IRSTEA	13
2.1. A l'échelle nationale	13
2.2. A l'échelle locale	15
II. Contexte de l'étude	16
1. Les lacs aquitains	16
2. Les macrophytes	16
3. Le paysage	17
3.1. La polysémie du mot « paysage »	17
3.2. Le paysage aquitain et son histoire	18
3.3. L'écologie du paysage	18
III. Objectifs	20
IV. Méthodologie	21
1. Préparation des données	21
1.1. Les images	21
1.1.1. Le choix des images	21
1.1.2. Les images IGN	23
1.1.3. L'orthorectification	24
1.2. La création des bassins versants	25
1.3. La digitalisation du paysage : l'occupation du sol	27
2. Les plans d'eau étudiés	29
2.1. Le bassin versant d'Ychoux	29
2.2. Les bassins versants de Moliets, La Prade et Moïsan	29
2.3. Les bassins versants de Lacanau et Hourtin-Carcans	31
3. Les relevés botaniques	31

4.	Les analyses	32
4.1.	Les niveaux d'échelle.....	32
4.2.	Les analyses quantitatives du paysage	32
4.2.1.	Fragstats®	32
4.2.2.	La composition et la configuration du paysage	32
4.2.3.	L'ACP.....	33
4.3.	Analyse des données floristiques.....	34
4.3.1.	Analyse de la richesse et de la diversité spécifique	34
4.3.2.	Analyse de la composition spécifique.....	34
V.	Résultats et interprétations	35
1.	La dynamique paysagère.....	35
1.1.	L'ODS au cours du temps	35
1.1.1.	Ychoux.....	35
1.1.2.	Moliets/La Prade/Moïsan.....	37
1.1.3.	Hourtin-Carcans/Lacanau	41
1.2.	Quantification des changements paysagers.....	45
1.2.1.	L'intensité des changements	45
1.2.2.	Variation temporelle de la diversité paysagère.....	46
1.2.3.	La trajectoire temporelle des paysages	47
2.	L'influence des changements forestiers sur la diversité végétale.....	49
2.1.	La richesse et diversité spécifique	49
2.2.	La composition.....	54
VI.	Discussions	56
1.	Précautions à prendre dans l'interprétation des résultats	56
2.	Les changements paysagers.....	56
3.	L'influence des changements paysagers sur la diversité	57
4.	Perspectives d'amélioration.....	58
	CONCLUSION	59
	Bibliographie.....	60
	Annexes	63
	Annexes A – « Erreurs de recalage ».....	63
	Annexes B – « ODS et Indices d'évolution »	81
	Annexes C – « Légende du nom des espèces ».....	82
	Annexes D – « Cliché aérien du bassin versant d'Hourtin-Carcans de 1945 ».....	633
	Annexes A – « Relation entre les changements forestiers et l'hétérogénéité paysagère de 1945 ».....	63

Table des illustrations

FIGURES

Figure 1 : Frise chronologique de l'historique d'IRSTEA	12
Figure 2 : Localisation des différents sites Irstea en France (source Géoportail).....	13
Figure 3 : Profil théorique Ouest-Est et évolution des plans d'eau du littoral aquitain	16
Figure 4 : Schéma conceptuel d'une structure paysagère.....	19
Figure 5 : Illustration des définitions de l'altitude de vol et la hauteur de vol.....	23
Figure 6 : Fenêtre de commande "Watershed Delineation" de l'extension ArcSWAT	26
Figure 7 : Illustration de la saisie des routes et des chemins	28
Figure 8: Localisation géographiques des lacs étudiés	29
Figure 9 : Représentation des bassins versants de Moliets, La Prade et Moïsan.....	30
Figure 10 : Sens des écoulements des 3 plans d'eau du bassin versant de l'étang de Moïsan.....	30
Figure 11 : Représentation des bassins versants de Lacanau et Hourtin-Carcans	31
Figure 12 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant du lac d'Ychoux.....	35
Figure 13 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac d'Ychoux... 36	
Figure 14 : Carte de l'occupation du sol des bassins versants des lacs de Moliets, La Prade et Moïsan.....	37
Figure 15 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac de Moliets 38	
Figure 16 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac de La Prade	38
Figure 17 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac de Moïsan 39	
Figure 18 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant du lac d'Hourtin-Carcans.....	41
Figure 19 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant du lac de Lacanau en 1945.....	42
Figure 20 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant du lac de Lacanau en 2000.....	43
Figure 21 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac d'Hourtin-Carcans	44
Figure 22 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac de Lacanau	44
Figure 23 : Représentation de la dynamique temporelle de l'indice de diversité paysagère (Shannon) au cours du temps pour chaque lac	46
Figure 24 : Représentation des axes 1 et 2 de l'ACP réalisée sur les variables paysagères.....	47
Figure 25 : Variation des occupations forestières et urbaines entre 1945 et 2000	48
Figure 26 : Relation entre les changements forestiers et urbains de 1945 à 2000	48
Figure 27 : Relations entre la richesse et la diversité spécifique et les changements forestiers et urbains entre 1945 et 2000.....	49
Figure 28 : Relations entre la richesse spécifique et l'hétérogénéité paysagère en 1945 (a), en 1965 (b), en 1985 (c) et en 2000 (d)	50
Figure 29 : Relations entre la diversité spécifique et l'hétérogénéité paysagère en 1945 (a), en 1965 (b), en 1985 (c) et en 2000 (d)	50
Figure 30 : Relations entre la richesse spécifique et l'axe 1 de l'ACP en 1945 (a), en 1965 (b), en 1985 (c) et en 2000 (d).....	51
Figure 31 : Relations entre la richesse spécifique et l'axe 2 de l'ACP en 1945 (a), en 1965 (b), en 1985 (c) et en 2000 (d).....	51
Figure 32 : Relations entre la diversité spécifique (Shannon) et les scores des bassins versants le long de l'axe 1 de l'ACP.....	52

Figure 33 : Relations entre la diversité spécifique (Shannon) et les scores des bassins versants le long de l'axe 2 de l'ACP	52
Figure 34 : Représentation des secteurs de rive sur les deux premiers axes de la NMS.....	54
Figure 35 : Représentation des espèces sur les axes 1 et 2 de la NMS.....	55
Figure 36 : Cliché aérien du bassin versant d'Hourtin-Carcans de 1945.....	83
Figure 37 : Relation entre les changements forestiers et l'hétérogénéité paysagère en 1945.....	84

TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des données disponibles pour chaque lac par année	22
Tableau 2 : Erreurs résiduelles moyennes des lacs par années	25
Tableau 3: Principales caractéristiques des étangs de Moliets, La Prade et Moïsan	30
Tableau 4 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac d'Ychoux.....	36
Tableau 5 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac de Moliets	38
Tableau 6 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac de La Prade	39
Tableau 7 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac de Moïsan.....	39
Tableau 8 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac d'Hourtin-Carcans.....	44
Tableau 9 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac de Lacanau	45
Tableau 10 : Quantification de l'intensité des changements paysagers par classe d'occupation du sol (indice CHT)	45
Tableau 11 : Erreurs de recalages de la mosaïque d'images aériennes pour le bassin versant d'Ychoux.....	64
Tableau 12 : Erreurs de recalages de la mosaïque d'images aériennes pour les bassins versants de Moïsan, La Prade et Moliets.....	67
Tableau 13 : Erreurs de recalages de la mosaïque d'images aériennes pour les bassins versants d'Hourtin-Carcans et Lacanau	69

Introduction

Les modifications de l'utilisation du sol au cours des derniers siècles en France ont entraîné des transformations conséquentes de la structure et du fonctionnement des écosystèmes. L'écologie paysagère est une approche idéale pour évaluer qualitativement et quantitativement les changements du paysage et les relations entre ses composantes physiques, écologiques et sociales (Burel et Baudry, 1999). Cette discipline émergente offre une perspective spatiale explicite des relations entre les modèles biologiques et les processus écologiques à de nombreuses échelles (Turner, 2005). Le rôle du paysage sur la biodiversité est aujourd'hui largement reconnu dans la littérature. La capacité des paysages à accueillir et à contenir des espèces sauvages est un indicateur de durabilité environnementale (Marty 2009). Ils peuvent jouer un rôle direct important sur les assemblages d'espèces, en favorisant ou limitant les échanges entre les communautés (Laurance et al., 2007; Murphy et Lovett-doust, 2013).

Cependant, l'influence des changements paysagers et l'importance des paysages historiques sur la diversité actuelle sont beaucoup moins étudiées. Pourtant les paysages résultent de l'interaction entre la nature et la société. Pour comprendre les paysages actuels, il est essentiel de distinguer ses interactions, via une approche historique (Riera et al., 2001). En effet les changements paysagers sont des paramètres significatifs dans la compréhension des assemblages d'espèces et peuvent contribuer à mettre en évidence des phénomènes de « dette d'extinction » ou de « crédit d'immigration » (Tilman et al., 1994; Jackson et Sax, 2010). La dette d'extinction est un concept écologique qui correspond au délai nécessaire pour observer l'extinction d'une espèce suite à une dégradation de son environnement. A l'inverse, le crédit d'immigration représente le nombre d'espèces dont une colonisation future est attendue (Cristofoli et al, 2009), lorsque l'environnement de l'espèce est 'amélioré'. Soit une dette d'extinction (contrairement au crédit de colonisation), peut mener à surestimer la richesse spécifique à long terme et de ce fait, à une sous-estimation du niveau de menace pesant sur les espèces et les écosystèmes (Hanski et al., 2002).

Des études sur l'impact de la dimension historique du paysage sur les écosystèmes lacustres ont été réalisées dans différents pays ; principalement aux États-Unis, au Canada et en Grèce, mais pas en France. Sur ces études, seule une se concentre sur les plantes aquatiques (Papastergiadou et al., 2007) Ces études ont toutes montrées un impact significatif des changements paysagers sur la biodiversité des lacs. Les phénomènes croissants d'urbanisation et d'agriculture intensive menacent les habitats naturels et la biodiversité (Šantrůčková, Dostálek, et Demková, 2015). Il existe un lien entre l'utilisation du sol, les variables environnementales et la structure des communautés de zooplancton. Plus une activité agricole est proche d'un lac plus la biodiversité zooplanctonique sera faible (Dodson, Lillie, et Will-Wolf, 2005). L'étude paléo-écologique de Hall et al. (1999) a montrée, à l'échelle du paysage, l'importance du facteur urbain dans la régulation de la qualité de l'eau du lac Pasqua (Canada). Les lacs sont connectés à leurs milieux adjacents, et la concentration d'activités agricoles à proximité des lacs érode le sol et détruit les écosystèmes. Les méthodes agricoles actuelles, demande une augmentation des apports de produits chimiques et de fertilisants, qui s'écoulent dans le lac ayant ainsi une incidence directe sur la qualité de l'eau (Papastergiadou et al., 2007).

Les lacs sont directement impactés par l'aménagement des terres de leur bassin versant et c'est pourquoi la gestion de l'aménagement des terres et du paysage est cruciale pour la préservation ou la restauration des écosystèmes lacustres (Riera et al., 2001).

Les plans d'eau du littoral aquitain sont soumis à de fortes pressions anthropiques (loisirs nautiques, chasse, pêche...) et leurs bassins versants ont fortement été modifiés depuis les derniers siècles. Pour simplifier la lecture de ce rapport, la terminologie « lac » sera employé pour l'ensemble des plans d'eau. Ces lacs aquitains font l'objet d'un suivi régulier par IRSTEA depuis plusieurs dizaines d'années, notamment sur les macrophytes (ensemble des plantes aquatiques visibles à l'œil nu). Utilisés comme indicateurs par la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE), ils peuvent témoigner de l'état écologique des masses d'eau. Il serait donc intéressant de confronter les données historiques des macrophytes à celles du paysage, pour déterminer la position du paysage sur les conditions environnementales des lacs.

Ce stage s'inscrit dans cette problématique ; il a pour objectif de tester l'effet de l'histoire du paysage sur la diversité végétale macrophytique des lacs aquitains. Le présent rapport est composé de six chapitres :

- I. Présentation de la structure d'accueil
- II. Contexte de l'étude
- III. Objectifs
- IV. Méthodologie
- V. Résultats et interprétations
- VI. Discussions

I. Présentation de la structure d'accueil

IRSTEA est un organisme de recherche qui, depuis plus de 30 ans, travaille sur les enjeux majeurs d'une agriculture responsable et de l'aménagement durable des territoires, tels que la gestion de l'eau et les risques associés (sécheresse, crues, inondations), l'étude des écosystèmes complexes et les relations entre la biodiversité et les activités humaines.

1. Historique

1.1. Le CNEEMA

Les origines d'IRSTEA remontent à mai 1944 avec le regroupement de la Station centrale d'Essais de MACHine (SEMA) et de la Station expérimentale d'hydraulique et de génie rural.

La SEMA datant de 1888 est implantée à Paris. Elle possède deux stations régionales (Rennes et Montpellier), et par nécessité de terrains expérimentaux à proximité de Paris, un nouveau site ouvre en 1952 à la limite de Fresnes et d'Antony.

Dans les années 50, l'équipement de l'agriculture française et la mécanisation agricole est en plein développement. Dans le but d'orienter de manière rationnelle ce développement, le CNEEMA (Centre National d'Etudes et d'Expérimentation de Machinisme Agricole) est créé le 20 mai 1955 par un décret législatif. Le CNEEMA, constitué de 40 employés, regroupe :

- les stations centrales et régionales de la SEMA,
- la station expérimentale d'hydraulique,
- le secrétariat du comité directeur du machinisme agricole,
- et le service de documentation sur le machinisme agricole, fondé par le Professeur Tony Ballu.

Cet organisme public de prévision, d'orientation, de contrôle, d'animation, d'information et de conseil, possède trois principales missions :

- la recherche,
- les essais,
- la documentation et la formation.

En 1968, l'antenne de Montoldre en Auvergne est créée pour mener à bien des travaux pratiques d'enseignements ou des expérimentations « grandeur nature ». Afin d'étudier plus spécifiquement la mécanisation des cultures méridionales, des échelons régionaux sont ouverts à Nîmes (Gard (30)) et au Tholonet (Bouches-du-Rhône (13)).

En 1970, le CNEEMA compte 230 employés, dont un tiers est mis à disposition par le ministère de l'Agriculture, l'autre partie étant des agents contractuels. Il dispose du statut d'établissement public à caractère administratif.

1.2. Le CTGREF

En parallèle, le CERAFAER (Centre national d'Etudes techniques et de Recherches technologiques pour l'Agriculture, les Forêts et l'Equipement Rural) est créé en 1965 suite à la réforme des Services extérieurs du ministère de l'Agriculture d'Edgar Pisani. En 1972, cet organisme scientifique décide de concentrer ses activités sur l'information et l'appui technique aux services centraux du ministère de l'Agriculture, et change de nom, devenant le CTGREF (Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts). Le CTGREF a pour mission de gérer la documentation, c'est-à-dire la mettre à jour, et la rendre disponible aux utilisateurs. Il doit aussi assurer les liaisons indispensables avec les organismes de recherche et d'études publics ou privés.

Par la suite, comme les priorités françaises vont évoluer avec le VII^{ème} plan (1976-1980), de nouvelles actions du CTGREF sont définies :

- Renforcer le dynamisme de l'économie et adapter la production agricole et alimentaire aux nouvelles conditions du marché,
- Valoriser les zones rurales et améliorer le cadre de vie,
- Défendre le patrimoine naturel,
- Réaliser des interventions techniques permanentes (localisations cartographiques des avalanches, production de semences forestières améliorées...).

En 1977, le CTGREF est implanté à Antony, Nancy, Nogent-sur-Vernisson, Riom, Grenoble, Aix-en-Provence, Bordeaux et Rennes. Il compte en 1979 près de 500 employés (fonctionnaires et contractuels du ministère de l'Agriculture).

1.3. Du CEMAGREF à IRSTEA

Les deux organismes précédemment décrits, le CNEEMA et le CTGREF, vont fusionner le 21 Janvier 1981 pour devenir le Cemagref (Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural et des Eaux et Forêts ; Décret 81-38 du 21 janvier 1981 ou le décret 271285). Le Cemagref est un EPA : un Etablissement Public Administratif, sous la seule tutelle du ministère de l'Agriculture, et son décret est inscrit au code rural. Ses missions, qui sont donc définies dans le code rural, sont les suivantes :

- Mission de recherche appliquée, d'appui technique et d'information,
- Essais de certification et d'homologation des matériels de production et de transformations des produits agricoles,
- Participation à l'enseignement et à la formation.

En 1985 le Cemagref devient un EPST, soit un Etablissement Public à caractère Scientifique et Technique, sous la double tutelle des ministères en charge de la recherche et de l'agriculture. Ce changement de statut aboutit en 1992 par la titularisation du personnel de l'établissement. Pour mieux affirmer ses missions, le Cemagref adopte un nouveau nom : IRSTEA (Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture).

Aujourd'hui IRSTEA est impliqué dans la mise en œuvre des politiques publiques et l'adaptation des normes environnementales européennes au territoire français, en collaboration avec les collectivités territoriales, les services déconcentrés de l'Etat, des ministères en charge de l'environnement et de l'agriculture.

L'ensemble de l'historique d'IRSTEA est synthétisé sous forme de frise chronologique (Figure 1).

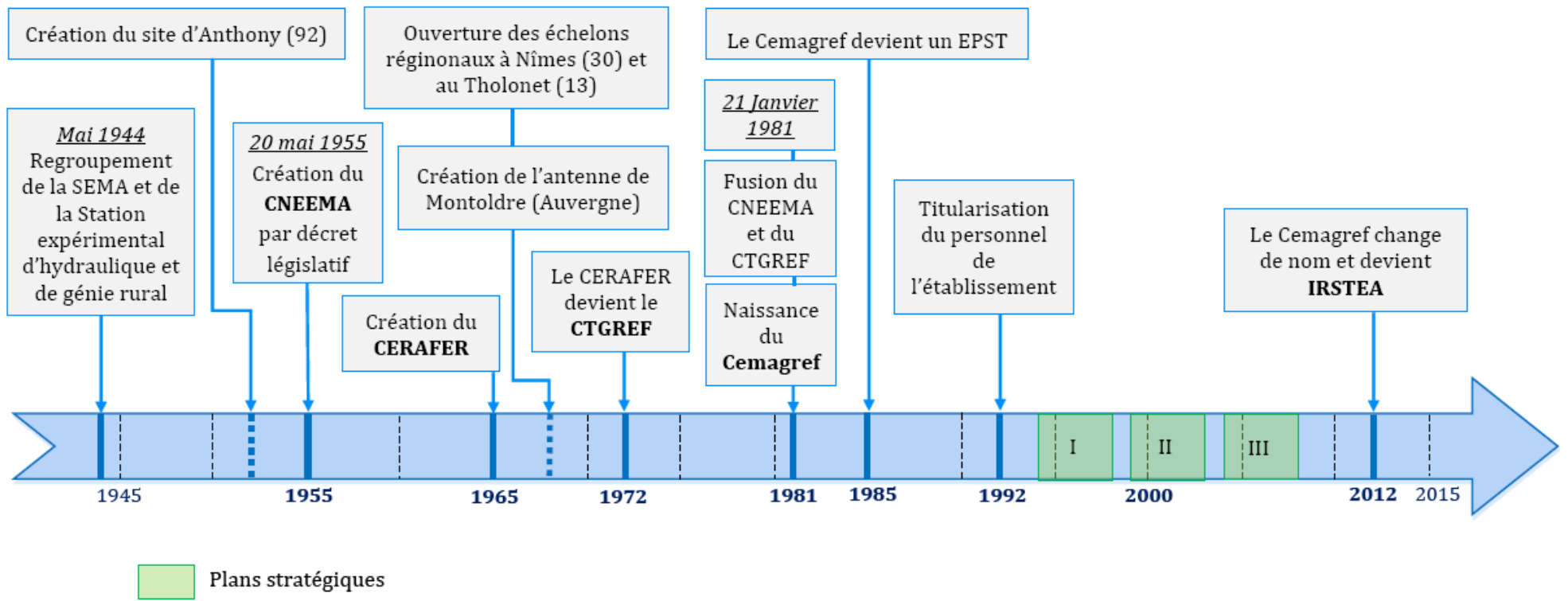


Figure 1 : Frise chronologique de l'historique d'IRSTEA

2. Organisation de IRSTEA

2.1. A l'échelle nationale

En France IRSTEA compte 9 sites (Figure 2). Il y a 18 unités de recherches avec 5 unités mixtes ; ce qui correspond à plus de 1140 chercheurs, ingénieurs, doctorants et post-doctorants, et 360 administratifs et techniciens.

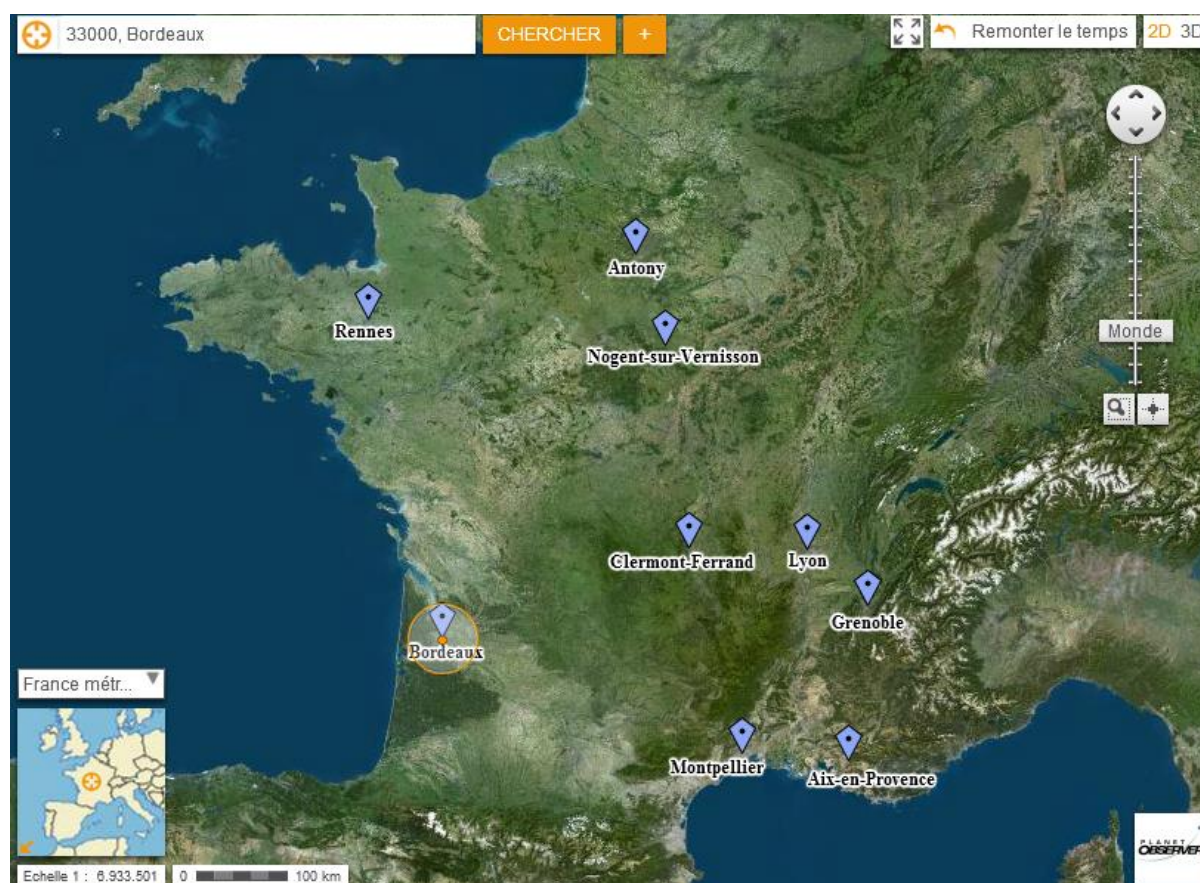


Figure 2 : Localisation des différents sites Irstea en France (source Géoportail)

En 2014, IRSTEA avait un budget annuel de 112,6 millions d'euros, dont 24,7% de ressources propres.

Deux thèmes principaux sont abordés par IRSTEA 1:

- Les changements globaux, notamment les changements climatiques (30%),
- Et les questions liées aux eaux continentales (70%).

¹ Source : www://irstea.fr

Les recherches d'IRSTEA sont organisées hiérarchiquement ; par « département de recherche » dans premier temps, puis par thème de recherche :

- ❖ **Le département Eaux** traite de la gestion des eaux, soit : la disponibilité de la ressource en eau, les pollutions, les écosystèmes aquatiques, les risques naturels, l'irrigation, la pêche, les aménagements... Les thèmes de recherches sont :
 - Aléas et risques liés au cycle de l'eau – Arceau,
 - Réponses biologiques et écologiques aux contaminations du milieu aquatique : écotoxicologie et bio indication – Belca,
 - Gestion de l'eau, des usages, des services et de leurs impacts – Geusi,
 - Qualité des systèmes aquatiques et restauration écologique – Quasare
 - Risques liés aux phénomènes gravitaires rapides, sûreté des ouvrages hydrauliques et vulnérabilité des enjeux – Rivage.
- ❖ **Le département Ecotechnologies** concerne les secteurs agro-industriels : agriculture et agroalimentaire, gestion et stockage des déchets, épuration, nouvelles technologies. Les innovations développées par les scientifiques du département font l'objet de transferts vers différents partenaires industriels. La recherche se fait autour de quatre thèmes :
 - Modèles, systèmes d'information et gestion viable de l'environnement – Motive,
 - Structures, procédés, écoulements, énergie – SPEE,
 - Technologies et procédés pour l'eau et les déchets – TED,
 - Intégration, modélisation, évaluation environnementale – Inspire.
- ❖ **Le département Territoires** possède une approche pluridisciplinaire qui associe écologie, télédétection et sciences humaines. Il permet de rendre compte de l'agencement entre les différents usages : résidentiels, productifs (agriculture et sylviculture principalement) et de préservation de l'environnement, d'apprécier leurs effets réciproques et d'analyser les politiques publiques destinées à leur gestion. Les thèmes de recherche sont :
 - Système d'information et de représentation pour la gestion intégrée de l'environnement – Synergie,
 - Systèmes écologiques terrestres : dynamiques, vulnérabilités et ingénierie – Sedyvin,
 - Développement territorial et agriculture multifonctionnelle – DTAM.

Grâce à ses nombreux partenariats, l'organisme a été labélisé « Institut Carnot » en 2006, et renouvelé en 2011. Le label Carnot étant un label d'excellence décerné par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, qui distingue les instituts de recherche publics ayant une forte implication auprès des acteurs du monde socio-économique, de la sphère publique comme privée.

2.2. A l'échelle locale

Le centre de recherche IRSTEA de Bordeaux est localisé sur le site de Cestas-Gazinet. Ses activités portent sur deux domaines principaux : la gestion de l'eau et du fonctionnement des milieux aquatiques, et l'interface entre eau et gestion des territoires.

IRSTEA Bordeaux compte 180 employés (dont la moitié de chercheurs et d'ingénieurs) répartis sur deux unités de recherche :

- Environnement, territoires et infrastructures (ETBX),
 - Equipe EADT (Environnement, Acteurs et Développement Durable)
 - Equipe GPIE (Gestion Patrimoniale des Infrastructures liées à l'Eau)
- Et Ecosystèmes aquatiques et changements globaux (EABX),
 - Equipe CARMA (Contaminants Anthropiques et Réponses des Milieux Aquatiques)
 - Equipe FEE (Fonctionnement des Ecosystèmes Estuariens)
 - Equipe PMA (Poissons Migrateurs Amphihalins).

Le présent stage étant réalisé au sein de l'équipe CARMA (UR EABX), seule cette équipe sera détaillée.

Les travaux de recherche de l'équipe CARMA visent à caractériser le fonctionnement et les réponses des écosystèmes aquatiques végétaux (macrophytes, phytoplancton et phytobentos) sous l'influence de diverses catégories d'altérations anthropiques en cours d'eau et plans d'eau.

Les thématiques de l'équipe s'articulent autour de deux objectifs :

- Caractériser les forçages abiotiques et biotiques et les réponses des phytocénoses (état de fonctionnement), notamment dans le cadre du changement global ;
- Produire des outils opérationnels (modèles, indices, métriques, normes, applications, informatiques, instruments ...) pour le diagnostic de l'état écologique des écosystèmes aquatiques.

C'est donc une équipe pluridisciplinaire qui associe biostatistiques, physico-chimie, écologie, écotoxicologie, et hydrologie.

II. Contexte de l'étude

1. Les lacs aquitains

Les lacs et étangs étudiés se situent sur la façade atlantique du littoral aquitain. Répartis sur les départements de la Gironde et des Landes, ils sont soumis au climat océanique. Leur environnement est marqué par la présence de forêts de pins denses qui reposent sur les sables du quaternaire du bassin aquitain.

Les origines de ces plans d'eau remontent à la dernière période glaciaire (fin du Pléistocène). Ils sont délimités à l'Ouest par le cordon dunaire littoral et à l'Est par le plateau landais. Cette topographie spécifique leur confère des caractéristiques particulières (Figure 3):

- La « rive ouest », située au pied du cordon dunaire, présente de fortes pentes avec des eaux plutôt profondes, abritées des vents.
- La « rive est » est soumise à l'action des vents dominants de l'ouest et par conséquent au batillage des eaux, ce qui contribue à une érosion de la frange littorale (Dutartre et al., 1987). Elle est caractérisée par de faibles profondeurs des eaux, avec une pente douce et une dynamique régulière des eaux par les vagues.

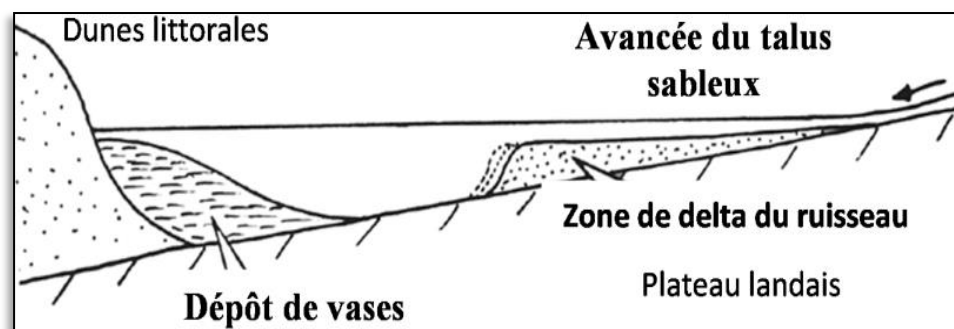


Figure 3 : Profil théorique Ouest-Est et évolution des plans d'eau du littoral aquitain (Dutartre et al, 1987)

Cette variété de biotopes a permis l'implantation d'une grande diversité d'espèces végétales aquatiques et la dissymétrie topographique entre l'est et l'ouest due aux effets du relief et de l'exposition aux vents permet l'établissement de cortèges d'espèces différents au sein d'un même lac (Cellamare, 2009).

2. Les macrophytes

Les macrophytes définissent l'ensemble des végétaux aquatiques macroscopiques, visibles à l'œil nu (Haury et Peltre, 1993). Ces producteurs primaires photosynthétiques regroupent les phanérogames, les ptéridophytes, les bryophytes et les algues filamenteuses.

Leur répartition est dépendante de plusieurs facteurs dont les principaux sont l'hydrologie, la profondeur, la lumière, le courant, la structure des sédiments et la chimie de l'eau.

Les macrophytes interviennent dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes lacustres. Ils participent à l'équilibre du système sous diverses manières (Lauret et al., 2011) :

- La photosynthèse des macrophytes permet l'absorption de gaz carbonique dissous (CO₂) et la libération d'oxygène (O₂). Ces phénomènes vont favoriser la production primaire de substances organiques à partir des nutriments tels que l'azote ou le phosphore,
- Les macrophytes participent aux cycles de la matière, en particulier ceux du Carbone, de l'Azote et du Phosphore dans la colonne d'eau et les sédiments,
- Ils ont une fonction de support, d'habitat, d'abri, de lieu de ponte et de nurserie pour beaucoup d'animaux. Le rôle des herbiers est particulièrement important pour l'abri des juvéniles de poissons,
- Ils permettent de limiter la pénétration de la lumière et le développement de la végétation sous-jacente,
- Les macrophytes ont aussi une fonction de ressource trophique directe ou indirecte pour certaines espèces,
- Enfin, ils jouent un rôle de stabilisation des sédiments des milieux lacustres.

En tant que base principale de la production primaire dans la plupart des hydrosystèmes, les macrophytes peuvent apporter des informations précieuses sur l'état de santé des milieux aquatiques (Chauvin et al., 2014). Ils peuvent être utilisés comme bioindicateurs, notamment dans le contexte de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) :

- L'IBMR l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (Norme AFNOR NF T90-395; octobre 2003), pour les cours d'eau,
- et l'IBML l'Indice biologique macrophytique en lac (Norme AFNOR XP T 90-328 ; janvier 2011) pour les plans d'eau.

3. Le paysage

3.1. La polysémie du mot « paysage »

Le mot paysage tient son étymologie du latin « pagus », qui signifie « petit pays délimité ». Il est apparu en France au XVI^{ème} siècle et servait à désigner l'arrière-plan des tableaux.

Ils existent de nombreuses définitions du paysage, qui varient en fonction des utilisateurs :

- Selon la Convention européenne du paysage de 2000, le « paysage » désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations dont le caractère résulte de l'action des facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations.
- Le géographe français Jean-Robert Pitte, définit le paysage comme « l'expression observable par les sens à la surface de la Terre de la combinaison entre la nature, les techniques et la culture des hommes. Il est essentiellement changeant et ne peut être appréhendé que dans sa dynamique, c'est-à-dire dans le cadre de l'Histoire qui lui restitue sa quatrième dimension » dans son livre *Histoire du paysage français* de 1986.
- D'après le géographe Georges Bertrand : "Le plus simple et le plus banal des paysages est à la fois social et naturel, subjectif et objectif, spatial et temporel, production matérielle et culturelle, réel et symbolique. Le paysage est un système qui chevauche le naturel et le social. Il est une interprétation sociale de la nature. »

La notion de paysage est donc complexe, elle représente à la fois un concept large et transversal et une réalité spatiale et temporelle. Le paysage se positionne comme un objet commun à de multiples préoccupations telles que la sociologie, la géographie, l'urbanisme ou encore l'écologie.

3.2. Le paysage aquitain et son histoire

Le paysage aquitain est connu pour son massif forestier des Landes et ses vignobles. La forêt des Landes de Gascogne, composée principalement de pins maritime (*Pinus pinaster*), s'étend sur presque un million d'hectares. Surnommé le « triangle landais », le massif s'étend de la pointe de la Grave en Aquitaine (33), à Hossegor dans les Landes (64) jusqu'à Nérac dans le Lot-et-Garonne (47).

Le paysage était auparavant constitué de grands marécages, caractérisés par une abondance d'essences arbustives typiques des zones humides (saule, bouleau et aulne) et la végétation basse était ligneuse. Cet environnement a permis le développement du système agro-pastoral avec des élevages de moutons en majorité. Les pratiques de soutrage² permettaient d'enrichir le sol et de planter du maïs et du blé.

Au XIX^{ème} siècle, la loi³ de Napoléon III du 19 juin 1857 oblige l'assainissement et le boisement des parcours à bétail. C'est la naissance du massif forestier ; les zones humides sont asséchées au profit d'une forêt de pins. En plus d'un intérêt économique avec le gemmage (exploitation de la résine), la forêt joue un rôle écologique important en stabilisant les dunes littorales et en assainissant les marécages. La forêt landaise va connaître son apogée jusqu'à la première Guerre Mondiale. Durant l'entre deux guerres, la pratique du gemmage va diminuer drastiquement et la deuxième Guerre Mondiale détruira une partie conséquente de la forêt. De plus, le paysage a souffert de nombreux incendies, qui ont dévastés la forêt landaise, dont le tristement célèbre incendie d'août 1949 qui a causé la disparition de plus de 50 000 hectares. Lors de la reconstitution de la forêt et de la sylviculture moderne, les moyens de préventions pour lutter contre le feu sont renforcés (pare-feu élargis et mieux entretenus).

3.3. L'écologie du paysage

La notion d' « écologie du paysage » a été créée par l'allemand Carl Troll en 1939. L'*International Association for Landscape Ecology* (IALE) de 1981 définit l'écologie du paysage comme l'étude de la variation spatiale des paysages à différentes échelles, incluant les causes biophysiques et sociétales et les conséquences de l'hétérogénéité du paysage.

L'écologie du paysage consiste donc à donner un caractère résolument spatial aux études portant sur les systèmes naturels, et s'inscrit dans la continuité de l'écologie des écosystèmes. Le paysage est alors considéré comme un niveau d'organisation des systèmes écologiques (Burel et al., 1989) ou encore comme un espace hétérogène dont les différentes parties sont en interactions (Baudry, 1985).

Les premiers travaux d'écologie du paysage ont débutés dans les années soixante-dix. La genèse de cette discipline peut s'expliquer par trois faits :

- L'Homme est partie prenante des systèmes écologiques (Naveh et Liebermann, 1984),
- Le paysage est un objet complexe qui nécessite une approche pluridisciplinaire,
- Le paysage est un niveau pertinent pour dialoguer avec les aménageurs.

² Le soutrage est une technique agricole ancienne qui consiste à enlever le tapis végétal de la forêt (sous-bois).

³ Loi relative à l'assainissement et à la mise en culture des Landes de Gascogne

Selon Burel, il existe trois principaux thèmes de recherches en écologie du paysage :

- **Les facteurs d'organisation des paysages,**
- **La mise au point d'outils et de nouveaux descripteurs,** pour décrire la structure et la dynamique du paysage. Pour ce faire de nouveaux concepts ont été établis. Le paysage est schématisé par des tâches ou des mosaïques (unités minoritaires), entourées par une matrice (unité dominante) et reliées par des couloirs (corridors) (Figure 4).

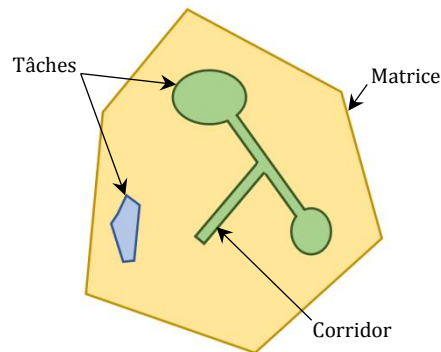


Figure 4 : Schéma conceptuel d'une structure paysagère

- **Et les relations entre le paysage et les processus écologiques.**

Le présent rapport s'oriente autour de ce troisième thème de recherche.

Mais la dimension spatiale n'est pas suffisante pour expliquer le paysage actuel, il est nécessaire d'introduire la notion historique du paysage.

La « biogéographie historique » est une des deux branches de la biogéographie. Les prémices idéologiques de cette discipline remontent au XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles avec les travaux de Linné, suivis de ceux de la célèbre famille de botanistes De Candolle. C'est le Suisse Josias Braun Blanquet qui va concrétiser la biogéographie historique en 1936, en prenant en compte l'histoire par des modèles naturalistes d'interprétation de paysages végétaux (Dubois, 1994). La biogéographie historique essaye d'expliquer les répartitions actuelles en fonction des événements passés. Elle se scinde en deux écoles (Goujet, 2014):

- La biogéographie de dispersion, qui s'intéresse aux centres d'origine et aux modalités de dispersion des êtres vivants. L'école dispersaliste considère que les biotas⁴ d'un biotope sont le produit de la dispersion d'espèces à partir d'un centre d'origine. Les principaux acteurs du dispersionnisme sont Carl Von Linné, Charles Darwin et Alfred Wallace.
- Et la biogéographie de vicariance, qui elle se concentre sur les relations entre l'ensemble des organismes vivants dans une zone donnée et leurs lieux de vie, notamment la relation d'endémisme, pour reconstituer leur histoire commune. Elle considère que les distributions géographiques des organismes peuvent être expliquées par la subdivision d'un biota ancestral cosmopolite en biotas dérivés et géographiquement disjoints par subdivision d'une aire géographique initiale à travers la mise en place de barrières. Par exemple, l'éclatement de la Pangée à partir du Trias supérieur résulte en l'identification des masses continentales et des biotas que l'on connaît actuellement.

⁴ Un biota est l'ensemble de tous les organismes vivants dans une aire géographique et qui ont une histoire commune d'évènements évolutifs qui se sont produits dans l'aire en question

III. Objectifs

L'objectif de cette étude est de tester le rôle de la matrice paysagère actuelle et ancienne sur les assemblages d'espèces végétales des lacs aquitains. Dans un premier temps, il s'agira de comprendre les dynamiques paysagères depuis le dernier siècle, puis de quantifier les changements observés, dans le but de tester leur rôle sur les patrons de diversité observés.

Pour ce faire une base de données SIG historique sera mise en place sur la matrice paysagère autour des lacs aquitains. Les résultats obtenus seront interprétés et confrontés à une base de données, déjà existante, de la biodiversité macrophytique des lacs. L'évolution temporelle des changements paysagers peut expliquer une part importante de la composition spécifique observée localement. Il est donc intéressant de quantifier le degré de corrélation entre la dynamique du paysage et la dynamique des macrophytes au cours du temps. De plus, dans l'hypothèse de la présence d'un délai de réponse des communautés face aux changements paysagers, il est possible de présumer que la composition des communautés végétales observées aujourd'hui soit mieux expliquée par une matrice paysagère ancienne qu'actuelle.

IV. Méthodologie

La méthodologie se détache en quatre parties :

- La préparation des données avec :
 - La recherche de documents historiques pertinents,
 - La transposition de ces documents dans un SIG,
 - Et la digitalisation de ces derniers,
- Les plans d'eau étudiés,
- Les relevés botaniques,
- Et les analyses statistiques correspondantes.

L'effet de l'histoire du paysage sera analysé en lien avec les observations de biodiversité actuelle par des corrélations, modèles linéaires et/ou non-linéaires et analyses multivariées.

1. Préparation des données

1.1. Les images

1.1.1. Le choix des images

La recherche d'images historiques pertinentes est la phase initiale de ce projet. Les archives départementales des Landes et de la Gironde n'ont pas de données photographiques assez importantes pour pouvoir être exploitées. A l'inverse l'Institut Géographique National (IGN) et l'Ifremer possèdent des bases de données d'images aériennes des zones étudiées.

L'Ifremer met à disposition via le sextant des photographies anciennes du littoral, par conséquent, seuls les lacs situés proche de la côte sont concernés. Pour une question d'homogénéité entre les différents lacs et les différentes dates, les données de l'Ifremer ne seront pas utilisées.

Les images historiques de l'IGN sont téléchargeables sur le Géoportail. Elles sont classées par années et par mission, et sont librement réutilisables. Un tableau des données disponibles a été créé afin de déterminer les périodes à étudiées (périodes où les données existes pour tous les lacs) (Tableau 1).

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des données disponibles pour chaque lac par année

Années Lacs	1929	1937	1945	1947	1948	1950	1954	1957	1958	1959	1962	1963	1964	1965	1967	1968	1969	1971	1972	1973	1974	1976	1977	1979	1981	1982	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1991	1992	1994	1995	1996	1997	1998	2000	2002		
Hourtin	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0		
Lacanau	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0		
Cazaux-Sanguinet	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
Petit Biscarosse	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Parentis-Biscarosse	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aureihlan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ychoux	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	
Léon	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
Moliets	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
La Prade	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
Moisan	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
Soustons	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
Hardy	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	
Blanc	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	
Noir	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	
Orx	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	
Turc	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
Garros	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1

0 Données absentes
1 Données disponibles

Quatre périodes ont été sélectionnées aux alentours des années suivantes : 1945, 1965, 1985 et 2000. Néanmoins par manque de temps, seul les années 1945 et 2000 seront traitées pour les lacs de Lacanau et de Hourtin-Carcans.

1.1.2. Les images IGN

Les images historiques IGN sont des prises de vues aériennes verticales. Les photographies aériennes verticales cumulent de nombreux inconvénients :

- Au moment de la saisie du cliché, l'aéronef n'est jamais précisément à l'horizontal.
- L'échelle peut-être faussée par le relief du sol (par exemple si deux maisons sont identiques, mais que l'une est située en haut d'une colline et l'autre au fond d'une vallée, alors elles n'apparaîtront pas à la même taille sur la photographie). Ce phénomène provient de la différence de distance entre l'objectif de l'appareil et les objets photographiés.
- De même, la distance entre le centre de la photographie et l'objectif n'est pas identique sur toute l'emprise de la photographie ; elle est plus courte au centre que sur les bords. L'échelle n'est pas constante.
- L'objectif utilisé, même de très grande qualité, génère toujours des effets de déformations optiques.

L'altitude de vol correspond à la distance verticale d'un aéronef au-dessus du niveau NGF (Nivellement Général de la France). Et la hauteur de vol définit la distance verticale entre l'aéronef et la surface qu'il survole ; elle suit le relief.

Durant la saisie des clichés, l'altitude de vol est constante, mais la hauteur de vol par rapport au sol n'est pas constante (Figure 5).

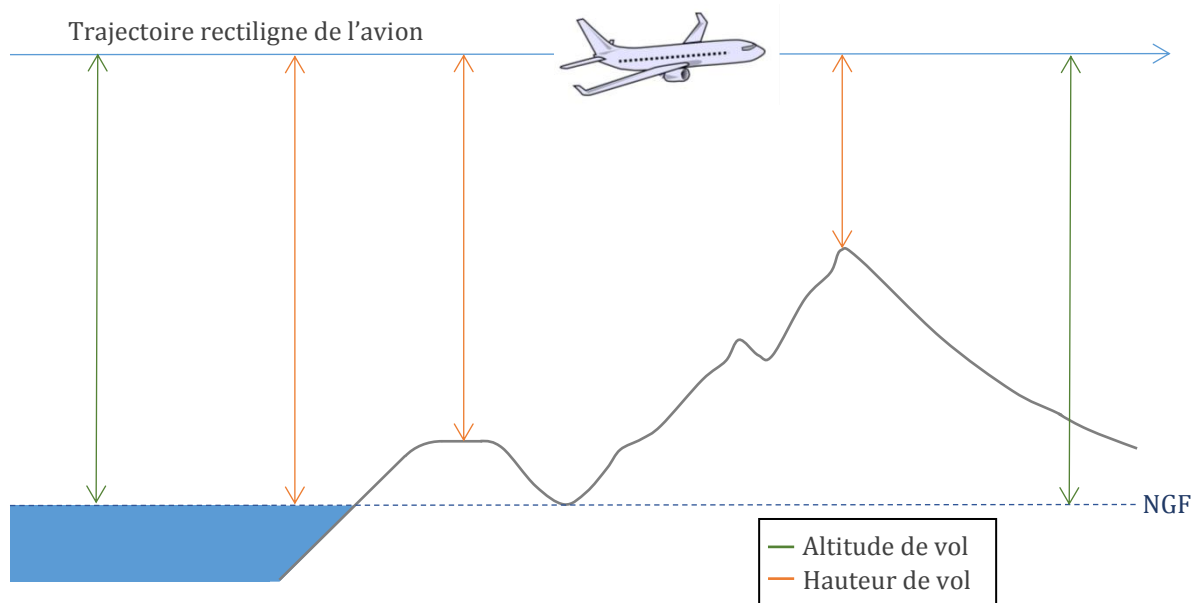


Figure 5 : Illustration des définitions de l'altitude de vol et la hauteur de vol

Ces images ne sont donc pas des orthophotos ; elles ne sont ni rectifiées géométriquement ni géoréférencées. Une opération de rectification des images va permettre de :

- Corriger l'inclinaison de la prise de vue,
- Aplanir le terrain,
- Corriger l'erreur parallaxe lors de la visée,
- Et corriger les déformations optiques des objectifs.

1.1.3. L'orthorectification

L'orthorectification des photos s'effectue sous ArcGIS avec l'outil de géoreferencement. Des liens sont créés entre l'image à référencer et un fond cartographique déjà géoréférencé, soit les BD Ortho IGN des départements de la Gironde et des Landes. Les bases de données d'orthophotographies de l'IGN se présentent sous formes de dalles raster à assembler au format ECW (Enhanced Compression Wavelet). Les dalles utilisées ont une résolution de 50 centimètres.

Les liens sont saisis sur des points remarquables repérés sur les deux images, comme par exemple une intersection. En moyenne une quinzaine de liens sont créés pour chaque image à rectifier.

La transformation appliquée par le logiciel est une transformation projective 2D appelée aussi homographie. Elle est définie par 8 paramètres et s'écrit sous la forme d'une matrice homogène 3x3 :

$$T = \begin{bmatrix} A & B & C \\ D & E & F \\ G & H & 1 \end{bmatrix}$$

Un point 2D (x', y') de l'image de destination est obtenu en transformant le point correspondant (x, y) dans l'image source (couche en entrée), soit en coordonnées homogènes :

$$\lambda \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = T \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{Avec } \lambda \text{ un facteur d'échelle inconnu}$$

Cette formule matricielle peut s'écrire sous la forme de trois équations :

$$\left. \begin{array}{l} \lambda x' = (Ax + By + C) \\ \lambda y' = (Dx + Ey + F) \\ \lambda = (Gx + Hy + 1) \end{array} \right\} \implies \left\{ \begin{array}{l} (1) \quad x' = \frac{(Ax + By + C)}{(Gx + Hy + 1)} \\ (2) \quad y' = \frac{(Dx + Ey + F)}{(Gx + Hy + 1)} \end{array} \right.$$

Il faut au minimum 4 couples (source, destination) de points de contrôle pour pouvoir estimer la transformation T. Chaque couple de points (x',y'), (x,y) donne 2 équations (1) et (2) à 8 inconnues A, B, C, D, E, F, G et H. Avec 4 couples, on aura 8 équations à 8 inconnues et on pourra résoudre le système linéaire (par la méthode de Gauss par exemple). Mais, en pratique, vu les incertitudes et les erreurs de mesure, on utilise beaucoup plus que les 4 couples de points nécessaires et on obtient un système sur-déterminé qu'on résout généralement par moindres carrés.

La transformation projective est adaptée pour les photographies aériennes ; elle conserve les propriétés d'incidence et le birapport.

Le calage étant manuel, des erreurs sont produites pour chaque image (Annexe A). L'erreur résiduelle correspond à la différence entre les véritables emplacements et les emplacements transformés des points de contrôle en sortie. En général, elle est représentée par l'erreur quadratique moyenne issue de l'estimation aux moindres carrés de la transformation projective 2D T. Elle se calcule à partir des paramètres estimés (A, B, C, D, E, F, G et H) de la matrice T :

$$\sum \frac{(x'_i - x_i)^2 + (y'_i - y_i)^2}{n} = \sum \frac{\left[\frac{(Ax_i + By_i + C)}{(Gx_i + Hy_i + 1)} - x_i \right]^2 + \left[\frac{(Dx_i + Ey_i + F)}{(Gx_i + Hy_i + 1)} - y_i \right]^2}{n}$$

Avec n le nombre de couples de points de contrôle (x',y'), (x,y)

Le tableau 2 présente les erreurs résiduelles moyennes pour chaque lac pour chaque année. En moyenne l'erreur résiduelle totale est de 1,455.

Tableau 2 : Erreurs résiduelles moyennes des lacs par années

Lac	Années	Erreur_moyenne	
Ychoux	1945	3,082	
	1965	1,564	
	1985	0,997	
	2002	0,944	
Moisan La Prade Moliets	1945	1,111	
	1965	0,919	
	1985	1,131	
	2002	0,817	
Lacanau Carcans-Hourtin	1945	3,396	
	2000	0,589	
		1,455	Total

Les images sont assemblées en mosaïques et découpées selon le bassin versant du lac étudié.

1.2. La création des bassins versants

La création des bassins versants des lacs a été réalisée dans un premier temps sous ArcGIS® (produit ESRI France), à partir :

- du réseau hydrographique théorique (RHT) français, qui est dérivé de la BD ALTI® de l'Institut Géographique National (IGN), de Pella H. et al., 2012.
- et d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) des Landes et de la Gironde de 2011, lui aussi issu de la BD ALTI® de l'IGN.

Néanmoins la résolution du MNT de 25 mètres et le relief plat des Landes ne permettent pas d'obtenir des résultats satisfaisants. En effet, le logiciel calcul les bassins versants à partir de la direction des écoulements et de la topographie. La direction des écoulements se base sur le principe suivant ; chaque pixel est entouré par huit autres pixels, et l'écoulement va s'effectuer vers le pixel qui possède la pente la plus forte. Or les variations de pentes faibles dans le département landais et la résolution trop faible du MNT biaisent la délimitation réelle des bassins versants.

Pour contrer ce problème, une solution alternative a été utilisée : ArcSWAT (version compatible avec ArcGIS 10.2).

L'extension ArcSWAT est issue de la combinaison du modèle « Soil and Water Assessment Tool » (SWAT) avec l'interface ArcGIS. Elle possède un outil de délimitation automatisé de bassins versants à partir d'un Modèle Numérique de Terrain. La fenêtre de commande se présente en cinq sections (Figure 6).

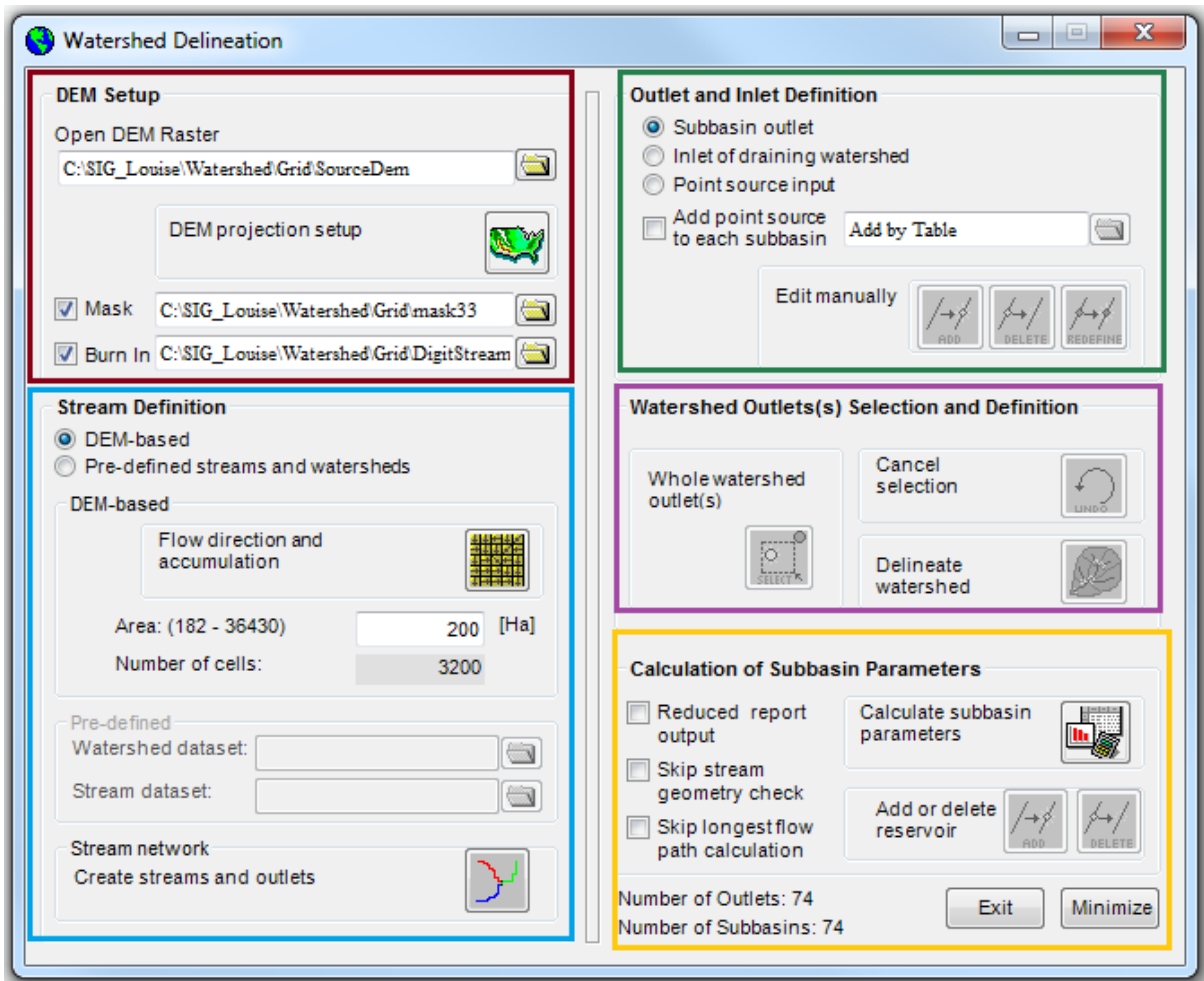


Figure 6 : Fenêtre de commande "Watershed Delineation" de l'extension ArcSWAT

Pour chaque section, les étapes sont les suivantes :

- **DEM Setup** : Définir les **données d'entrée**
 - Le MNT,
 - Eventuellement un masque (à ajouter ou à créer) pour réduire la zone de calcul.

L'option « Burn In » permet de charger une couche avec l'emplacement précis du réseau hydrographique pour forcer le modèle. Dans cette étude, c'est le Réseau Hydrographique Théorique français qui est utilisé.
- **Stream Definition** : Des grilles de directions des écoulements et des pentes (Flow direction and accumulation) sont calculées automatiquement à partir du MNT. Après avoir entré une valeur de seuil (treshold area) pour la maille de calcul, le réseau hydrographique est tracé automatiquement aussi.
- **Outlet and Inlet Definition** : Placer les différents exutoires (outlets). Un exutoire correspond à un sous-bassin. Par défaut le logiciel propose des exutoires à chaque intersection du réseau hydrographique.
- **Watershed Outlet(s) Selection and Definition** : Sélectionner l'exutoire principal du bassin. Le bassin versant et ses sous-bassins sont délimités en fonction de l'emplacement des exutoires précédents.
- **(Calculation of Subbasin Parameters** : *Cette section n'étant pas utilisée pour le présent projet, elle ne sera pas détaillée).*

1.3. La digitalisation du paysage : l'occupation du sol

La dimension paysagère est intégrée aux SIG sous formes d'entités représentant l'occupation du sol (ODS).

Le choix des classes repose sur plusieurs facteurs qui sont :

- Le temps de saisie ; un trop grand nombre de classes demanderait une durée de travail conséquente et complexifierait l'analyse des résultats,
- La précision et la qualité des images qui limitent la distinction physique des éléments paysagers. Par exemple, il aurait pu être intéressant de différencier les forêts de conifères des forêts de feuillus, mais la qualité des images de 1945, ne le permettent pas.

La base de données Corine Land Cover (CLC) reprend les informations géographiques de l'inventaire biophysique de l'occupation des terres. Produite dans le cadre du programme européen de coordination de l'information sur l'environnement CORINE, elle existe à plusieurs niveaux. Néanmoins la saisie des polygones Corine Land Cover ne correspond pas à cette étude : les classes sont trop détaillées et la résolution spatiale n'est pas assez précise. De plus les données les plus anciennes datent de 1990.

La digitalisation de l'ODS est donc réalisée manuellement avec les classes suivantes :

- Le(s) lac(s),
- La forêt,
- Les prairies et zones humides,
- Les champs,
- Les territoires artificialisés, qui comporte l'urbain, les routes et les chemins,
- Le sable, correspondant au cordon dunaire,
- Et les terrains semis-naturels (jardins, zones naturelles anthropisées)

Pour une question d'homogénéité toutes les saisies sont réalisées à une échelle de 1/5000^{ème} au format shapefile.

Deux groupes d'éléments paysagers se distinguent : les éléments linéaires et les tâches. Le réseau routier (chemins et routes) est la première entité dessinée (Figure 7). Initialement linéaires, les shapefiles sont ensuite épaissis avec des buffers (zones tampon) :

- 1 mètre pour les chemins,
- 6 mètres pour les routes.

Une fois le réseau routier tracé, les entités polygones (tâches) sont dessinées dans l'ordre suivant :

- Les lacs
- Les zones urbaines
- Les terrains semis-naturels,
- Les champs et les prairies
- Et enfin la forêt.

Cet ordre suit une logique d'échelle ; les zones urbaines sont souvent entourées des terrains semis-naturels, de même que la forêt, supposée dominante sur les zones d'études, entoure l'ensemble des autres classes.

Les superficies des différentes classes (shapefiles) sont ensuite déterminées avec l'outil 'Calculer la géométrie' d'ArcGIS. Ces dernières vont permettre d'estimer le pourcentage d'ODS au temps t d'une des classes, mais aussi d'évaluer les variations quantitatives des différentes classes au cours du temps.

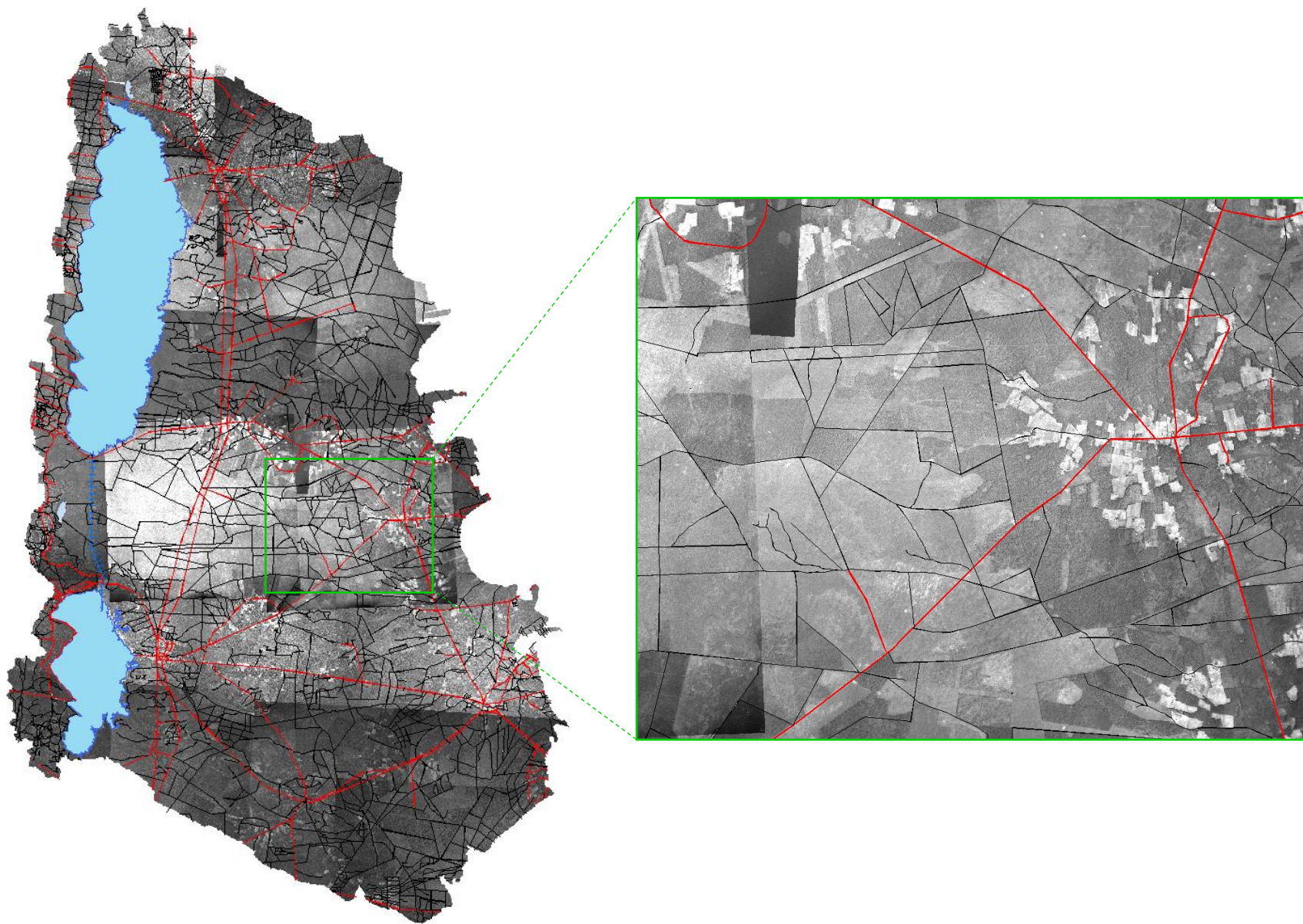


Figure 7 : Illustration de la saisie des routes et des chemins

2. Les plans d'eau étudiés

L'étude a été menée sur six plans d'eau :

- Le lac d'Ychoux [40],
- L'étang de Moliets [40],
- L'étang de La Prade [40],
- L'étang de Moïsan [40],
- L'étang de Lacanau [33],
- Et le lac de Hourtin-Carcans, [33].

La localisation de ces différents lacs et étangs est en figure 8.

2.1. Le bassin versant d'Ychoux

Le lac d'Ychoux, appelé aussi « étang de la Forge » est localisé sur la commune d'Ychoux dans les Landes. Il est situé sur le ruisseau du Basque, affluent du Nasseys, qui rejoint l'étang de Biscarosse et de Parentis. Ce plan d'eau artificiel, créé dans les années 60-70 lors de la construction d'un barrage, est utilisé à des fins touristiques estivales.

Il a une superficie approximative de 3 hectares, et une profondeur maximale de 3 mètres environ. Le taux de renouvellement de ses eaux est assez élevé, mais compte tenu de l'importance des développements végétaux, ce renouvellement doit être très variable entre le tracé de l'ancien lit du ruisseau et les zones adjacentes moins profondes (Dutartre, Castagnos, and Laplace-treyture 1999)

Son bassin versant de 11,65 km² est principalement utilisé pour la sylviculture du pin et la maïsiculture.

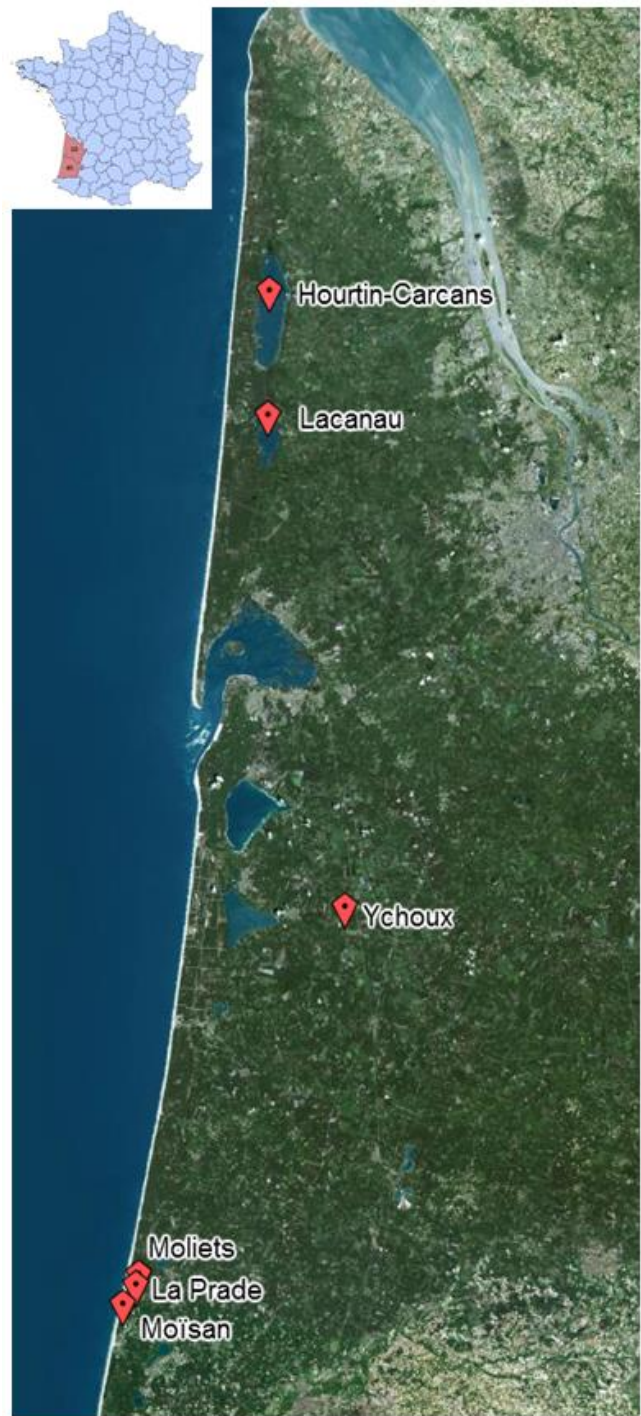


Figure 8: Localisation géographique des lacs étudiés

2.2. Les bassins versants de Moliets, La Prade et Moïsan

Les bassins versants de Moliets, La Prade et Moïsan, sont comme des poupées gigognes ; le bassin de Moliets est compris dans le bassin de La Prade qui lui-même fait partie du bassin de Moïsan (figure 9).

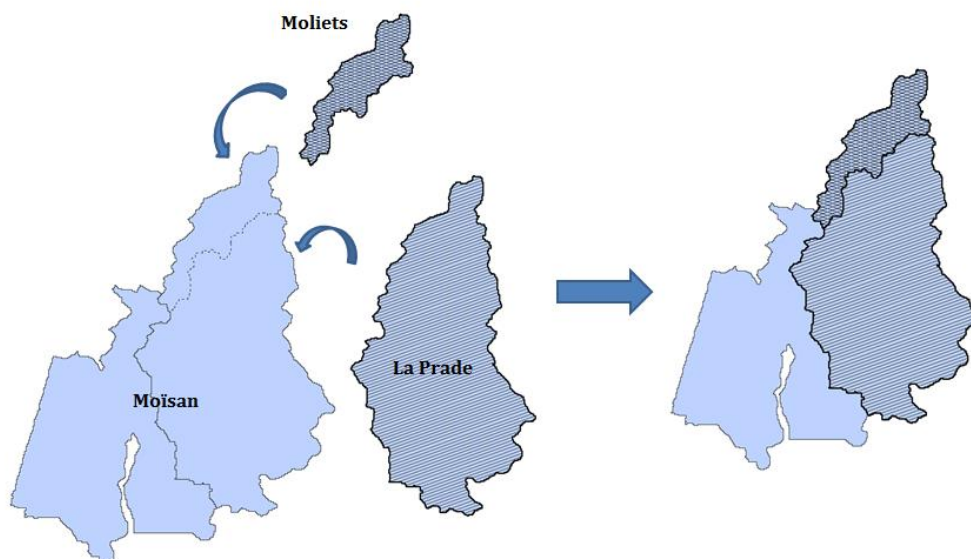


Figure 9 : Représentation des bassins versants de Moliets, La Prade et Moisan

La figure 10 représente l'écoulement des eaux des lacs de Moliets, La Prade et Moisan. Le lac de Moliets alimente celui de Moisan par le ruisseau du Barail. Le ruisseau de La Prade, alimenté par les lacs de La Prade et Moisan, se déverse dans le courant de Messanges.

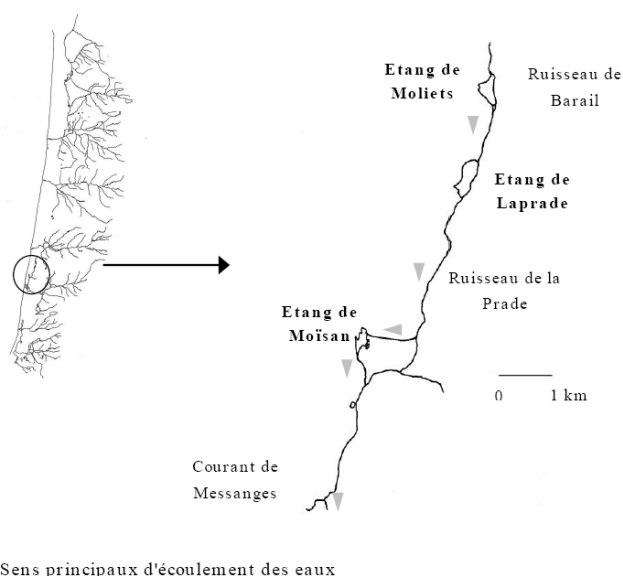


Figure 10 : Sens des écoulements des 3 plans d'eau du bassin versant de l'étang de Moisan (Castagnos, Dutartre, 2001)

Les principales caractéristiques de ces lacs sont synthétisées dans le tableau 3.

Tableau 3: Principales caractéristiques des étangs de Moliets, La Prade et Moisan

Lac	Moliets	La Prade	Moisan
Commune	Moliets-et-Mâa	Moliets-et-Mâa Messanges	Messanges
Superficie du lac (en km ²)	0,09	0,14	0,06
Superficie du BV (en km ²)	3,87	18,22	30,54
Profondeur moyenne (en m)	4,3	4	1,5

Les trois lacs possèdent de très petites superficies. Ils présentent la dissymétrie Est/Ouest caractéristique des plans d'eau landais. Difficiles d'accès, les seuls usages sont la chasse et la pêche.

2.3. Les bassins versants de Lacanau et Hourtin-Carcans

Les lacs de Lacanau et Hourtin-Carcans ont respectivement des superficies de 18 et 58 km². Ce sont les plus grands lacs du littoral aquitains. Ils sont alimentés par les précipitations et par un réseau tributaire. Ce réseau tributaire est principalement constitué de crastes (fossés d'écoulement des eaux) d'origines artificielles construites il y a deux siècles par l'homme afin de drainer les marais.

Les eaux du lac de Hourtin-Carcans se jettent dans celui de Lacanau par le canal des étangs. L'exutoire du lac de Lacanau débouche sur le canal du Porge qui lui-même se déverse dans le bassin d'Arcachon (exutoire final).

Le lac d'Hourtin-Carcans a une profondeur moyenne de 3,54 mètres et une profondeur maximale de 11 mètres. Et le lac de Lacanau a une profondeur moyenne de 2,6 mètres et une profondeur maximale de 8,5 mètres (Cellamare 2009).

Ce sont des lacs touristiques, dont les usages sont les sports nautiques, la pêche, la chasse et la baignade. Comme pour Moliets/La Prade/Moïsan, ce sont des bassins emboîtés (Figure 11). Le lac d'Hourtin-Carcans a une superficie de 332,3 km², et celui de Lacanau 710,8 km².

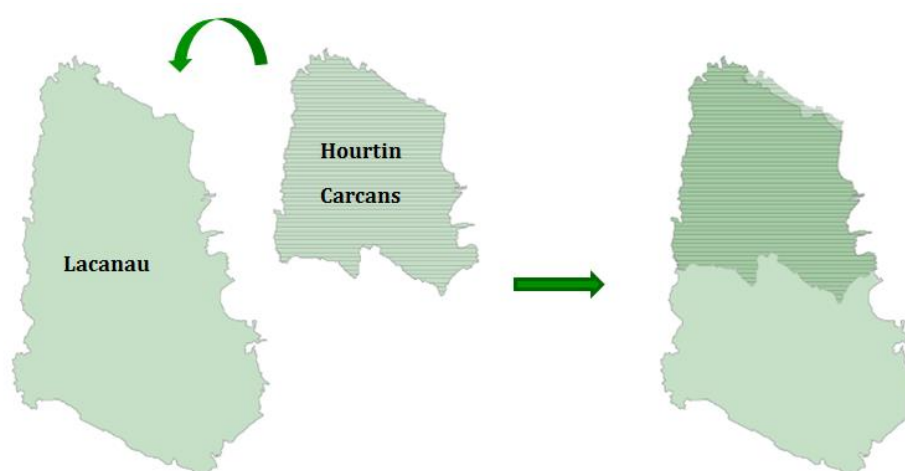


Figure 11 : Représentation des bassins versants de Lacanau et Hourtin-Carcans

Les lacs de Hourtin-Carcans et Lacanau accueillent plusieurs espèces protégées du groupe fonctionnelle des isoétides comme *Littorella uniflora*, *Lobelia dortmanna* ou encore *Thorella verticillatinundata*. Les isoétides (espèces semblables à *Isoetes lacustris* (Krause, 2004)) possèdent des adaptations morphologiques et physiologiques ; pour faire face à une faible disponibilité en carbone inorganique dissous, l'apport principal de CO₂ passe par les racines (Keeley, 1998).

3. Les relevés botaniques

Des relevés botaniques des macrophytes des lacs aquitains sont effectués par IRSTEA depuis plus d'une dizaine d'années. Ces relevés sont réalisés par secteurs. Un secteur correspond à 100 mètres le long des rives lacustres, et à 1 mètre de profondeur. Donc plus un lac un périmètre important, plus il aura un nombre élevé de secteurs.

Les relevés ont été effectués aux années suivantes :

- Ychoux en 1998,
- Moliets, La Prade et Moïsan en 2010,
- Et Lacanau et Hourtin-Carcans en 2011.

4. Les analyses

4.1. Les niveaux d'échelle

Trois niveaux d'échelles d'analyse du paysage peuvent être distingués :

- Le « patch-level » ; à l'échelle du patch qui est un élément du paysage comme une parcelle agricole par exemple,
- Le « class-level » correspond au niveau de la classe c'est-à-dire à un type d'ODS (champs, forêt, urbain ...)
- Et le « landscape-level » qui représente le paysage dans son ensemble.

↑
Finesse de l'échelle
↓

Cette étude repose sur le paysage dans sa globalité ; l'échelle du patch ne sera pas traitée.

Pour caractériser la structure du paysage et déterminer ses liens avec les caractéristiques écologiques, il est indispensables d'utiliser des variables métriques (Burel and Baudry 1999).

4.2. Les analyses quantitatives du paysage

L'analyse quantitative du paysage cherche à décrire « objectivement » ce que les êtres humains définissent « subjectivement » comme aléatoire, dispersé, homogène, hétérogène, (dis)continu, fragmenté. Elle permet de comparer différents paysages ou différents types d'éléments au sein d'un même paysage, d'identifier les processus générant les structures observées et de comprendre l'impact du paysage sur les processus biologiques.

Les indices paysagers permettent d'évaluer :

- La composition du paysage, avec la proportion d'occupation du sol des éléments paysagers,
- Et la configuration du paysage, qui représente les caractéristiques spatiales et la distribution des éléments.

La comparaison entre composition et configuration du paysage au cours du temps permet de mettre en évidence les modifications et les changements du paysage.

4.2.1. Fragstats®

Fragstats® est un logiciel open source de métriques paysagères développé en 1995 par le docteur McGarigal et Barbara Marks. Il est téléchargeable sur le site : <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Pour cette étude c'est la version 4 qui a été utilisée.

Les différents shapefiles d'ODS sont regroupés dans un seul et unique shapefile. Ce dernier est ensuite converti au format raster, puis en grid (format ASCII) pour être lisible par le logiciel.

Fragstats® propose une large panoplie d'indices paysagers aux trois niveaux d'échelle (cf IV.2.1.). Seuls quelques indices pertinents ont été sélectionnés et calculés.

4.2.2. La composition et la configuration du paysage

La composition du paysage caractérise la proportion de la surface couverte par un type d'occupation du sol au sein du paysage.

Soit $PLAND_{class} = \frac{A_{class}}{A_{land}} \times 100$ avec $PLAND_{class}$ Pourcentage d'ODS de la classe
 A_{class} Surface de la classe
 A_{land} Surface du paysage (Bassin versant)

Ce pourcentage permet de quantifier l'ODS de chaque classe par année.

L'indice LPI (Largest Patch Index) quantifie la surface de la tâche la plus grande pour chaque classe d'ODS. Il mesure la dominance d'une tâche en pourcentage ($0 < LPI \leq 100$).

$$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A_{land}} \times 100 \quad \text{Avec } a_{ij} : \text{l'aire (en km}^2\text{) de la tâche } ij$$

$A_{land} : \text{La surface du paysage (Bassin versant)}$

Plus le LPI est grand, plus une tâche est dominante.

L'hétérogénéité est un facteur majeur de la biodiversité du paysage, qui intègre les notions de fragmentation et de connectivité. L'indice de diversité de Shannon mesure l'hétérogénéité du paysage en combinant la richesse et la régularité. Il exprime le degré avec lequel les éléments du paysage sont représentés en proportions similaires.

$$SHDI = - \sum_{class=1}^S (P_{class} \times \ln(P_{class}))$$

Avec : S le nombre de classes du paysage
 et P_{class} la proportion du paysage occupée par classe soit la surface de la classe (A_{class}) sur la surface du bassin versant (A_{land}).

L'indice de diversité de Shannon est toujours supérieur ou égal à 0. Une valeur de '0' représente un paysage entièrement homogène, soit un paysage qui contient qu'une seule classe (un seul type d'ODS) ; il n'y a pas de biodiversité.

La somme des rapports de la différence absolue sur la moyenne, permet de quantifier les changements d'ODS au cours du temps pour une classe donnée :

$$CHT = \frac{1}{n} \sum \frac{(S_{t1} - S_{t0})^2}{\left(\frac{S_{t1} + S_{t0}}{2}\right)}$$

Avec : CHT : Changements temporels
 n : le nombre d'année étudiée
 S_{t1} et S_{t2} : les superficies aux temps t_1 et t_0

Pour les lacs de Lacanau et Hourtin-Carcans les données ont été calculées que sur 2 années contre 4 pour les lacs landais. Pour faire face à ce déséquilibre, les changements temporels sont normalisés par le nombre d'année n .

4.2.3. L'ACP

L'Analyse en Composantes Principales (ACP ou PCA en anglais) est une méthode d'analyse de données multivariée descriptive, qui permet de décorréler des données. Elle a pour objectif de représenter sous forme graphique l'essentiel de l'information contenue dans un tableau de données quantitatif. Pour ce faire elle se base sur la matrice des variances-covariances (ou celles des corrélations).

L'ACP est donc une opération factorielle de réduction de dimension pour l'exploration de données quantitatives complexes. Les variables décorrélées sont appelées « composantes principales ».

L'ACP a été utilisée pour décrire la dynamique paysagère des différents lacs au cours du temps, en intégrant l'ensemble des variables paysagères mesurées à chaque pas de temps.

4.3. Analyse des données floristiques

4.3.1. Analyse de la richesse et de la diversité spécifique

Les relevés botaniques des macrophytes sont utilisés pour calculer la richesse et la diversité spécifique actuelle.

Dans le cadre de ce rapport, la richesse spécifique étudiée (S), représente le nombre total d'espèces présentes sur le lac.

La diversité spécifique (H), calculée à partir de l'indice de Shannon, a été estimée à partir de l'abondance des espèces. Pour calculer cet indice à l'échelle du lac, l'abondance moyenne de chaque espèce a été calculée (i.e. somme des abondances de l'ensemble des espèces divisé par le nombre total de secteurs).

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i \times (\ln(P_i))) \quad \text{et} \quad p_i = \frac{\sum \text{des abondances}}{n}$$

Avec p_i : l'abondance des espèces par secteur et n le nombre de secteurs.

4.3.2. Analyse de la composition spécifique

La NMS (Nonmetric Multidimensional Scaling) est une méthode d'analyse de données spécifique ; contrairement à la majorité des autres méthodes d'analyses qui sont analytiques, elle est basée sur un algorithme itératif. Elle opère ses calculs sur une matrice de distance ou une matrice de dissemblance.

C'est une technique robuste qui permet d'éviter l'hypothèse d'une relation linéaire entre les variables et ne se limite pas à l'utilisation des distances euclidiennes. Elle peut être affectée à des variables quantitatives, semi-quantitatives, qualitatives ou mixtes.

Les seuls inconvénients de la NMS sont la durée de l'analyse qui peut être longue pour un ensemble de données important, et la possibilité d'un échec à trouver la meilleure solution (l'optimisation numérique peut s'arrêter sur un minimum local). Elle est cependant reconnue comme étant la meilleure méthode pour l'analyse des communautés (Minchin, 1987).

La NMS a été utilisée pour décrire la composition spécifique macrophytique des différents lacs et les variables paysagères ont été ajustées sur les résultats de cette composition.

V. Résultats et interprétations

1. La dynamique paysagère

1.1. L'ODS au cours du temps

Pour chaque lac, les résultats seront présentés comme suit : les cartes d'ODS, les graphiques de l'évolution de l'ODS, et enfin le tableau des valeurs associées (% ODS, indice LPI).

1.1.1. Ychoux

Ychoux

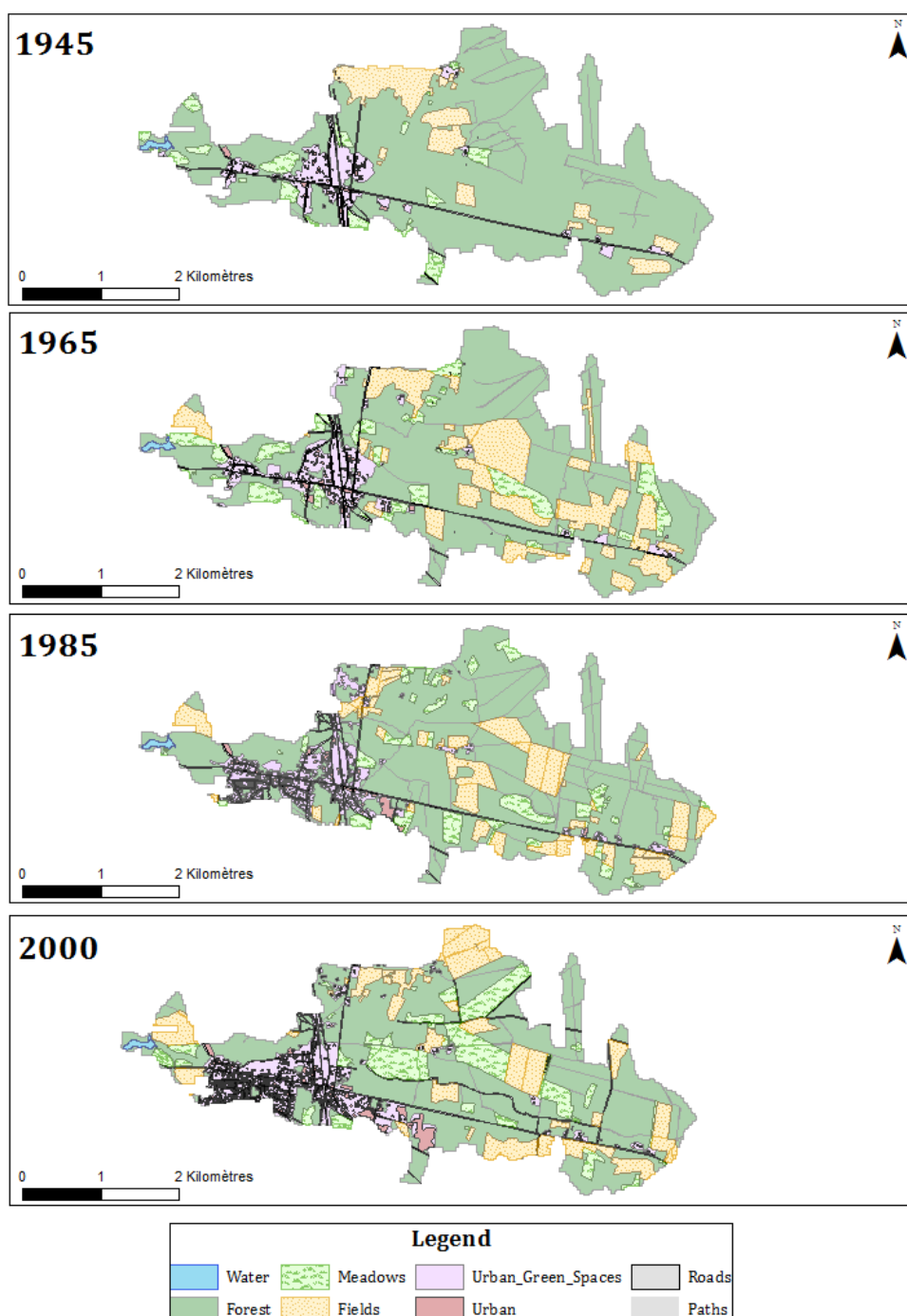


Figure 12 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant du lac d'Ychoux

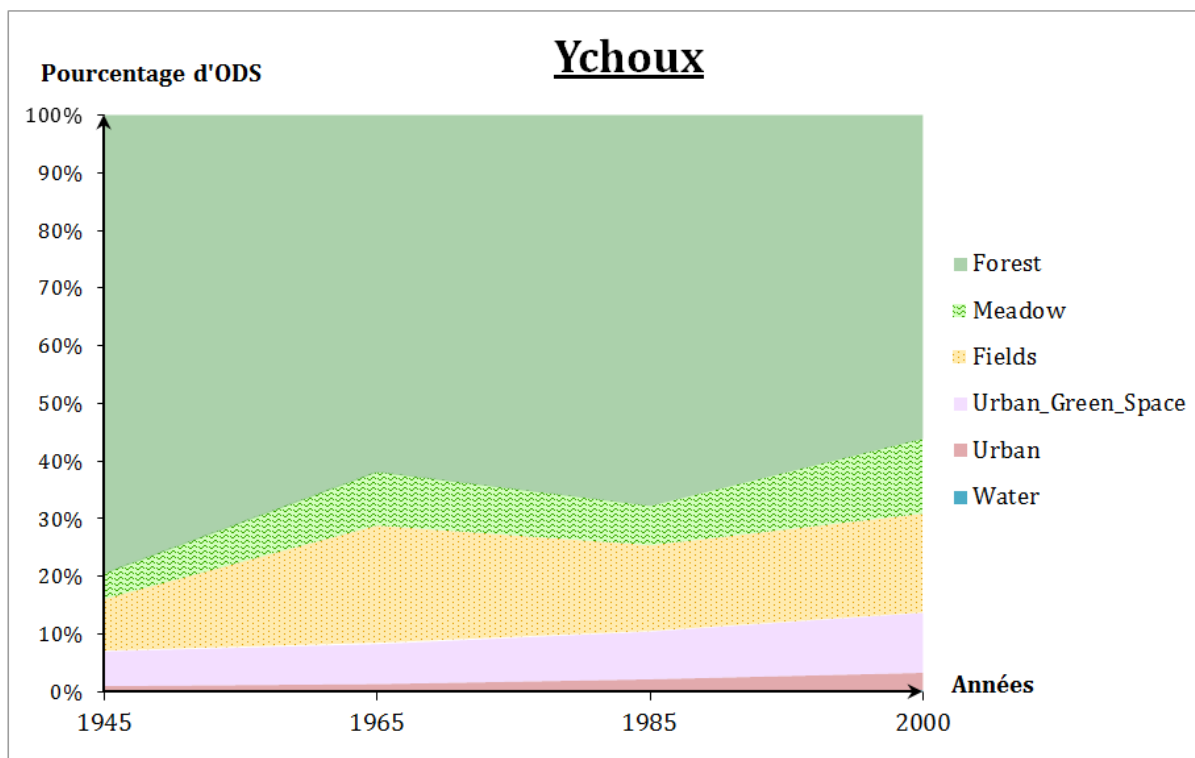


Figure 13 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac d'Ychoux

Tableau 4 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac d'Ychoux

Classe	PLAND (%)				LPI			
	1945	1965	1985	2000	1945	1965	1985	2000
Water	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Forest	78,16	60,71	65,87	54,05	48,35	11,56	6,27	8,31
Meadow	4,34	9,14	6,74	12,60	0,74	1,62	1,00	1,98
Fields	8,87	20,04	14,43	16,41	4,18	3,74	1,25	1,31
Urban_Green_Space	5,92	6,78	8,04	10,00	1,27	1,03	0,61	1,86
Urban	0,70	1,05	1,84	2,91	0,08	0,07	0,30	0,65
Roads	1,49	1,66	2,19	3,37	1,22	1,44	1,93	2,92
Paths	0,26	0,36	0,62	0,41	0,09	0,23	0,51	0,18

En 1945, le paysage est largement dominé par la forêt (78,16%) (Figure 13 et Tableau 4). Cette domination se confirme avec l'indice LPI de 48,35%, qui correspond à la classe 'forêt'. La ville d'Ychoux à l'Est de l'étang des Forges, représente la principale zone urbaine (<1%), et le réseau routier est peu développé en dehors de cette zone. Les champs représentent 8,87% de l'ODS et les prairies 4,34%.

En 1965 le paysage a subi certaines transformations ; les champs, les prairies et l'urbain se sont développés aux dépens de la forêt, qui connaît un recul de plus de 20%.

En 1985, la tendance s'inverse, la forêt reprend 5 % de l'ODS. L'urbanisation quant à elle ne cesse de croître.

En 2000, la forêt ne représente plus que 54% de l'ODS. Les champs et les prairies occupent presque 30% du territoire.

1.1.2. Moliets/La Prade/Moisan

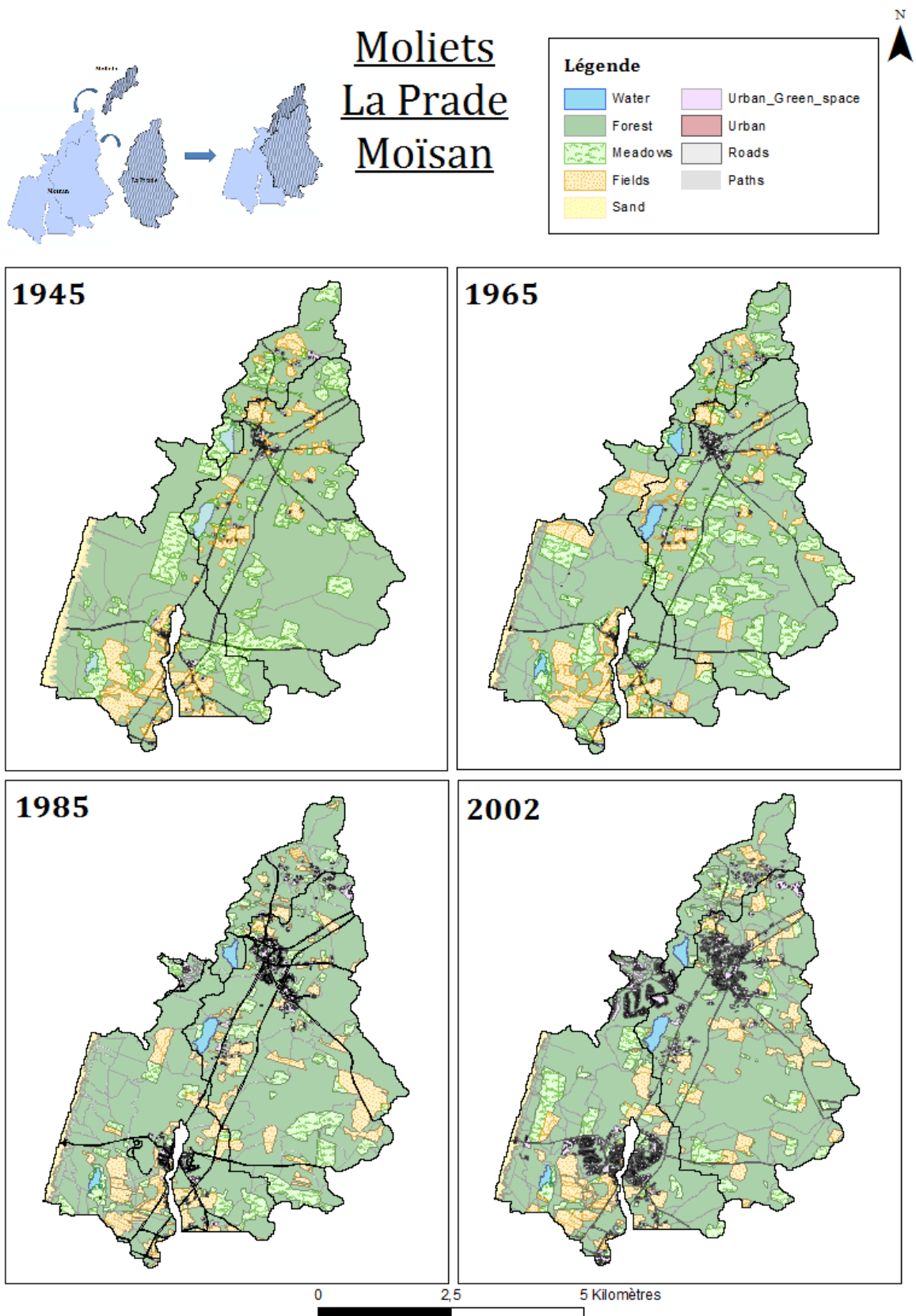


Figure 14 : Carte de l'occupation du sol des bassins versants des lacs de Moliets, La Prade et Moisan

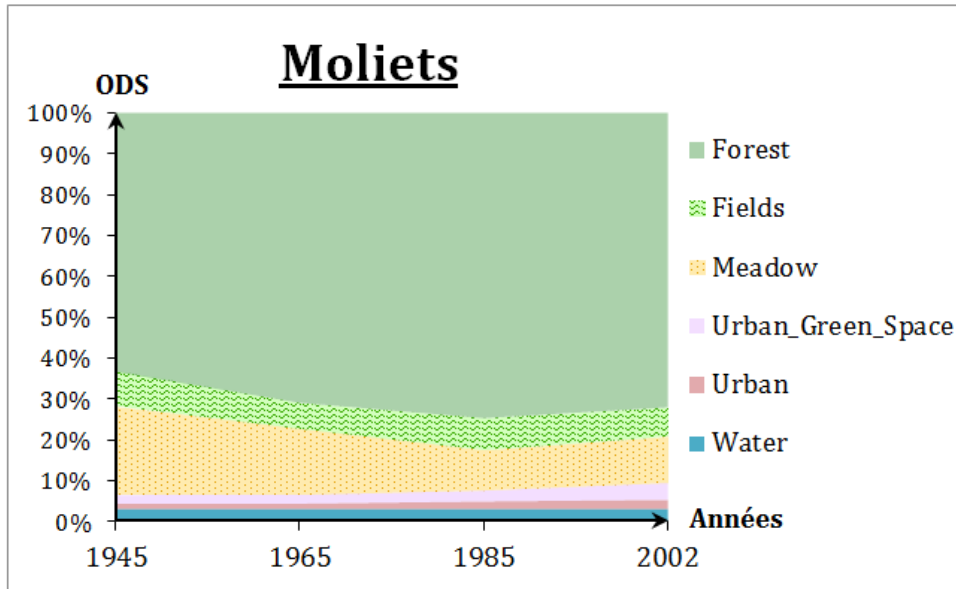


Figure 15 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac de Moliets

Tableau 5 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac de Moliets

Moliets								
Classe	PLAND (%)				LPI			
	1945	1965	1985	2002	1945	1965	1985	2002
Water	3,03	3,03	3,03	3,04	3,03	3,03	3,03	3,03
Forest	63,36	70,92	74,68	72,05	27,72	20,26	12,32	18,20
Meadow	21,62	16,11	9,80	11,37	4,06	4,49	2,07	1,60
Fields	8,57	6,23	7,89	7,07	2,71	1,94	2,10	1,09
Urban_Green_Space	2,14	2,37	2,71	4,20	0,41	0,39	0,34	0,43
Urban	0,15	0,22	0,32	0,76	0,03	0,02	0,02	0,05
Roads	0,67	0,67	0,67	0,67	0,50	0,50	0,50	0,50
Paths	0,45	0,46	0,90	0,85	0,24	0,35	0,62	0,47

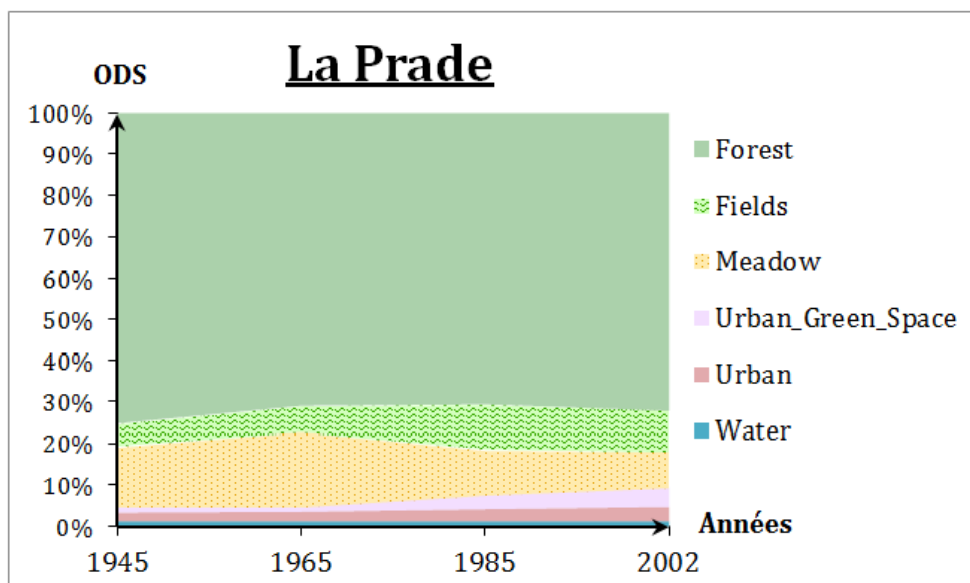


Figure 16 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac de La Prade

Tableau 6 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac de La Prade

La Prade								
Classe	PLAND (%)				LPI			
	1945	1965	1985	2002	1945	1965	1985	2002
Water	1,28	1,28	1,28	1,28	0,80	0,80	0,80	0,80
Forest	75,26	70,94	70,60	72,18	14,20	8,19	8,83	11,16
Meadow	14,84	17,75	11,19	8,73	0,82	1,14	1,06	0,70
Fields	5,43	6,21	10,78	9,83	0,53	0,49	1,49	0,59
Urban_Green_Space	1,39	1,81	3,50	4,76	0,13	0,14	0,22	0,39
Urban	0,19	0,27	0,54	0,91	0,01	0,01	0,01	0,01
Roads	1,25	1,37	1,52	1,75	1,13	1,25	1,40	1,55
Paths	0,37	0,37	0,59	0,55	0,13	0,17	0,17	0,13

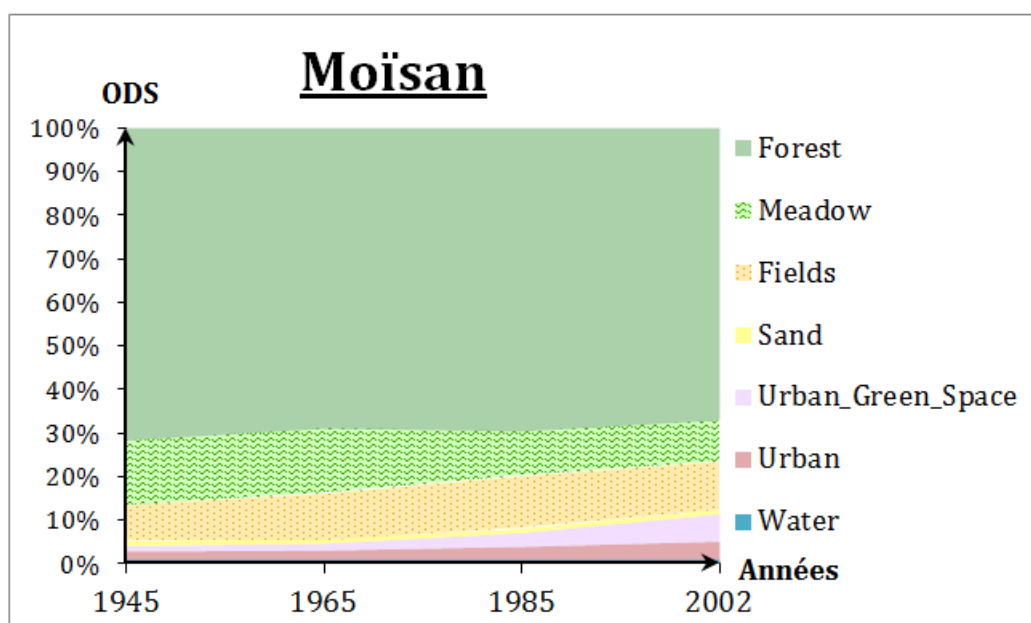


Figure 17 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac de Moïsan

Tableau 7 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac de Moïsan

Moïsan								
Classe	PLAND (%)				LPI			
	1945	1965	1985	2002	1945	1965	1985	2002
Water	0,95	0,95	0,95	0,97	0,48	0,48	0,48	0,48
Forest	71,76	68,99	69,67	67,09	8,47	4,89	5,27	6,66
Meadow	14,94	15,00	10,42	9,70	1,21	0,68	0,65	0,55
Fields	8,04	10,42	11,88	10,85	0,89	0,59	0,89	0,43
Sand	1,19	0,98	0,98	0,98	0,67	0,24	0,24	0,37
Urban_Green_Space	1,28	1,60	3,19	6,31	0,08	0,08	0,13	0,23
Urban	0,19	0,26	0,54	1,28	0,01	0,01	0,01	0,01
Roads	1,21	1,28	1,63	2,11	0,98	1,05	1,19	1,63
Paths	0,44	0,52	0,73	0,71	0,11	0,18	0,16	0,17

Comme pour le bassin d'Ychoux, les bassins de Moliets, La Prade et Moïsan sont dominés par la forêt (Figures 15, 16 et 17).

L'urbanisation augmente progressivement de 1945 à 2000 sur l'ensemble des bassins versants.

Sur la carte de 1965, il est possible d'observer la répartition discontinue des prairies et des champs ; les patches interrompent le continuum forestier.

Il semble que les parcelles de pâturages et les parcelles agricoles, changent de localisation au fil des années. Il est néanmoins possible d'observer une tendance de diminution des prairies et une augmentation des champs au cours du temps.

1.1.3. Hourtin-Carcans/Lacanau

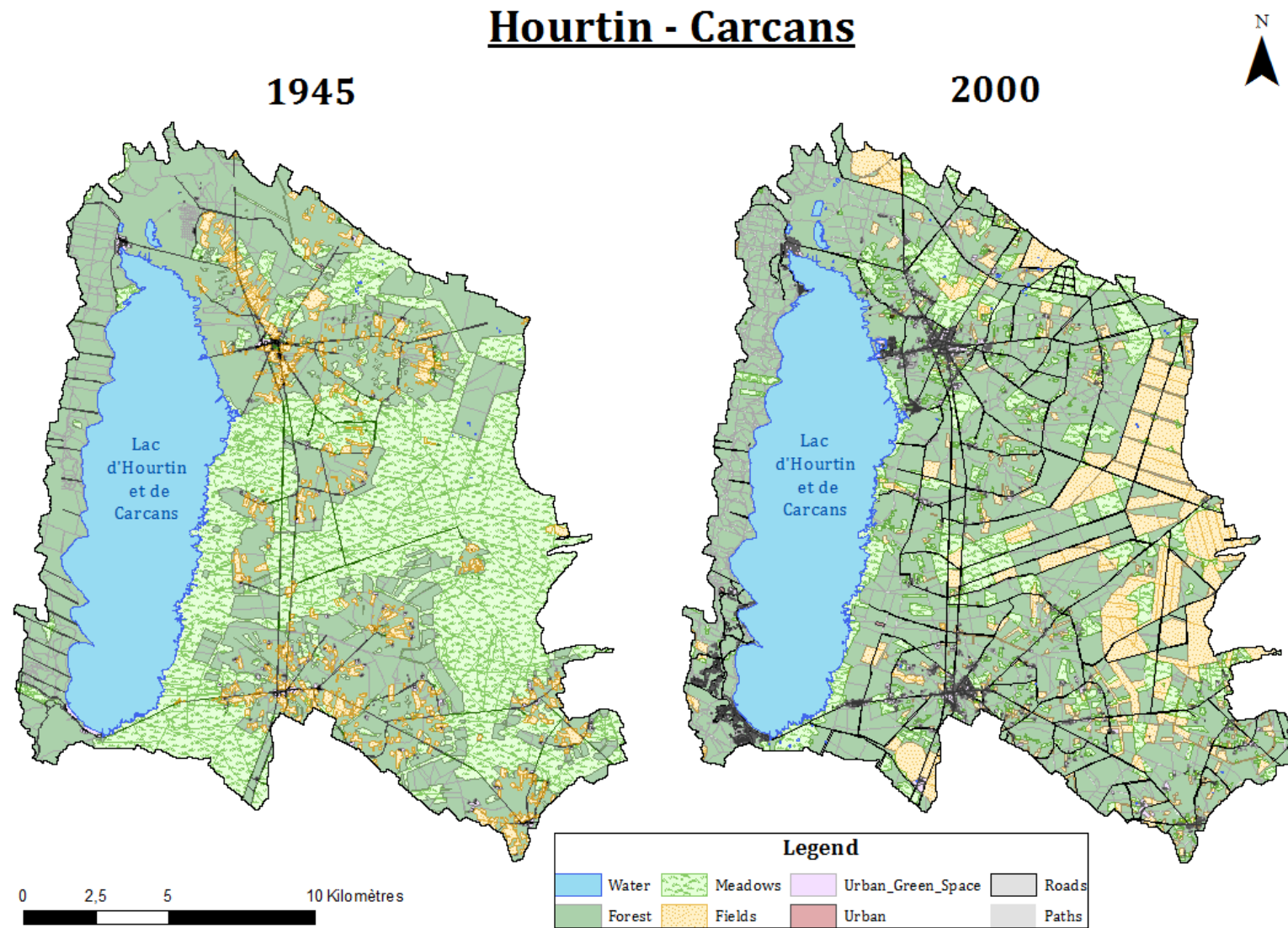


Figure 18 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant du lac d'Hourtin-Carcans

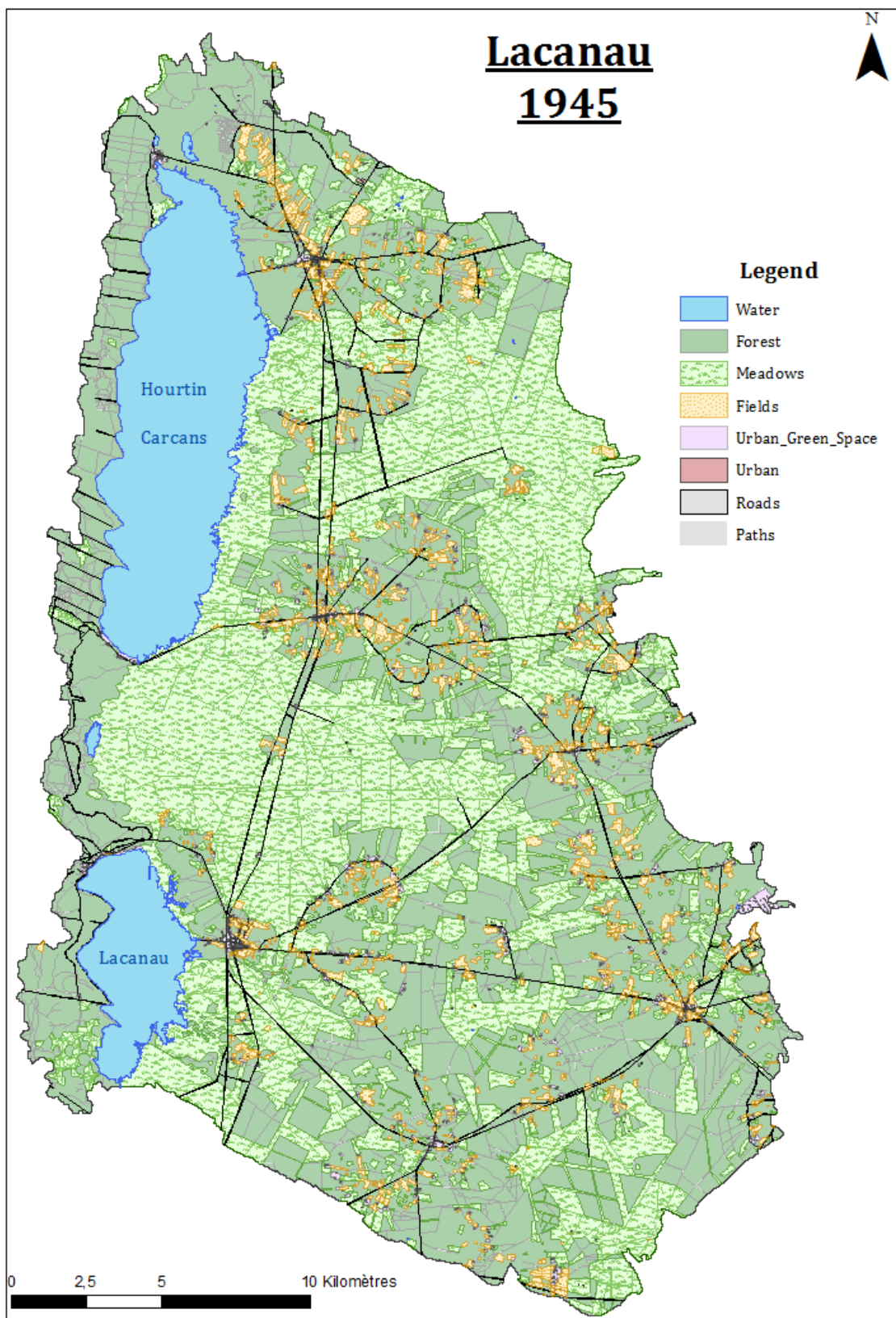


Figure 19 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant du lac de Lacanau en 1945

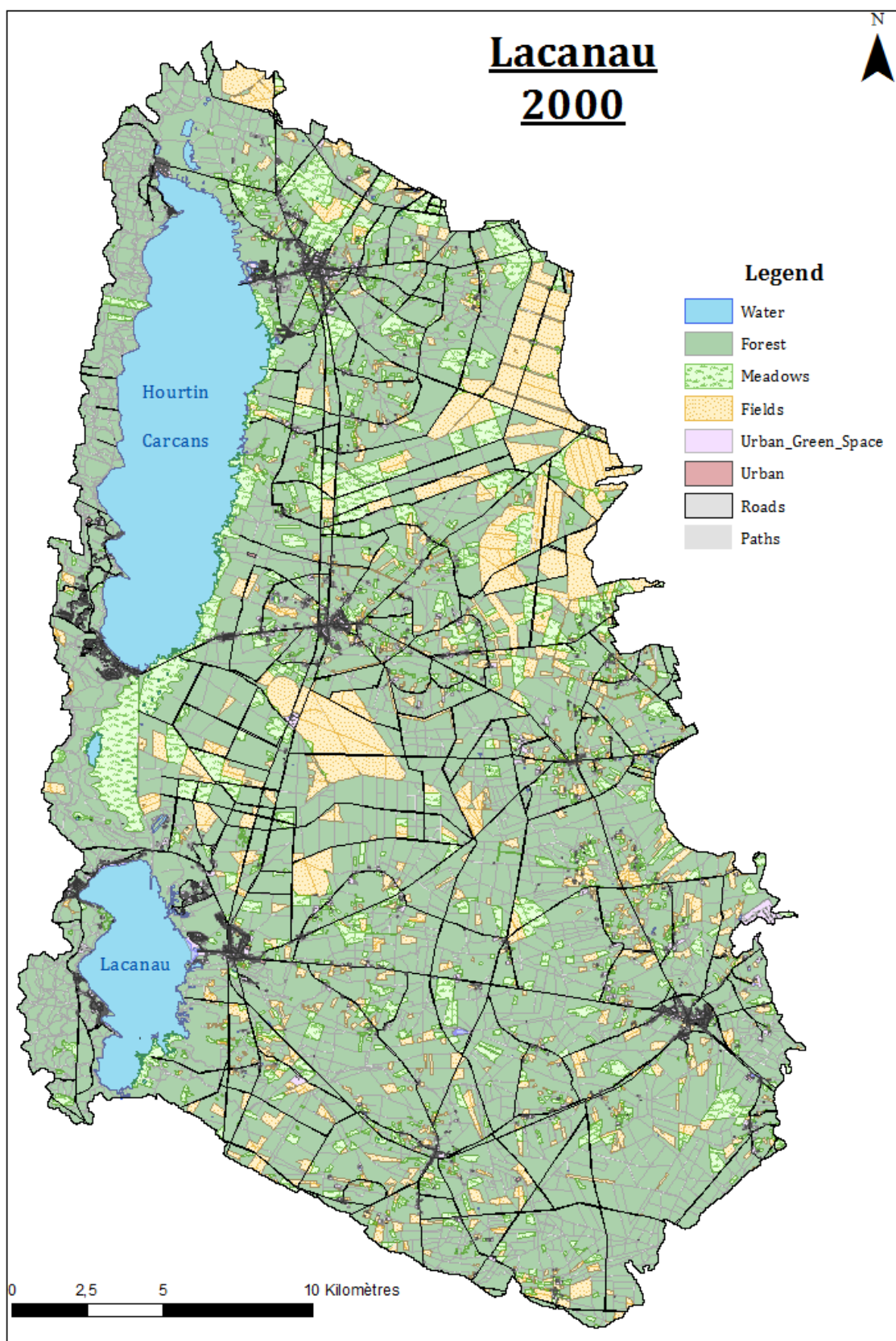


Figure 20 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant du lac de Lacanau en 2000

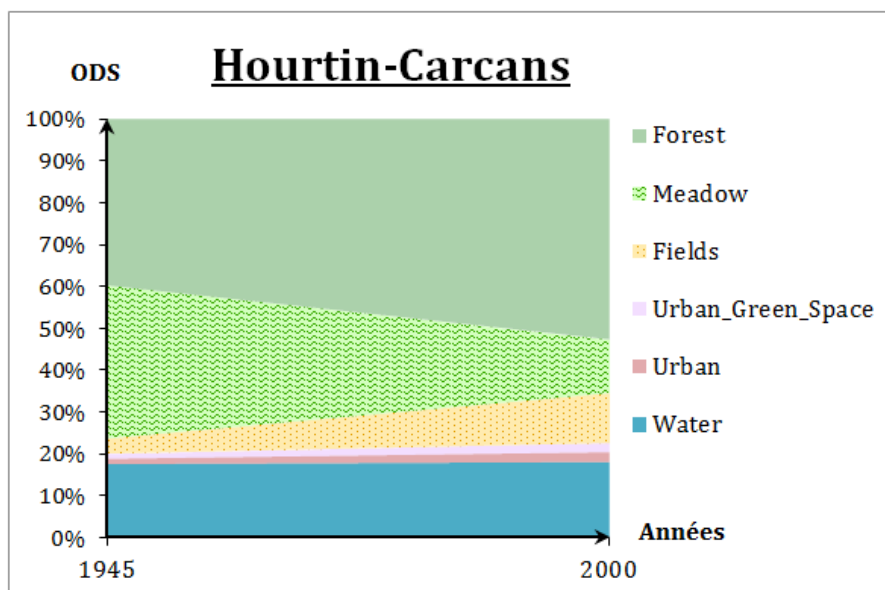


Figure 21 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac d'Hourtin-Carcans

Tableau 8 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac d'Hourtin-Carcans

Hourtin-Carcans				
Classe	PLAND (%)		LPI	
	1945	2000	1945	2000
Water	17,48	17,58	17,40	17,40
Forest	39,51	51,22	2,20	0,48
Meadow	36,45	12,52	1,37	0,31
Fields	4,44	14,22	0,12	0,36
Urban_Green_Space	0,89	2,17	0,06	0,05
Urban	0,08	0,28	0,01	0,01
Roads	0,71	1,44	0,64	1,42
Paths	0,44	0,57	0,13	0,16

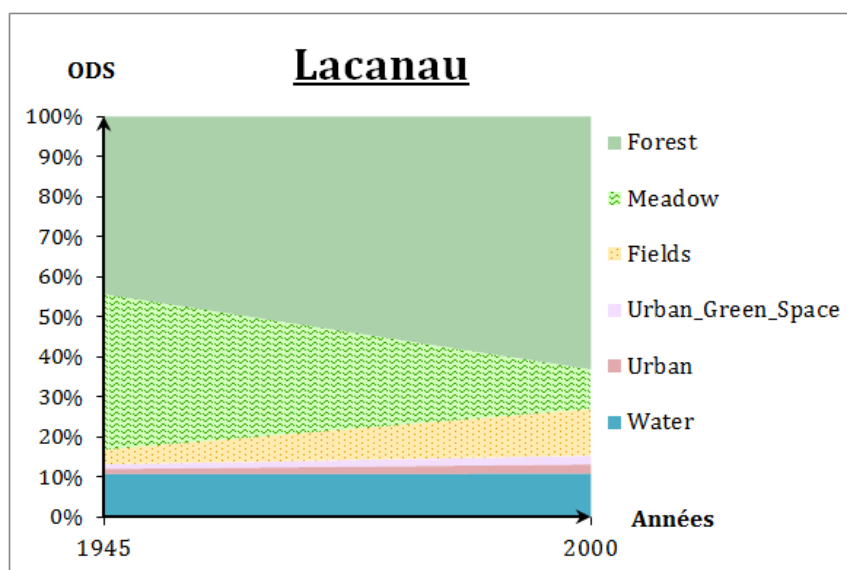


Figure 22 : Graphique de l'évolution de l'occupation de sol du bassin versant du lac de Lacanau

Tableau 9 : Pourcentages de l'évolution de l'occupation de sol et indices LPI du bassin versant du lac de Lacanau

Lacanau				
Classe	PLAND (%)		LPI	
	1945	2000	1945	2000
Water	10,77	10,85	8,14	8,14
Forest	44,31	63,13	0,72	0,50
Meadow	38,84	10,03	2,33	0,75
Fields	3,68	11,53	0,06	0,25
Urban_Green_Space	1,15	2,16	0,05	0,04
Urban	0,08	0,24	0,00	0,00
Roads	0,71	1,38	0,66	1,36
Paths	0,47	0,67	0,06	0,38

Les résultats obtenus pour les bassins versants de Lacanau et de Hourtin-Carcans sont sensiblement différents de ceux des autres bassins versants (Figures 21 et 22).

L'indice LPI indique que la classe 'eau' possède le plus grand patch du bassin, qui n'est autre que le lac lui-même.

En 1945, la forêt représente moins de la moitié de l'ODS.

En 2000, les prairies ont laissées place à la forêt. Les champs se sont regroupés et amplifiés; les petites parcelles individuelles se sont transformées en larges étendues agricoles.

Une fois de plus, l'urbanisation est en hausse. La pression anthropique est notamment visible sur les bords lacustres.

1.2. Quantification des changements paysagers

1.2.1. L'intensité des changements

Les changements des lacs girondins paraissent excessivement élevés par rapport à ceux des lacs landais (Tableau 10). Cela est dû à la taille respective des bassins versants.

Tableau 10 : Quantification de l'intensité des changements paysagers par classe d'occupation du sol (indice CHT)

Type d'occupation du sol	Quantification des changements					
	Ychoux	Moliets	La Prade	Moïsan	Hourtin	Lacanau
Forêt	0,207	0,008	0,013	0,016	5,008	23,446
Prairie	0,224	0,035	0,187	0,130	38,869	120,716
Champs	0,312	0,009	0,121	0,069	17,038	28,822
Terrains semi naturel	0,022	0,005	0,072	0,242	1,793	2,175
Territoire artificialisé	0,076	0,002	0,056	0,055	1,051	2,196

Cette quantification des modifications d'ODS confirme les résultats décrits précédemment, comme par exemple le fort taux de changement des prairies de Lacanau. D'un point de vue quantitatif se sont les classes 'prairie' et 'champs' qui sont les plus impactées par les changements.

Un tableau des indices d'évolution pour chaque classe par pas de temps est en annexe B. Les bassins de Lacanau et Hourtin-Carcans n'ont qu'un seul pas de temps, l'ODS étant réalisée que sur deux années. Pour le bassin d'Ychoux la période qui a enregistré le plus de changements est 45/65. Alors que pour les bassins de Moliets/la Prade/Moïsan c'est la période 65/85 qui a connu le plus de transformations.

D'un point de vue global, sur l'ensemble des années, ce sont les champs qui sont les plus affectés par les changements durant ce demi-siècle. Et c'est le lac d'Ychoux qui a le taux de changements paysagers le plus important sur son bassin versant.

1.2.2. Variation temporelle de la diversité paysagère

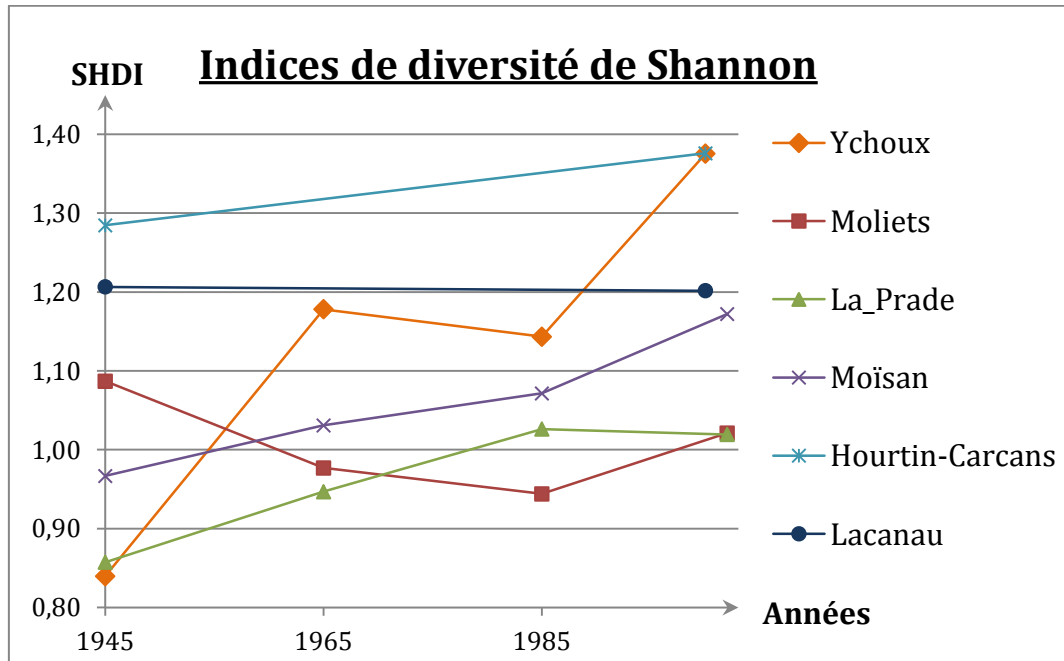


Figure 23 : Représentation de la dynamique temporelle de l'indice de diversité paysagère (Shannon) au cours du temps pour chaque lac

De manière générale, l'indice de diversité paysagère tend à augmenter au cours du temps (Figure 23). L'indice de diversité du bassin versant d'Ychoux a augmenté de 1945 à 2000, avec une légère diminution en 1985. Le paysage c'est donc diversifié et est devenu plus hétérogène au cours du temps.

Celui de Moliets diminue jusqu'en 1985, date à laquelle il commence à croître.

Pour le bassin de La Prade, la diversité paysagère augmente jusqu'en 1985, et la période 1985-2002 connaît une faible diminution. Cette diminution n'apparaît pas sur le bassin de Moïsan car elle est équilibrée par l'augmentation de celui de Moliets.

En effet, Moïsan est le plus grand bassin des trois, il englobe les deux autres bassins (Moliets et La Prade). Ses indices de diversité augmentent au cours du temps, avec une augmentation plus importante entre 1985 et 2002 (accélération de l'hétérogénéité paysagère à cette période).

Le bassin versant d'Hourtin-Carcans à un indice de diversité qui progresse positivement entre 1945 et 2000, et celui de Lacanaou n'évolue presque pas, il est constant.

1.2.3. La trajectoire temporelle des paysages

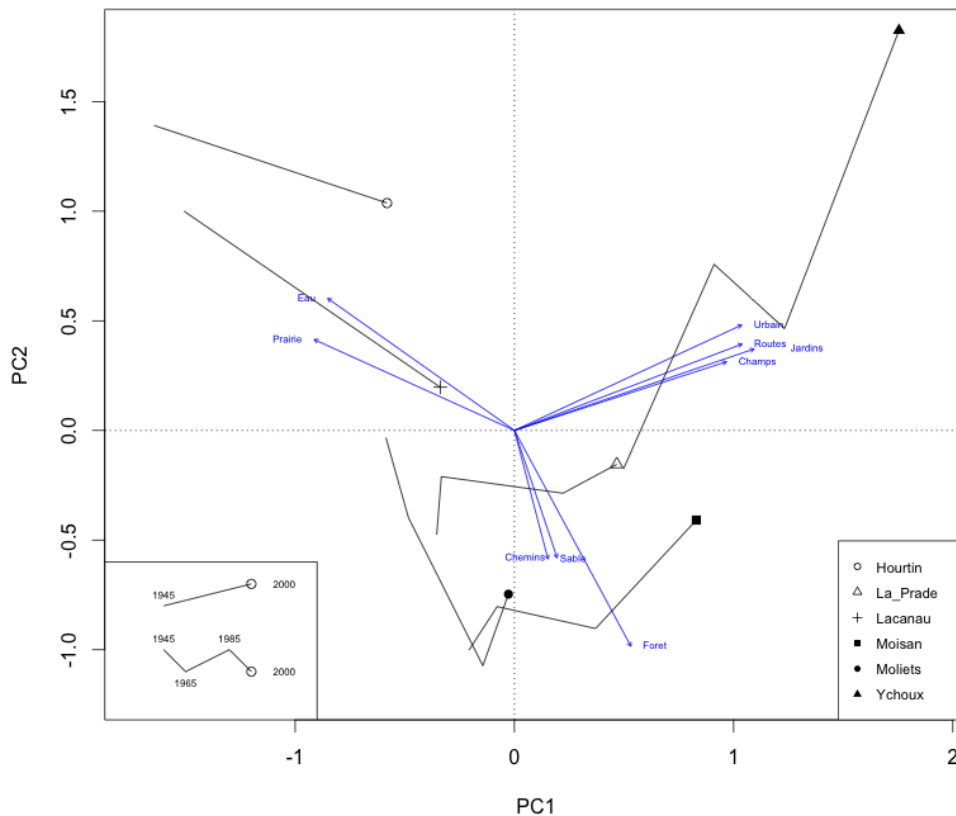


Figure 24 : Représentation des axes 1 et 2 de l'ACP réalisée sur les variables paysagères. Les axes 1 et 2 représentent respectivement 47 et 21% (soit 69%) de la variation totale.

Les résultats de l'ACP montrent que la dynamique paysagère au cours du temps s'effectue principalement le long de l'axe 1, à l'exception du bassin versant d'Ychoux qui affiche plutôt une dynamique le long de l'axe 2 (Figure 24). L'axe 1 est associé positivement à une augmentation de la surface urbanisée (ainsi que les routes et jardins associés), et de la surface des champs. Il est aussi associé négativement à l'augmentation de la surface de prairies/zones humides. La principale variable permettant de caractériser l'axe 2 est la surface forestière, de manière négative, c'est-à-dire que la trajectoire paysagère temporelle du bassin versant d'Ychoux est associée à une diminution de la surface forestière.

Bien que la dynamique principale des bassins versants d' Hourtin-Carcans et de Lacanau se situent le long de l'axe 1, il est néanmoins possible d'apercevoir une tendance à l'augmentation de la surface forestière sur ces bassins versants. A l'inverse, le bassin versant de Moisan est davantage associé à une déforestation, surtout au cours des dernières années, alors que celui de Moliets est associé à une forte augmentation de la surface forestière entre 1945 et 1985.

L'ACP fait donc ressortir deux principales tendances de changements d'occupation du sol entre 1945 et les années 2000 : les surfaces urbanisées et boisées. Par conséquent ces deux changements particuliers ont été quantifiés dans l'objectif de les associer aux indices de diversité spécifique (Figure 25).

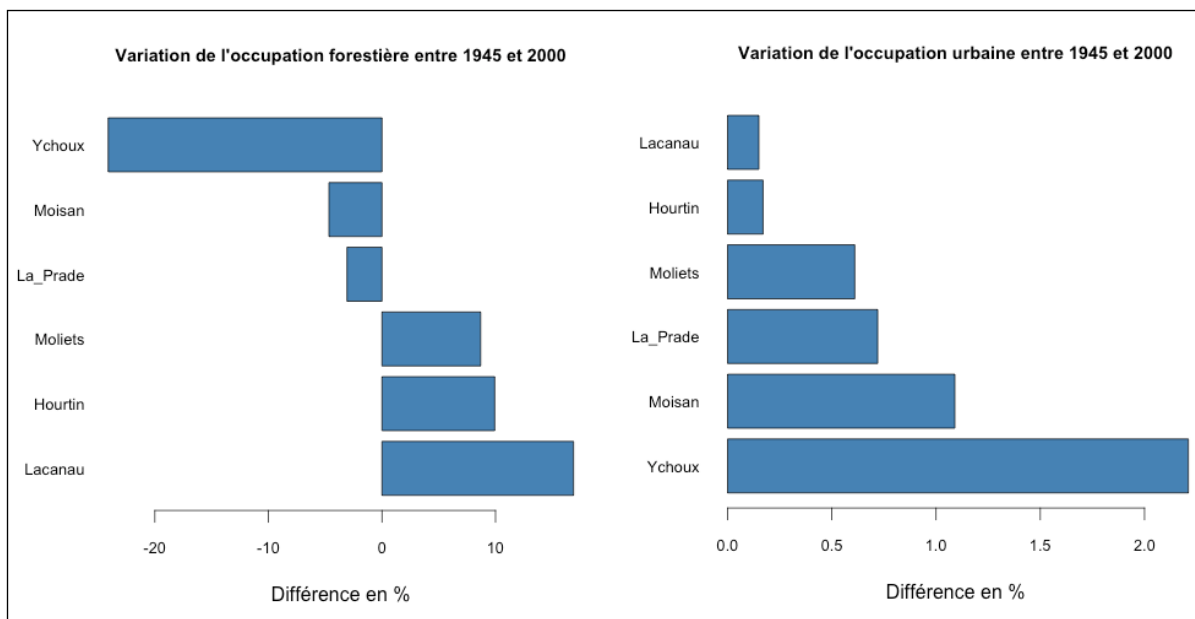


Figure 25 : Variation des occupations forestières et urbaines entre 1945 et 2000

Conformément aux résultats de l'ACP, il y a trois bassins versants dans une dynamique de déforestation (Ychoux, Moisan et La Prade) et les trois autres sont plutôt dans une dynamique de reforestation (Moliets, Hourtin et Lacanau). En revanche tous les bassins versants ont connu une forte augmentation de la surface urbanisée entre 1945 et 2000, en particulier celui d'Ychoux.

Il est à noter que les changements forestiers sont significativement corrélés aux changements urbains entre 1945 et 2000 (Figure 26). Ils sont inversement proportionnels.

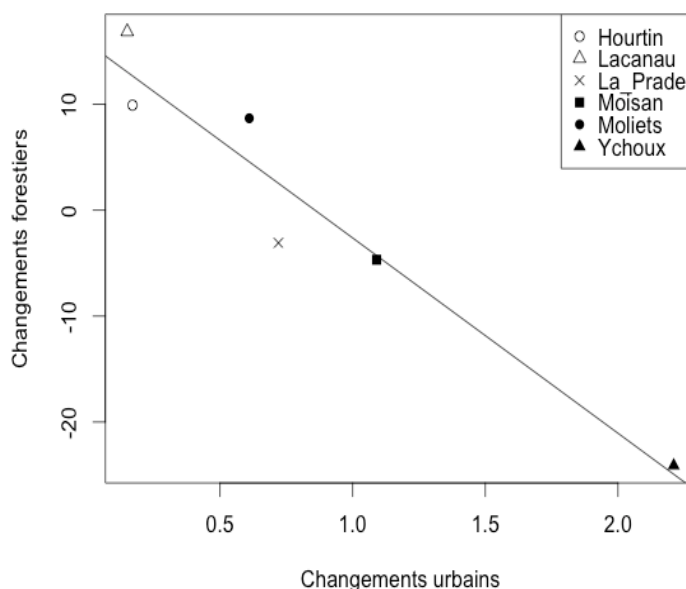


Figure 26 : Relation entre les changements forestiers et urbains de 1945 à 2000
La droite représente la droite de régression linéaire ($R^2_{aj} = 0.91, p < 0.01$)

2. L'influence des changements forestiers sur la diversité végétale

2.1. La richesse et diversité spécifique

La richesse et la diversité spécifique ont été mises en relations avec les changements urbains et forestiers (Figure 27), l'hétérogénéité paysagère (Figures 28 et 29), et les axes de l'ACP (Figures 30, 31, 32 et 33).

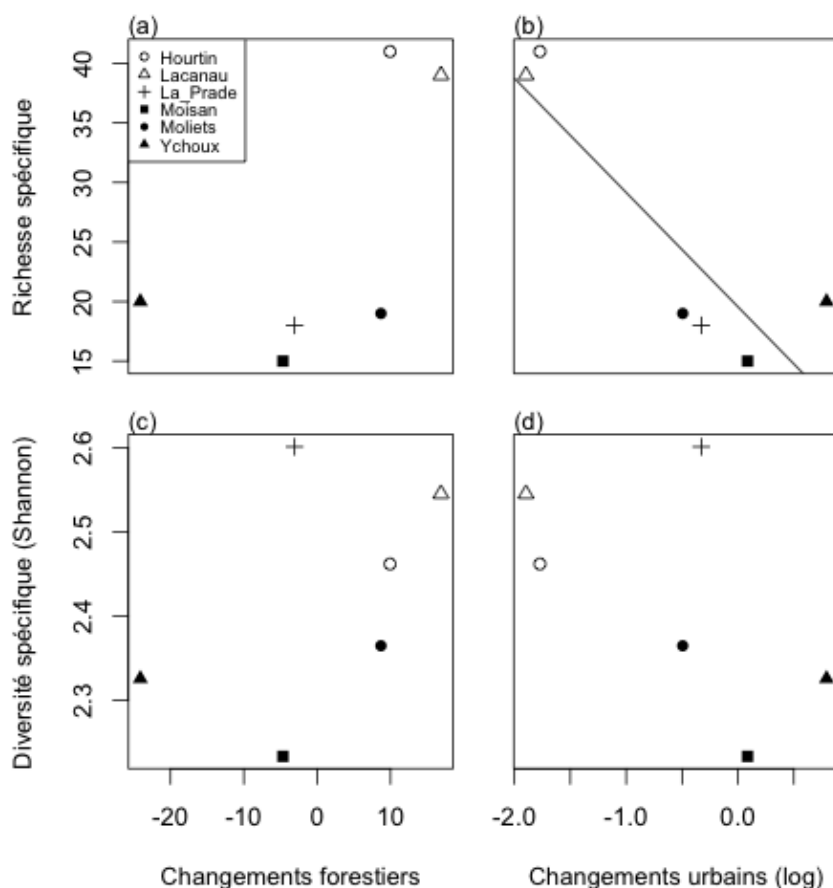


Figure 27 : Relations entre la richesse et la diversité spécifique et les changements forestiers et urbains entre 1945 et 2000

La droite de régression indique une relation linéaire significative.

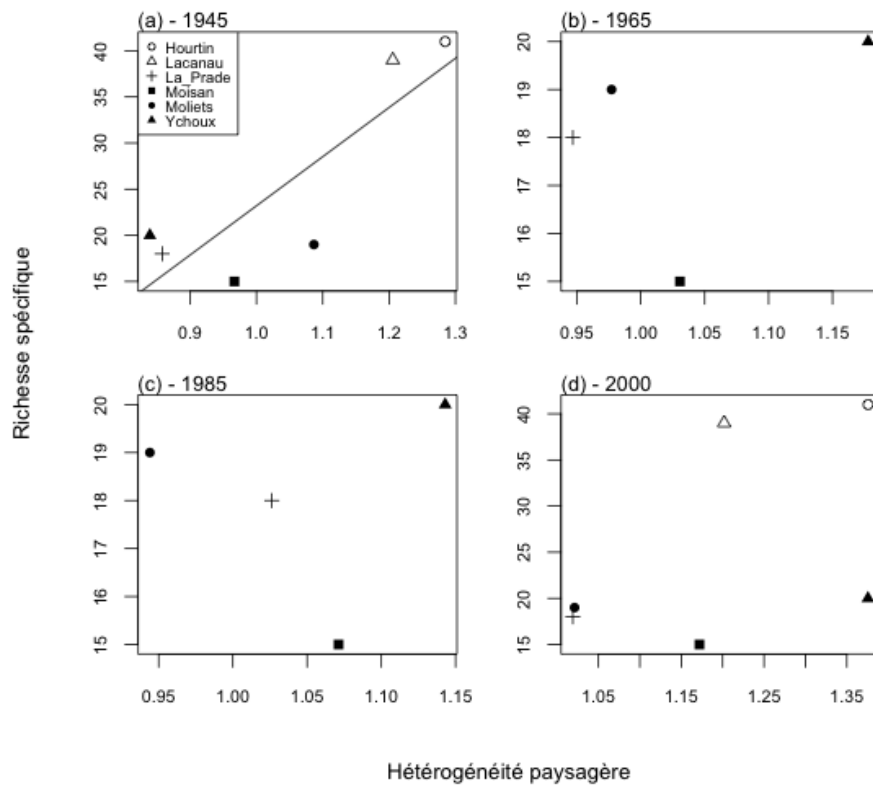


Figure 28 : Relations entre la richesse spécifique et l'hétérogénéité paysagère en 1945 (a), en 1965 (b), en 1985 (c) et en 2000 (d). La droite de régression indique la régression linéaire significative

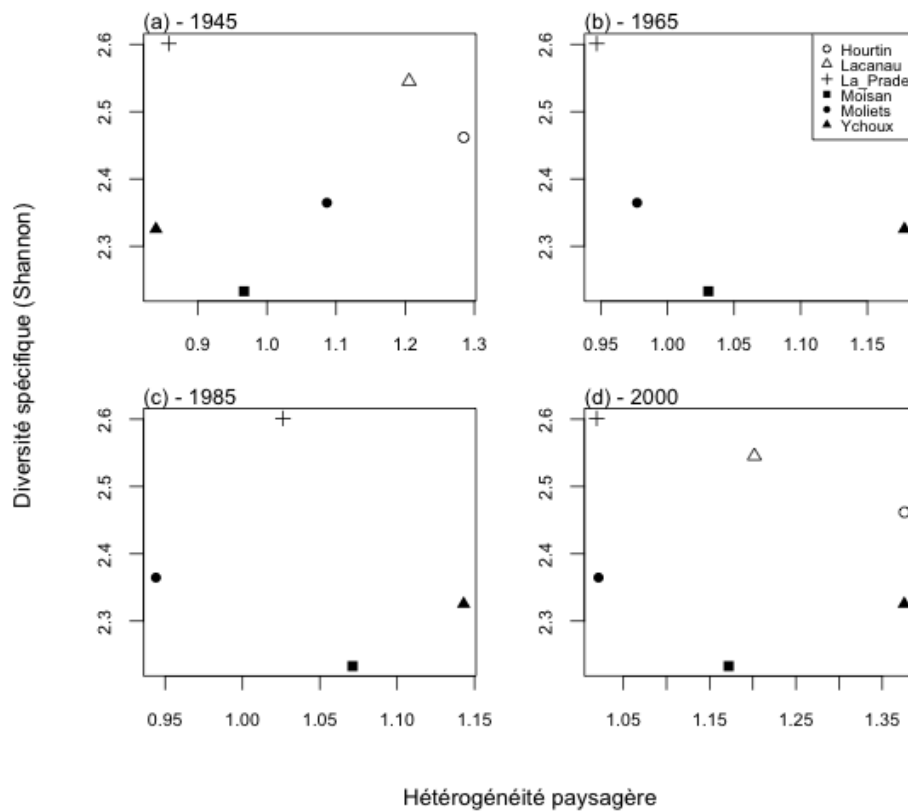


Figure 29 : Relations entre la diversité spécifique et l'hétérogénéité paysagère en 1945 (a), en 1965 (b), en 1985 (c) et en 2000 (d). La droite de régression indique la régression linéaire significative

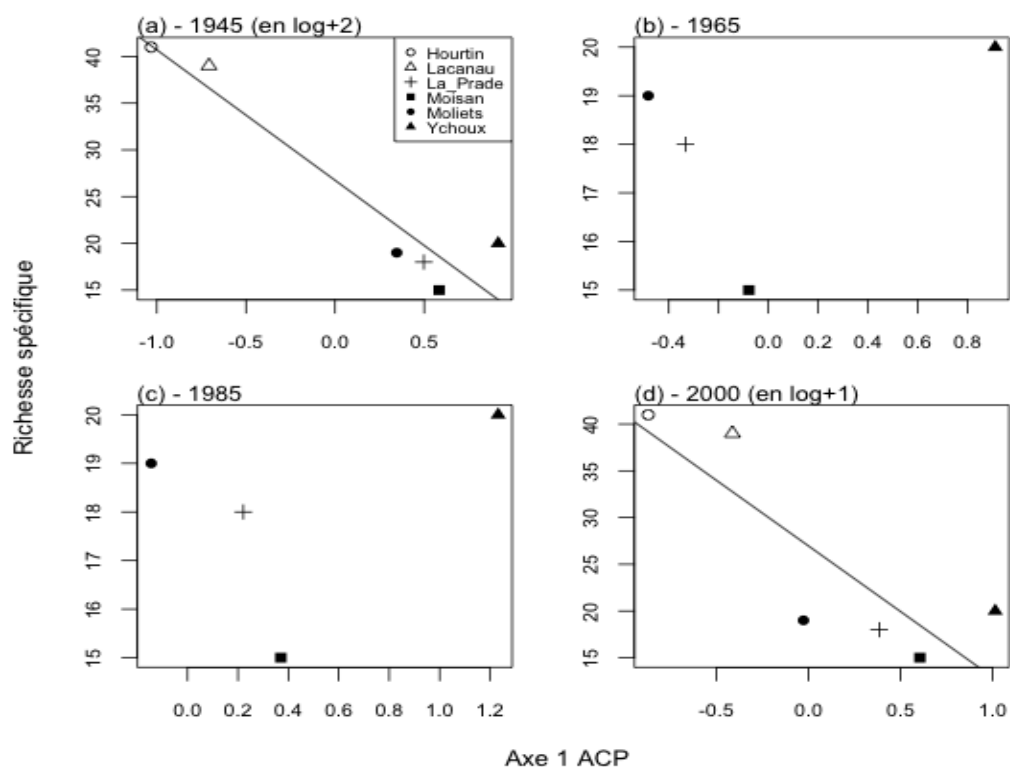


Figure 30 : Relations entre la richesse spécifique et l'axe 1 de l'ACP en 1945 (a), en 1965 (b), en 1985 (c) et en 2000 (d). La droite de régression indique la régression linéaire significative

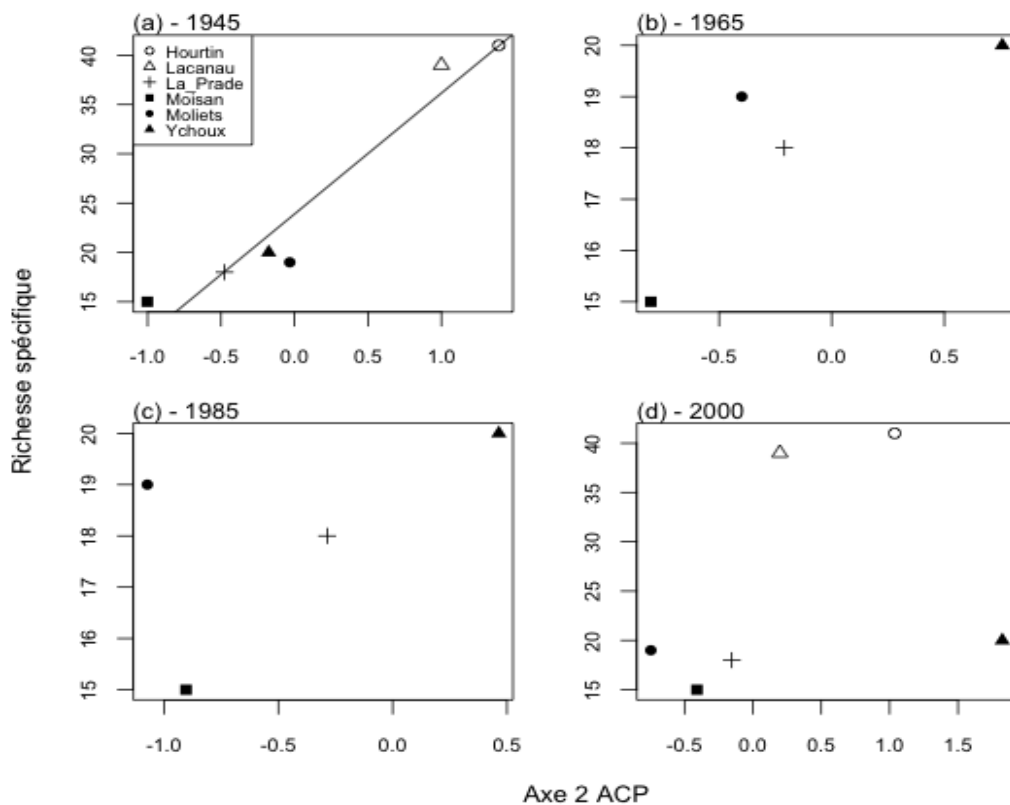


Figure 31 : Relations entre la richesse spécifique et l'axe 2 de l'ACP en 1945 (a), en 1965 (b), en 1985 (c) et en 2000 (d). La droite de régression indique la régression linéaire significative

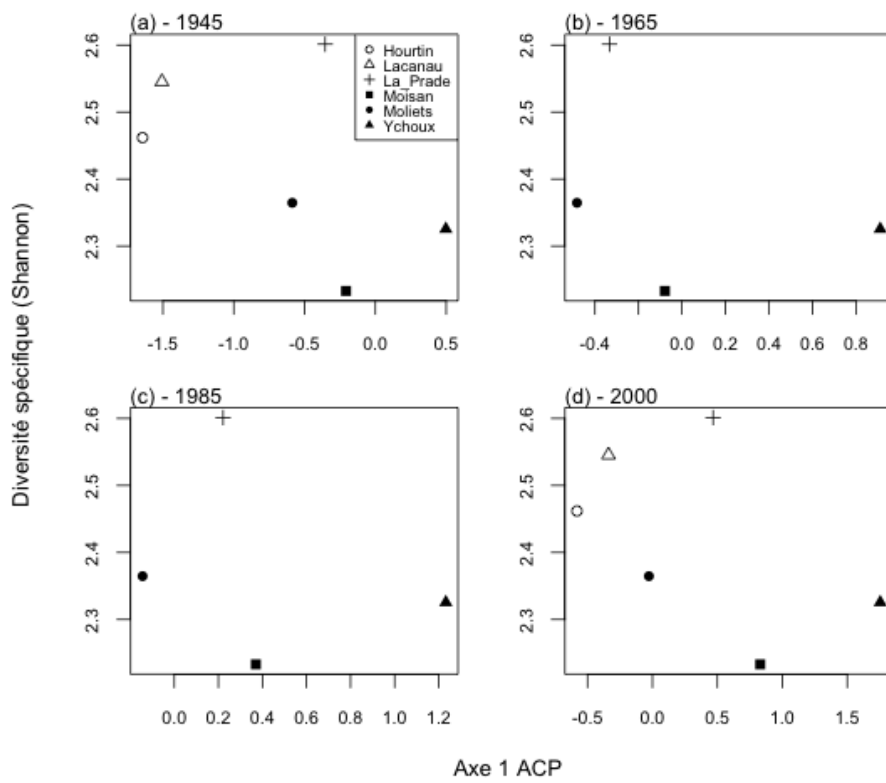


Figure 32 : Relations entre la diversité spécifique (Shannon) et les scores des bassins versants le long de l'axe 1 de l'ACP

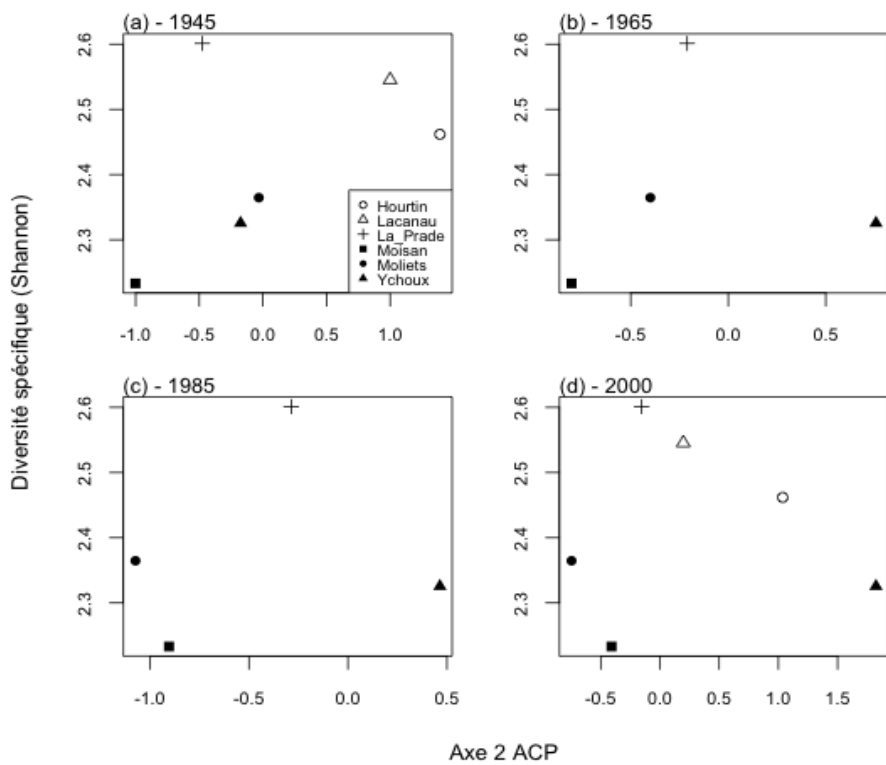


Figure 33 : Relations entre la diversité spécifique (Shannon) et les scores des bassins versants le long de l'axe 2 de l'ACP

Les lacs de Lacanau et d'Hourtin-Carcans possèdent un nombre d'espèce deux fois plus élevé que les autres lacs, en raison très probablement de leur plus grande taille (courbe aire-espèces) (Figure 27).

Les relations entre la richesse spécifique des lacs et les changements paysagers montrent que la richesse spécifique des lacs est significativement et négativement corrélée aux changements urbains ($R^2_{aj}=0.72$, $p < 0.05$) (Figure 27, b), et positivement à l'hétérogénéité paysagère en 1945 ($R^2_{aj}=0.65$, $p < 0.05$) (Figure 28, a). Elle est aussi corrélée aux scores des lacs sur les axes 1 et 2 de l'ACP en 1945 (respectivement négativement et positivement, $R^2_{aj}=0.87$, $p < 0.01$, $R^2_{aj}=0.64$, $p < 0.05$) (Figures 30, a et 31, a). La richesse spécifique des lacs est également significativement et négativement corrélée aux scores de 2000 le long de l'axe 1 de l'ACP (Figure 30, d). Cette corrélation est très probablement due à la dépendance temporelle des variables du paysage entre 1945 et 2000 (le paysage de 2000 dépend de celui qu'il y avait avant, il est hérité du paysage de 1945). La corrélation entre la richesse et les scores de 1945 est bien meilleure que celle de la richesse et les scores de 2000 (0.87 vs 0.64 pour les R^2_{aj} respectivement). L'absence de corrélation avec les années 1965 et 1985 s'explique par le nombre réduit de données (4 au lieu de 6).

En revanche, aucune corrélation significative n'a été observée entre la diversité spécifique mesurée par l'indice de Shannon et les changements des surfaces forestières et urbaines entre 1945 et 2000 (Figure 27), l'hétérogénéité paysagère (Figure 29) et les scores le long des axes 1 et 2 de l'ACP (Figures 32 et 33).

2.2. La composition

Une NMS a été effectuée sur l'ensemble des secteurs de chaque lac à l'exception de l'un des secteurs de La Prade qui ressortait réellement de cette analyse et a donc été supprimé (Figure 34).

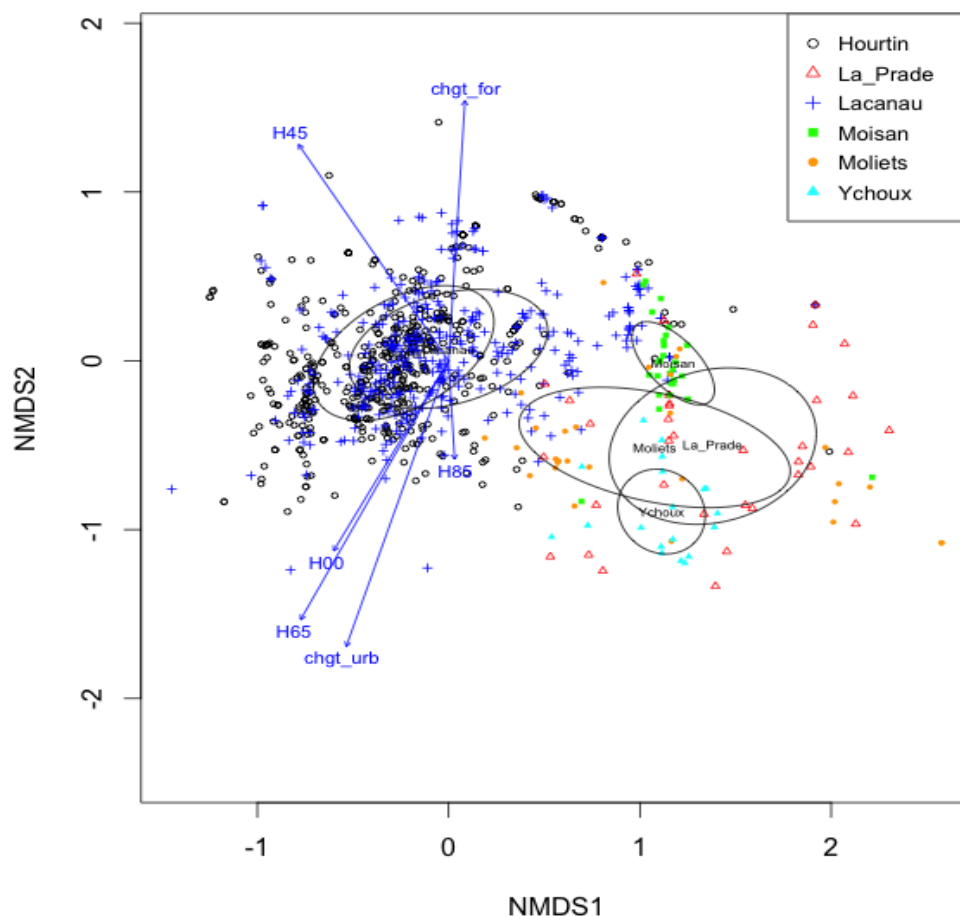


Figure 34 : Représentation des secteurs de rive sur les deux premiers axes de la NMS
Les ellipses représentent l'intervalle de confiance à 95% autour du centroïde. Les flèches représentent les variables postérieurement ajustées sur la NMS (H45, H65, H85 et H00 l'hétérogénéité paysagère respectivement en 1945, 1965, 1985 et 2000 ; chgt for et chgt urb la variation de surface forestière et urbaine entre 1945 et 2000)

La NMS montre une nette distinction entre les lacs Girondins (Lacanau et Hourtin) et Landais (Moisan, Moliets, La Prade et Ychoux) le long de l'axe 1. Cet axe n'est pas franchement associé aux variables paysagères étudiées. L'axe 1 représente donc un gradient spatial qui peut être associé à d'autres variables peut être plus locales (taille du lac, physico-chimie, hydromorphologie...) et non étudiées ici. En particulier, les conditions édaphiques du lac sont susceptibles d'avoir un effet important sur la composition en espèces, puisqu'on retrouve sur les valeurs négatives de l'axe les isoétides, espèces davantage associées à des sols sableux, telles que *Lobelia dortmanna*, *Thorella verticillatinundata* et *Littorella uniflora* (Figure 35).

En revanche, l'axe 2 de la NMS est nettement associé aux changements paysagers : hétérogénéité paysagère en 1945 et variation de la surface forestière entre 1945 et 2000 pour les valeurs positives le long de cet axe, et hétérogénéité paysagère en 1965 et variation de la surface urbanisée entre 1945 et 2000 pour les valeurs négatives de l'axe. Soit les valeurs positives de l'axe 2 correspondent à une augmentation de la forêt, et les valeurs négatives représentent une augmentation de l'urbanisation.

D'autre part, l'hétérogénéité de 1945 est corrélée avec les changements forestiers, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'une augmentation de la surface forestière entraîne une uniformisation du paysage. Au contraire, l'hétérogénéité plus actuelle est associée aux changements urbains, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'une augmentation de la surface urbanisée engendre un « mitage » de la matrice paysagère associé à une augmentation des classes dépendantes des zones urbanisées (jardins, route, bâti...), et donc à un paysage de plus en plus en mosaïque et hétérogène.

Ces résultats indiquent donc que les facteurs paysagers, et en particulier les descripteurs de paysages anciens (H45 et H65) jouent un rôle important sur la composition en espèce des lacs. En particulier, sur les valeurs positives le long de l'axe 2 (Figure 35) se retrouvent principalement des hélophytes (*Cladium mariscus*, *Sparganium erectum*, *Typha sp*) et des espèces associées à un environnement forestier telles que *Osmunda regalis*. Ces résultats ne sont pas surprenants étant donné que l'axe 2 est associé à une augmentation de la surface forestière. Cependant des espèces telles que *Drosera sp.* ou *Lobelia urens*, se retrouvent également sur les valeurs positives de l'axe 2, or ce sont des espèces plutôt associées aux zones humides adjacentes.

Les espèces représentées sur les valeurs négatives de l'axe 2 sont préférentiellement des espèces aquatiques (*Elodes palustris*, *Myosotis scorpioides*, *Ludwigia palustris*) appariées à des eaux calmes très riches en matières organiques.

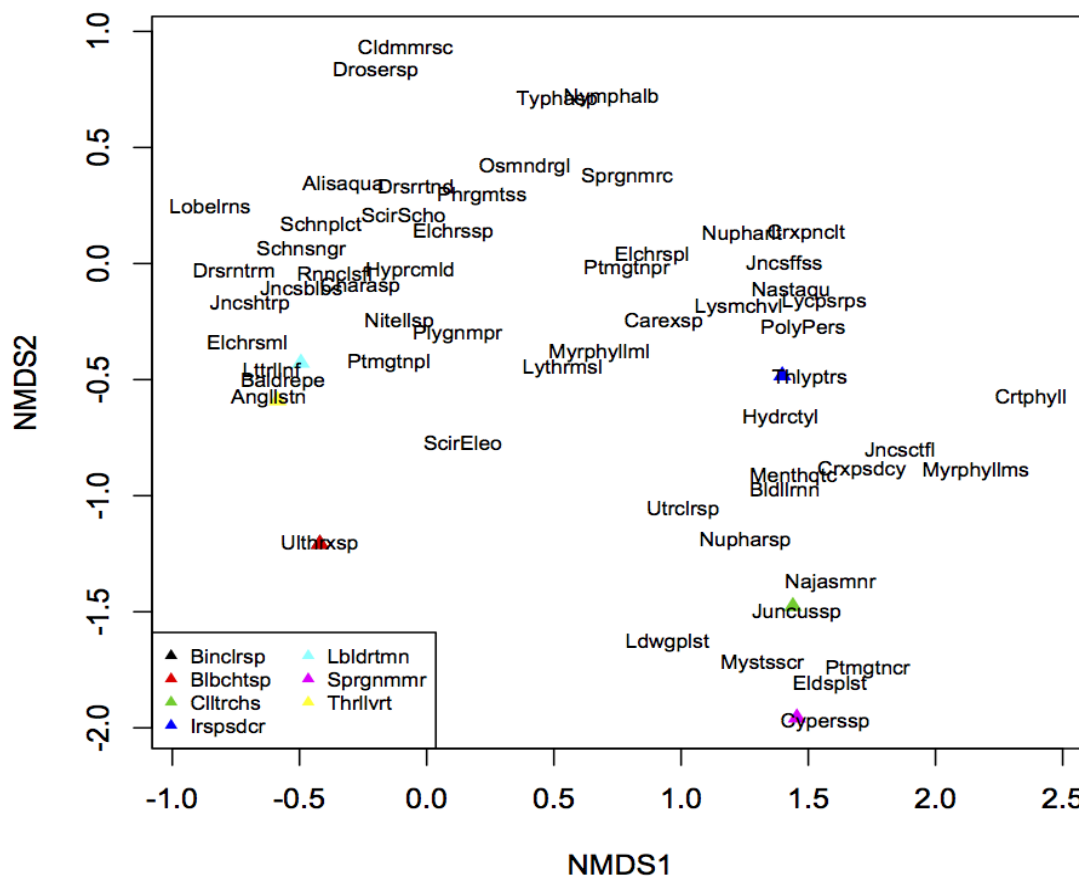


Figure 35 : Représentation des espèces sur les axes 1 et 2 de la NMS

Les noms complets des espèces sont disponibles en annexe C. Pour des raisons de lisibilité certaines espèces ont été symbolisées par des symboles de couleurs différentes (cf légende)

VI. Discussions

1. Précautions à prendre dans l'interprétation des résultats

L'ensemble des données, des outils et des méthodes d'analyse employés a conduit à l'obtention de résultats satisfaisants. Cependant, dans certains cas, leur qualité, leur nature et leur degré de complexité, ont représenté quelques avantages et/ou inconvénients.

La faible qualité des photographies de 1945 a rendu difficile leur orthorectification, ainsi que leur interprétation. Une des photographies aériennes du bassin versant d'Hourtin-Carcans datant de 1945 a été mise en annexe D pour illustrer ces difficultés. Les photographies de 1945 et 1965 sont en noir et blanc ; cela a rendu le travail d'identification de l'ODS plus difficile que celui réalisé à partir des photographies infrarouges de 1985 ou encore de celles en couleurs à haute définition des années 2000. La distinction et le choix entre certaines classes n'étaient pas toujours évidents. Il y a une notion de subjectivité qui est propre à l'opérateur qui effectue la saisie. A cela s'ajoute le caractère fortement anthropique de la forêt landaise, qui ne permet pas aux écosystèmes forestiers d'évoluer de manière naturelle. En fonction de la date de prise de vue, une parcelle forestière peut très bien être confondue avec un sol nu, suite à la récolte des pins matures sur cette parcelle. Le pourcentage forestier peut-être sous-estimé.

D'une manière plus générale, la saisie de l'ODS a pris un temps considérable sur l'ensemble de l'étude, limitant ainsi le nombre de lacs étudiés. Par conséquent, l'ensemble de ces résultats est à considérer avec extrêmement de précautions. Le nombre de bassins versants étant en effet extrêmement limité (seulement 6 points pour les corrélations) la puissance des tests statistiques reste à confirmer. De plus, parmi les 6 bassins versants étudiés 3 étaient fortement dépendants de ceux situés à une échelle spatiale supérieure. Il y a donc dans ces données une certaine autocorrélation spatiale.

2. Les changements paysagers

L'analyse des photographies anciennes a permis d'illustrer l'intensité des changements paysagers entre 1945 et 2000. La dynamique paysagère de la région au cours du dernier demi-siècle est marquée par l'artificialisation et la déprise agricole, comme le confirme les travaux de Lee et Slack (2007). Le paysage est devenu plus hétérogène et fragmenté au cours du temps. Et c'est l'homme, de par ses choix d'occupation du sol, qui est un facteur pour partie responsable de cette hétérogénéité (Burel et Baudry, 1999).

En effet le phénomène du développement urbain sur l'ensemble des bassins versants étudiés est le premier constat de cette étude. Cette évolution est liée à l'augmentation de la démographie de la région aquitaine, qui est passée de 2 175 665 habitants en 1946 (données historiques départementales) à 2 906 748 en 1999 (données INSEE). De plus, les plans d'eau sont des sites attractifs, de ce fait l'urbanisation s'est accompagnée du développement du tourisme balnéaire, qui a engendré la construction de nombreuses infrastructures (campings, hôtels, terrains de golf...) à proximité des lacs et étangs.

Les changements forestiers sont dépendants des bassins versants. Les bassins versants d'Ychoux, La Prade et Moïsan sont caractérisés par une dynamique de déforestation. La forêt se fait principalement substituer par l'urbanisation et les champs. En opposition, les bassins versants de Lacanau, Hourtin-Carcans et Moliets ont une dynamique de reforestation. Sur ces

derniers, l'augmentation forestière s'est faite principalement aux dépens des prairies. Localisées à l'Est des lacs, ces prairies sont vraisemblablement des zones humides, habitats remarquables riches en biodiversité. Plus de la moitié des zones humides en France ont disparu entre 1940 et 1990 (Bernard, 1994), et l'impact de cette rétrogression ressort dans cette étude. Il aurait été intéressant de créer une classe 'zone humide' à part entière, mais la qualité des photographies ne permettait pas de distinguer ces zones humides des prairies.

Les cartes d'ODS ont fait ressortir des changements spatiaux de la localisation des parcelles de pâturages et des parcelles agricoles au cours du temps. Deux raisons peuvent expliquer ce phénomène :

- La mise en jachère de certaines parcelles ; elles sont délaissées et remises à l'état sauvage, et de nouvelles parcelles sont créées en compensation,
- Et la déprise agricole ; le nombre d'agriculteurs en déclin a provoqué l'abandon de nombreuses parcelles.

3. L'influence des changements paysagers sur la diversité

Nonobstant la faible quantité de données utilisées pour tester l'influence des changements paysagers sur la diversité végétale des lacs, les analyses ont permis d'obtenir des résultats intéressants.

Dans un premier temps, la mise en relation de la richesse spécifique et la composition des espèces avec les changements paysagers des bassins versants entre 1945 et 2000 a révélé plusieurs éléments.

Pour la richesse spécifique, il a été démontré que :

- Les changements urbains ont un impact négatif sur la diversité végétale des lacs : une augmentation de l'urbanisation provoque une diminution de la richesse spécifique. C'est-à-dire qu'une urbanisation entraîne une artificialisation des milieux naturels, donc une destruction d'habitats naturels, foyers de biodiversité.
- A contrario, les changements forestiers ont un impact positif sur la biodiversité. La reforestation est associée à une augmentation de la richesse spécifique. En effet, l'augmentation de la surface forestière peut se traduire par un regain d'espace naturel, donc à une diminution des pressions anthropiques, qui sont liées à l'urbanisation et l'agriculture (pesticides, rejets, pollutions...).

La composition spécifique semble elle aussi largement influencée par les variables paysagères (Figure 34). En particulier, l'augmentation des zones urbanisées semble être davantage associée à la présence d'espèces caractéristiques de fortes concentrations en matière organique. Les changements forestiers semblent également avoir un effet sur la composition, mais il est possible que cet effet ne soit qu'indirect en raison de la relation entre les changements forestiers et l'hétérogénéité paysagère en 1945 (cf. Annexe E). Cette corrélation s'explique par le fait que les changements forestiers (reforestation) les plus importants peuvent s'effectuer que sur des paysages qui sont (i) soit relativement homogènes mais dont la classe d'occupation du sol principale est autre que la classe « forêt », (ii) soit dans un paysage hétérogène qui offre la possibilité de reforestation (Un paysage homogène où la forêt est largement dominante, ne pourra pas avoir des changements forestiers importants).

L'hétérogénéité paysagère de 1945 et de 1965 serait donc un facteur important influençant l'assemblage des espèces (Figure 34). De plus, l'hétérogénéité paysagère permet également d'expliquer la richesse spécifique (Figures 28 et 31) contrairement à l'hétérogénéité plus récente (1985 et 2000). Ainsi l'histoire du paysage a une importance considérable sur les

patrons de la diversité, et ces résultats permettent de mettre en évidence un délai de réponse des communautés face aux changements paysagers.

Considérant que l'hétérogénéité paysagère est associée positivement à la diversité biologique végétale des lacs, et que la diversité paysagère ancienne est bien plus importante que la diversité paysagère actuelle, il est possible d'émettre quelques hypothèses sur les tendances évolutives des communautés végétales. L'hétérogénéité paysagère ayant tendance à diminuer sur le bassin versant de Moliets (Figure 23) il est possible que les espèces présentes sur ce lac soient dans une dynamique de dette d'extinction (risque de disparition prochaine). A l'inverse, les bassins versants d'Ychoux et de Moisan affichant une forte augmentation de l'hétérogénéité paysagère, peuvent être hypothétiquement en réalité moins riches en espèces que ce qu'ils devraient être (crédit d'immigration).

Cette dernière hypothèse est cependant à prendre avec beaucoup de recul, puisque l'hétérogénéité paysagère n'est pas le seul facteur qui ait un effet sur la diversité végétale. En effet, la biodiversité est aussi négativement impactée par le développement de l'urbanisation, et c'est probablement le développement de cette urbanisation qui est responsable de l'augmentation de l'hétérogénéité paysagère.

Donc la diversité paysagère, et d'une manière plus générale les changements paysagers, ont un impact significatif sur la biodiversité, mais ne sont pas les seuls facteurs responsables de cette biodiversité. A eux seuls, ils ne peuvent expliquer ou prédire les futurs patrons de la diversité végétale des lacs.

La NMS a également permis de mettre en évidence la présence d'espèces patrimoniales associées aux zones humides (*Drosera sp.*, *Lobelia urens*) sur les valeurs négatives le long de l'axe 1. Or, l'analyse des changements d'ODS ont montré que les zones humides ont largement régressées au cours de ces dernières décennies, principalement au profit de la forêt. La surface d'habitat disponible de ces espèces étant fortement en diminution, elles sont donc directement menacées par ces changements paysagers. Il existe donc un enjeu fort pour la protection de ces espèces et la revalorisation de leurs habitats.

4. Perspectives d'amélioration

La réalisation de cette étude sur de nombreux autres bassins versants de lacs permettrait de confirmer ou infirmer ces résultats préliminaires.

Les interprétations des résultats et les discussions ont mis en avant la nécessité d'intégrer aux variables paysagères, des variables plus locales de la qualité de l'habitat : telles que l'hydromorphologie, la physico-chimie, la nature du sédiment etc. En effet les variations paysagères ne suffisent pas à retracer l'environnement historique des lacs étudiés dans son intégralité, car il dépend de nombreux facteurs. Il serait donc intéressant de tester le rôle de ces nouvelles variables locales sur les données sur la diversité végétale des macrophytes.

A l'heure actuelle les données satellites sont encore trop récentes pour réaliser une étude similaire à celle présentée dans ce rapport avec des images spatiales. Mais il serait intéressant à long terme d'exploiter les outils de la télédétection. Cela permettrait un gain de temps considérable sur la saisie des données, et ôterait la subjectivité de saisie liée à l'opérateur. De plus la détection de changements automatique permettrait de déterminer la direction des changements (par exemple x % des champs se sont transformés en prairies).

Conclusion

L'objectif de ce stage était de tester le rôle historique de la matrice paysagère sur la biodiversité des communautés macrophytiques de certains lacs aquitains. La digitalisation de l'occupation du sol sur différentes années a permis de déterminer et de quantifier les changements paysagers. Les résultats ont mis en évidence plusieurs éléments :

- Une forte dissimilarité entre les lacs landais et les lacs girondins,
- Un phénomène croissant d'urbanisation et une fragmentation du paysage associé,
- Une hétérogénéité, dont les changements urbains et forestiers sont les principaux facteurs responsables.

Des modèles linéaires et des analyses multivariées ont illustrées des corrélations entre la richesse et la composition spécifique des végétaux aquatiques, et les changements paysagers.

Cette étude a surtout permis d'affirmer que la biodiversité des communautés de macrophytes actuelle est associée à l'hétérogénéité paysagère passée (1945), mettant en avant un délai de réponse des communautés face aux changements environnementaux. Ainsi l'hétérogénéité paysagère actuelle aura très probablement un impact sur la biodiversité future.

Ce stage a été une expérience très enrichissante tant sur le plan professionnel, que sur le plan personnel. Il m'a permis de découvrir le domaine de la recherche scientifique, avec les avantages et les contraintes qu'impose le métier de chercheur. Au cours de ces 6 mois, j'ai pu améliorer mes connaissances en SIG, et découvrir de nouvelles disciplines telles que l'écologie paysagère.

Bibliographie

- Baudry, Jacques. (1985). "Utilisation des concepts de Landscape Ecology pour l'analyse de l'espace rural : occupation du sol et bocage" - Thèse de Doctorat d'Etat - Université de Rennes, p. 487
- Baudry, Jacques. (1988). "Approches Écologiques Des Paysages." *Le Courrier de l'environnement de l'INRA* 4: 15-16.
<http://www.inra.fr/lecourrier/wp-content/uploads/2012/01/C4Baudry> [Consulté le 09/05/2015]
- Bernard, Paul. (1994). "Les Zones Humides - Rapport D'évaluation." La Documentation française - Comité interministériel de l'évaluation des politiques Publiques.
- Burel, Françoise, et Jacques Baudry. (1999). *Écologie Du Paysage . Concepts Méthodes et Applications*. TEC & DOC. Paris.
- Burel, Françoise. (1989). "Landscape Structure Effects on Carabid Beetles Spatial Patterns in Western." *Landscape Ecology* 2(4): 215-26.
<http://doi.org/10.1007/BF00125092> [Consulté le 12/06/2015]
- Calatayud, F. (2013). *Fragstats. Analyse quantitative du paysage* (Cours, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, FRANCE).
<http://prodinra.inra.fr/record/262370> [Consulté le 30/08/2015]
- Cellamare, Maria. (2009). "Évaluation de l'Etat Ecologique Des Plans d'Eau Aquitains À Partir Des Communautés de Producteurs Primaires." : 312.
- Chauvin, Christian et al. (2014). "Des Méthodes Basées Sur Les Peuplements de Macrophytes Pour Évaluer L'état Écologique Des Milieux Aquatiques." *Sciences Eaux et Territoires* 15: 54-59.
- Cristofoli, Sara, et Grégory Mahy. (2010). "Restauration Écologique: Contexte, Contraintes et Indicateurs de Suivi." *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment* 14(1): 203-11.
- Dodson, Stanley I., Richard A. Lillie, et Susan Will-Wolf. 2005. "Land Use, Water Chemistry, Aquatic Vegetation, and Zooplankton Community Structure of Shallow Lakes." *Ecological Applications* 15(4): 1191-98.
<http://www.esajournals.org/doi/pdf/10.1890/04-1494> [Consulté le 20/06/2015]
- Dubois, Jean-Jacques. (1994). "La Place de L'histoire Dans L'interprétation Des Paysages Végétaux." *Mélanges de la Casa de Velázquez* 30(1): 231-51.
- Dutartre, A., et al. (1987). "Le lac de Parentis-Biscarosse et son environnement en 1984-1985." Université de Bordeaux III, Cabinet Ingénierie des Eaux Continentales, CTGREF, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux, Pêche et Pisciculture. tome 3 - « Qualité des eaux du système lacustre, bilan de matières, hydrobiologie et évolution de l'état du lac »: 290 p.

- Dutartre, Alain, Emily Castagnos, et Christophe Laplace-treyture. (1999). "Suivi Du Développement Des Plantes Aquatiques Exotiques Sur Quatre Étangs Landais (Garros, Léon, Soustons, Ychoux)."
- Gombert, Sandrine. (2014) "Les écosystèmes terrestres et littoraux de Gironde" (Cours ENSEGLID, module Ecologie des communautés).
- Goujet, Daniel. (2014). *Dictionnaire Des Idées (Les Dictionnaires d'Universalis)*. Encyclopaedia Universalis.
<https://books.google.com/books?id=7N6KBAAAQBAJ&pgis=1> [Consulté le 21/08/2015].
- Hall, Roland I. et al. (1999). "Effects of Agriculture, Urbanization, and Climate on Water Quality in the Northern Great Plains." *Limnology and Oceanography* 44(3_part_2): 739–56.
- Hanski, Ilkka, et O Ovaskainen. (2002). "Extinction Debt at Extinction Threshold." *Conservation Biology* 16(3): 666–73.
- Haury, J., et M.-C. Peltre. (1993). "Intérêts et Limites Des « Indices Macrophytes » Pour Qualifier La Mésologie et La Physico-Chimie Des Cours D'eau : Exemples Armoricaux, Picards et Lorrains." *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 29(3): 239–53.
- INSEE (2014) «Variation de la population depuis 1990 selon le type de zonage»
http://www.insee.fr/fr/themes/detail.asp?reg_id=4&ref_id=1086 [Consulté le 20/09/2015]
- Jackson, Stephen T., et Dov F. Sax. (2010). "Balancing Biodiversity in a Changing Environment: Extinction Debt, Immigration Credit and Species Turnover." *Trends in Ecology and Evolution* 25(3): 153–60.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.001> [Consulté le 13/09/2015]
- Keeley, Jon E. (1998). "CAM Photosynthesis in Submerged Aquatic Plants." : 175.
- Krause, Jan. (2004). "Conservation de ' Littorella Uniflora ' (L .) Aschers . Dans La Région Lémanique."
- Laurance, William F. et al. (2007). "Habitat Fragmentation, Variable Edge Effects, and the Landscape-Divergence Hypothesis." *PLoS ONE* 2(10).
- Lauret, Michel (Université de Montpellier II), Jocelyne (Ifremer Sète) Oheix, Valérie (Ifremer Sète) Derolez, and Thierry (Ifremer Sète) Laugier. 2011. "Guide de Reconnaissance et de Suivi Des Macrophytes Des Lagunes Du Languedoc-Roussillon." : 77.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00043/15416/12943.pdf> [Consulté le 20/08/2015].
- Lee, Alexandre, et Marie-Françoise Slak. (2007). "Les Paysages Français Changent Entre 1992 et 2002 : Artificialisation et Fermeture Des Paysages Aux Dépens Du Mitage Ou de La Déprise Des Zones Agricoles." *AGRESTE - Les Cahiers*: 1–22.
- McCune, Bruce , et Grace, James B. (2002). "" Analysis of Ecological Communities. " Mkm Software

- McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html> [Consulté le 29/08/2015]
- Marty, Pascal. (2009). "Paysage et Biodiversité : Évaluation Participative de La Durabilité Des Stratégies de Gestion." Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive _ UMR _ CIRAD : 1-123.
- Murphy, Helen T, et Jon Lovett-doust. (2013). "Context and Connectivity in Plant in Metapopulations and Landscape Mosaics : Does the Matrix Mater ?" 105(May): 3-14.
- Naveh, Z., et A. S. Lieberman. (1984). "Landscape Ecology - Theory and Applications, Springer Verlag, New York.
- Papastergiadou, E. S., a. Retalis, P. Kalliris, et Th Georgiadis. (2007). "Land Use Changes and Associated Environmental Impacts on the Mediterranean Shallow Lake Stymfalia, Greece." *Hydrobiologia* 584(1): 361-72.
- Pella H., Lejot J., Lamouroux N., Snelder T. Le réseau hydrographique théorique (RHT) français et ses attributs environnementaux. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2012, n°3, p. 317-336.
- Riera, Joan et al. (2001). "Nature, Society and History in Two Contrasting Landscapes in Wisconsin, USA." *Land Use Policy* 18(1): 41-51.
- Šantrůčková, Markéta, Jiří Dostálek, et Katarína Demková. (2015). "Assessing Long-Term Spatial Changes of Natural Habitats Using Old Maps and Archival Sources: A Case Study from Central Europe." *Biodiversity and Conservation* 24(8): 1899-1916. http://link.springer.com/article/10.1007/s10531-015-0912-x/fulltext.html?wt_mc=alerts.TOCjournals [Consulté le 30/07 2015]
- Tilman, David, Robert M. May, Clarence L. Lehman, et Martin a. Nowak. (1994). "Habitat Destruction and the Extinction Debt." *Nature* 371(6492): 65-66.
- Turner, Monica G. (2005). "Landscape Ecology in North America: Past, Present, and Future." *Ecology* 86(8): 1967-74.

Sites internet

- IALE International Association for landscape Ecology
<http://www.landscape-ecology.org> [Consulté le 06/07/2015]
- SPLAF (Site sur la Population et les Limites Administratives de la France) Données historique départementales
<http://splaf.free.fr/> [Consulté le 20/09/2015]

Annexes

Annexe A – « Erreurs de recalage »	64
Annexe B – « ODS et Indices d'évolution »	81
Annexe C – « Légende des noms d'espèces ».....	82
Annexe D – « Cliché aérien du bassin versant d'Hourtin-Carcans de 1945 »	83
Annexe E – « Relation entre les changements forestiers et l'hétérogénéité paysagère - 1945 » ..	84

Annexe A

Erreurs de recalage

❖ Lac d'Ychoux

Tableau 11 : Erreurs de recalages de la mosaïque d'images aériennes pour le bassin versant d'Ychoux

Années	Dates	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
1945	18/07/1945	15	1	8231.556728	-9713.813236	375167.900749	6369318.624055	-1,75499	0,127756	1,75963
			2	9822.174740	-1946.119722	381934.946410	6367617.927834	1,90365	0	1,90365
			3	9834.973024	-7617.706447	376954.148116	6367814.963837	0,325843	0,376362	0,497817
			4	8481.195671	-5832.635139	378590.450477	6368944.525263	-1,37152	-2,13043	2,53374
			5	6347.373095	-1554.626354	382427.688186	6370661.897222	-3,85399	2,55414	4,62351
			6	5527.705992	-4084.698938	380264.265318	6371483.345448	2,30777	-1,5684	2,79028
			7	1904.597602	-6484.059241	378323.575759	6374784.042362	0,6022358	-4,18951	4,23257
			8	3189.556403	-8277.989976	376681.449246	6373736.091829	1,46613	2,63329	3,01393
			9	3712.536892	-10001.979746	375131.808021	6373345.312047	5,5918	-1,54982	5,77117
			10	6033.723452	-7585.265653	377155.332173	6371182.475673	-4,5049	-1,03149	4,62148
			11	2273.309057	-3485.301306	380933.589729	6374323.712302	-1,32931	-1,50366	2,00701
			12	6000.461500	-9478.622723	375487.084176	6371293.949264	3,35572	2,01771	3,91561
			13	2808.210962	-722.361275	383315.796553	6373732.925201	1,7233	2,15904	2,76247
			14	3357.160969	-5255.470950	379337.488240	6373449.072798	1,80969	-0,810161	1,98276
			15	1835.037870	-9619.824637	375547.880036	6374999.005064	-6,2388	2,91785	6,88741
		16	10050.188183	-10299.458330	381937.593641	6367615.596663	-1,68641	1,33249	2,14931	
		17	10890.521515	-6158.054776	385486.297836	6366563.137684	5,09838	2,22842	5,56411	
		18	7367.131277	-3421.362029	388129.896119	6369416.058164	3,37743	-2,82987	4,40626	
		19	2441.111632	-616.754496	390941.107926	6373506.814067	-0,237534	4,94295	4,94865	
		20	9290.665892	-8368.335855	383674.034330	6368123.432050	-1,8443	-2,62609	3,20902	
		21	4467.372646	-11004.034976	381732.782531	6372539.998175	-3,24303	2,6627	4,19609	
		22	6543.594370	-9804.480744	382627.406716	6370638.076767	-0,682205	5,63977	5,68088	
		23	8561.758030	-2617.905398	388735.424401	6368309.485218	-1,48198	-5,44592	5,64396	
		24	5482.026209	-7166.056452	385003.932042	6371355.308497	-0,783669	1,26988	1,49223	
		25	6664.140546	-2135.998072	389295.934289	6369933.214333	-3,0908	0,902873	3,21997	
		26	2020.331290	-10084.257221	382721.095861	6374603.357632	3,41041	-0,197531	3,41613	
		27	7621.600806	-5694.801766	386127.216215	6369370.841333	-0,132675	-2,5747	5,578411	
		28	1613.220166	-8010.154919	384555.610121	6374795.591037	-0,335142	-3,0697	3,08794	
		29	5244.246167	-8529.349632	383836.890107	6371661.573137	2,26182	-5,72548	6,15605	
		30	10138.992663	-2839.681283	388425.057828	6366961.249816	-0,630302	3,49019	3,54665	
	31	791.902150	-10122.051943	375969.709439	6369065.794036	-2,08544	1,91665	2,83242		
	32	1826.034988	-2835.391698	381936.690527	6367613.208586	-0,74205	2,83562	2,9311		
	33	10546.008006	-2274.079524	381652.616680	6360326.474408	0,567177	-1,59126	1,68931		
	34	9892.769919	-10383.246596	375009.057959	6361533.245154	-2,26792	2,6019	3,45158		
	35	7298.706476	-6316.405031	378584.003620	6363342.022119	-0,425529	-1,03465	1,11874		
	36	7761.282157	-1700.582212	382367.444705	6362584.399128	1,09829	1,34847	1,73914		
	37	9002.499968	-7970.389173	377074.190535	6362067.135031	-1,25354	-1,45163	1,91797		
	38	7755.533847	-3758.394338	380661.718405	6362759.392248	-1,00439	3,43738	3,58112		
	39	5356.956825	-10014.504638	375688.785334	6365254.153488	2,88952	0	2,88952		
	40	4292.716774	-5319.137920	379663.457823	6365754.018550	-0,348343	-2,7866	2,80829		
	41	5695.392606	-6762.440221	378352.828431	6364708.918908	3,25124	0,142511	3,025436		
	42	3938.077672	-2252.325738	382237.898493	6365801.458437	-1,38539	-1,00927	1,71404		
	43	5727.538329	-3955.129183	380672.851873	6364452.345322	0,135865	-1,12905	1,1372		
	44	1932.901448	-5501.202841	379712.566793	6367737.577309	-0,271075	0,18888	0,33039		
	45	3117.839161	-8154.995638	377412.733305	6366961.421430	1,84159	-3,44146	3,90322		
	46	1451.595477	-10136.977926	383671.866536	6368121.445540	-1,75031	-0,513502	1,82408		
	47	972.092633	-4872.631292	388055.377231	6368098.328544	-1,06547	-0,77117	1,31527		
	48	7651.988856	-10878.223744	382527.546870	6363035.075513	0,965944	-1,08103	1,44971		
	49	9056.231428	-2432.333992	389455.031944	6361221.384551	0,916227	-1,59746	1,84156		
	50	2995.339150	-1384.033771	390771.292563	6366169.543753	2,27826	1,05708	2,51155		
	51	4727.033860	-2180.476507	389985.346199	6364803.761855	-1,60681	0	1,60681		
	52	3147.418211	-7623.416825	385619.431348	6366530.761359	3,93146	2,14186	4,47704		
	53	4938.845751	-9993.420142	383495.651961	6365230.424279	-2,84115	-0,349526	2,86257		
	54	5887.548540	-7296.876146	385666.716894	6364234.188867	3,05104	-0,44869	3,08386		
	55	4475.804988	-4846.494576	387811.285516	6365216.073692	4,47428	-0,335388	4,48684		
	56	6983.080849	-4219.957274	388126.845870	6363090.018884	-3,75183	1,64174	4,09531		
	57	8745.265033	-5459.516972	386960.044265	6361709.512894	-2,15023	-1,579421	2,22693		
	58	9174.927860	-8755.866266	384174.165811	6361598.897877	-0,0862462	1,49757	1,50005		
	59	2565.338048	-3691.062414	388902.549530	6366699.682005	-3,53001	-1,16395	3,71695		
	60	6218.389513	-5452.762425	387169.437036	6363818.892910	1,16484	0,4638521	1,25379		

Années	Dates	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
1965	08/05/1965	72	1	5093.921873	-1028.341511	382062.305050	6371841.641267	-0,728616	2,83527	2,927
			2	467.902514	-4934.057900	387811.843409	6365215.498410	1,51251	-0,3844414	1,5606
			3	4591.102888	-4928.210225	387669.653542	6371182.525128	-0,304826	0,185045	0,356596
			4	387.615649	-366.266893	381135.371448	6364991.268467	-0,410081	0,103832	0,423022
			5	5077.809135	-3045.681828	384962.233061	6371844.979388	0,244	-0,954395	0,985092
			6	4425.390976	-358.590357	381101.104751	6370871.421458	-0,292853	-1,61009	1,63651
			7	2497.845418	-2119.210368	383672.932656	6368122.163616	-0,104342	-0,94052	0,94629
			8	1408.379166	-3353.757382	385486.787325	6366560.483826	-0,585691	-1,61009	0,606906
			9	1016.003407	-2228.945783	383856.723190	6365961.710260	-0,215268	-0,954395	1,20977
			10	2165.997337	-923.006794	381937.342554	6367616.311462	-0,055968	-1,61009	0,128816
			11	2437.145780	-4219.474501	386713.552011	6368076.139473	-1,8579	-0,94052	1,86557
			12	3675.367393	-3135.847872	385122.224497	6369842.430784	0,937925	0,159064	1,09714
			13	3599.845719	-786.471634	381127.849462	6369692.107727	1,20032	1,19046	1,68471
			14	4247.366134	-1414.094653	382628.878781	6370635.631971	0,658766	-0,116024	0,924709
			15	2578.524244	-3228.550987	385279.193283	6368262.133925	0	0,168967	0,465263
		74	1	457.189178	-1454.583901	387811.258517	6365215.765721	0,901593	-1,79255	2,006525
			2	4825.096588	-4917.634508	392994.573744	6371385.447936	1,63502	-0,665526	1,76528
			3	3561.180284	-1931.965080	388623.488923	6369683.706149	-2,89078	0	2,80978
			4	1929.940172	-880.159513	387035.990335	6367363.813609	-0,287015	0,35003	0,452657
			5	3858.428561	-1059.041132	387369.926038	6370152.623431	-1,2	-0,158522	1,21043
			6	1456.273339	-2369.202243	389172.569407	6366621.717390	0,828046	-1,17521	1,43763
			7	2174.535086	-3338.245842	390596.161821	6367622.799009	-3,2019	1,69512	3,62293
			8	483.246521	-5133.733105	393097.603803	6365123.037134	-0,885544	-2,57838	2,72621
			9	3353.886795	-4863.805283	392846.743024	6369262.980831	0,272315	2,13492	2,15222
			10	1608.097025	-4013.291338	391545.365247	6366781.531467	0,252825	1,86265	1,87973
			11	4291.023405	-3550.717365	390997.858052	6370670.629684	-0,920339	-1,911102	2,12109
			12	4998.900591	-1948.019645	388710.649624	6371771.635897	2,02873	-1,46825	2,5043
			13	2458.654894	-1568.728102	388055.831022	6368101.151947	0,535171	-0,114933	0,547373
			14	5131.515239	-993.880482	387326.972331	6372011.952613	0,738486	0,67184	1,82768
			15	203.194791	-2965.345979	389979.829043	6364802.021193	2,11239	2,17893	3,03479
1985	12/07/1985	309	1	3550.026822	-1558.384571	383672.918983	6368121.439040	0,443299	0	0,443299
			2	11290.487858	-972.186816	388054.164199	6368100.128442	-0,831274	0,607335	1,0295
			3	9840.870401	-10717.080349	386826.309411	6362681.751732	0,165335	0,537722	0,562566
			4	2998.455666	-10989.860338	382949.558219	6362808.981863	-0,139743	-0,483764	0,5035436
			5	6209.109573	-10985.211091	384768.680214	6362679.800803	0,0378921	0,391216	0,393047
			6	7584.062638	-7628.738637	385688.369931	6364517.178246	-0,785857	0,526833	0,94611
			7	11245.257174	-6104.590071	387811.531122	6365216.438745	0,598843	-1,57992	1,6896
			8	3156.055214	-8006.081396	383169.192913	6364492.486409	0,176747	0	0,176747
			9	5314.657155	-3941.919996	384567.652333	6366695.791766	0,0100724	0	0,0100724
			10	7392.300213	-1261.633396	385854.941260	6368113.706790	-0,0860496	-0,0672143	0,109189
			11	2137.388957	-6432.261137	382658.891440	6365427.459604	-0,178402	-0,0754623	0,193707
			12	6072.725944	-8172.860896	384812.869918	6364274.063918	-0,229346	0,182608	0,293164
			13	8189.983804	-3021.541630	386228.383046	6367086.830538	0,120853	0,154398	0,196072
			14	6306.034587	-5498.904357	385060.323125	6365773.222221	0,0613199	-0,138195	0,151189
			15	9453.039165	-4400.272912	386879.513465	6366254.598613	0,63631	0	0,63631
		307	1	1524.716375	-1546.133058	387154.197431	6367924.744921	0,0564717	0,815388	0,817341
			2	9432.219797	-691.775817	391639.726277	6368077.134330	-1,57215	-0,584261	1,67721
			3	1373.716646	-9305.581443	386751.567822	6363541.768016	0,706574	-0,631104	0,947385
			4	10016.633900	-10096.091915	391607.448888	6362769.588625	-0,418409	-0,460522	0,622211
			5	8198.625624	-6227.667243	390735.799427	6365019.956119	0,224039	0,0690074	0,234426
			6	1809.067183	-4606.352434	387190.679444	6366186.331637	0,0049436	0,107584	0,107697
			7	3843.745677	-9932.811150	388129.319541	6363093.404817	0,276162	0,197287	0,339393
			8	6333.642762	-7312.804639	389642.806752	6364480.464634	0,356346	0	0,356346
			9	6577.463862	-1171.927881	390022.489557	6367925.440797	1,09036	-0,670717	1,28014
			10	3334.116993	-2964.053758	388121.303094	6367051.786594	0,0890711	0,61339	0,623732
			11	6259.296922	-3956.478225	389733.193466	6366375.725376	0,268188	1,05923	1,09265
			12	9441.120656	-2802.344508	391564.200581	6366894.982587	-1,13306	-0,246939	1,15966
			13	11630.945192	-4930.922796	392711.853179	6365614.838129	2,19508	0,328291	2,21949
			14	7054.084639	-10534.986249	389920.849740	6362633.138468	-1,15876	1,00694	1,53514
			15	3023.034435	-6233.627328	387812.130761	6365217.028768	-0,984846	-1,66605	1,93537

Années	Dates	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
2000	14/06/2002	1429	1	1193.216430	-1578.066965	383343.034368	6364888.024653	0,384913	0,622108	0,731558
			2	1868.511979	-7747.039309	387812.068685	6365215.770133	-1,70871	-0,799391	1,88646
			3	8670.869025	-6858.967141	387365.559918	6370146.418653	-2,04656	0,949549	2,25612
			4	2500.929471	-3897.484545	385059.766880	6365773.008851	0,331324	-0,265647	0,424669
			5	3770.133694	-6147.556496	386718.223651	6366630.173917	0,260749	0,672923	0,721676
			6	5689.842671	-8017.185587	388114.975029	6367960.763457	-0,325653	-0,737476	0,806176
			7	3838.716391	-1771.890955	383555.465358	6366798.366232	-1,50186	-0,391746	1,55211
			8	4673.246850	-4332.629719	385435.568869	6367331.932004	0,928502	0,161902	0,942512
			9	6527.115328	-2010.107489	383803.858724	6368741.281499	-0,897171	0,88488	1,26013
			10	7100.284828	-5132.665650	386080.116395	6369062.371563	-0,0607719	-0,722892	0,725442
			11	8240.488365	-3736.841123	385104.803973	6369929.094988	1,01381	-0,770607	1,27344
			12	5585.210083	-6679.086367	387153.284396	6367924.978354	1,8964	0,817984	2,06529
			13	1614.585540	-5480.570037	386177.719049	6365091.811692	0,585152	-0,0767778	0,590168
			14	8318.758530	-685.644545	382892.150281	6370079.567914	0,1223	-0,573396	0,586294
			15	7204.947206	-7238.239250	387599.908074	6369076.544007	1,01758	0,228586	1,04294
		1265	1	8772.767886	-1199.402796	391747.602498	6364462.337293	0,0426546	-0,155395	0,161143
			2	1158.607732	-7602.853109	387613.540004	6370345.797089	0,84686	0,548784	1,00913
			3	1141.721529	-1129.139858	392277.170794	6369940.716732	0,653648	1,21515	1,3798
			4	4638.559735	-5243.804298	389099.008991	6367684.011666	-0,0571458	0,26455	0,270652
			5	4538.769637	-7942.654162	387153.467920	6367924.957993	-0,34778	0	0,34778
			6	6831.197413	-6242.348986	388239.457766	6366164.295269	-0,766915	-0,197531	0,791954
			7	6294.904410	-8075.922137	386945.740474	6366664.810586	-0,97791	0,36622	1,04423
			8	2935.624293	-4690.734984	389605.179852	6368876.333132	0,304568	0,147403	0,338363
			9	2426.650772	-2240.783819	391397.894314	6369086.404067	-0,946906	-0,537725	1,08893
			10	7483.349251	-3754.183445	389993.791002	6365544.010492	0,0490606	1,01918	1,02036
			11	5417.807178	-1639.598268	391642.587131	6366899.229776	0,156753	0	0,156753
			12	8388.892086	-6752.830315	387774.575505	6365071.256759	1,38841	-0,484134	1,47039
			13	1494.014259	-3454.638297	390584.823355	6369834.285887	-0,509885	-1,21535	1,31798
			14	2634.547406	-7168.332009	387834.581126	6369250.880058	0,1585369	-0,350157	0,384375
			15	4538.768245	-3168.230067	390600.089114	6367625.367108	0,0060539	-0,682982	0,683009

❖ Moisan/La Prade/Moliets

Tableau 12 : Erreurs de recalages de la mosaïque d'images aériennes pour les bassins versants de Moisan, La Prade et Moliets

Années	Dates	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
1945	01/01/1945	158	1	2668.134150	-7182.324387	347681.171720	6316139.456068	-2,2452	0,621477	2,327058
			2	1893.475211	-1462.402846	352515.493715	6316808.313048	-0,131573	0	0,131573
			3	10358.354143	-7536.679925	347403.184480	6309629.118777	-1,36094	-0,86478	1,61246
			4	3918.545630	-4314.746943	350106.115836	6315080.921994	-0,946252	-0,571692	1,10554
			5	7879.325371	-9121.622660	346064.802520	6311719.391761	1,49768	1,60339	2,19406
			6	6159.486267	-5194.697011	349369.003204	6313180.209993	1,55094	0,328859	1,58542
			7	6753.613734	-923.203440	352966.823386	6312686.267200	0,222893	0,977504	1,00259
			8	7763.046197	-1802.124861	352226.093792	6311830.599872	0,29144	0,295169	0,414803
			9	8230.103500	-5737.286219	348913.308062	6311427.983973	-0,299114	-0,164303	0,341269
			10	4506.837371	-8172.335471	346852.950324	6314574.028289	0,43013	-0,969535	1,06062
			11	1838.010972	-4588.123746	349875.028606	6316849.894391	0,910824	0	0,910824
			12	5650.196737	-1544.289907	352443.338177	6313617.246192	-0,792752	-0,864248	1,17277
			13	4443.106625	-4569.807438	349893.953740	6314636.194016	1,62174	0,409433	1,67263
			14	6304.280439	-6930.411041	347904.360264	6313053.379488	-0,405347	-0,610143	0,732517
			15	6991.439889	-3344.084337	350927.105699	6312479.284091	-0,347031	-0,200756	0,400916
1965	20/09/1965	76	1	705.998762	-4707.833211	354490.864430	6317545.537060	-0,566137	-0,0861276	0,572651
			2	5140.656214	-294.927708	347867.359139	6311552.727315	-1,3033	-0,150482	1,31195
			3	528.885112	-2462.557316	354600.221716	6314352.370401	0,798518	-1,01852	1,29422
			4	3836.748827	-2511.496830	349900.925466	6314640.396384	1,17466	-1,44258	1,86034
			5	4118.082524	-4480.624405	349643.176855	6317455.875368	-1,26941	0	1,26941
			6	2625.116791	-4782.270947	351781.704166	6317781.905827	-0,600031	1,25585	1,39183
			7	1374.295942	-4343.171448	353523.656634	6317076.035978	0,599321	0	0,599321
			8	2806.063576	-3590.065421	351442.998425	6316105.856550	0,175957	-0,565405	0,592151
			9	1805.263963	-2741.532934	352805.217832	6314834.431509	-0,459617	-0,240423	0,518701
			10	5223.887440	-1927.165178	347877.394699	6313900.287145	0,813803	0,76295	1,11551
			11	1003.813492	-1600.664068	353868.472334	6313155.879586	-0,722935	0	0,722935
			12	1242.630947	-554.870732	353461.151268	6311675.374263	0,801648	1,04721	1,31882
			13	2393.916990	-2123.722184	351926.653683	6313994.800803	0,0854547	1,16078	1,16392
			14	4605.693090	-3224.324508	348859.154143	6315707.435925	1,51041	-0,179637	1,52105
			15	3066.796613	-1178.331476	350900.023870	6312685.911281	-1,03834	-0,566635	1,18289
		75	1	4600.070670	-5107.879216	348861.663510	6315706.512431	0,260642	-0,216335	0,38725
			2	534.589890	-4370.064320	354593.210656	6314353.296467	-0,619154	0,226773	0,659377
			3	4579.990533	-2146.612830	348688.239697	6311481.922845	-0,901313	-0,325547	0,958303
			4	3839.984063	-4403.429519	349898.724794	6314644.056325	0,389309	-0,105128	0,403253
			5	1812.333588	-4640.517075	352801.760867	6314833.261784	1,03753	1,20824	1,59258
			6	2486.461862	-2737.257717	351710.578131	6312174.616660	1,1664	1,02626	1,55361
			7	575.000070	-1667.264987	354343.957090	6310521.470586	1,25798	0	1,25798
			8	3235.684554	-2097.200294	350599.782422	6311318.668599	-0,328057	1,48445	1,52027
			9	1478.334224	-1206.978755	353030.948639	6309931.147815	-0,784065	-0,914155	1,20434
			10	4577.023111	-3498.916457	348784.560209	6313409.024923	-0,476071	0,820942	0,948994
			11	1372.822270	-2930.515108	353302.608502	6312368.657875	-0,648687	0	0,648687
			12	4662.400162	-663.231684	348472.527157	6309378.325148	1,12614	-1,13533	1,59912
			13	2878.311639	-3629.053832	351213.878803	6313468.832202	-0,661184	-1,31419	1,47115
			14	1645.098874	-3781.949156	352977.054068	6313596.175948	-0,371341	-1,87785	1,91421
			15	2648.725462	-570.894052	351327.723612	6309112.250569	-0,448131	1,3648	1,22164
95	1	3781.399028	-4852.500985	345778.946219	6308677.526699	-0,48757	0,205047	0,528931		
	2	4867.751612	-4094.455336	347402.627172	6309629.812421	-0,48409	-0,247647	0,543757		
	3	5184.739975	-2312.945919	348056.972017	6312117.949656	-0,183644	0	0,183644		
	4	4326.960216	-1278.575976	346970.220260	6313683.845149	0,429049	0,744285	0,859095		
	5	4119.382770	-3820.734915	346379.177496	6310104.933537	0,312256	0	0,312256		
	6	4158.308371	-2824.755650	346550.993551	6311513.114967	0,157177	-0,391772	0,422125		
	7	4794.867282	-5074.342941	347186.162662	6308246.553138	0,446612	0	0,446612		
	8	4965.502136	-3406.023099	347621.540275	6310595.641335	0,300678	0,322042	0,440588		
	9	4179.090251	-1666.186527	346715.783531	6313151.807024	-0,229588	-0,488384	0,539657		
	10	4294.720892	-4523.660451	346543.926122	6309086.309236	-0,00927328	0,0786747	0,0792193		
	11	4720.953271	-2531.955053	347377.463274	6311862.540857	-1,08267	0,0992871	1,08722		
	12	4697.305391	-3494.554970	347233.204812	6310500.924595	0,402976	0	0,402976		
	13	4091.389391	-1021.472910	346668.074903	6314074.782872	0,160234	-0,146667	0,217224		
	14	3758.410295	-4170.482659	345828.213545	6309649.150149	0,74409	-0,54234	0,920762		
	15	3181.097156	-4643.683941	344953.826299	6309043.402023	-0,476232	0,36924	0,602607		

Années	Dates	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
1985	13/07/1985	449	1	2176.494018	-1810.220217	349188.634585	6319668.700846	0,575535	-0,100231	0,584197
			2	10692.941085	-3214.968633	354076.383433	6318587.559698	1,26567	0,438489	1,33948
			3	10573.466573	-9319.896347	353811.688393	6315037.105656	-0,126495	-1,16978	1,31766
			4	5238.968464	-6456.341008	350801.447524	6316886.547958	1,78851	0,823077	1,96882
			5	3914.821578	-10392.958587	349898.080325	6314643.038434	0,120091	0,708172	0,718282
			6	7162.927326	-10284.494721	351791.137480	6314594.358386	1,05663	1,36287	1,7245
			7	10027.299575	-5822.691062	353604.587807	6317095.041640	0,152886	0,0867886	0,175802
			8	10989.750523	-4059.529545	354220.984543	6318087.182199	-0,49392	-0,438798	0,660682
			9	6437.809942	-3375.329527	351595.175788	6318630.839626	-2,21157	-0,106431	2,21413
			10	8196.423528	-6425.700554	352516.787181	6316804.730279	-1,77886	-0,509519	1,8504
			11	2742.221382	-4899.681247	349406.775423	6317868.746168	-1,09268	-0,271654	1,12594
			12	5312.609575	-8295.252039	350780.858244	6315815.121354	0,363855	-0,170876	0,401982
			13	4116.041375	-1651.983886	350312.726005	6319699.674222	0,757163	0,517582	0,917163
			14	453.862492	-4099.313752	348116.991951	6318404.844517	0,625972	-0,077293	0,63078
			15	495.263092	-9075.443219	347963.561847	6315524.442039	-1,0028	-1,09196	1,48256
		529	1	5465.133069	-404.481453	347662.686494	6316151.347763	0,505686	-0,3675713	0,625161
			2	10744.172840	-673.085039	350710.967303	6315806.266989	1,2671	-0,836055	0,51807
			3	3866.930096	-10905.513137	346379.454025	6310104.661900	-0,301789	0,890351	0,940107
			4	7693.191433	-8319.641558	348688.286449	6311481.378408	0,316044	-1,7087	1,73769
			5	7511.734128	-5512.519308	348677.891882	6313114.630374	0,107433	0	0,107433
			6	11610.203241	-8551.290974	350939.144269	6311228.183400	0,268883	2,2705	2,28644
			7	11276.812577	-4192.874954	350896.606402	6313751.085478	-0,521079	-1,54086	1,62658
			8	5129.285812	-2940.726440	347380.101105	6314689.147594	-1,33015	0,835411	1,57074
			9	9340.252353	-2543.522855	349835.043586	6314775.023630	-0,945958	2,02362	2,2338
			10	5040.977927	-7838.869780	347165.992595	6311846.890471	0,381704	0,685928/	0,784981
			11	8734.488400	-10706.328047	349209.257951	6310070.000619	0,0793629	-0,927071	0,930462
			12	3742.585525	-4925.171844	346507.955678	6313581.159580	0,842845	-0,475265	0,967607
			13	9948.528684	-5002.203014	350101.503972	6313329.174767	-1,8444	0	1,8444
			14	5947.215207	-9941.999319	347621.773060	6310597.551215	0,289283	-0,845691	0,8938
			15	5851.635138	-5088.163341	347729.023962	6313416.094384	-0,157114	0	0,157114
		528	1	2006.441789	-1336.124465	347962.542735	6315523.552674	-0,422984	-0,525757	0,674786
			2	1855.700448	-10741.148319	347606.877726	6310036.622506	-1,55942	-0,41186	1,61289
			3	8701.571235	-9251.442039	351632.978279	6310737.735911	-0,23452	0,310674	0,3892536
			4	3573.806006	-8190.059777	348690.980437	6311481.188915	2,4271	-0,922	2,59632
			5	6805.471516	-565.996253	350782.775036	6315814.578138	0,560661	1,142725	1,27285
			6	3421.986944	-5395.967303	348678.284308	6313116.239417	-0,19632	2,89063	2,89728
			7	7019.563639	-7052.537323	350722.360322	6312052.735338	-2,03379	1,05983	2,29337
			8	11609.006005	-4004.993367	353442.029050	6313679.100277	0,0227412	-1,25863	1,25884
			9	5096.937795	-1373.348280	349768.489923	6315401.113345	-0,289349	-0,239693	0,375733
			10	1225.939342	-4431.154261	347416.343788	6313739.753479	0,308683	-0,905522	0,95669
			11	2167.852054	-8130.669112	347866.510562	6311553.046802	0,69052	-0,31586	0,759332
			12	5830.497781	-4928.224549	350095.100474	6313315.133591	-0,0584629	-0,60159	0,604424
			13	11553.103226	-6239.310553	353348.690962	6312398.569563	0,508498	0,137197	0,526681
			14	4580.158486	-10579.611163	349209.278812	6310067.234396	0,245164	0,25472	0,353536
			15	7176.170981	-4107.731476	350896.883118	6313751.064027	-0,437562	-0,614855	0,754657
533	1	2793.044981	-2717.116562	346380.179237	6310103.900458	-0,343146	1,07225	1,12582		
	2	6025.951157	-1124.859773	348310.708016	6310908.038008	0,226375	0,121775	0,25705		
	3	3468.151125	-10069.224821	346515.440028	6305806.966615	1,24747	-0,346796	1,29478		
	4	6399.909381	-10312.905949	348209.176496	6305560.519769	-0,437225	0,331338	0,54859		
	5	6906.195653	-2019.287844	348790.632351	6310357.550792	0,864458	-0,405584	0,954875		
	6	4369.714227	-5819.060781	347187.417459	6308245.024796	0,556282	-84888,9	1,13935		
	7	8140.069998	-2847.827769	349475.583403	6309832.069191	-0,84346	-1,10483	1,38999		
	8	5942.491103	-3536.967309	348179.025255	6309513.875407	0,303097	0,547675	0,625952		
	9	1829.315459	-751.530217	345891.510922	6311274.661031	0,8111021	-2,03049	2,18647		
	10	876.419641	-4447.108982	345207.549235	6309168.497883	0,551368	-0,336146	0,645756		
	11	2566.488714	-6172.091073	346125.648743	6308106.153345	-1,80577	0	1,80577		
	12	4882.737137	-279.479805	347677.893441	6311439.445641	0,613785	0,577652	0,84286		
	13	2907.585629	-4397.950418	346387.796670	6309124.410801	-0,134144	0,595123	0,610054		
	14	4600.453753	-3424.070616	347404.146433	6309628.468950	-0,129892	1,05722	1,06517		
	15	3114.270161	-1412.151318	346611.145613	6310848.234349	-1,48022	0,879128	1,7216		

❖ Hourtin-Carcans/Lacanau

Tableau 13 : Erreurs de recalages de la mosaïque d'images aériennes pour les bassins versants d'Hourtin-Carcans et Lacanau

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual x	Residual y	<Résiduel>
2000	A1	16/06/2000	1199	1	8095.035779	-2328.830028	373738.018032	6470090.387766	-0,525905	1,34813	1,44708
				2	1711.575806	-7950.482094	377593.525613	6465360.664123	-0,108586	-0,228947	0,253392
				3	8738.342765	-7221.991369	377235.359034	6470414.443922	1,34738	-0,178968	1,35921
				4	8594.047594	-4748.805747	375469.694849	6470375.626106	-0,644898	-1,64843	1,77008
				5	6533.935877	-8254.181084	377921.943178	6468825.576814	0,222913	0,906377	0,933386
				6	4711.737503	-1785.802881	373245.285711	6467704.958532	0,388108	1,08469	1,15204
				7	3376.259497	-2635.823403	373810.688084	6466721.879194	0,722461	-0,428079	0,839763
				8	6862.042330	-2846.292972	374068.613823	6469204.299726	0,703381	-0,135231	0,716263
				9	2248.328259	-5883.023598	376112.185812	6465813.168956	0,214258	0,506124	0,549607
				10	3927.207640	-4846.018433	375410.624041	6467055.899801	-0,478922	1,19635	1,28865
				11	6370.403956	-4915.596075	375527.151398	6468798.566866	-1,1327	-0,859178	1,42169
				12	5277.626453	-7710.009016	377502.358882	6467942.044776	-0,196542	-0,259115	0,325222
				13	5493.410875	-3717.584373	374647.572687	6468207.847620	-0,318895	0	0,318895
				14	1523.553060	-1355.055750	372831.777219	6465421.888009	0,356814	-0,933061	0,99896
				15	2685.557384	-3899.236182	374694.994008	6466187.322508	-0,548864	-0,34764	0,649697
	B1	16/06/2000	1248	1	1841.251314	-839.467253	382002.571096	6469976.531334	0,0746847	-0,93945	0,942414
				2	8134.292629	-473.825781	381908.949714	6465490.298443	0,0486418	0,149255	0,156981
				3	8349.989154	-8111.280592	376477.844773	6465687.587570	0,513733	0,184685	0,545921
				4	5647.325244	-3354.816352	380008.018736	6467381.456775	0,416864	0,22968	0,47595
				5	965.438860	-5141.491853	378964.531182	6470846.837393	-0,7203	1,10567	1,3196
				6	8953.632039	-5262.268852	378485.761947	6465130.752291	0,0175081	-0,389191	0,389585
				7	6524.248396	-6281.110795	377873.299879	6466898.406943	-1,02165	-0,457741	1,11951
				8	3388.417951	-6283.725209	378020.969052	6469149.279892	-0,608818	0,320835	0,688182
				9	2324.381124	-3571.614646	380025.679976	6469774.532344	0,0929629	0	0,0929629
				10	6930.984947	-2362.883984	380643.986368	6466424.165220	0,0476664	0,528678	0,53023
				11	6022.456743	-571.963846	381957.257259	6466980.748199	-0,0567287	0,269364	0,275272
				12	1732.112229	-7482.642184	377232.165504	6470414.889372	1,01783	-0,60866	1,18593
				13	4124.274509	-4170.724588	379503.901118	6468510.207116	0,215181	0,0972965	0,236153
				14	3941.108526	-1317.139359	381546.324661	6468495.976545	0,191826	-0,167006	0,254339
				15	6586.521097	-4372.975286	379234.738586	6466762.659809	-0,229392	-0,282668	0,364035
	C1	14/06/2000	680	1	1220.147528	-6394.146695	382502.174846	6470623.651763	0,104196	0,245083	0,266313
				2	1493.241901	-887.926383	386450.372282	6470097.039894	-0,258788	-0,222269	0,341137
				3	8618.044305	-1005.778277	385919.243245	6465046.878069	0,397893	-0,610453	0,728679
				4	7385.929239	-7552.956315	381358.150781	6466253.486643	0	0	0
				5	5227.517641	-6035.816020	382550.906343	6467703.730637	0,113465	0	0,113465
				6	4500.611295	-7749.701638	381356.338206	6468320.257039	-0,0462105	-0,593057	0,594854
				7	2572.488285	-7291.113877	381782.549285	6469689.167039	-0,134598	0	0,134598
				8	3119.945250	-4551.468474	383728.317114	6469133.026939	-0,274395	-0,244191	0,367317
				9	1897.813906	-4493.297636	383839.456392	6470016.175269	0,335117	0,530352	0,627357
				10	4555.465817	-2232.582631	385301.489431	6467971.902477	0,30085	0,118847	0,323474
				11	6025.848290	-3172.186384	384547.233341	6466978.833363	-0,028578	-0,0918467	0,09619
				12	8596.019194	-4577.047691	383409.055069	6465247.823060	-0,315074	0,679706	0,749181
				13	2524.556219	-2510.449413	385225.979813	6469445.258311	0,0740418	-0,124167	0,144567
				14	6732.155958	-5092.937995	383144.187202	6466583.387609	0,120619	0	0,120619
				15	6342.448434	-954.486474	386095.407975	6466636.080067	-0,385395	0,382271	0,542826
	A2	16/06/2000	1197	1	8796.944723	-1771.008741	373098.123775	6465994.424193	0,164671	0,105877	0,195771
				2	989.455657	-787.733978	372238.623572	6460424.105429	0,160739	-1,60283	1,61087
				3	930.013409	-4690.363502	375052.097817	6460335.044303	0,163484	1,06127	1,07379
				4	8191.474289	-7404.268229	377091.797327	6465489.942802	0,551953	1,69805	1,78551
				5	2010.077844	-2690.264719	373629.808626	6461139.775673	-0,172019	-0,533785	0,560818
				6	3498.657908	-1102.343899	372516.702497	6462234.126034	0,302508	1,1527	1,1919
				7	4387.317053	-5315.904141	375551.837458	6462814.283216	-1,35826	-0,548976	1,46501
				8	4116.904392	-2967.874254	373867.134495	6462653.020105	-0,0242856	0,859651	0,859994
				9	5234.411661	-4352.037192	374875.530764	6463432.223866	-1,23129	-0,518595	1,33604
				10	6178.906738	-6620.364181	376509.327355	6464073.939819	0,187539	-0,624254	0,651816
				11	6659.558642	-4980.494094	375348.007158	6464437.226055	0,793898	-0,93027	1,22298
				12	6516.464235	-1489.519370	372853.289817	6464386.293783	-0,261887	2,0039	2,02094
				13	3070.884765	-4318.646861	374819.319833	6461883.991131	0,840888	0,203471	0,865155
				14	5642.491406	-2273.445454	373397.856179	6463752.294275	0,424754	0,655578	0,781152
				15	7703.407634	-3449.077499	374272.277777	6465195.745164	-0,542691	-2,98196	3,03094
	B2	16/06/2000	1250	1	1104.322730	-6105.661217	378055.418811	6466256.033437	0,581699	0,594959	0,832075
				2	1767.977089	-695.390272	381908.761988	6465491.318575	-1,249483	0,551158	0,604994
				3	8706.557098	-665.919892	381555.799206	6460567.146688	0,265573	-0,270835	0,379315
				4	6939.110380	-3599.192881	379575.446087	6461939.961378	-0,341513	0,404912	0,529703
				5	8514.083306	-2660.863530	380161.800384	6460789.339239	-0,317013	0,591013	0,670667
				6	7101.391638	-1372.836930	381143.811776	6461723.786411	0,675728	-0,106258	0,684032
				7	5702.322492	-555.540334	381794.382103	6462673.879368	0,301357	0	0,301357
				8	5129.176593	-2864.939848	380187.766108	6463189.231082	-0,0106327	-0,59938	0,599474
				9	3876.503662	-746.789304	381756.860014	6463980.750528	-0,744414	0	0,744414
				10	1948.810998	-2384.438809	380693.769608	6465447.070315	0,0136761	-0,238641	0,239032
				11	3030.160313	-3191.820460	380061.202737	6464708.336207	0,602614	-0,406997	0,727179
				12	2602.465013	-5414.203425	378485.467073	6465130.453032	0,451553	0,130053	0,469909
				13	1432.923437	-3295.292884	380067.110877	6465867.919308	-0,159753	-0,114885	0,146773
				14	2244.808854	-7361.650656	377091.693639	6465490.162967	-0,330848	-0,219577	0,397083
				15	4117.405042	-4685.950719	378936.101039	6464001.229815	-0,738543	-0,406204	0,84288

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
2000	C2	14/06/2000	682	1	1444.899667	-7833.727574	381136.659985	6465986.377911	-1,15324	-0,579298	1,29056
				2	1159.694411	-671.208927	386334.210535	6465829.691001	-0,0773552	0,302755	0,312481
				3	8915.799538	-6878.085875	381555.722696	6460568.195571	-0,66943	-0,214549	0,702971
				4	8609.645447	-1201.056140	385574.326843	6460575.412587	0,0351645	0	0,0351645
				5	3897.736941	-255.965524	386479.986527	6463841.781206	-0,100647	0,329011	0,344061
				6	6196.640113	-1059.648355	385794.707567	6462250.410467	-0,589838	-0,344386	0,683015
				7	8514.553242	-3421.738661	384025.383814	6460722.042156	0,282852	0	0,282852
				8	6722.753883	-5645.851678	382523.322334	6462065.288280	0,0905333	-0,427204	0,46691
				9	6119.435664	-3218.657364	384277.862842	6462393.399337	-0,211001	0	0,211001
				10	3583.751269	-3362.634853	384293.993471	6464207.661411	0,226198	0	0,226198
				11	4937.576583	-6234.289967	382172.184905	6463364.378367	0,583854	0,0742369	0,588555
				12	3172.732037	-5221.132523	382976.735224	6464591.539499	0,545599	-0,235862	0,594398
				13	950.640381	-3941.007810	384000.699661	6466149.251701	0,184923	0	0,184923
				14	2196.921514	-1538.642944	385662.987869	6465121.110301	0,194764	0	0,194764
				15	5523.569347	-8048.581422	380834.899469	6463023.788071	0,65762	1,21177	1,37872
2000	D2	14/06/2000	733	1	8764.414375	-717.551815	385661.834729	6465121.134050	-0,0297164	0,54008	0,540897
				2	8921.488632	-7949.333991	390772.649337	6465302.767600	-0,616556	0,833863	1,03705
				3	1376.173254	-637.607601	385593.571632	6459861.346172	-0,146366	0,441969	0,465575
				4	1626.688064	-7427.127658	390504.372897	6460068.168130	0,162894	0,416398	1,16024
				5	8077.121501	-2954.589044	387236.919593	6464662.710905	0,547028	0,357227	0,653338
				6	4895.119001	-2258.213922	386751.992832	6462406.678368	0,534566	-0,559547	0,773856
				7	5474.319984	-4677.632379	388474.900803	6462835.817067	-0,562557	-1,14841	1,2788
				8	7334.171780	-4859.895878	388591.677655	6464157.123863	0,647455	0,0910552	0,7010108
				9	3776.573662	-6782.301090	390006.686573	6461630.766359	0,610467	-0,14377	0,627168
				10	2430.471255	-2367.470554	386834.570207	6460634.349605	-0,433618	0,209897	0,481748
				11	1815.080627	-5128.505055	388829.400071	6460197.320841	-0,709873	0,106882	0,717874
				12	6921.944453	-1877.566222	386478.466272	6463841.524981	0,364183	-0,187112	0,409439
				13	3620.609060	-760.514065	385684.742269	6461485.229106	-0,273587	-0,350141	0,444352
				14	3646.375581	-3954.391703	387969.288930	6461521.723613	-0,265904	0,386882	0,469449
				15	6670.032609	-7166.534254	390244.491501	6463706.250818	-0,748463	-0,6312572	0,967182
2000	B3	16/06/2000	1252	1	919.265262	-3887.124624	379430.458622	6461686.104247	0,243458	0,0910552	0,259928
				2	1239.875969	-318.314777	381970.459876	6461284.913630	-0,104569	0	0,104569
				3	8389.036800	-306.772572	381621.348709	6456203.176456	-0,260198	0,196706	0,326184
				4	8921.038194	-2154.906253	380296.398095	6455900.534247	0,166908	0,0863722	0,18793
				5	4901.139920	-1701.731198	380806.794508	6458722.122985	0,119063	0,079333	0,143072
				6	6607.904603	-384.475787	381654.749998	6457457.531488	-0,115321	-0,234981	0,261754
				7	2272.079946	-829.566241	381555.071797	6460564.885125	0,188668	-0,100439	0,213738
				8	6317.682738	-1796.159483	380672.036701	6457720.031197	-0,0682522	-0,0673898	0,0959153
				9	1429.953801	-2926.996809	380096.610385	6461269.478711	-0,335617	-0,411139	0,53073
				10	7834.751589	-3951.791258	379073.516986	6456733.703350	-0,087801	0	0,087801
				11	7573.095644	-1881.785558	380552.386776	6456836.637368	0,277334	-0,30708	0,413778
				12	6061.841699	-3000.026175	379829.901796	6457950.952828	-0,0534858	0	0,0534858
				13	2862.848598	-2516.280186	380323.462834	6460217.031934	-0,148984	0,369086	0,398021
				14	3573.197481	-251.237737	381900.633228	6459606.484367	0,27378	0	0,27378
				15	4019.840287	-1140.661926	381247.479745	6459326.679936	-0,0949823	0,27078	0,286955
2000	C3	14/06/2000	684	1	1339.687853	-6522.289070	381970.519227	6461285.596943	-0,548978	-0,431841	0,698473
				2	1310.363585	-674.623126	386183.813601	6461098.048675	0,149538	0	0,149538
				3	8403.658821	-7044.086858	381378.473249	6456246.206826	0,439661	-1,01121	1,10265
				4	8542.023963	-425.827772	386061.658319	6455928.344057	-0,0104042	-0,886701	0,886762
				5	4722.802034	-2418.263993	384797.773514	6458700.801191	-0,108937	-0,614072	0,62366
				6	7957.623250	-2971.235642	384282.340892	6456426.182813	-0,560779	1,2	1,32457
				7	6373.699930	-8118.411719	380672.626515	6457720.180563	0,0767269	0	0,0767269
				8	6888.333466	-5973.029327	382186.857238	6457282.120817	-0,0742942	0,386833	0,393902
				9	5339.243648	-478.826252	386155.781650	6458194.550571	-0,117896	-0,230658	0,259041
				10	1129.315405	-2910.969450	384582.032207	6461309.325659	-0,0065246	-0,230527	0,23062
				11	4700.590605	-6304.491238	382019.844453	6458851.715148	-0,395316	-0,211153	0,448174
				12	3055.574961	-1397.911564	385593.414187	6459861.736432	0,382552	-0,251554	0,457849
				13	3062.317247	-5293.631177	382799.183710	6459995.170098	0,254944	0,969542	1,0025
				14	5111.583945	-4656.832297	383185.717495	6458501.070442	0,717937	0,122816	0,728366
				15	6077.204237	-2454.909954	384719.847974	6457738.724837	-0,198231	1,15821	1,17505
2000	D3	14/06/2000	731	1	8705.106383	-691.388989	385574.848432	6460575.735343	-0,359695	0,0900098	0,370786
				2	1076.803901	-712.512327	385463.175087	6455141.073791	-0,213743	-0,199194	0,292172
				3	1309.511016	-5876.500438	389183.878182	6455247.115263	-0,171288	-0,205377	0,267431
				4	5338.073393	-1585.358512	386154.634412	6458193.101411	0,428909	-0,621437	0,755081
				5	7574.480594	-2073.321408	386533.206492	6459772.381919	0,531493	-0,0748449	0,536737
				6	3177.439137	-1180.784508	385832.605984	6456652.841399	-0,0784155	0	0,0784155
				7	4419.211848	-4165.813231	387982.821394	6457512.069787	0,758818	-1,16513	1,39045
				8	8008.300103	-3986.707331	387892.622881	6460064.298934	-0,464033	0,55636	0,724474
				9	6259.251585	-4732.631678	388405.459924	6458820.632231	-0,214095	-0,245392	0,325659
				10	3021.612312	-3747.079496	387666.478602	6456514.785858	-0,0626028	1,77353	1,77463
				11	3279.884528	-7350.927552	390263.424952	6456659.832158	0,868656	-0,66744	1,09546
				12	6943.841491	-7277.294130	390228.496412	6459285.718465	-0,129497	-0,294752	0,321944
				13	4564.286239	-7718.337692	390533.423894	6457583.445658	-0,326278	1,02889	1,07938
				14	1876.817562	-2934.792449	387069.222837	6455695.071526	-0,237969	0,340771	0,415637
				15	1927.368792	-7796.144969	390577.921266	6455674.038199	-0,33026	-0,290553	0,439878

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
2000	B4	16/06/2000	1254	1	1270.497057	-2037.599877	380552.728530	6456835.442226	-0,052207	-0,177328	0,186641
				2	2040.845944	-488.134920	381621.137083	6456203.242695	0,0568846	0,178863	0,187691
				3	7958.657651	-205.905935	381509.768049	6451978.475073	-0,0463131	0	0,0463131
				4	8481.817348	-3551.448267	379119.106956	6451755.005471	0,0246719	-0,194512	0,19607
				5	4012.075209	-393.527387	381584.106680	6454783.770715	-0,0187646	0	0,0187646
				6	1090.041900	-3936.732680	379196.798110	6457060.829214	0,0931226	0	0,0931226
				7	7170.393060	-4231.137810	378697.737521	6452711.462774	0,0341484	0,200597	0,203482
				8	6882.047590	-2620.203903	379856.973588	6452843.878948	0,224947	0	0,224947
				9	8370.451341	-1662.653318	380460.894289	6451752.091691	-0,224833	0	0,224833
				10	2549.480859	-3942.533930	379122.161709	6456003.675593	-0,217947	0	0,217947
				11	2814.859208	-2325.129504	380268.686320	6455734.123071	-0,013995	-0,0947945	0,095822
				12	4384.668267	-3681.395690	379221.691099	6454671.028890	0,0908055	0	0,0908055
				13	5727.068927	-3246.552849	379467.334205	6453692.158310	-0,102501	0	0,102501
				14	6407.740368	-1064.804596	380983.454710	6453110.379684	0,126902	0	0,126902
				15	4685.607112	-1653.154279	380653.627970	6454361.435500	0,0310926	0	0,0310926
2000	C4	14/06/2000	686	1	1485.978974	-8019.230954	380708.812143	6456747.941399	-0,571362	0,103944	0,58074
				2	1257.974127	-1055.935878	385746.108695	6456640.028040	-0,112846	0,535972	0,4547723
				3	8452.733792	-8080.845710	380458.789373	6451752.322782	-0,046663	-0,226236	0,231086
				4	8151.967272	-139.625317	386087.915293	6451694.387937	0,119179	-0,603051	0,614715
				5	6498.256270	-7429.536691	380982.239072	6453111.082713	0,0736328	-0,138434	0,156798
				6	4120.848785	-6697.567914	381582.712847	6454784.652119	0,24197	0,0700077	0,251894
				7	1015.250044	-6029.346488	382169.678823	6457013.632841	0,462221	0,247092	0,524121
				8	3975.257020	-4859.568565	382907.814038	6454820.412505	-0,0257785	-0,310285	0,311354
				9	5821.473691	-3731.837094	383644.538213	6453460.865465	-0,260232	0,451881	0,521457
				10	2353.460141	-6046.365252	382111.106171	6456037.741932	0,205267	-0,156706	0,258247
				11	1659.253855	-3076.082414	384278.037369	6456426.118670	0,138871	-0,766071	0,778557
				12	3434.797835	-2579.592864	384561.342909	6455123.605256	-0,193927	-0,339881	0,391314
				13	4740.651116	-1345.815465	385385.863849	6454143.786395	-0,095879	0,42887	0,439457
				14	8277.532185	-4716.513809	382854.804495	6451762.160849	0,0156299	0,601109	0,601312
				15	7446.380316	-1880.893252	384892.228031	6452248.207178	0,0499175	0,101879	0,11345
2000	D4	14/06/2000	729	1	8964.574816	-6931.449567	389580.210962	6456117.886250	0,827889	0,425792	0,930967
				2	8168.999030	-877.393361	385276.352177	6455663.445367	0,196002	0,845462	0,867884
				3	1909.994677	-7484.343653	389936.160233	6451124.300327	3,68157	1,90558	4,1455
				4	1428.055231	-160.808642	384626.319553	6450794.500466	1,35338	-0,784422	1,56428
				5	7840.080199	-5576.545819	388623.433443	6455355.770194	0,627949	0,103847	0,636478
				6	9027.297864	-3083.850015	386871.439873	6456229.487882	0,358852	0,127569	0,380853
				7	6449.423333	-3967.037404	387469.651371	6454398.097854	1,15995	0,103779	1,16459
				8	4881.248565	-7209.277231	389751.577638	6453248.030598	-0,917617	-0,923795	1,30208
				9	2704.985698	-5868.094683	388787.227125	6451702.683037	-1,12494	-0,170392	1,13777
				10	3276.060069	-4235.999150	387622.318716	6452123.874845	-2,77329	-0,696051	2,8593
				11	2079.693057	-2279.937491	386191.490965	6451266.837533	-1,481431	0,554649	1,58174
				12	5442.152645	-1373.814898	385588.044138	6453709.911997	-0,0932918	0	0,0932918
				13	4601.068806	-4918.069842	388127.206275	6453070.839173	-0,0611806	-0,206614	0,215482
				14	6952.177110	-7174.045603	389736.156119	6454708.735723	-2,03667	-1,23982	2,38436
				15	3779.932072	-1865.745028	385918.352668	6452505.921909	0,282699	0	0,282699
2000	E4	14/06/2000	754	1	1637.292968	-7715.531053	389744.602824	6456853.375388	-0,872623	0,097402	0,878042
				2	1901.511228	-141.808478	395175.282068	6456374.457808	1,0006	0,966781	1,39135
				3	7338.286035	-1378.622000	394066.026980	6452544.295898	0,126381	0,0882431	0,15414
				4	8474.737027	-7326.607589	389805.026621	6451947.959983	-0,533945	-0,375443	0,652729
				5	9003.101707	-3419.753394	392557.687913	6451443.993957	-0,0451	0	0,0451
				6	4606.288097	-7597.086702	389736.168349	6454708.151498	0,575495	0,94636	1,11041
				7	2465.996867	-4784.410620	391827.773194	6456141.452314	-0,032236	-0,405954	0,407232
				8	3068.827613	-1749.368999	393975.949884	6455593.607263	-1,27304	-0,633934	1,42215
				9	1487.871560	-2326.088363	393629.024013	6456754.832309	-0,0275151	-0,27228	0,273667
				10	3588.250871	-3157.455515	392950.581996	6455273.257462	-0,245252	-0,504743	0,561172
				11	4566.041977	-672.582930	394681.137660	6454483.901398	-0,518972	0,129268	0,53483
				12	6454.092537	-5412.984266	391235.810141	6453311.145145	0,160787	0,385261	0,417466
				13	6531.319288	-3322.920149	392720.038056	6453181.891097	0,240544	-0,340662	0,417028
				14	5215.976605	-4316.442173	392062.221732	6454152.760562	0,366166	0,504106	0,623057
				15	3350.725937	-5972.358895	390944.590081	6455548.318253	1,07872	-0,552316	1,21189
2000	A5	16/06/2000	1191	1	8916.023448	-919.391265	371998.758078	6452499.772505	-1,13504	-1,10111	1,58138
				2	8457.748038	-4389.318490	374433.039089	6452024.157206	-0,559489	0,498336	0,749245
				3	2374.604794	-736.336891	371527.167241	6447860.324929	-0,203629	-0,0921468	0,223508
				4	1533.410675	-7806.911012	376569.886543	6446914.762460	-0,741858	-0,442241	0,863673
				5	4758.830018	-7921.088836	376789.650558	6449236.238951	0,77381	0,136724	0,785796
				6	2719.937586	-6465.001369	375655.023033	6447838.244301	-0,335518	-0,0810267	0,345163
				7	4298.137190	-417.462863	371401.147705	6449255.132370	-0,75829	-0,562361	0,944063
				8	3615.321963	-4620.515816	374371.326050	6448570.624561	-0,77898	0,468705	0,909118
				9	3945.080499	-3016.476993	373240.566700	6448882.005539	0,900203	0,102382	0,906006
				10	2615.417395	-3001.533015	373162.164737	6447927.330643	-0,8958582	0,466159	1,0123
				11	6818.391163	-530.907112	371615.444764	6451042.654394	-0,401186	0,847918	0,938038
				12	6045.965716	-3666.016653	373805.853609	6450350.319702	0,24997	-0,819421	0,8567
				13	7473.537654	-2282.162607	372891.305604	6451425.240201	-0,297977	0,095635	0,312948
				14	5728.124208	-1984.297215	372596.117888	6450203.127261	3,75123	0,659484	3,080876
				15	1048.959203	-4488.158997	374155.759918	6446722.391251	0,435335	-0,177035	0,469955

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
2000	A6	16/06/2000	1189	1	8739.559575	-541.832601	371528.110236	6447860.874177	-0,370696	-0,080437	0,379323
				2	7861.734416	-7718.132048	376570.152885	6446913.944237	-0,948277	1,13471	1,47878
				3	1968.982299	-7912.542497	376449.461391	6442674.239363	-0,779635	0,998922	1,26715
				4	5423.044901	-280.444832	371161.686079	6445539.641139	0,279416	0,101454	0,297265
				5	4372.507774	-6306.413602	375401.445479	6444492.679760	0,67313	-0,439722	0,804027
				6	7369.405635	-4362.741224	374156.242704	6446721.645693	0,559639	-0,458343	0,723377
				7	3500.946078	-2641.248638	372733.738458	6444052.688065	0,547424	0,386565	0,668427
				8	1480.793029	-6316.899365	375272.551215	6442400.183290	0,290896	-2,3603	2,37816
				9	6134.657936	-7642.776504	376441.274544	6445688.293389	0,307368	-0,273982	0,411754
				10	5351.456576	-3051.826113	373122.414190	6445353.387818	0,288155	-0,591956	0,658365
				11	5484.031559	-4937.401108	374473.105274	6445356.369380	0,169546	0,0691879	0,18312
				12	3201.211085	-5109.548089	374486.002296	6443710.517925	1,07515	-0,6931	1,27919
				13	1709.918217	-678.241399	371235.375030	6442865.123491	-0,545637	0	0,54637
				14	7604.236852	-2458.171591	372817.325125	6446976.705892	0,486968	-0,106253	0,498425
				15	1814.557988	-4089.367364	373681.813374	6442764.654284	-1,05951	2,30061	2,53286
	B6	16/06/2000	1258	1	1559.082021	-6318.374251	376972.218158	6447670.448425	-0,140472	0	0,140472
				2	2534.660739	-1107.586220	380687.381828	6446772.515901	-0,115297	0	0,115297
				3	8578.898763	-350.920105	380985.148698	6442461.498273	0,622008	0,106096	0,630992
				4	8505.662179	-7475.765895	375938.201375	6442716.703347	0,0774092	0,456399	0,629217
				5	2612.497859	-3729.725674	378808.644844	6446809.520148	0,302	-0,307621	0,431085
				6	6405.355901	-3865.422635	378581.671152	6444096.044786	0,144902	0,19099	0,239737
				7	4655.961028	-1534.391234	380301.279845	6445266.259446	0,589785	0	0,589785
				8	6155.516997	-886.046606	380702.798871	6444180.345449	-0,270971	0,114333	0,294105
				9	3572.106001	-6049.354717	377106.376976	6446197.550154	0,161173	-0,106514	0,193189
				10	4281.248812	-3268.231190	379080.656568	6445591.705037	-0,0837528	-0,253408	0,26689
				11	5173.035631	-5471.061447	377473.522492	6445025.999122	0,151894	0	0,151894
				12	5855.955639	-7229.310790	376187.845209	6444593.883448	-0,412011	0	0,412011
				13	8122.806070	-5165.713856	377599.804148	6442919.010169	0,110503	-0,519093	0,530724
				14	8246.809181	-2184.926251	379707.591636	6442745.889365	-0,350452	-0,111361	0,36772
				15	1648.821058	-3338.679373	379123.671694	6447494.810956	0,392851	0,460616	0,605391
	C6	14/06/2000	690	1	1261.963041	-206.042602	385932.118099	6447532.146029	0,253041	0	0,253041
				2	8956.945849	-565.150325	385313.975752	6442099.330092	-0,303819	-0,32256	0,443115
				3	8969.355131	-7254.785334	380601.754021	6442307.078920	0,0806286	-0,691606	0,69629
				4	2216.808710	-7246.925476	380826.461998	6447141.406832	-0,144547	0	0,144547
				5	8106.133944	-5293.672869	382026.990021	6442848.304665	0,172633	0,594059	0,615754
				6	6301.905585	-1188.630715	384999.552781	6443972.249734	-0,207184	0	0,207184
				7	3635.734651	-260.246209	385778.317061	6445826.695017	0,132239	-0,100665	0,166195
				8	3686.549590	-2205.177690	384398.018843	6445867.888091	-0,169291	-0,101911	0,198599
				9	6219.527077	-3068.342516	383677.863894	6444098.503864	0,189091	0,316532	0,368711
				10	4836.448781	-7854.618670	380300.626032	6445264.961178	-0,139409	-0,27973	0,312544
				11	6962.681409	-8280.613950	379928.023014	6443759.745861	0,102481	0,165411	0,194584
				12	6055.856271	-5396.670720	382027.686857	6444299.856763	-0,237376	0,472002	0,528331
				13	3760.784294	-4896.137928	382472.372002	6445922.826857	0,289976	0,175601	0,339001
				14	1551.326349	-3854.723787	383308.276178	6447480.106065	-0,181168	-0,284368	0,337175
				15	8874.432303	-3171.657303	383496.166390	6442240.817067	0,162705	0	0,162705
	D6	14/06/2000	725	1	8895.614630	-499.911476	384782.002760	6447089.026802	-0,0191547	0,594729	0,595037
				2	8827.386638	-8184.956495	390214.349673	6446943.919670	0,259079	-0,65063	0,700315
				3	1353.384612	-628.811517	384738.277501	6441699.936155	0,53068	0	0,53068
				4	1457.661489	-7963.541725	390017.963144	6441697.662917	0,494102	0,0852238	0,501398
				5	4567.792113	-163.871947	384463.190823	6444024.636580	0,106026	-0,171108	0,201295
				6	7129.088496	-1943.354281	385777.465952	6445826.425656	0,0738933	0	0,0738933
				7	5383.207040	-2307.446797	386010.581185	6444582.212827	0,544494	-0,417645	0,686222
				8	3035.769064	-2858.155657	386369.049144	6442893.778857	-0,648164	0,0803025	0,653119
				9	1319.925149	-3602.588423	386881.390798	6441643.428576	0,0695278	-0,530459	0,534996
				10	8509.646849	-3738.270154	387070.297695	6446777.056175	0,039902	-0,0885111	0,0970896
				11	2689.942473	-5564.658326	388306.161052	6442614.509562	-0,448958	0	0,448958
				12	4606.587962	-4490.099622	387557.191991	6444003.150488	-0,925165	0,201264	0,946803
				13	7298.670481	-5034.304058	387974.388988	6445909.009804	-0,30325	0,161458	0,343559
				14	6254.723879	-7837.508188	389954.976874	6445136.930780	0,369281	-0,115989	0,387069
				15	3907.522903	-7289.533004	389550.055972	6443471.682528	-0,142289	0,921056	0,931982
	E6	14/06/2000	758	1	1598.980059	-6795.295048	390085.317348	6447806.184022	0,0243981	0	0,0243981
				2	1138.117596	-568.571463	394577.547519	6447828.202235	0,0657242	0,314305	0,321103
				3	8298.864913	-688.572664	394100.565496	6442751.155571	-0,0240748	-0,153866	0,155738
				4	8711.271908	-8082.137531	388866.685698	6442793.718017	-0,649372	0,519086	0,831345
				5	6174.882468	-803.057664	394134.085366	6444243.893501	-0,277274	0,229138	0,359701
				6	4591.249050	-7644.836743	389346.767104	6445689.517259	0,132962	-0,191182	0,322872
				7	6124.127907	-5653.275865	390702.755341	6444503.957069	0,208777	-0,278896	0,348383
				8	1199.692726	-3012.703892	392825.363913	6447906.120685	0,13764	0,182708	0,228751
				9	5722.226557	-3047.626818	392571.786779	6444667.336490	0,227091	0	0,227091
				10	4037.002760	-3886.154307	392058.636916	6445905.262355	-0,119938	-0,464415	0,479652
				11	8794.726669	-3482.299226	392113.988695	6442529.981411	0,245536	-0,0810165	0,258556
				12	7456.046077	-5137.368420	391008.870727	6443540.867845	0,444461	0	0,444461
				13	2748.667503	-869.513082	394273.712433	6446682.199446	-0,0741112	-0,104719	0,128291
				14	2988.369373	-5936.416681	390641.525221	6446758.098337	0,0260508	0,112241	0,115224
				15	2071.941614	-2163.360309	393387.479778	6447232.661258	-0,367869	0	0,367869

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
2000	A7	16/06/2000	1187	1	8411.528150	-7882.274524	376449.825802	6442673.104580	-0,526807	0,820253	0,974854
				2	1037.481960	-950.895129	371135.232734	6437730.652414	0,4328	0,130865	0,452181
				3	953.577055	-5063.467744	374088.418392	6437461.012567	-0,227835	-0,797496	0,829403
				4	2802.471194	-844.811765	371157.187297	6439011.670120	0,390227	0,949796	1,02683
				5	4446.081450	-4105.214397	373571.845076	6440032.393402	-0,14342	0,668489	0,683701
				6	6638.925302	-3846.956898	373496.503504	6441606.485572	0,0906093	0,758021	0,763417
				7	8371.034158	-5564.092391	374799.836230	6442748.869579	0,42944	-0,785946	0,895617
				8	5925.060413	-383.734141	371000.135844	6441262.461858	-1,46322	0,523376	1,55401
				9	2423.145689	-3834.411860	373276.159976	6438590.091296	-0,677133	0,279634	0,732601
				10	1666.198868	-2321.237435	372152.322131	6438117.399022	0,632236	-0,111702	0,642028
				11	3387.057415	-2696.123349	372510.392268	6439339.590939	-0,374588	-0,830651	0,911206
				12	5339.905309	-1871.196525	372025.576070	6440775.823889	0,274342	-0,57213	0,634505
				13	8224.126712	-3708.887920	373477.628199	6442730.539102	0,909613	-0,353938	0,976047
				14	7613.738695	-1566.189612	371930.523762	6442398.844367	1,01493	-0,625377	1,19213
				15	8653.261222	-409.788340	371168.953491	6443181.286920	-0,761191	0	0,761191
	B7	16/06/2000	1260	1	2243.115569	-7399.602114	375936.368857	6442704.518058	-0,947274	-0,80706	1,24446
				2	2164.826326	-385.543787	380983.728822	6442460.893860	0,0859521	0	0,0859521
				3	8998.601798	-1060.812433	380200.296369	6437646.834519	-0,217324	-0,852573	0,879836
				4	9009.157854	-5513.574435	377055.810433	6437787.960620	-0,371502	-0,148082	0,363072
				5	1508.419345	-4360.486783	378168.106842	6443107.368231	0,325816	-0,133488	0,352101
				6	7528.818648	-3634.321326	378447.277739	6438766.981229	-0,398228	0,889007	0,974125
				7	7063.872799	-632.481401	380586.526080	6438987.377126	0,0434226	0,162642	0,168338
				8	4381.573165	-828.262765	380568.312002	6440892.141957	-0,252535	-0,246155	0,623208
				9	3055.319311	-3276.962107	378884.248441	6441941.346559	0,493124	0	0,493124
				10	975.467269	-6558.232641	376594.987220	6443594.601271	0,0467941	0	0,0467941
				11	4745.840639	-5778.915096	377022.226475	6440827.323240	0,518043	0,20031	0,593706
				12	5549.491317	-3649.315109	378516.751611	6440169.724253	0,566863	0	0,566863
				13	979.964882	-2053.597558	379848.024565	6443389.542755	0,144946	0,0875121	0,169315
				14	4892.358434	-1739.383641	379900.989779	6440564.441837	-0,222022	0,190119	0,292299
				15	3112.994621	-4934.314733	377691.135935	6441969.445207	-0,199081	0,583557	0,616581
	C7	14/06/2000	692	1	899.733463	-7279.876311	380656.808250	6443487.610175	-0,243137	-0,245213	0,345319
				2	1158.942369	-1240.258139	385007.742912	6443038.789959	0,334907	0,170746	0,375921
				3	9067.043260	-7533.778338	380199.714980	6437646.715748	0,161763	-0,55657	0,580645
				4	8652.937927	-268.621838	385338.536300	6437673.938751	-0,0105347	0	0,0105347
				5	1650.574891	-5352.819864	382026.065378	6442856.122024	-0,0455641	0,370026	0,372821
				6	2946.409962	-7275.879945	380589.234436	6441994.303320	0,0635164	-0,229521	0,238148
				7	3663.860296	-5127.448657	382110.513637	6441387.943126	0,24716	0	0,24716
				8	5005.215909	-7221.566884	380557.991169	6440509.157978	0,135171	0,169911	0,21712
				9	8905.342479	-4057.633812	382665.140164	6437634.854157	-0,139664	0,156202	0,209535
				10	2636.856947	-2174.645363	384269.151071	6442006.656085	-0,256952	-0,385173	0,463015
				11	4291.857135	-3478.404865	383265.418700	6440870.435366	0,124499	-0,142947	0,189562
				12	4504.186669	-876.581883	385107.251389	6440615.198671	-0,2028	-0,262663	0,331843
				13	7290.331845	-2219.665320	384029.784202	6438696.619013	0,196818	-0,133864	0,238027
				14	7163.192185	-5897.490891	381428.140051	6438924.494108	-0,222568	0,520037	0,565664
				15	5506.836324	-3935.287599	382888.959623	6440022.474630	-0,142614	0,530988	0,549806
	D7	14/06/2000	723	1	8127.424005	-110.776772	384268.376069	6442006.175265	-0,19849	0	0,19849
				2	8325.373122	-8055.583090	389901.259012	6442104.003846	0,506458	0,210509	0,548465
				3	2312.695947	-7898.012609	389784.787529	6437826.368237	-0,360742	0,0884566	0,371429
				4	2767.412471	-458.799531	384452.513683	6438187.485040	-0,803709	0,163617	0,820194
				5	914.157734	-4791.367157	387551.189051	6436828.868264	0,427671	-0,255469	0,498163
				6	4645.923935	-1736.991066	385389.503400	6439528.575449	0,150617	0	0,480617
				7	4273.002136	-4701.719381	387504.600201	6439247.776677	0,0463438	-0,166232	0,172571
				8	2954.397669	-3642.311984	386738.419765	6438307.654655	0,0626981	0,284062	0,290899
				9	2525.944375	-6490.765173	388777.577556	6437986.371621	0,253249	0,195812	0,320121
				10	6597.526401	-2311.589590	385817.237919	6440913.868493	0,266576	-0,24598	0,362724
				11	8584.933000	-3902.525112	386961.373590	6442308.106584	-0,310879	0	0,310879
				12	6545.449291	-343.830138	384416.075318	6440887.338781	0,562203	0,219195	0,603422
				13	7006.444097	-5472.900454	388066.451260	6441187.414602	-0,532679	-0,0915164	0,540483
				14	5656.009755	-7105.927995	389223.527070	6440222.107739	-0,302009	-0,0873146	0,314378
				15	5318.097109	-3629.668570	386745.731201	6439998.436476	-0,0973071	-0,381651	0,393861
	E7	14/06/2000	760	1	1371.782456	-7234.869395	389549.592919	6443472.084243	-0,28337	0	0,28337
				2	1233.003322	-225.046688	394606.042010	6443203.812341	0,319356	0,191142	0,372187
				3	8463.555772	-714.672670	393830.148262	6438103.186455	0,0636359	-0,160718	0,172858
				4	8237.931938	-6659.422309	389666.447293	6438532.289192	-0,431471	-0,586279	0,727936
				5	5688.838753	-213.430467	394343.164379	6440014.425341	-0,353922	0	0,353922
				6	3238.797848	-510.469438	394280.279309	6441769.740640	-0,0357457	0	0,0357457
				7	3940.102038	-4074.265831	391703.797497	6441446.059053	-0,265456	-0,286963	0,390916
				8	1734.497432	-5008.096494	391143.843210	6443089.022568	-0,192738	-0,180174	0,263838
				9	2581.753022	-1668.546297	393494.492233	6442301.117560	-0,0596806	-0,178982	0,18867
				10	4880.510018	-1737.157004	393315.256600	6440659.823789	0,0713788	0	0,0713788
				11	8149.709401	-3330.209218	392016.832763	6438440.826766	0	0,370367	0,370367
				12	5546.150683	-3168.463344	392265.555873	6440257.928780	0,0815667	0	0,0815667
				13	5911.051271	-5229.348733	390785.577779	6440100.057419	0,591025	0,548027	0,806005
				14	5324.221703	-7700.010449	389048.499576	6440637.172365	0,365247	0,23001	0,431636
				15	3183.437529	-5977.252256	390377.439161	6442087.452230	0,130794	0,10818	0,169735

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
2000	F7	14/06/2000	885	1	1426.470362	-5880.269729	394988.154944	6442946.121512	-1,01998	-0,487785	1,13062
				2	1545.817920	-1334.892956	398276.829115	6442721.370987	0,468632	0,696123	0,839169
				3	8033.519060	-403.995601	398672.390931	6438070.196680	-0,463811	0,105149	0,475581
				4	8293.294565	-7978.431996	393347.316021	6438095.080463	0,290354	-1,27021	1,30298
				5	2388.394542	-7917.128885	393492.877970	6442300.711685	0,789578	-0,245703	0,826924
				6	2892.286456	-5742.742906	395051.837752	6441868.222092	-0,111451	0,140018	0,178959
				7	4664.063434	-8107.420504	393315.641529	6440659.440238	-0,203933	1,78326	1,79488
				8	6690.736743	-6619.317516	394337.279833	6439177.337140	-0,174527	0,331915	0,375002
				9	8455.324821	-4947.256315	395474.443587	6437902.152739	0,111188	0,201334	0,229996
				10	3940.609375	-967.381924	398442.920629	6440969.257974	0,279222	-0,418249	0,502889
				11	1847.451704	-3173.860980	396936.688321	6442554.237110	0,0392892	-0,487863	0,489443
				12	3463.212751	-3289.637832	396798.743804	6441381.306202	-0,0786978	-0,21404	0,228048
				13	7228.798360	-2216.172997	397431.985048	6438678.554633	0,293538	0,323174	0,436584
				14	6220.262133	-3868.183815	396298.395129	6439431.103283	-0,222775	0,15497	0,271375
				15	4593.552507	-5209.179398	395390.980226	6440623.770227	0	-0,612089	0,612089
	A8	16/06/2000	1185	1	8046.371747	-508.484119	371037.558819	6438195.746234	0,556868	-0,485554	0,738827
				2	1645.881217	-8081.453408	376221.080326	6433350.341103	-0,677104	0,326429	0,751682
				3	1159.931902	-191.600255	370517.368452	6433322.296452	-0,728405	0	0,728405
				4	8489.642148	-3922.537021	373451.123305	6438407.345167	-0,206892	1,06698	1,2275
				5	4927.370331	-7876.420052	376169.349420	6435745.509959	0,212955	0,0993054	0,234971
				6	2455.474745	-6206.111083	374879.755184	6434017.725057	0,595664	-0,340647	0,68619
				7	7003.828628	-5267.585655	374355.893897	6437316.737808	0,16067	-1,19543	1,20618
				8	5476.595260	-4014.038725	373407.872456	6436274.101129	0,277109	0	0,277109
				9	2285.602542	-3857.304053	373176.911843	6433988.426291	-0,923023	0,264768	0,960246
				10	2583.840497	-1838.346082	371747.470768	6434282.833666	0,501713	0,171313	0,530155
				11	4612.815007	-192.287139	370669.868417	6435792.303156	0,480208	-0,217665	0,527236
				12	3821.336724	-2905.726551	372555.960629	6435131.162568	0,245522	0,352279	0,429397
				13	7242.759213	-1996.926273	372045.542876	6437589.650155	-0,966813	0,618508	1,14773
				14	1098.351645	-5727.820862	374487.010022	6433046.995064	0,629384	-0,282549	0,689897
				15	5885.432875	-2134.854791	372090.167732	6436627.192650	0,242144	-0,462042	0,521648
	B8	16/06/2000	1262	1	8350.823943	-7408.215579	375543.153838	6433738.254808	0,294182	-0,464289	0,549643
				2	8927.611774	-696.960530	380283.812503	6433152.621484	0,424307	0	0,424307
				3	2606.172924	-1154.493898	380199.941175	6437646.690753	0,0357087	-0,270128	0,272478
				4	2677.914157	-4870.267543	377532.837506	6437723.321667	-0,138642	0	0,138642
				5	6706.911726	-3452.323433	378417.063058	6434789.878257	-0,558241	-0,310075	0,638576
				6	1434.371309	-3193.957179	378782.397317	6438567.367586	0,242805	0,228057	0,333113
				7	3427.505206	-2344.209690	379320.979117	6437095.766563	0,148972	-0,383815	0,411712
				8	5645.106302	-521.959044	380532.050972	6435455.415304	0,241857	0,28769	0,375846
				9	5501.389766	-1975.096031	379508.717663	6435601.367507	-0,0858981	-0,150665	0,173432
				10	8556.299800	-2859.086418	378775.506092	6433469.815650	-0,0923601	0	0,0923601
				11	6443.807240	-6625.834116	376156.342858	6435071.190955	-0,143368	-0,168555	0,221281
				12	4735.387914	-3462.884881	378476.045707	6436194.392595	-0,225025	-0,0725058	0,236418
				13	5272.099942	-5200.377541	377214.966099	6435865.935619	0,157238	0,775665	0,791442
				14	7584.997637	-5222.681305	377128.680440	6434220.010051	0,0976902	0,531688	0,540588
				15	6876.494015	-839.718479	380260.219792	6434594.462978	-0,399226	0,099536	0,411447
	C8	14/06/2000	694	1	902.038582	-7054.893486	380587.135671	6438987.630216	-0,367042	-0,480924	0,604986
				2	1125.004392	-622.491199	385229.099129	6438526.707947	0,449951	-0,124745	0,466923
				3	8768.067410	-7503.807101	379985.553507	6433366.631304	0,318444	-0,388924	0,502662
				4	935.701457	-3630.850490	383071.341432	6438803.999054	0,25237	-0,112588	0,276346
				5	2036.204483	-5095.891724	381963.739892	6438064.956383	0,18378	-0,332812	0,380182
				6	2760.543730	-7494.165126	380200.539556	6437645.996649	-0,278486	0,621681	0,681206
				7	5486.203252	-7442.897244	380142.109291	6435678.072666	0,41267	0	0,41267
				8	8348.017453	-4668.082810	382004.833783	6433547.662200	-0,414988	0	0,414988
				9	6422.415707	-5108.458186	381772.462920	6434915.688837	-0,103236	-0,121659	0,159557
				10	6864.436962	-2467.008531	383624.308934	6434496.751728	0,526723	0,340338	0,62711
				11	4784.727091	-713.896562	384967.439066	6435892.490558	0,0526371	-0,299026	0,303624
				12	4774.282639	-3216.447299	383190.545827	6436006.667289	0,104544	0,105329	0,148404
				13	4426.691602	-5593.012189	381507.419985	6436357.750608	-0,0465773	0,586713	0,588559
				14	2455.253715	-1906.328529	384237.641835	6437617.227951	-0,691972	0,345369	0,773373
				15	8612.308595	-1235.427699	384403.432981	6433229.518311	-0,398818	-0,085375	0,407853
	D8	14/06/2000	721	1	8448.715356	-715.065685	384597.425511	6437680.372335	0,200103	0,522067	0,559103
				2	8888.141903	-8058.066361	389786.022411	6437826.587589	0,604749	0,33501	0,691341
				3	1225.878427	-7235.117099	389087.026798	6432387.171539	0,333512	-0,156292	0,368317
				4	1674.920125	-464.247443	384218.377696	6432852.063658	-0,0822902	-0,157676	0,177858
				5	2117.685641	-4896.444088	387422.029203	6433083.146002	0,110463	0,217001	0,243499
				6	5587.502516	-323.939881	384235.428240	6435670.111016	-0,1111	0,134643	0,174562
				7	3404.182724	-1542.906133	385045.166100	6434081.410244	0,170555	-0,308262	0,352298
				8	5332.155683	-2948.330903	386101.090484	6435432.807215	0,523166	0,280861	0,593789
				9	8818.208499	-4337.916540	387164.543369	6437858.015200	-0,746912	-0,742429	1,05313
				10	7154.320864	-2170.229700	385593.209627	6436739.667752	0,150607	0,123333	0,194662
				11	7544.563815	-6179.885332	388440.716154	6436927.306798	0,0245826	-0,180567	0,182232
				12	5959.741820	-7845.602388	389594.385462	6435774.186372	-0,0498626	0	0,0498626
				13	5970.802970	-5552.413236	387967.168724	6435830.181945	-0,188612	-0,619171	0,647261
				14	3709.494945	-4239.968701	386984.900637	6434245.017484	-0,420415	-0,075861	0,427204
				15	3852.953048	-7151.277808	389068.100980	6434288.007021	-0,5185844	0,63508	0,819887

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
2000	E8	14/06/2000	762	1	895.086560	-7000.520796	389506.453332	6439134.351525	0,452547	-0,265047	0,524451
				2	946.138748	-722.386074	393991.100433	6438798.381145	0,0261492	0,309257	0,310361
				3	8798.514917	-7644.306288	388709.963256	6433534.342878	-0,429639	0	0,429639
				4	7787.382939	-522.756236	393787.034682	6433935.736776	-0,276173	-0,256872	0,377166
				5	8821.540777	-3765.330338	391454.138566	6433351.323403	0,383469	0,250535	0,458057
				6	7530.953112	-5549.362937	390250.659284	6434335.457644	0,199441	0,0830141	0,216028
				7	5065.910265	-7869.575114	388705.846124	6436185.202050	-0,142769	0	0,142769
				8	6163.347063	-2026.139107	392807.629715	6435144.507908	0,203066	0	0,203066
				9	4841.820475	-5062.579650	390716.588592	6436217.042546	0,288035	0	0,288035
				10	2681.236283	-6500.627740	389785.695421	6437826.090759	-0,710144	0,0862925	0,715368
				11	1280.681875	-4558.653862	391238.574637	6438740.409472	-0,0628748	0,298313	0,304867
				12	5114.141318	-674.423160	393814.340533	6435825.809147	0,0131099	0,17094	0,171442
				13	2230.598759	-3342.569307	392062.198461	6438000.831106	0,0267839	0	0,0267839
				14	3922.442214	-3192.044292	392088.698173	6436785.556091	-0,131769	-0,251144	0,283613
				15	2978.384468	-647.051912	393941.286420	6437340.816323	-0,124769	-0,273146	0,300293
2000	F8	14/06/2000	887	1	941.229510	-6994.862687	393991.503062	6438798.991209	-0,15441	0,409564	0,437705
				2	1554.251602	-485.014088	398676.549069	6438118.501831	0,796208	0,596129	0,994644
				3	8097.860558	-1233.042048	397877.785066	6433506.779516	0,801966	-0,565876	0,981512
				4	7701.616109	-7079.960680	393786.806407	6433935.978441	0,1373	0,287433	0,323242
				5	2056.029705	-4916.311875	395474.755369	6437902.750135	0,0354166	-0,409665	0,411193
				6	5306.571460	-581.826718	398443.977769	6435431.543419	-1,1521	0,460134	1,24059
				7	5461.557773	-4066.749317	395981.011448	6435424.788419	0,0671317	0,551249	0,556215
				8	5722.628636	-7006.577447	393879.947596	6435325.706255	-0,051173	-0,114445	0,127906
				9	8620.949637	-3940.615027	395972.594383	6433217.143192	-0,338238	-0,312284	0,460354
				10	4202.362700	-2194.685979	397351.168490	6436262.479525	-0,397371	-0,207265	0,448177
				11	6926.208465	-2111.612082	397309.021374	6434341.409259	0,0207098	0,619215	0,619561
				12	1293.992429	-2340.025004	397357.305441	6438372.085857	-0,226281	-0,642329	0,681021
				13	2894.529652	-3205.871994	396678.156009	6437234.838472	-0,143449	-0,37395	0,40052
				14	3265.714146	-6598.793392	394227.199137	6437077.536909	-0,999367	0,225312	0,246481
				15	4030.432827	-4492.501811	395721.945107	6436457.087851	0,710174	-0,424122	0,82718
2000	B9	16/06/2000	1264	1	1814.404688	-6565.290586	376126.988727	6433813.587893	0,338971	0,202917	0,395066
				2	1481.805861	-677.963507	380377.522409	6433888.452391	0,159879	0,133568	0,208331
				3	8791.719322	-350.687592	380372.700923	6428676.746884	0,24661	0,135634	0,284125
				4	8466.010566	-6859.311436	375769.566766	6429052.236412	-0,10625	0	0,10625
				5	6550.188384	-833.526809	380103.140336	6430264.367725	-0,172662	0,33004	0,372476
				6	4148.823314	-960.607328	380089.182766	6431975.303278	-0,200815	-0,163998	0,259272
				7	6292.788582	-7951.020352	375032.146359	6430620.705529	0,111092	0,202392	0,230876
				8	3345.736398	-7903.054079	375124.934717	6432738.361363	-0,0676129	0,129566	0,146147
				9	4782.968363	-6900.878396	375818.750126	6431675.161507	-0,051193	0	0,051193
				10	6995.884922	-4622.585191	377399.269545	6430039.363915	0,0704951	-0,133623	0,151078
				11	8332.961447	-2542.078116	378840.491185	6429047.282514	-0,0898326	-0,199851	0,219113
				12	5515.084625	-2571.677744	378900.659298	6431041.275284	0,0883234	0	0,0883234
				13	2921.441342	-3162.247827	378552.501288	6432916.161597	-0,0564538	0	0,0564538
				14	5268.717965	-4553.269570	377492.839078	6431266.967839	0,25013	0	0,25013
				15	3400.687266	-5052.024187	377181.333653	6432620.807612	-0,523732	-0,641619	0,828233
2000	C9	14/06/2000	696	1	1581.588699	-6922.022381	380376.923484	6433889.301235	0,249648	-0,157889	0,295386
				2	1731.464611	-476.305611	385008.161887	6433530.233244	-1,1507	0,274426	1,18297
				3	8534.287851	-408.942488	384754.412186	6428705.165010	0,229588	0,22043	0,318276
				4	8553.239493	-8011.343401	379395.676240	6428938.875329	0	0,351974	0,351974
				5	5168.933963	-7710.498565	379702.778700	6431323.718382	-0,184678	0,28156	0,336722
				6	1366.360174	-3630.284345	382763.084942	6433918.338689	0,227322	0,52913	0,575894
				7	6504.126280	-6415.475732	380590.316341	6430327.437195	-0,104496	-0,188016	0,215103
				8	8758.171989	-3650.562354	382472.716689	6428654.523156	0,0238493	0,623396	0,623852
				9	5293.401550	-5012.749697	381629.427328	6431138.301693	-0,542525	-0,0803197	0,584838
				10	7584.710111	-4063.176650	382224.130252	6429485.684636	0,00784077	-0,956638	0,95667
				11	6258.609504	-2039.129483	383704.531700	6430350.112068	-0,224302	-0,351355	0,416847
				12	4428.086047	-579.126048	384815.505774	6431596.587956	0,384547	0,207202	0,436817
				13	2723.303530	-1525.457002	384217.414959	6432852.621339	0,698649	-0,246524	0,740867
				14	3700.299177	-3322.457885	382894.424272	6432216.276875	0,179444	-0,433924	0,469564
				15	3436.830741	-5452.322290	381378.280550	6432485.222543	0,203648	-0,0734527	0,216489
2000	D9	14/06/2000	719	1	8610.745586	-690.680552	384404.001018	6433229.143224	0,0403395	0,946736	0,947595
				2	7362.257137	-7645.910115	389302.998976	6432200.282516	0,00744567	0,591871	0,591918
				3	1405.923193	-7833.783995	389320.125684	6427922.544651	0,575616	0,312086	0,654776
				4	1439.752215	-1946.393323	385089.791865	6428106.917418	-0,0179241	0	0,0179241
				5	8778.085775	-4805.182451	387311.328247	6433259.762501	0,323184	-0,543289	0,632147
				6	4911.766919	-4700.529439	387144.377428	6430525.089305	-0,7005	0,184787	0,724463
				7	3476.211023	-7116.441439	388844.114443	6429436.591275	-0,0799832	-0,215945	0,230281
				8	2657.594017	-5410.054972	387599.752865	6428891.757605	-0,0753437	0	0,0753437
				9	7708.020522	-3138.725038	386104.455927	6432542.566128	-0,32267	0	0,32267
				10	6314.362497	-1263.251875	384742.388620	6431600.411505	0,685884	-0,512772	0,856372
				11	4398.370221	-733.455817	384312.229134	6430255.531023	0,0333985	0,214298	0,216885
				12	3729.043753	-2494.255994	385542.550502	6429734.529650	-0,361837	-0,266302	0,449269
				13	7088.780283	-6403.941770	388409.883540	6432033.105609	-0,151884	-0,249979	0,292503
				14	6272.793987	-3678.582868	386451.006463	6431515.982883	0,0611413	-0,530268	0,533782
				15	1350.013053	-6074.523699	388047.932675	6427929.951041	-0,0168677	0,0693842	0,0714051

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
2000	E9	14/06/2000	764	1	1481.505139	-490.500599	393786.741861	6433935.523611	0,318901	0,200888	0,376901
				2	8013.508689	-7230.343608	388844.220772	6429436.956283	0,479861	-0,220097	0,527929
				3	7835.360771	-1738.191170	392738.509971	6429465.565846	0,141779	0	0,141779
				4	6049.091265	-4401.683698	390901.247481	6430774.861536	-0,287648	0,850429	0,897758
				5	3957.573465	-3085.759738	391884.312165	6432230.986339	-0,426592	-0,735893	0,850599
				6	4027.666211	-526.471731	393689.685000	6432122.128068	-0,347591	-0,129515	0,370936
				7	5280.023321	-1284.003033	393124.594370	6431253.113822	0,789419	0,0963153	0,795273
				8	5739.236522	-7725.633255	388527.727895	6431063.515630	-0,319469	-0,220491	0,388171
				9	3868.403200	-6997.204385	389087.296890	6432388.317650	0,0956416	-0,102611	0,140273
				10	4184.861793	-4884.266693	390598.119045	6432111.744391	-0,237543	0,199751	0,310366
				11	2299.322714	-5046.232899	390523.302384	6433468.853016	0,253005	-0,152725	0,295527
				12	1796.984217	-2788.358193	392148.854096	6433770.306462	-0,287341	-0,429209	0,516513
				13	6389.120782	-2466.435945	392262.922194	6430495.160425	-0,257609	0,398136	0,474209
				14	1857.380804	-6813.547563	389258.049701	6433836.089689	0,229255	0,53875	0,5855
				15	7932.097114	-4014.493212	391133.814318	6429437.409153	-0,14407	-0,342733	0,371782
	F9	14/06/2000	889	1	1277.476827	-7043.269525	393786.953525	6433935.149585	-0,047813	0,499322	0,501565
				2	1185.370659	-1014.049281	398142.317511	6433840.957467	-0,879617	0,270607	0,920301
				3	8633.760726	-7717.478357	393190.360709	6428702.929502	-0,515469	0,977384	1,10498
				4	8393.575488	-927.106030	397959.628230	6428719.887060	0,555113	-0,190138	0,586773
				5	6328.768821	-8182.632817	392892.211435	6430323.780201	-0,272799	-0,34507	0,439878
				6	6081.003847	-4453.989931	395545.408103	6430411.912077	0,0759414	0,199567	0,213527
				7	8369.707504	-3620.190458	396075.712378	6428795.894997	-0,563173	0,671575	0,876457
				8	3304.877302	-7394.609553	393500.055972	6432465.525754	0,069434	0	0,069434
				9	2682.701820	-5290.989685	395025.857730	6432861.158674	0,245255	-1,1087	1,1355
				10	4052.341788	-3849.368110	396025.738539	6431838.647065	0,105503	0,0763898	0,130254
				11	1323.238325	-4081.043535	395930.588983	6433822.065490	0,578382	0,408431	0,708055
				12	4365.379358	-5712.102018	394688.077342	6431660.163392	0,127039	-0,28158	0,308911
				13	7261.269440	-6520.293537	394058.579005	6429629.641918	0,508232	-0,929976	1,05979
				14	3175.111896	-1546.915953	397694.055671	6432411.030914	-0,138346	0,203812	0,246331
				15	6383.384970	-878.934157	398060.427524	6430115.719444	0,151887	-0,458986	0,483464
	E10	14/06/2000	7645	1	990.928254	-6753.278647	389302.776349	6432200.217674	-0,19196	-0,446467	0,485985
				2	955.729333	-662.267594	393689.783588	6432123.032471	-0,648887	0,905948	1,11436
				3	8047.934783	-8080.983026	388269.933722	6427205.950707	-0,546462	0,284047	0,615876
				4	7841.876055	-708.299772	393459.363194	6427196.066893	-1,52206	-0,243527	1,54142
				5	3183.081798	-7651.114569	388631.677453	6430632.903119	-0,368799	0,28211	0,464326
				6	1697.752564	-4807.976058	390684.640911	6431653.273414	-0,646613	-0,153302	0,664537
				7	2738.134545	-214.783389	393961.414562	6430817.152338	0,62101	-0,689942	0,928264
				8	8607.396602	-4256.258673	390940.731386	6426736.125172	-0,524781	-0,799273	0,956155
				9	5833.349007	-4096.021814	391110.759295	6428678.045230	0,556084	0,137337	0,572792
				10	7110.517124	-5796.309138	389887.125902	6427813.530459	1,18632	0,481217	1,28021
				11	4945.773982	-6979.263204	389084.983881	6429362.465637	0,377475	-0,131436	0,399703
				12	3846.916099	-5061.802086	390463.373449	6430109.264671	0,270256	-0,120515	0,295909
				13	3245.084543	-2563.020450	392260.728531	6430495.438550	0,331942	0,413708	0,530415
				14	982.905562	-2184.582493	392589.108013	6432127.900219	-0,0294484	-0,506562	0,507418
				15	5717.177577	-1175.916560	393188.477943	6428703.185481	1,13592	0,586658	1,27846

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
	S	08/07/1945	3	1	-3416.291162	-9727.714923	371740.261321	6455873.490478	-2,57487	2,45023	3,55438
				2	-3091.271635	-17903.616692	371703.724357	6449026.840978	8,12599	-1,68357	8,29856
				3	-3942.800243	-14798.856779	371113.670594	6451619.381830	1,89477	0,997698	2,14139
				4	5173.805224	-16318.297761	378644.774632	6449926.039598	-0,648533	-3,77573	3,83102
				5	-1817.530436	-14126.130030	372899.807348	6452079.314022	0,0726294	-2,68898	2,68996
				6	-4204.745200	-18973.023176	370744.595398	6448215.044661	-3,12815	-2,02729	3,27263
				7	-4500.184017	-15265.224712	370634.766637	6451256.666349	-1,09558	-1,27577	1,68164
				8	-2848.372845	-12964.429313	372082.999481	6453101.951376	-6,46445	1,411109	6,61667
				9	5385.781479	-13405.379891	379007.342167	6452366.358629	0,560159	2,75381	2,8102
				10	-1099.554056	-16827.842344	373374.134555	6449818.409418	-4,37947	7,06336	8,31088
				11	-2310.419006	-10938.735221	372626.731446	6454786.714477	4,04393	-4,63962	6,15462
				12	-3586.120111	-11242.648352	371547.136682	6454584.907545	5,59368	-0,800606	5,65069
				13	-3785.255381	-13339.950033	371289.590751	6452828.970283	-6,54882	2,40011	6,97478
				14	-2838.545270	-15725.828401	371989.110795	6450805.313840	1,25028	4,43476	4,60764
				15	-2709.763252	-14517.302530	372145.709164	6451791.647202	3,29843	-4,61949	5,67621
	C	13/07/1945	59	1	6571.368102	2162.315827	381142.833514	6461715.795727	-2,39336	1,04812	2,6128
				2	6651.977258	-7305.879081	381551.363665	6453530.658613	0,0294212	1,89346	1,89369
				3	6907.685289	-3501.778172	381638.812013	6456847.861566	0,889912	-0,474432	1,00848
				4	7443.209969	-1210.362355	382022.756271	6458850.483592	1,27209	-0,772443	1,48825
				5	7170.633327	1178.237976	381698.111872	6460898.110506	-0,700871	1,21362	1,40146
				6	7411.856936	-4457.716787	382111.524157	6456035.932240	-0,7972341	-0,419774	0,709778
				7	-1964.343054	-6304.415082	374094.738957	6454128.529537	-3,51691	1,32997	3,75998
				8	-1423.300729	-330.940946	374391.436351	6459250.829017	-0,416403	-3,57675	3,6009
				9	-1474.056870	499.438583	374328.421295	6459952.505421	2,33523	-5,12193	5,62916
				10	7101.759022	-661.207524	381704.090030	6459310.647019	-0,797824	1,12386	1,12386
				11	7558.758087	-3026.811887	382188.406381	6457281.876390	0,267145	-2,13031	2,147
				12	4095.845642	-6373.907716	379295.949138	6454258.992532	0,120038	-0,932959	0,94065
				13	5434.395212	-3312.646320	380353.464378	6456960.040989	1,92613	1,50407	2,44381
				14	-1343.105546	-2243.365392	374515.324438	6457629.548405	2,68039	1,18872	2,86649
				15	-1163.088087	1696.972095	374554.312634	6460991.669344	-1,05065	6,04216	6,13283
1945	N	08/07/1945	3	1	5027.675359	12491.415629	380059.200594	6464715.234716	1,88719	-4,65405	5,02212
				2	-2357.708927	4109.294199	372626.074198	6458823.366623	-1,42707	-3,69497	3,96097
				3	-2054.201251	11816.586237	374271.325972	6465189.403721	-1,64593	-2,7716	3,22348
				4	-1718.831381	5658.741283	373463.044321	6460083.695854	2,97195	0,928084	3,11349
				5	6730.833764	3627.754053	380351.160625	6456960.251607	0,488091	0,304544	0,575309
				6	5993.703681	10716.044049	380620.974090	6463162.949537	-2,73205	-1,31694	3,03289
				7	3052.664963	12652.825237	378489.180752	6465128.426795	1,62321	3,04738	3,45273
				8	-1575.686679	11115.615306	374542.785239	6464572.809847	0,40851	-0,12	4,05029
				9	-1837.727983	7942.622283	373776.373984	6462039.772142	0,801953	3,22297	3,32124
				10	7245.791094	10215.776355	381597.098133	6462573.073990	4,74074	-1,06098	4,85801
				11	5938.339443	11632.585407	380689.887623	6463910.876771	0,681102	1,32317	1,48818
				12	6414.921909	6016.232030	380386.403499	6459143.809168	-2,47558	0,76429	2,59088
				13	7179.968387	8512.103473	381338.993598	6461170.017081	-1,03025	0,905991	1,37195
				14	-2112.780423	12853.364572	374399.862379	6466004.541322	-0,613477	0,112423	0,623693
				15	273.900749	10664.069520	375954.887884	6463951.789474	-4,07198	3,00968	5,06352
	NN	13/07/1945	3	1	9313.493219	-2949.276915	375980.820584	6474003.478645	6,14194	-0,178661	6,14454
				2	3056.237659	-1788.089131	374355.420820	6468665.150769	-4,93237	-5,17269	7,14829
				3	7455.060360	-9340.928468	381322.063154	6471776.611916	0,802696	-1,2426	1,47932
				4	1334.482329	-8492.940469	380024.997293	6466575.715393	1,21337	-0,273268	1,24376
				5	9204.443060	-11268.760924	383126.078244	6473096.547844	-1,11226	0,17814	1,54904
				6	6798.665340	-4087.300683	376723.838894	6471710.590324	-2,81749	-0,559107	2,87243
				7	7894.462070	-3307.648297	376151.107436	6472737.493211	-0,858332	0,384061	0,940339
				8	8446.551294	-7984.425825	380251.407650	6472760.986054	1,01729	-0,376875	1,08486
				9	5573.601727	-6056.776985	378316.488666	6470463.885496	-2,92311	0,397482	2,95002
				10	10439.670017	-3167.485673	376270.916742	6474958.924548	-1,06855	0,488955	1,17511
				11	7116.870970	-6580.309266	378918.038598	6471748.794691	1,08836	0	1,08836
				12	4994.383426	-8097.970963	380026.592242	6469773.198980	0,727545	-0,246161	0,76806
				13	5387.912810	-4834.794288	377238.605937	6470416.137215	-4,01596	-0,705225	4,07741
				14	4599.961779	-2064.775550	374753.143717	6469993.767663	1,98545	3,07238	3,65807
				15	1341.863617	-3157.960156	375400.924388	6467055.272828	4,75276	3,28988	5,78032
	A0	08/07/1945	152	1	1634.198104	-7984.375301	378644.493351	6449925.253037	0,421742	3,72867	3,75244
				2	1311.926219	-3023.811939	382855.700600	6450327.469637	-1,73477	0,444908	1,79091
				3	7644.620262	-7006.139579	379634.178815	6444793.202543	3,06222	0,185052	3,06781
				4	2261.443536	-1154.034744	384474.457077	6449569.558648	3,13845	1,95257	3,69627
				5	8853.374321	-6699.178090	379927.859009	6443760.289217	2,7678	0,706338	2,85651
				6	4956.607020	-5525.120586	380826.485025	6447140.554767	-0,784357	-4,77415	4,83815
				7	10592.012498	-2144.155193	383872.109866	6442392.090235	2,02018	-1,77144	2,68684
				8	10434.302804	-9616.678509	377460.912148	6442306.828085	1,18368	1,30406	1,76116
				9	4269.543891	-4320.545985	381844.113145	6447764.723532	8,14187	-2,46024	8,050546
				10	5234.994035	-2674.283227	383261.424281	6446991.877894	-3,39358	5,90038	6,80667
				11	1390.669812	-4667.004608	381464.627003	6450219.304922	1,29796	2,50627	2,82243
				12	7462.653562	-1964.794433	383926.634965	6445093.973751	-6,17716	-0,864198	6,23731
				13	695.903142	-4261.580796	381785.747723	6450815.108671	-3,4687	-4,05165	5,33364
				14	1028.390613	-6855.327284	379593.646168	6450465.708042	2,26967	-2,49775	3,37493
				15	6404.235672	-8452.391637	378352.668478	6445819.297916	-8,74501	-0,308821	8,75046

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual x	Residual y	<Résiduel>	
1945	B1	08/07/1945	7	1	4912.674986	-9227.087453	390523.983227	6450016.094663	-4,3611	0,563513	4,39736	
				2	3893.897478	-2049.084459	384473.501430	6449569.081154	-4,41781	-3,95913	5,93227	
				3	7157.553253	-2301.554026	384873.345055	6452255.571002	-1,73862	-0,0821304	1,74056	
				4	1243.608073	-6118.030106	387689.186094	6447120.186809	1,77295	4,44365	4,78428	
				5	9344.274200	-4716.189210	386988.177765	6453961.091871	-1,18195	7,1235	7,22089	
				6	3076.963961	-9541.592012	390689.695418	6448442.528667	-2,04262	-0,822403	2,20196	
				7	8812.794371	-1327.229971	384181.316047	6453665.766891	2,86049	1,86806	3,41644	
				8	3395.490501	-11079.501738	392035.166095	6448615.976618	2,78126	-2,69683	3,87431	
				9	4022.889446	-5956.346366	387718.436281	6449455.494599	4,9967	0,165973	4,99946	
				10	4690.902338	-5428.366180	387311.307863	6450044.811056	-0,103049	0,798768	0,805388	
				11	6080.023730	-1301.877363	383997.990298	6451416.920918	0,170291	-0,378179	0,414751	
				12	1794.505056	-9170.833488	390300.298528	6447379.543156	-0,781759	-0,823224	1,13527	
				13	691.519712	-7930.257149	389182.974106	6446530.486926	0,797419	0,529445	0,957178	
				14	10240.720098	-4938.328155	387226.015586	6454686.011261	0,488797	-2,59915	2,64471	
				15	9206.769005	-2564.690790	385210.531476	6453929.841606	0,758654	-4,13186	4,20093	
		B3	08/07/1945	6	1	6663.427028	-6798.612730	390407.768307	6463315.617568	1,14932	1,25927	1,70491
	2				9913.099728	-4602.588510	388473.356101	6466001.852941	-0,0394605	0,176932	0,181279	
	3				5730.718818	-2418.445388	386752.922513	6462403.185340	-1,70125	-2,46754	2,99716	
	4				3211.211737	-10273.935722	393421.210186	6460489.395173	-0,904578	-1,47898	1,73368	
	5				8377.530351	-3084.208336	387238.328277	6464663.734331	-1,76031	4,76505	5,0798	
	6				4081.856393	-8464.826695	391874.587202	6461178.448280	-1,4236	0,414522	1,48272	
	7				10675.694900	-7758.359356	391108.323232	6466739.873188	-1,45067	-0,483724	1,52919	
	8				3627.209961	-2447.298325	386834.180396	6460628.592302	-2,45124	-5,03647	5,60131	
	9				7411.217625	-10705.343694	393679.922712	6464056.153650	-0,193084	0,912987	0,933181	
	10				8455.142487	-8311.699857	391634.713797	6464873.598158	0,715918	-0,111564	0,724558	
	11				10328.870572	-1599.203492	385941.600650	6466263.200542	0,842845	-2,90075	3,02072	
	12				1830.250625	-3165.371121	387489.548538	6459143.292899	2,61388	3,45476	4,33218	
	13				7004.394875	-8379.598811	391731.577508	6463647.537706	2,80857	0,516595	2,85569	
	14				6191.427354	-4584.471184	388558.306828	6462855.574706	-0,186265	1,52011	1,53148	
	15				6912.057476	-2184.560623	386528.088705	6463397.177872	1,97992	1,28477	2,36024	
		C0	12/07/1945	82	1	5768.398619	-1659.144388	390526.114806	6450015.537779	3,1642	2,16912	3,8363
	2				4330.370055	-3607.275028	392034.619807	6448616.491503	0,87746	-2,06866	2,24706	
	3				702.877906	-1765.168902	390130.918255	6445709.684652	-3,77969	-1,36639	4,01909	
	4				2571.671116	-6858.309828	394628.707719	6446825.430092	0,368628	0,551863	0,663656	
	5				3957.631183	-2055.554688	390690.303724	6448442.667202	3,51539	-0,852752	3,61734	
	6				1266.050518	-4427.734443	392439.083993	6445940.233030	-0,867194	-0,220973	0,894904	
	7				1048.628718	-6957.071925	394571.492672	6445521.634901	2,59523	3,21123	4,12883	
	8				10752.161127	-5808.871866	394505.460477	6453873.629335	-0,357056	-1,12929	1,18439	
	9				2668.991101	-1741.120038	390300.010226	6447379.158255	0,122288	-0,919169	0,927268	
	10				3728.346589	-6600.733810	394516.553155	6447827.896896	-1,48557	-5,47052	5,66864	
	11				3822.605266	-4318.797326	392586.294816	6448123.246570	-2,33271	0,632974	2,41706	
	12				9749.551996	-6120.465841	394677.609762	6452998.678283	1,24059	2,44144	2,73855	
	13				7398.290624	-3523.910366	392247.504564	6451227.875006	-4,72301	-0,74687	4,7817	
	14				2640.165027	-3381.553785	391684.787605	6447208.184675	1,43764	3,51813	3,80054	
	15				5248.851066	-811.574200	389759.737157	6449649.720461	0,223806	0,249855	0,335435	
		C1	13/07/1945	56	1	7830.806991	-11116.308100	385386.877607	6454148.554227	1,78877	5,118	5,42158
	2				876.921877	-9155.604771	386925.500847	6460193.811775	0,391877	-3,04804	3,07313	
	3				2304.548266	-760.165008	394174.551595	6459114.907845	-0,247152	-2,89302	2,90355	
	4				9722.447546	-10004.093418	386391.601941	6452545.591542	3,2125	-1,20747	3,43193	
	5				1921.118295	-8481.058166	387534.271156	6459304.195328	2,02515	1,39971	2,46179	
	6				8002.600457	-1152.696844	393927.563162	6454228.339134	-1,67333	0,225689	1,68848	
	7				4427.729277	-820.379096	394157.362625	6457291.577764	1,0184	-0,673476	1,22095	
	8				1485.332189	-636.744348	394267.641179	6459829.598465	0,144805	3,80399	3,80675	
	9				6589.881139	-10703.628977	385705.423049	6455220.981498	-7,80381	-0,161335	7,80548	
	10				9825.079447	-10524.678630	385943.135113	6452443.429719	1,1428	-2,56405	2,8072	
		SS	08/07/1945	154	1	321.268408	-8362.448305	371111.783768	6451620.695200	1,77818	-6,11778	6,37097
	2				3925.016573	-3357.070103	375460.039677	6448624.352729	5,16142	2,14115	5,58791	
	3				10798.097137	-2935.928118	375937.647869	6442715.125243	-5,75276	-0,0729994	5,75322	
	4				8595.724183	-3503.456662	375416.209300	6444601.792840	0,0402119	-2,46646	2,46678	
	5				1240.929978	-5040.124940	373966.538455	6450890.212662	-2,71182	-1,95335	3,30852	
	6				6605.556047	-5716.077867	373484.714705	6446271.479661	0,496052	-3,94309	3,97417	
	7				1588.222311	-7481.179736	371885.393785	6450556.181131	-0,69515	0,827379	1,08064	
	8				10717.960296	-9007.526374	370718.598663	6442652.024430	0	0,095121	0,095121	
	9				10597.873716	-6583.327087	372809.320501	6442814.108504	1,9403	5,10434	5,46068	
	10				4677.547324	-6043.433278	373166.241155	6447934.240933	-4,04689	5,91597	7,16771	
	11				6823.811477	-3444.819648	375437.892052	6446125.247992	4,35714	-6,17742	7,55945	
	12				8406.692755	-7473.605550	372006.173210	6444693.596605	1,86357	7,30911	7,54294	
	13				7394.355088	-8426.693224	371165.726980	6445540.141493	-1,39883	-1,78017	2,26401	
	14				2443.904919	-7626.334401	371773.513886	6449826.188341	-2,01729	7,11404	7,39452	
	15				10502.813646	-10563.058762	369371.026269	6442798.642515	0,986281	-6,05383	6,13365	
		Z0	12/07/1945	67	1	1802.005652	-11034.204789	386919.217998	6433024.754419	-2,92202	1,35064	3,21907
	2				1290.819663	-1170.190763	395342.599520	6433018.675703	0,404549	4,66695	4,68445	
	3				7136.691820	-1424.756683	394839.062060	6428033.055548	2,13151	-2,10239	2,99389	
	4				9491.167399	-9452.332307	387887.541448	6426409.134262	-3,89718	-0,0730644	3,98785	
	5				10452.834094	-5132.655217	391515.023151	6425386.070046	0,517302	1,38719	1,48051	
	6				8222.771060	-3004.550052	393435.736628	6427183.763051	-0,305438	0,34784	0,462867	
	7				5351.759187	-7561.836514	389697.045383	6429842.765425	-0,492839	-0,232928	0,54511	
	8				1527.646581	-2962.551122	393798.567534	6432891.787523	-1,91099	-1,06745	2,18891	
	9				3956.237976	-2644.163099	393948.760218	6430801.632887	-4,03368	-4,02958	7,50159	
	10				5643.899991	-10013.513598	387606.635424	6429708.754610	4,78242	0,94314	4,87453	
	11				8054.569980	-7865.168195	389307.605388	6427555.809263	-0,79876	-0,426801	0,905636	
	12				7074.287642	-5506.705053	391362.353081	6428280.239878	1,14634	0,144471	1,1554	
	13				2636.630024	-6665.949941	390595.337960	6432112.455171	3,86381	-2,47622	4,58919	
	14				5359.269130	-5083.811044	391805.756214	6429725.473932	0,810944	3,66322	3,75191	
	15				3476.878018	-8707.420686	388816.261737	6431490.060881	0,794029	-2,09497	2,2404	

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
	D0	08/07/1945	148	1	1246.741943	-10305.364239	391284.457636	6449297.137452	5,21052	-1,63915	5,46227
				2	10434.093741	-10269.852901	391703.995565	6441443.247009	4,23712	-1,51905	4,50118
				3	7819.598771	-2253.007839	398394.356793	6444040.067872	-2,95733	2,06797	3,60864
				4	4238.592425	-2463.735839	398073.848340	6447077.199128	4,65103	-0,32473	4,66235
				5	5742.543173	-7089.999122	394205.213586	6445596.197646	-3,55778	1,56688	3,88754
				6	5255.991448	-9582.729314	392059.367354	6445903.478729	-6,55544	2,3596	6,96717
				7	6267.937047	-10274.686063	391518.491793	6445000.189423	-0,257738	-5,40748	5,41362
				8	6737.003850	-9203.305800	392451.762861	6444651.000460	-0,347859	-1,14446	1,19616
				9	6992.288456	-4069.763275	396830.786741	6444659.762596	5,94058	-2,08965	6,29739
				10	1649.841880	-3095.119832	397423.884542	6449252.949473	-2,40324	-3,19441	3,99747
				11	2232.600862	-5794.993889	395159.730187	6448648.000521	-1,40519	2,07541	2,50636
				12	2700.191772	-8844.612550	392586.713860	6448122.739817	0,049043	5,22664	5,22687
				13	10155.946411	-6316.450736	395051.180248	6441866.918972	-1,01692	2,91707	3,08924
				14	7736.741050	-5673.316005	395495.138422	6443953.146853	-1,14566	-2,84979	3,07145
				15	8648.465849	-9677.773115	392128.352869	6442999.586612	-0,441135	1,95515	2,0043
	LNW	08/07/1945	150	1	507.265126	-6183.684711	371332.502013	6445331.764363	1,87656	2,28223	2,95466
				2	3261.194363	-497.152792	375936.740857	6442717.639590	-0,765088	0,146733	0,779032
				3	9793.225963	-3050.252350	373452.021409	6437369.463178	-4,19792	0,35576	4,21296
				4	7747.489717	-7087.832996	370190.395163	6439269.491516	-2,18827	-5,21591	5,65635
				5	8992.614345	-8113.486674	369269.297943	6438284.144422	0,488631	5,09183	5,11522
				6	2837.306222	-6634.917933	370832.283013	6443380.316246	3,21417	-4,2891	5,35978
				7	7501.815420	-4562.386362	372321.773081	6439364.373746	4,17524	5,48176	6,89074
				8	6302.666553	-6952.229980	370382.629133	6440484.271246	1,12126	2,38112	2,63191
				9	1075.838314	-1266.079586	375419.323227	6444599.276069	2,70069	4,17666	4,97375
				10	10482.829945	-8406.056253	368948.660285	6437038.681955	1,6592	-5,00347	5,2714
				11	3406.931758	-4813.526657	372325.107392	6442812.281248	-0,380591	0,0829044	0,389516
				12	4179.755773	-3330.280869	373518.193198	6442083.187342	-6,18963	-4,2562	7,51178
				13	4651.001985	-8364.479989	369279.008504	6441948.999227	-3,34526	6,75566	7,38555
				14	1376.451953	-5351.478072	371979.408731	6444545.739906	-3,43986	-6,18468	7,07693
				15	6611.675262	-3122.088434	373572.534314	6440033.581837	5,27087	-1,80529	5,57146
	LNE	08/07/1945	148	1	989.801445	-9240.403323	375418.901989	6444601.116140	1,20082	7,45076	7,5469
				2	1612.083381	-3837.266370	379927.915910	6443760.152436	1,93288	2,78574	3,39063
				3	7221.896130	-2044.570296	381116.296994	6438938.973923	6,40594	-4,15757	7,63685
				4	8864.708441	-4453.257524	379010.123910	6437695.749690	-3,02357	-0,727023	3,10975
				5	6990.480289	-5260.480879	378438.438220	6439309.526594	-2,58204	0,742603	2,68671
				6	10554.944913	-3897.183706	379381.282814	6436257.684032	-2,89434	1,06337	3,0835
				7	9558.440851	-1744.588123	381234.924282	6436978.174553	6,4241	1,88158	6,69399
				8	6204.099213	-2403.450775	380862.747391	6439817.543044	-5,28033	2,98861	6,06399
				9	2503.194675	-1259.251293	382027.114824	6442852.218523	-2,83167	-8,1035	8,584
				10	3157.132944	-8485.427986	375938.017090	6442715.472764	-2,45667	1,03391	2,66537
				11	3840.215096	-4933.473040	378885.031526	6441937.490374	-0,694441	-1,83594	1,96288
				12	4906.059625	-1565.838700	381640.231481	6440862.486141	1,76363	4,86015	5,17025
				13	4001.245082	-7214.453352	376964.571609	6441925.914830	0,130689	-4,41612	4,41805
				14	4951.041251	-2844.738240	380568.549980	6440891.494454	-1,50072	1,72705	2,28798
				15	3548.170551	-10682.225140	374071.857866	6442501.778834	3,40572	-5,29362	6,29455
	NE1	08/07/1945	146	1	1716.715106	-3722.505215	386665.988639	6443126.028843	-5,87083	-0,66769	6,90318
				2	7084.452536	-10000.869866	381116.202411	6438942.622907	4,0164	-4,25152	5,84866
				3	7480.689794	-2660.281100	387234.387186	6438229.896737	-1,23031	-1,82913	2,2044
				4	2220.035387	-6888.091587	383997.638796	6442876.563801	4,06813	-2,87893	4,98376
				5	10250.519192	-6572.111924	383817.393686	6436114.930930	-0,202972	2,65184	3,33947
				6	10655.874864	-10199.163598	380752.040810	6435958.082309	-2,76688	4,4345	5,2269
				7	10607.168002	-8746.647196	381978.320867	6435919.254627	0,228931	-2,74259	2,75213
				8	4000.813226	-6478.008544	384239.777348	6441355.033068	-0,238673	-0,41538	0,479067
				9	10265.155594	-2090.510408	387556.074127	6435877.842843	3,5243	0,831853	3,16375
				10	5021.219291	-4727.498806	385654.856512	6440403.667110	5,78353	1,21117	5,90899
				11	7256.109793	-5352.540118	385000.739410	6438557.986001	-2,46097	-1,44501	2,85384
				12	4775.812182	-9516.396682	381644.901014	6440866.915662	0,823754	-0,44608	0,93678
				13	1606.780712	-10329.313998	381127.237175	6443596.092691	-1,08232	-4,47242	4,60152
				14	3422.559792	-1062.345959	388794.110218	6441548.762607	0,851282	2,46835	2,61102
				15	7106.992027	-7664.342154	383073.255343	6438803.922213	-2,14475	-1,3938	2,55786
	NE2	08/07/1945	144	1	7384.716844	-10713.391852	387233.126374	6438230.391581	-1,76343	-0,837778	1,95232
				2	1331.176980	-6458.511385	391143.945698	6443087.937822	2,22735	-3,44516	4,10246
				3	10149.787930	-4196.117787	392532.740158	6435584.313661	2,24418	2,93473	3,69445
				4	2457.707216	-1700.926305	395052.433529	6441867.756921	-1,75667	0,860987	1,95632
				5	3229.625819	-5662.700781	391703.044364	6441445.979376	0,284906	2,01121	2,03129
				6	6170.727897	-4004.094117	392919.600964	6438885.458022	-1,47213	0,533197	1,56572
				7	9605.809783	-676.112652	395483.252857	6435849.709356	3,16521	-2,96544	4,1574
				8	8131.328089	-3280.980803	393409.801730	6437212.364754	-0,15222	1,12516	1,13541
				9	563.334003	-10751.525390	387560.757628	6443999.995856	-0,0782357	3,5124	3,51327
				10	5991.835275	-8679.086868	389022.401567	6439290.473659	2,11551	0,374357	2,14838
				11	7411.610706	-6233.138484	390988.405186	6437965.966843	-3,56727	-2,04264	4,11069
				12	4406.468499	-1685.133160	394952.096343	6440232.947836	0,00793579	0,152812	0,153018
				13	3158.244072	-9861.626638	388176.676889	6441741.649117	0,699306	-2,65329	2,7439
				14	8482.689445	-8198.331842	389287.707523	6437175.443313	-1,74572	-1,91347	2,59016
				15	9970.383971	-7377.449406	389899.861756	6435895.639484	4,27962	2,08292	4,75959

Années	Images	Date	N° Cliché IGN	N° point	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Residual_x	Residual_y	<Résiduel>
1945	NE3	08/07/1945	143	1	1296.249656	-10318.153724	391143.514982	6443088.730614	0,328006	3,26858	3,285
				2	2830.300501	-919.695150	398928.939942	6441265.120652	2,04311	-2,04575	2,89126
				3	10011.457657	-1985.639774	397642.956496	6435323.490640	0,710099	0,412306	0,821119
				4	10074.266321	-8100.941003	392532.288798	6435584.577829	-3,08804	2,63076	4,05671
				5	6655.184494	-965.721731	398673.339978	6438071.083892	-2,09285	-0,266838	2,11002
				6	4084.863846	-3609.449171	396616.094614	6440366.071086	-1,96009	1,91483	2,74017
				7	3182.068594	-9534.092748	391702.437147	6441447.490596	-0,0598349	-2,96121	2,96181
				8	7769.809972	-9863.425770	391179.530358	6437604.281340	0,535101	-3,14664	3,19181
				9	8205.308572	-6787.858803	393734.483986	6437080.460854	-2,11618	0,105415	2,1188
				10	10104.655567	-4033.674604	395936.099535	6435347.343951	2,81889	-1,88347	3,39022
				11	8510.602039	-3253.876618	396672.257830	6436642.541489	1,853	1,53363	2,40533
				12	5542.301904	-7548.341294	393243.443898	6439355.038711	-0,31354	-0,361315	0,463469
				13	2201.276266	-5211.143797	395382.622065	6442033.685735	-1,12983	-0,212646	1,14967
				14	6219.509372	-5061.836266	395287.300216	6438654.633413	-1,05433	1,1765	1,5798
				15	5586.462158	-9420.263392	391672.495181	6439419.441784	3,5265	-0,18235	3,53121
	LSW	08/07/1945	155	1	484.967836	-7885.661334	370192.318115	6439275.753953	-1,47111	1,96277	2,45288
				2	8988.208406	-2999.818924	374262.644547	6431196.503849	2,8278	-0,95301	2,98407
				3	10108.150128	-9963.556087	367820.139541	6430492.845768	-1,83419	-0,315798	1,86118
				4	1604.232622	-8831.584500	369269.834206	6438285.105291	1,70351	1,49047	2,2635
				5	3541.523074	-8205.105673	369748.286497	6436457.793887	-3,55168	-2,93987	4,61056
				6	4205.423166	-7171.337424	370671.155009	6435793.397349	0,56543	-4,011	4,05066
				7	5726.331338	-9323.882749	368622.519711	6434497.478785	4,84457	0,121838	4,8461
				8	7650.169923	-6517.982343	371102.847901	6432592.395600	-0,100056	0,698449	0,705579
				9	5900.254596	-2473.542740	374895.257167	6434011.944466	-1,76552	1,96769	2,64364
				10	723.694248	-6833.243517	371154.438227	6439000.590512	2,95948	-1,62871	2,96219
				11	4976.067507	-5968.932650	371735.631959	6435025.941173	-2,10963	-2,48904	3,26279
				12	8426.092787	-8103.718452	369613.040159	6431956.053424	3,0413	3,44359	4,59432
				13	10157.011071	-8240.885777	369400.672691	6430367.722306	-0,424896	-0,590883	0,72779
				14	1482.592541	-4380.108091	373369.114551	6438177.746736	-1,07655	0,612687	1,23869
				15	7365.110336	-9092.317588	368748.951144	6432976.599501	-3,60845	0,875236	3,71308
	LES	08/07/1945	153	1	768.917651	-7286.603893	378453.478701	6438154.966056	0,114709	-0,398321	0,414509
				2	2718.716143	-1363.384593	383814.903123	6436116.594766	-1,92213	2,08399	2,83507
				3	6147.990116	-10856.541862	374946.341378	6433343.827909	-1,11145	5,84666	5,95136
				4	9476.098629	-3586.211471	381488.670375	6429980.739405	0,872984	-1,25903	1,53208
				5	10557.958879	-5538.601630	379649.619509	6429065.921131	-0,869706	0,391814	0,95389
				6	8659.048260	-9630.719542	375971.411032	6430977.407797	0,0068268	1,39591	1,39593
				7	4405.189990	-7161.151804	378416.719431	6434790.650484	-0,4237852	-4,21318	4,23485
				8	1753.620556	-6100.425870	379504.357103	6437199.039204	0,985276	1,26414	1,60275
				9	5870.523067	-5393.646517	379984.025597	6433370.863492	3,78434	-2,07205	4,31447
				10	6657.033298	-2958.450471	382182.373536	6432551.552001	-1,2333	1,15392	1,68895
				11	7042.711180	-7137.315767	378329.697005	6432363.535710	0,483909	-0,161849	0,510257
				12	3291.720081	-3420.270935	381902.727443	6435670.562352	0,318056	0,847317	0,905044
				13	5340.548859	-9094.495578	376599.632865	6434006.307474	-1,21571	-4,60104	4,75894
				14	1909.410679	-4210.768582	381233.956232	6436978.207944	-0,482168	1,24526	1,33535
				15	2774.798996	-6186.934405	379381.699420	6436257.437406	0,6926213	-1,52355	1,67508
	SE1	08/07/1945	151	1	2288.602892	-9659.669337	383816.010470	6436114.646444	-1,85214	-0,404812	1,89586
				2	3803.291281	-2352.790294	390400.105795	6434395.788435	-3,84709	1,9513	4,31366
				3	9716.367992	-2118.757313	390354.992756	6428953.621117	-1,67554	-5,21163	5,47435
				4	10054.718710	-10351.064969	382793.683797	6429005.895973	2,0374	0,536386	2,10683
				5	10120.088528	-7965.349052	384987.719019	6428841.073015	2,44591	0,33195	2,46834
				6	6285.905563	-2018.921858	390596.960364	6432111.364686	-1,66289	3,71576	4,07088
				7	1370.914795	-2261.156357	390598.674206	6436603.572030	5,02646	-2,31256	5,53293
				8	7066.068453	-8291.998601	384834.892032	6431673.725559	0,361416	1,41983	1,4621
				9	5484.958474	-6095.237410	386918.462168	6433025.434242	-0,645296	-0,240347	0,688603
				10	5394.905102	-8856.721828	384399.057698	6433232.183379	-0,0888565	-1,45213	1,45484
				11	7680.011179	-6994.518380	385995.662558	6431048.242032	2,60511	-1,06257	2,81348
				12	2339.826983	-3316.455629	389593.084355	6435774.081578	-0,21205	1,01659	1,03847
				13	7054.033679	-3935.621704	388817.327998	6431489.022453	-0,402225	0,419141	0,580916
				14	881.302895	-7959.356172	385437.364966	6437318.249003	-0,144282	-0,617384	0,686712
				15	9049.726317	-5163.272857	387606.572299	6429708.425253	2,12886	1,96448	2,89676
	SE2	08/07/1945	149	1	2481.458469	-8407.860378	392805.154263	6435142.890115	1,88891	-3,84903	4,28754
				2	3578.382320	-2466.670314	398142.036757	6433841.034166	-0,843291	3,88042	3,97099
				3	7641.210575	-2334.410625	398060.061869	6430114.391055	1,42691	-4,50127	4,72202
				4	8440.817988	-9124.557174	391810.021649	6429723.307629	0,0732782	-2,79064	2,7916
				5	2385.735607	-4587.969849	396280.274927	6435032.874100	-0,117504	0,709289	0,718956
				6	5315.767039	-1569.461736	398870.264308	6432209.157949	0,264329	1,28957	1,31638
				7	5330.527404	-4344.968781	396345.832193	6432336.760682	-1,61855	-0,351705	1,65633
				8	3733.178674	-4895.941699	395930.309852	6433821.954569	0,121127	-0,949228	0,956925
				9	7752.836759	-5161.992878	395472.512892	6430160.031838	-2,36297	2,850378	2,51132
				10	9095.138050	-10326.358326	390668.816479	6429180.985557	0,595722	-1,82253	1,91742
				11	3535.757865	-11136.224834	390251.766165	6434335.597342	-1,27283	5,8741	6,01042
				12	9318.795973	-1564.389857	398676.843953	6428536.373279	0,980455	-2,1912	2,40055
				13	10353.624783	-4697.887980	395759.273826	6427745.583828	-1,36381	5,99656	6,14969
				14	5115.391106	-6657.057995	394256.384570	6432652.958309	3,34679	-0,0820375	3,3478
				15	749.964437	-7532.004898	393694.731239	6436670.103343	-1,11857	-2,06268	2,34645

Annexe B

ODS et Indices d'évolution

Ychoux										
Type d'occupation du sol	Surface (en km2)				Différence (en km2)			Indice d'évolution (en %)		
	1945	1965	1985	2000	45/65	65/85	85/00	45/65	65/85	85/00
Forêt	9,1037	7,0722	7,6710	6,2954	-2,0315	0,5988	-1,3756	-22,3150	8,4671	-17,9323
Prairie	0,5055	1,0649	0,7847	1,4674	0,5594	-0,2802	0,6827	110,6812	-26,3155	87,0025
Champs	1,0328	2,3342	1,6808	1,9120	1,3014	-0,6534	0,2312	126,0124	-27,9929	13,7581
Terrains semi naturel	0,6892	0,7899	0,9360	1,1644	0,1007	0,1461	0,2283	14,6163	18,4942	24,3942
Territoire artificialisé	0,2857	0,3575	0,7582	0,7785	0,0718	0,4007	0,0203	25,1233	112,0852	2,6748

Moliets										
Type d'occupation du sol	Surface (en km2)				Différence (en km2)			Indice d'évolution (en %)		
	1945	1965	1985	2002	45/65	65/85	85/02	45/65	65/85	85/02
Forêt	1,8179	2,0346	2,1425	2,0649	0,2167	0,1079	-0,0776	11,9205	5,3025	-3,6203
Prairie	0,6204	0,4621	0,2811	0,3259	-0,1583	-0,1810	0,0448	-25,5217	-39,1724	15,9406
Champs	0,2458	0,1788	0,2265	0,2026	-0,0670	0,0477	-0,0239	-27,2651	26,6845	-10,5586
Terrains semi naturel	0,0615	0,0680	0,0777	0,1204	0,0065	0,0098	0,0427	10,5727	14,3706	54,9599
Territoire artificialisé	0,0365	0,0385	0,0541	0,0653	0,0020	0,0156	0,0112	5,4844	40,3723	20,7161

La Prade										
Type d'occupation du sol	Surface (en km2)				Différence (en km2)			Indice d'évolution (en %)		
	1945	1965	1985	2002	45/65	65/85	85/02	45/65	65/85	85/02
Forêt	13,7121	12,9248	12,8633	13,1505	-0,7873	-0,0615	0,2872	-5,7418	-0,4757	2,2327
Prairie	2,7044	3,2344	2,0393	1,5911	0,5300	-1,1951	-0,4483	19,5973	-36,9485	-21,9821
Champs	0,9896	1,1319	1,9642	1,7914	0,1423	0,8323	-0,1728	14,3824	73,5343	-8,8000
Terrains semi naturel	0,2528	0,3289	0,6372	0,8678	0,0761	0,3082	0,2306	30,0978	93,7028	36,1918
Territoire artificialisé	0,3284	0,3670	0,4835	0,5858	0,0386	0,1165	0,1023	11,7511	31,7421	21,1530

Moisan										
Type d'occupation du sol	Surface (en km2)				Différence (en km2)			Indice d'évolution (en %)		
	1945	1965	1985	2002	45/65	65/85	85/02	45/65	65/85	85/02
Forêt	21,9159	21,0725	21,2800	20,4881	-0,8434	0,2075	-0,7919	-3,8481	0,9847	-3,7215
Prairie	4,5628	4,5809	3,1811	2,9616	0,0181	-1,3998	-0,2195	0,3971	-30,5569	-6,9003
Champs	2,4561	3,1817	3,6297	3,3143	0,7256	0,4480	-0,3153	29,5418	14,0792	-8,6876
Sable	0,3648	0,2996	0,2990	0,3003	-0,0652	-0,0006	0,0013	-17,8674	-0,2016	0,4428
Terrains semi naturel	0,3921	0,4893	0,9731	1,9272	0,0972	0,4838	0,9541	24,7860	98,8626	98,0473
Territoire artificialisé	0,5584	0,6298	0,8888	1,2526	0,0714	0,2591	0,3637	12,7912	41,1332	40,9229

Hourtin-Carcans										
Type d'occupation du sol	Surface (en km2)		Différence (en km2)			Indice d'évolution (en %)				
	1945	2000			45/00			45/00		
Forêt	131,3618	170,2268			38,8649			29,5862		
Prairie	121,1602	41,6178			-79,5424			-65,6506		
Champs	14,7489	47,2509			32,5020			220,3696		
Terrains semi naturel	2,9457	7,2138			4,2681			144,8940		
Territoire artificialisé	4,1041	7,6129			3,5088			85,4944		

Lacanau										
Type d'occupation du sol	Surface (en km2)		Différence (en km2)			Indice d'évolution (en %)				
	1945	2000			45/00			45/00		
Forêt	315,0438	448,8759			133,8321			42,4805		
Prairie	276,1698	71,3496			-204,8201			-74,1646		
Champs	26,1467	81,9687			55,8220			213,4955		
Terrains semi naturel	8,1878	15,3426			7,1547			87,3823		
Territoire artificialisé	8,9088	16,3580			7,4492			83,6166		

Annexe C

Légende des noms des espèces

Name	Nom complet	Name	Nom complet
Alisaqua	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Lycpsrps	<i>Lycopus europaeus</i>
Angllstn	<i>Anagallis tenella</i>	Lysmchvl	<i>Lysimachia vulgaris</i>
Bldllrnn	<i>Baldellia ranunculoides</i>	Lythrmsl	<i>Lythrum salicaria</i>
Baldrepe	<i>Baldellia ranunculoides subsp.repens</i>	Menthqtc	<i>Mentha aquatica</i>
Binclrsp	<i>Binuclearia sp.</i>	Mystsscr	<i>Myosotis scorpioides</i>
Blbchtsp	<i>Bulbochaete sp.</i>	Myrphyllml	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
Clltrchs	<i>Callitriche sp.</i>	Myrphyllms	<i>Myriophyllum spicatum</i>
Crxpnclt	<i>Carex paniculata</i>	Najasmnr	<i>Najas minor</i>
Crxpsdcy	<i>Carex pseudocyperus</i>	Nastaqu	<i>Nasturtium officinale</i>
Carexsp	<i>Carex sp.</i>	Nitellsp	<i>Nitella sp.</i>
Crtphyll	<i>Ceratophyllum demersum</i>	Nupharlt	<i>Nuphar lutea</i>
Charasp	<i>Chara sp.</i>	Nupharsp	<i>Nuphar sp.</i>
Cldmmrsc	<i>Cladium mariscus</i>	Nymphalb	<i>Nymphaea alba</i>
Cyperssp	<i>Cyperus sp.</i>	Nymphasp	<i>Nymphaea sp.</i>
Drsnrtrm	<i>Drosera intermedia</i>	Osmndrgl	<i>Osmunda regalis</i>
Drsrrtnd	<i>Drosera rotundifolia</i>	Phrgmtss	<i>Phragmites australis</i>
Drosersp	<i>Drosera sp.</i>	PolyPers	<i>Polygonum amphibium</i>
Eltnhxnd	<i>Elatine hexandra</i>	Plygnmpr	<i>Polygonum persicaria</i>
Elchrsmll	<i>Eleochari smulticaulis</i>	Ptmgtncr	<i>Potamogeton crispus</i>
Elchrsp	<i>Eleocharis palustris</i>	Ptmgtntt	<i>Potamogeton natans</i>
Elchrssp	<i>Eleocharis sp.</i>	Ptmgtnpr	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
Eldsplst	<i>Elodes palustris</i>	Ptmgtnpl	<i>Potamogeton polygonifolius</i>
Hydrctyl	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	Rnnclsfl	<i>Ranunculus flammula</i>
Hyprcmld	<i>Hypericum elodes</i>	Schnplct	<i>Schoenoplectus pungens</i>
Irspsdcr	<i>Iris pseudacorus</i>	Schnsngr	<i>Schoenus nigricans</i>
Jncscftl	<i>Juncusa cutiflorus</i>	ScirEleo	<i>Scirpus fluitans (Eleogitonfluitans)</i>
Jncsblbs	<i>Juncus bulbosus</i>	ScirScho	<i>Scirpus lacustris</i>
Jncsffs	<i>Juncus effusus</i>	Sprgnmmr	<i>Sparganium emersum</i>
Jncshtrp	<i>Juncus heterophyllus</i>	Sprgnmrc	<i>Sparganium erectum</i>
Juncussp	<i>Juncus sp.</i>	Thlyptrs	<i>Thelypteris palustris</i>
Lttrllnf	<i>Littorella uniflora</i>	Thrllvrt	<i>Thorella verticillatinundata</i>
Lbldrtmn	<i>Lobelia dortmanna</i>	Typhasp	<i>Typha sp.</i>
Lobelrns	<i>Lobelia urens</i>	Ulthrxsp	<i>Ulothrix sp.</i>
Ldwgplst	<i>Ludwigia palustris</i>	Utrclrsp	<i>Utricularia sp.</i>

Annexe D

Cliché aérien du bassin versant d'Hourtin-Carcans de 1945

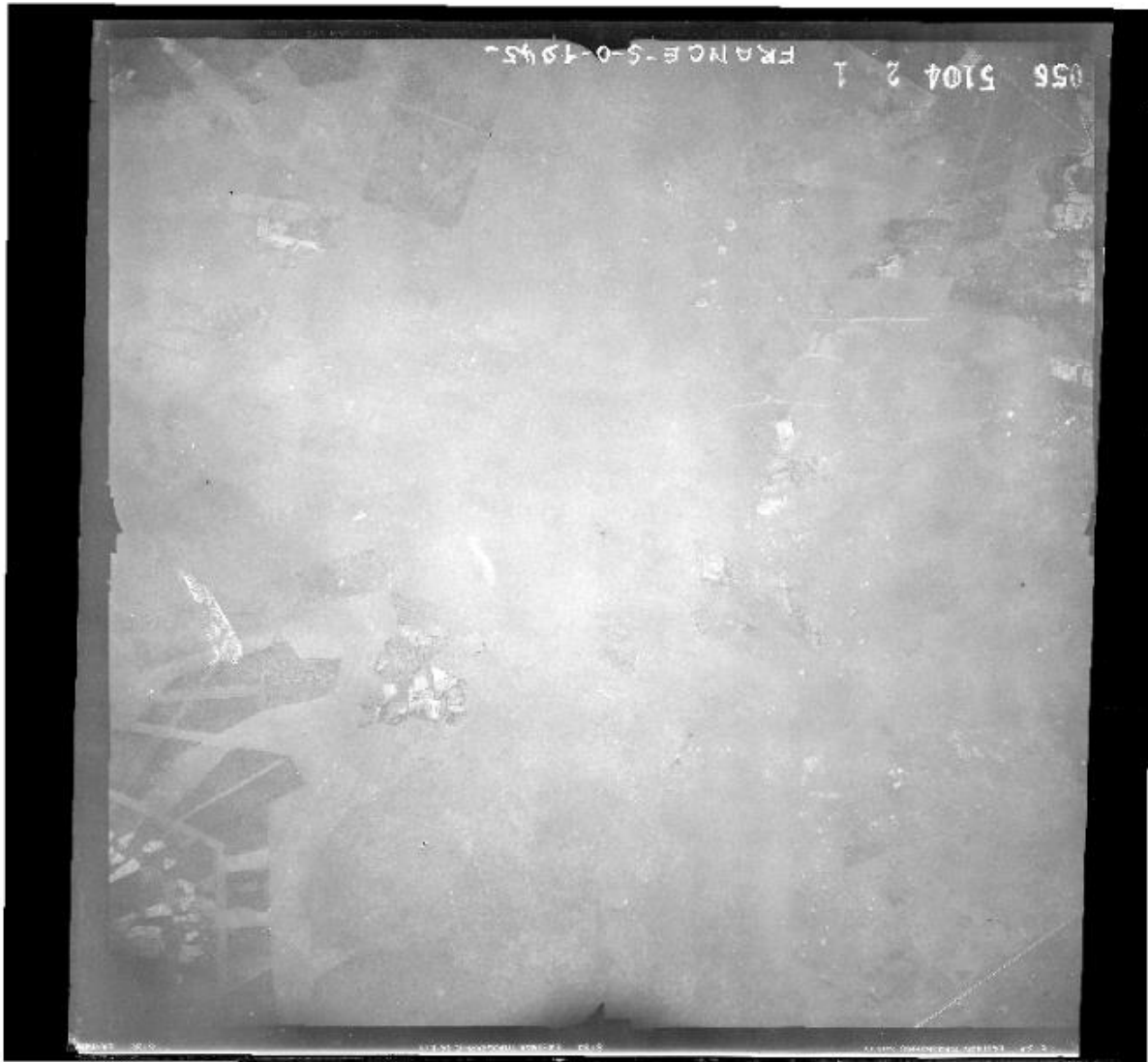


Figure 36 : Cliché aérien du bassin versant d'Hourtin-Carcans de 1945

Source Géoportail, IGN.

Nom de la mission : IGNF_PVA_1-0_1945-07-13_C0615-0251_1945_FRANCESUD-OUEST5104_0056

Cliché N 56

Echelle : 1:39530

Pris le 13/07/1945

Localisation à l'est du lac de Carcans-Hourtin

Annexe E

Relation entre les changements forestiers et l'hétérogénéité paysagère en 1945

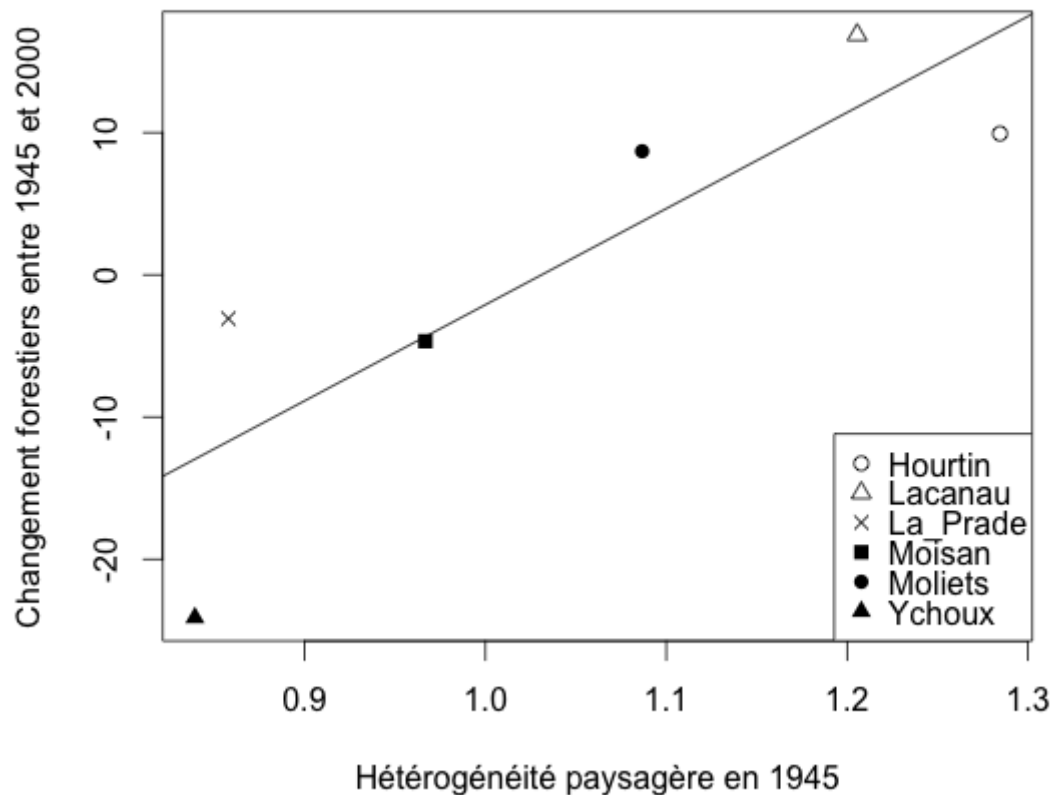


Figure 37 : Relation entre les changements forestiers et l'hétérogénéité paysagère en 1945
La droite représente la droite de régression linéaire ($R^2_{aj} = 0.65$, $p < 0.05$)