Approche géographique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France : Etude de l'Aubance et du Couasnon en contexte ligérien

Guillaume Paysant

▶ **To cite this version:**

Guillaume Paysant. Approche géographique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France : Etude de l'Aubance et du Couasnon en contexte ligérien. Géographie. Université d'Angers, 2019. Français. NNT : 2019ANGE0051 . tel-03038553

HAL Id: tel-03038553
https://theses.hal.science/tel-03038553

Submitted on 3 Dec 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.

UNIVERSITE / SOCIETES
BRETAGNE \ TEMPS
LOIRE / TERRITOIRES

université angers

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE D'ANGERS
COMUE UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

ECOLE DOCTORALE N° 604
Sociétés, Temps, Territoires
Spécialité : « *Géographie physique, humaine, économique et régionale* »

Par
Guillaume PAYSANT

Approche géographique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France

Etudes de l'Aubance et du Couasnon en contexte ligérien

Thèse présentée et soutenue à Angers, le 8 novembre 2019
Unité de recherche : Espaces et Sociétés (UMR ESO 6590 CNRS)

Rapporteurs avant soutenance :

Anne HONEGGER, Directrice de recherche CNRS, ENS Lyon-UMR 5600 EVS
Laurent LESPEZ, Professeur des universités, Université Paris-Est Créteil Val de Marne, UMR 8591 LGP

Composition du Jury :

Anne HONEGGER, Directrice de recherche CNRS, ENS Lyon-UMR 5600 EVS - Rapporteure
Laurent LESPEZ, Professeur des universités, Université Paris-Est Créteil Val de Marne, UMR 8591 LGP - Rapporteur
Emmanuèle GAUTIER, Professeure des universités, Université Paris 1, UMR 8591 LGP – Présidente de jury
Anne-Julia ROLLET, Maître de conférences, Université Rennes 2, UMR 6554 LETG - Examinatrice
David SHEEREN, Maître de conférences, INP ENSAT, UMR DYNAFOR - Examinateur
Nathalie CARCAUD, Professeure des universités, Agrocampus-Ouest, Centre d'Angers, UMR 6590 ESO – Directrice de thèse
Sébastien CAILLAULT, Maitre de conférences, Agrocampus-Ouest, Centre d'Angers, UMR 6590 ESO – Encadrant de thèse

APPROCHE GEOGRAPHIQUE DES TRAJECTOIRES PAYSAGERES DES HYDROSYSTEMES SECONDAIRES DE L'OUEST DE LA FRANCE – ETUDES DE L'AUBANCE ET DU COUASNON EN CONTEXTE LIGERIEN

THESE PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT DE L'UNIVERSITE D'ANGERS – SPECIALITE : GEOGRAPHIE

ECOLE DOCTORALE SOCIETES, TEMPS, TERRITOIRES (STT)

LABORATOIRE : UMR ESO 6590 CNRS – ESPACES ET SOCIETES

Présentée et soutenue publiquement
le 8 novembre 2019 à Angers

PAR **GUILLAUME PAYSANT**

Devant le jury suivant :

Sébastien CAILLAULT (Co-encadrant de thèse), Maitre de Conférences à Agrocampus Ouest Angers – UMR ESO CNRS

Nathalie CARCAUD (Directrice de thèse), Professeure à Agrocampus Ouest Angers – UMR ESO CNRS

Emmanuèle GAUTIER (Présidente de jury), Professeure à l'Université Paris 1 – UMR LGP CNRS

Anne HONEGGER (Rapporteure), Directrice de recherches CNRS - UMR EVS CNRS

Laurent LESPEZ (Rapporteur), Professeur à l'Université Paris Est Créteil Val de Marne - UMR LGP CNRS

Anne-Julia ROLLET (Examinatrice), Maitre de Conférences à l'Université Rennes 2 – UMR LETG CNRS

David SHEEREN (Examinateur), Maitre de Conférences à l'INP Toulouse – UMR DYNAFOR INRA

L'auteur du présent document vous autorise à le partager, reproduire, distribuer et communiquer selon les conditions suivantes :

- Vous devez le citer en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve votre utilisation de l'œuvre).
- Vous n'avez pas le droit d'utiliser ce document à des fins commerciales.
- Vous n'avez pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter.

Consulter la licence creative commons complète en français :
http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/2.0/fr/

Ces conditions d'utilisation (attribution, pas d'utilisation commerciale, pas de modification) sont symbolisées par les icônes positionnées en pied de page.

REMERCIEMENTS

Au moment de rédiger ces quelques lignes (pages…) de remerciements, je repense au parcours qui a précédé ces 3 années et 9 mois de thèse. Je ne peux que sourire en repensant à l'époque du BTSA « Gestion et Protection de la Nature » pendant laquelle j'étais sûr et certain d'arrêter ensuite les études afin de devenir garde du littoral. Les différents conseils d'enseignants, mes expériences en stage - en bureau d'étude (merci Vézians, Willy, et tous les autres, et surtout Joachim), au PNR des marais du Cotentin et du Bessin (merci Laurent) - ont très certainement influencé mes choix de ces dernières années. Les choses auraient été toutes autres sans ces riches rencontres.

Je dois remercier le plus sincèrement possible Nathalie CARCAUD et Sébastien CAILLAULT pour m'avoir permis de réaliser cette thèse, dans un contexte angevin (et ligérien) inconnu pour le normand que j'étais. J'ai le sentiment d'avoir véritablement évolué à votre contact, pas seulement sur le plan « scientifique » et je serai toujours reconnaissant pour votre investissement et la qualité de votre encadrement. Votre extrême bienveillance, vos encouragements permanents, votre enthousiasme, votre expertise et rigueur scientifique, mais aussi votre franchise, m'ont aidé à franchir des « caps » tout au long de cette recherche et à tenir la distance. Merci infiniment…

Merci aux financeurs de cette thèse qui m'ont permis de travailler dans des conditions confortables. Je remercie la région Pays de la Loire et le Ministère de l'Agriculture (la DGER) pour avoir financé cette recherche à travers un Contrat Plan Etat Région. Merci aussi à Agrocampus Ouest et à l'Université d'Angers pour avoir mis à ma disposition les moyens matériels et humains qui ont permis le bon déroulement de la thèse, le tout dans un certain confort.

Je remercie les membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer cette thèse : Emmanuèle GAUTIER, Anne HONEGGER, Laurent LESPEZ, Anne-Julia ROLLET et David SHEEREN.

Merci à Simon DUFOUR, pour m'avoir fait découvrir le « monde de la recherche » en stage de Master 1 au LETG de l'Université Rennes 2 qui, à travers la constitution d'une base de données géographiques pour l'étude des impacts de la suppression de barrages hydroélectriques sur les ripisylves, a confirmé mon intérêt pour la recherche. Je le remercie également d'avoir accepté d'intégrer mon comité de suivi individuel (ou « comité de thèse »), ainsi que Régis BARRAUD. Nos échanges lors de ces points annuels m'ont grandement aidé et ce travail n'aurait certainement pas été le même sans vos conseils avisés, vos remarques pertinentes et vos précieux encouragements.

J'ai une pensée particulière pour les doctorants en paysage avec qui nous avons partagé quasi quotidiennement le bureau (Louise, Philippe, Clémentine puis Natalia, Léa et Rafael). Une pensée aussi pour les enseignants-chercheurs (Elise, David, Hervé, Véronique, Fanny, Fabienne, Vincent, …) et pour les « services d'appui » investis dans le paysage à Agrocampus Ouest, que j'ai eu la chance de côtoyer au quotidien. Nos riches échanges, les « pauses café » parfois plus que bienvenues, et votre soutien ont été précieux. Mention spéciale à Brigitte, Béa et Claudie pour leur aide, ô combien agréable et efficace, dans les méandres des démarches administratives et financières… ! Merci aussi à Bernard pour son aide et pour nos discussions sur l'actualité sportive (notamment rugbystique) lors des pauses café et déjeuners, qui permettaient de s'évader quelques temps des rivières. Un merci supplémentaire à David MONTEMBAULT pour son aide précieuse concernant mon travail de photo-interprétation. Merci à Michel notre reprographe, pour son efficacité et son humour. Merci également pour avoir été notre coach acharné de running les vendredis midi ! Merci aussi à mes adversaires de badminton pour m'avoir permis d'évacuer mon énergie plusieurs fois par semaine dans le gymnase d'AO et pour la « haute intensité » de nos confrontations (Hervé, Basile et Sébastien). Ces midis de courses et de badminton vont me manquer…

Merci à Agrocampus Ouest pour m'avoir permis de me confronter à l'enseignement grâce à un contrat de moniteur en 2016-2017 et aux collègues enseignants-chercheurs en paysage pour m'avoir constitué un service aussi diversifié. Je me dois également de remercier Guillaume PAIN, enseignant-chercheur à l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers, pour m'avoir permis d'enseigner la géomatique dans un nouveau contexte à travers des vacations. Merci aux étudiants (d'AO et de l'ESA) que j'ai pu avoir en cours et auprès de qui j'ai fait mes premiers pas en tant que « prof » (qu'ils excusent mes éventuelles erreurs et maladresses de débutant…). Ces expériences m'ont fait découvrir mon intérêt pour l'enseignement. Merci à Marianne AVIGNON, étudiante à Agrocampus Ouest Angers, que j'ai eu la chance d'encadrer comme maitre de stage en 2018 pour 3 mois. Sa curiosité intellectuelle, sa motivation, et la grande qualité de son travail m'ont bien aidé pour faire une partie du tri des archives, notamment concernant les moulins à eau. Je ne m'inquiète absolument pas pour la suite te concernant et te souhaite le meilleur.

Le contexte de réalisation de la thèse comprenait un rattachement « physique » à Agrocampus Ouest auprès des enseignants-chercheurs impliqués dans l'enseignement et la recherche en paysage donc, et également à ESO-Angers basé à la Maison de la Recherche Germaine-Tillion. Merci aux doctorants (géographes et sociologues d'ESO, mais également littéraires, archivistes, linguistes, historiens, etc. des autres labos) pour m'avoir permis de passer des moments conviviaux vitaux et pour m'avoir ouvert à des recherches bien éloignées de mes « petites rivières » (mais tout aussi intéressantes !). Evidemment,

je remercie particulièrement Aurélien, Basile, Florence, Léa et Yvelin pour m'avoir accepté dans leur « bureau 115 » quand j'avais besoin (et envie) de travailler à la MRGT. Il va sans dire que vous êtes bien plus que des collègues de travail, et nos soirées et moments « en dehors » (avec nos conjoint.e.s Charlotte, Andréa, Camille, Jeoffrey, Benjamin) ont été plus que salutaires ! Une pensée aux doctorants qui sont arrivés plus tard et tout aussi sympas (Elodie, Dénali, et tous les autres…) et pour ceux avec qui j'ai eu la chance de travailler dans le bureau de l'association des doctorants « AIDOC » (Adélaïde, Zoé, Florence). Un grand merci à Emmanuel BIOTEAU, directeur de ESO-Angers, pour m'avoir fait confiance comme représentant des doctorants. Cette expérience de 2 ans a été très riche et instructive, notamment dans la compréhension du fonctionnement des structures de la recherche publique. Merci également à Noémie LEBRUN, technicienne CNRS à ESO-Angers, pour son aide dans les différentes démarches liées au laboratoire. Merci aux membres de l'UMR ESO (de Nantes, Rennes, Angers, Le Mans et Caen) rencontrés lors des réunions d'axes, des journées annuels, des ateliers doctorants et autres… Les échanges lors de ces évènements auront tous été aussi enrichissants scientifiquement qu'agréables humainement. Merci à toutes celles et ceux que j'ai rencontré lors de colloques, séminaires, journées d'étude, formations, journées de la commission « hydrosystèmes continentaux » du CNFG, pour leurs conseils et leur agréable compagnie.

J'adresse également mes remerciements aux agents des services de l'Etat et des collectivités, riverains, propriétaires de moulins, agriculteurs et anciens agriculteurs, pour avoir accepté de me donner de leur temps afin d'échanger leur point de vue sur les rivières, sur leur passé et leur devenir, et pour m'avoir toujours reçu avec bienveillance et sympathie.

Je remercie mes « vieux » amis (Guillaume, Matthieu…), de Master SIGAT et leurs compagn.ons.es, tout autant ami.e.s, (Faustine, Marius, Enzo, Justine, Jérôme, Aurélia, …) pour nos joyeux week-ends et leur soutien continu. Je tâcherai de me rendre plus disponible dorénavant… ! Merci à tous ceux que j'aurais oublié (et j'espère que vous m'excuserez pour cela…). Enfin, je remercie bien évidemment toute ma famille et surtout ma sœur et mes parents qui m'ont toujours largement soutenu quels qu'aient été mes projets.

Mes derniers mots seront pour toi Charlotte, qui m'a toujours encouragée et supportée (dans tous les sens du terme…) durant ces neuf dernières années. Merci pour les relectures, pour m'avoir patiemment écouté raconter mes histoires, mes doutes, pour m'avoir rassuré et remotivé quand il le fallait… La thèse aura aussi été une épreuve pour nous, elle nous aura imposé une pesante distance géographique, la suite ne pourra qu'être meilleure… vivement… !

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP : Analyse en Composante Principale

AD : Archive Départementale

AE : Agence de l'Eau (exemple : AE PdL – Agence de l'Eau des Pays de la Loire)

AFB : Agence Française pour la Biodiversité (ex ONEMA)

ANR : Agence Nationale de la Recherche

AVAP : Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine

AZI : Atlas des Zones Inondables

BP : Bassin Parisien

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

CEMAGREF : Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et Forêts

CEP : Convention Européenne du Paysage

CLE : Commission Locale de l'Eau

CTMA : Contrat Territorial Milieux Aquatiques

DATAR : Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DDT : Direction Départementale des Territoires

DGEN : Délégation générale à l'équipement national DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

FV : Fond de Vallée

IDS : Infrastructure de Données Spatiales

IGN : Institut National de l'Information Géographique et Forestière

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

LB : Loire Bretagne

LiDAR : Light Detection and Ranging

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

MA : Massif Armoricain

MAE : Mesure Agro-Environnementale

MNT : Modèle Numérique de Terrain

NRC : National Research Council

OCS : Occupation du Sol

ONEMA : Office National des Eaux et des Milieux Aquatiques

ONG : Organisation Non-Gouvernementale

PA : Plaine Alluviale

PAC : Politique Agricole Commune

PdL : Pays de la Loire

PHEC : Plus Hautes Eaux Connues

PQPN : Personnes Qualifiée pour la Protection de la Nature

PVA : Prise de Vue Aérienne

RCE : Restauration des Continuité Ecologique

ROE : Référentiel d'Obstacles à l'Ecoulement

SAFER : Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SERi : Society for Ecological Restoration international

SHS : Sciences Humaines et Sociales

SIG : Système d'Information Géographique

SLAL : Syndicat Layon Aubance Louets

SMA : Simulation Multi-Agents

SMBAA : Syndicat Mixte du Bassin de l'Authion et de ses Affluents

SPR : Sites Patrimoniaux Remarquables

TVB : Trame Verte et Bleue

WMS : Web Maping Service

WWF : World Wildlife Fund

ZHIEP : Zone Humide d'Intérêt Environnemental Particulier

ZPPAUP : Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS..... 4

LISTE DES ABREVIATIONS 7

INTRODUCTION GENERALE 12

PARTIE 1. LES HYDROSYSTEMES SECONDAIRES – DES PAYSAGES ORDINAIRES, DES OBJETS ORIGINAUX 18

Chapitre 1. L'évolution des usages des cours d'eau majeurs, des petites rivières et des espaces connexes..... 21

Chapitre 2. Concepts liés à l'étude des hydrosystèmes et du paysage - état de l'art 61

Chapitre 3. Enjeux et démarche d'étude des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires – Deux cas d'étude ligériens dans le Grand Ouest français..... 98

PARTIE 2. TRAJECTOIRES PAYSAGERES DE DEUX HYDROSYSTEMES SECONDAIRES LIGERIENS 144

Chapitre 4. Analyse sectorielle des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ligériens 147

Chapitre 5. Analyse systémique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ligériens 189

PARTIE 3. APPROCHE DES TRAJECTOIRES PAYSAGERES A L'ECHELLE LOCALE ET DES CONTROVERSES ENVIRONNEMENTALES LIEES A GESTION DES HYDROSYSTEMES 220

Chapitre 6. Analyse à l'échelle locale sur quelques secteurs clés 223

Chapitre 7. Controverses environnementales et nouveaux modes de gestion – les cas de l'Aubance et du Couasnon..... 261

CONCLUSION GENERALE 302

BIBLIOGRAPHIE.....320

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....354

TABLE DES TABLEAUX 360

TABLE DES ANNEXES.....361

ANNEXES.....362

.....362

INTRODUCTION GENERALE

La structure et le fonctionnement de la Terre ont toujours, depuis l'apparition de l' « Homme moderne », conditionné le développement de l'espèce[1] et de ses sociétés, qui les ont-elles-même modifiées en retour. Ces différentes composantes (atmosphère, lithosphère, biosphère, etc.), qui constituent une partie du cadre de vie des sociétés dans leurs dimensions matérielles et idéelles (Dufour 2017), ont dû être appréhendées pour permettre le développement de sociétés vivant des produits de l'agriculture et d'élevages (Néolithique). Celles-ci sont le résultat d'un long processus impliquant le développement de moyens matériels, de l'organisation sociale et de savoirs correspondant (Mazoyer et Roudart 2002). Depuis, les activités humaines ont connu un tel développement que de nombreux chercheurs estiment que nous sommes dans une nouvelle ère nommée « Anthropocène ». Sans toutefois rentrer dans les débats à propos de ce concept ou de son commencement, certains scientifiques estiment que les années 1900, ou même 1950 (Meybeck et Vörösmarty 2005), pourraient être considérées comme le point de départ de cette nouvelle ère. Il est vrai que la seconde moitié de XXe siècle a été concernée par des transformations majeures des sociétés qui ont fondamentalement modifiées les paysages et les éléments qui le composent. En France, le développement économique d'après la Seconde Guerre Mondiale et surtout la modernisation de l'agriculture, notamment conditionnée par la réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) de la Communauté Economique Européenne (CEE), amorcée en 1984, vont modifier en profondeur l'économie agricole et l'utilisation du territoire (Cavailhes et Normandin 1993). Les hydrosystèmes ont été particulièrement concernés par ces transformations et sont même considérés comme étant les plus significativement modifiés par les activités humaines (National Research Council 2002; Millenium Ecosystem Assessment 2005 *in* Dufour 2017).

Les relations Natures-Sociétés sont plus que jamais au cœur des préoccupations actuelles, dans un contexte d'érosion de la biodiversité, de réchauffement climatique global, de pollution d'origines diverses dans les sols, l'eau, l'air, … Les politiques environnementales du XXIe siècle ont traduit ces enjeux en directives européennes, lois nationales, stratégies de gestion afin de répondre à ces problématiques. Dans le cadre de la gestion de l'eau, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) de 2000 ou encore la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) de 2006, ont impacté les modes de gestion des rivières en préconisant notamment une « restauration des continuités écologiques » (par suppression des ouvrages en travers), non sans créer des résistances sur le terrain (Germaine et Barraud 2013a). Celles-ci sont liées aux différents usages et/ou aux perceptions des

[1] Les plus anciens fossiles d'« *Homo sapiens* » datent d'environ 300 000 ans (Hublin et al. 2017).

riverains et acteurs locaux du cours d'eau. Réuni à Brazilia lors de la 8ème édition de son forum mondial, le World Water Council a formulé plusieurs recommandations liées à la gestion de l'eau. Il a notamment souligné l'attention qu'il est nécessaire de porter aux gouvernements locaux et aux citoyens quant à la conception et à la mise en œuvre de politiques et d'initiatives liées à la gouvernance sensible de l'eau, au niveau local et régional (WWC 2018).

Les petites rivières de faible énergie de l'ouest de la France ont, comme les autres rivières et cours d'eau, été impactées par les transformations des sociétés guidées notamment par les grandes politiques d'aménagement du territoire. Celles-ci ont fortement marqué les paysages fluviaux dans la seconde moitié du XXe siècle alors que les questions écologiques ont émergé plus tardivement, à la fin du XXe siècle et au début du XXIe siècle. La gestion des rivières fait graviter un ensemble d'acteurs qui forme un réseau complexe et parfois conflictuel, où les perceptions et aspirations concernant ces espaces divergent. De nombreuses controverses environnementales émergent alors des projets liés à la rivière et de leurs répercussions sur le paysage et les usages. La géographie, qui analyse les relations Natures-Sociétés, se positionne comme une science particulièrement adaptée pour se saisir de ces questions d'environnement, même si « *elle passe à côté de l'écologie naissante (1960-1970) et entretient des rapports distants avec un environnement demeuré longtemps d'obédience naturaliste* » (Bertrand et Bertrand 2002). La géographie de l'environnement plus particulièrement propose de se saisir des problématiques environnementales au carrefour des questionnements de nature et de société. Ce croisement devient un élément essentiel dans la dimension politique de ces problématiques au XXIe siècle (Moscovici 2002 *in* Alexandre et Génin 2016). La notion de « paysage », de par sa genèse issue du « naturel » et de l'action de l'être humain, est un concept particulièrement adapté à l'étude des relations Natures-Sociétés. Le terme de « paysage » a longtemps été utilisé (Berque 1987), certains géographes soulignaient son caractère polysémique qui permet à chacun de se l'approprier, sans forcément le définir précisément (Bertrand et Bertrand 2002). R.Brunet le définissait comme ce qui se voit, est vécu et perçu et existe indépendamment de nous (Brunet 1974). Plus récemment, la Convention Européenne du Paysage (CEP) a défini le paysage comme étant « *une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations* » (Conseil de l'Europe 2000). C'est une approche des hydrosystèmes secondaires via l'entrée par le paysage que nous avons mobilisé et qui nous semblait adéquate compte tenu de notre ambition de saisir de manière systémique leurs dynamiques socio-écologiques.

Depuis plusieurs années, des programmes de recherches et des thèses sont consacrés à l'étude des petites rivières de faible énergie, par exemple : dans l'ouest de la

France (ANR JC REPPAVAL, resp. Régis Barraud, collab. M.-A. Germaine, 2012-2015; Corbonnois et Rollet 2011; Corbonnois et al 2016), en contexte normand (Lespez et al. 2005; Viel 2012; Beauchamp 2018) ou parisien (Juguie 2018). En s'inscrivant dans ce courant, nous nous sommes interrogés sur les évolutions passées et futurs du paysage des petites rivières ordinaires. Nous nous sommes particulièrement concentrés sur la période de 1950 à aujourd'hui. Cet intervalle temporel couvre la dernière grande période de transformation de l'économie française et du monde rural (seconde moitié du XXe siècle) et celle où les questions écologiques guident les politiques de gestion (fin XXe-début XXIe siècle). Cette recherche a pour objectif de répondre à la question suivante : ***Comment l'étude des trajectoires paysagères peut nous éclairer sur les effets des usages et des politiques d'aménagement du territoire sur les hydrosystèmes secondaires ?*** Un enjeu méthodologique se dégage également de cette recherche : comment étudier ces petits objets ordinaires ? Les sources anciennes et archivistiques classiquement utilisées dans les approches géo-historiques des fleuves ou cours d'eau majeurs ne sont pas toujours disponibles ou adaptées à des objets aussi petits (Jugie 2018; Carcaud, Caillault et Paysant 2019). Par ailleurs, le modèle de gestion actuel des rivières semble être appliqué à tout le territoire, sans réelle prise en compte des spécificités et contextes locaux. Nous émettons alors plusieurs hypothèses :

- ***H1*** *: Les trajectoires paysagères des petites rivières vont être influencées par des facteurs de natures diverses (politique, économique, sociale, « naturelle » …) et intervenant à différentes échelles*
- ***H2*** *: Des rivières de même gabarit sur un même territoire ne suivront pas nécessairement les mêmes trajectoires*
- ***H3*** *: La gestion actuelle des rivières n'est pas guidée que par une recherche d'optimisation de ses fonctionnalités*

Pour répondre à ces interrogations et vérifier ces hypothèses, deux terrains aux contextes différents (géomorphologie, agriculture, usages, …) ont été sélectionnés afin de nourrir une approche comparative. L'Aubance, au sud d'Angers (annexe 1), est une rivière qui prend sa source dans les plateaux sédimentaires du Saumurois puis rejoint le Massif Armoricain dans son cours médian. La vallée est alors encaissée et accueille une rivière sinueuse bordée de coteaux viticoles (Appellation d'Origine Contrôlée « Coteaux de l'Aubance ») qui laissent place à de grandes prairies à la confluence avec le Louet (un bras de la Loire). Le Couasnon quant à lui évolue à l'est d'Angers (annexe 1). Il prend sa source dans les plateaux sédimentaires du Baugeois, et est entièrement inscrit dans le Bassin Parisien. Les grandes cultures qui le caractérisent à l'amont sont remplacées par de nombreuses peupleraies de fond de vallée dans son cours médian (au niveau de la

commune « Les Bois d'Anjou »). Les cultures spécialisées bordent ensuite le cours au niveau de la confluence avec l'Authion.

Nous attendions de ce choix de terrains différents qu'il nous permette de répondre aux questions sous-jacentes à notre question de recherche : Est-ce que les politiques d'aménagement et de gestion ont les mêmes effets sur deux territoires de même gabarit mais évoluant dans des contextes différents ? L'approche comparative permettra de ne pas généraliser les changements qui auraient été constatés sur un territoire unique et donnera ainsi la possibilité de les relier aux effets de contexte. L'approche choisie est aussi multi-temporelle (1950-2016) et multi-scalaire (hydrosystème fluvial et secteur fonctionnel), paramètres indispensables pour caractériser finement les trajectoires, les facteurs impliqués et comprendre les liens entre les échelles. Les méthodes retenues combinent un travail « de laboratoire » axé sur l'information géographique (géomatique, analyse spatiale, statistiques multivariées) et un travail de « terrain » (relevés divers, archives, entretiens semi-directifs avec les acteurs et riverains, etc.). Les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) et la géomatique en général se positionnent comme des outils et méthodes particulièrement puissants pour analyser le paysage (Joliveau 1994), notamment à une époque où ces technologies se sont démocratisées et tiennent une place particulière dans la société, témoignant d'une demande sociale en géomatique (Joliveau 2004). L'objectif de cette recherche est d'aboutir à une analyse géo-historique des trajectoires paysagères remontant aux dernières grandes modifications que ces objets ont subies et d'identifier la nature des facteurs qui sont intervenus dans ces changements. Notre ambition est que ce travail puisse contribuer aux réflexions d'aménagement du territoire comme « outil d'aide à la décision » pour les acteurs concernés.

Le présent manuscrit aborde d'abord le contexte actuel de restauration des continuités écologiques des rivières. Les concepts clés mobilisés pour traiter de ces questions (hydrosystème et paysage) et la démarche générale de recherche seront explicités pour laisser ensuite la place à la présentation des terrains sélectionnés (partie 1). Les méthodes mises en œuvre pour analyser ces trajectoires paysagères et leurs résultats à l'échelle de la plaine alluviale sont abordées (partie 2) pour finir par une approche plus intégrée et locale à l'échelle des secteurs fonctionnels. Cette dernière a comme rôle d'analyser plus finement la trajectoire paysagère de secteurs identifiés préalablement grâce à l'échelle supérieure. La question des controverses environnementales y est également abordée, ainsi que les derniers changements structurels et politiques pouvant impacter les rivières et leur paysage (partie 3). Enfin, les conclusions sont exposées et les perspectives de recherche qu'offre ce travail sont discutées. A noter les interactions importantes liant les parties 2 et 3, elles-mêmes

alimentées par la partie 1. Elles nourrissent ensuite à leur tour les perspectives de cette recherche (figure 1).

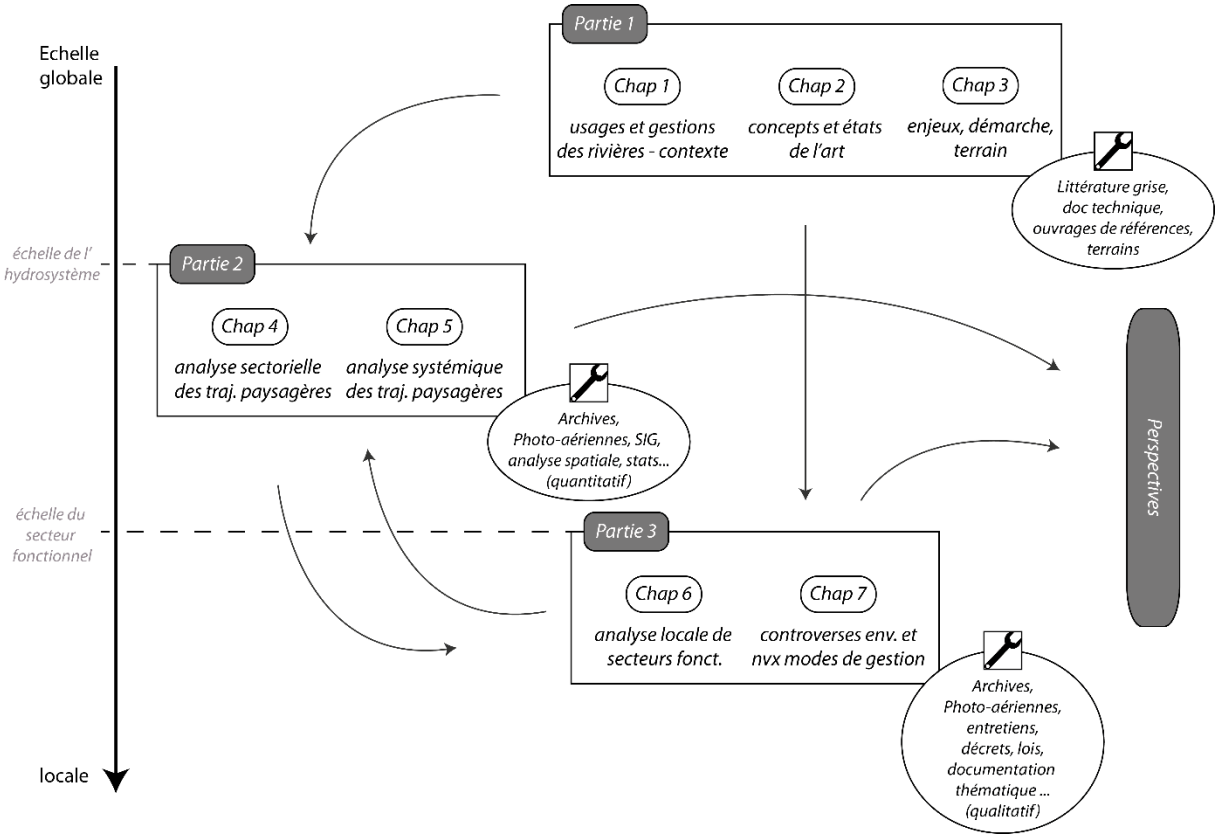


Figure 1. Processus de recherche et structuration de la thèse (réalisation : GP)

NOTES AU LECTEUR

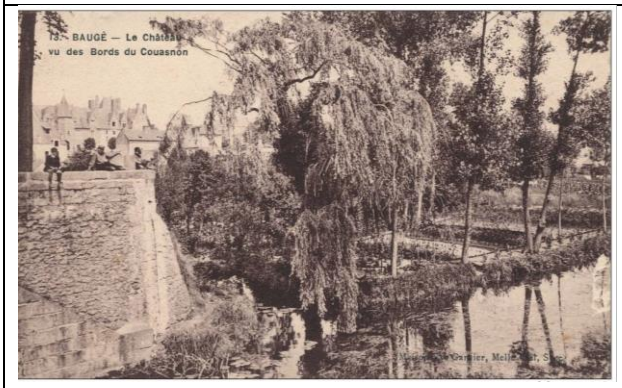
Nous avons tâché de garder à l'esprit tout au long de ce travail que la recherche publique se devait d'être la plus « transparente » possible. Ainsi, nous avons essayé de détailler nos méthodes de manière précise et rigoureuse notamment pour qu'elles puissent être réutilisées par des gestionnaires, étudiants, chercheurs, … confrontés à des problématiques similaires. C'est pourquoi des « chaines de géotraitements » et les codes R utilisés pour manipuler les différentes données sont disponibles en annexes (14, 15, 16, 17 et 19).

Toutes les figures dont la source ou la conception/réalisation ne sont pas précisées ont été réalisées par l'auteur.

PARTIE 1. LES HYDROSYSTEMES SECONDAIRES – DES PAYSAGES ORDINAIRES, DES OBJETS ORIGINAUX

Avant 1927-1931 (Delcampe) *01-2018 (G.Paysant)*

L'Aubance à Brissac-Quincé



Avant 1927-1931 (Delcampe) *01-2018 (G.Paysant)*

Le Couasnon à Baugé-en-Anjou

Chapitre 1. L'évolution des usages des cours d'eau majeurs, des petites rivières et des espaces connexes.....21

Chapitre 2. Concepts liés à l'étude des hydrosystèmes et du paysage - état de l'art.....61

Chapitre 3. Enjeux et démarche d'étude des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires – Deux cas d'étude ligériens dans le Grand Ouest français.....98

Introduction de la première partie

Les sociétés occidentales utilisent depuis longtemps les milieux fluviaux comme atout fondamental afin de favoriser leur développement (Le Sueur 2004). Les prémices de l'anthropisation des rivières de l'Europe de l'Ouest remontent vers 15 000 BP[2] (Bravard et Magny 2002) et sont caractérisées par la mise en place progressive d'aménagements ayant modifiés les milieux aquatiques. Ainsi, les processus naturels et anthropiques combinés ont joué un rôle dans l'évolution des rivières et ce bien avant le Moyen-Age (Barraud 2007).

Une synthèse de l'évolution des usages et enjeux des rivières sera proposée dans la première partie de ce manuscrit, suivie d'une mise au point sur le contexte de gestion en Anjou. L'étude des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France nécessite une mise au point conceptuelle et théorique. L'« hydrosystème fluvial » ainsi que le « paysage » seront explicités afin de démontrer l'intérêt de mobiliser ces concepts dans le cadre de cette recherche. Un état de l'art permettra de resituer ce travail dans le contexte de la recherche scientifique autour des hydrosystèmes. Enfin, l'originalité qui réside dans l'étude du paysage des petites rivières ordinaires de l'ouest de la France sera exposée tout comme les méthodes mobilisées. Deux cas d'études ont été choisis pour alimenter une approche comparative. Ces deux terrains, l'Aubance et le Couasnon, évoluent dans des contextes géographiques distincts. Cette première partie sera l'occasion de présenter les deux terrains et de mettre en avant leurs spécificités.

[2] BP = *Before Present* – soit « il y a 15 000 ans ».

Chapitre 1. L'évolution des usages des cours d'eau majeurs, des petites rivières et des espaces connexes

Introduction

Les hydrosystèmes fluviaux[3] sont la résultante de processus longs et complexes impliquant les effets combinés de natures diverses (biophysiques, socio-économiques, politiques et humaines en général). Pour comprendre l'évolution des enjeux qui y sont liés, et particulièrement ceux des petits hydrosystèmes de plaines et bas-plateaux de l'ouest de la France, une synthèse des usages (1) est d'abord abordée dans cette partie à travers le chapitre 1. Ceux-ci concernent les cours d'eau majeurs (1.1) et les petites rivières (1.2). Nous nous intéressons ensuite aux impacts de l'écologisation des politiques de l'eau dans la gestion des cours d'eau (1.3). Pour cela, une partie sémantique liée aux origines et définitions des termes employés dans le cadre de gestion actuelle est proposée. Elle est suivie d'un état des lieux quant à son application sur le territoire national, reprenant les travaux qui se sont concentrés sur les comparaisons à l'échelle de la France et entre différents pays occidentaux. Les controverses environnementales (liées à la biodiversité, au cadre de vie et au paysage) que génèrent cette gestion sont ensuite abordées et illustrées avec des cas angevins, permettant la transition avec la présentation du contexte de gestion en Maine-et-Loire (1.4).

L'hydrosystème a toujours été utile à l'Homme et aux sociétés et ce pour plusieurs usages : déplacements de biens et de personnes (navigation, flottage du bois…), ressources alimentaires (eau potable, poissons), force motrice (moulins puis barrages hydroélectriques), développement de l'agriculture (plaine alluviale fertile et irrigation), frontière naturelle (administration), cadre de vie (usages récréatifs, …), etc.

A l'époque moderne, ces espaces « polyfonctionnels » sont l'objet d'enjeux politiques, militaires et économiques multiples qui ne manquent pas de générer de nombreux conflits d'usage. Le Sueur (2004) parle d'espaces de « compromis sociaux » en adaptation permanente aux rapports de force des différents groupes sociaux. Il distingue ainsi quatre niveaux d'enjeux :

[3] « *L'hydrosystème fluvial est un concept systémique se rapportant à un tronçon de cours d'eau incluant le lit mineur, le lit majeur, la nappe phréatique et les milieux aquatiques et riverains qu'ils contiennent au sein du bassin versant. Ce concept interdisciplinaire met l'accent sur les flux d'eau, d'énergie, de sédiments, de nutriments, d'organismes vivants et de matière organique dans quatre dimensions ! longitudinale, latérale, verticale et temporelle* ». Source : https://geoconfluences.ens-lyon.fr/ - ce concept est abordé plus en détails plus loin dans le manuscrit (2.1).

- Les activités qui mobilisent le « ruban d'eau » de manière longitudinale (batellerie, pêche professionnelle) et transversale (exploitants de gords [4], meuniers,…). L'espace terrestre parallèle à la rivière se doit d'être accessible pour servir de halage et permettre l'entretien du cours d'eau.
- L'utilisation quantitative de la ressource en eau : la navigation d'un navire à fort tirant d'eau ou qui cherche à bénéficier d'un débit important pour accélérer les déplacements… La ressource peut être prélevée en quantité pour la consommation directe (alimentaire), l'irrigation, les besoins industriels, etc.
- Exploitation de la ressource halieutique : une réglementation sévère est en place afin de lutter contre le braconnage et de gérer la ressource piscicole.
- La qualité de l'eau : les industries artisanales urbaines se répartissent d'amont à l'aval en fonction du gradient de pollution qu'elles génèrent les unes et les autres.

Ces usages qui peuvent être contradictoires obligent la royauté à légiférer de manière intense et à veiller à ce que la navigation demeure prioritaire (Le Sueur 2004), car en dépend l'approvisionnement de la France et de Paris en particulier (Lecoeur 2011).

1.1 Usages des fleuves ou cours d'eau majeurs : navigation et force motrice

Les fleuves sont investis depuis longtemps par les sociétés et sont le support de nombreux usages qui ont évolué au fil des siècles. Sans vouloir dresser un état exhaustif de l'évolution de ces usages, quelques exemples sont développés ci-après avant de se concentrer plus particulièrement sur les petits cours d'eau.

La navigation fluviale

Les fleuves français (notamment la Seine, le Rhin et le Rhône) ont longtemps été utilisés comme vecteur favorisant les déplacements des biens, marchandises et personnes. Concernant la Loire, on relève l'existence d'un certain commerce ancien, probablement antérieur au Vème siècle, en témoigne le griffon d'origine corinthienne retrouvé dans le lit

[4] *« Pêcherie barrant le cours d'une rivière, constituée de deux rangs de perches en V et d'un verveux à la pointe du V.* » (Source : Larousse - https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/gord/37538 [consulté le 26/10/2018]

fleuve[5] (Port 1874). La batellerie ligérienne était particulièrement importante au XIXe siècle (Barraud et al. 2013). Pourtant, la Loire présente une hydrologie non-compatible avec la navigation « naturelle », causée par des très hautes eaux au cours de la saison froide (avec risques d'inondations) mais surtout des étiages très sévères pouvant durer jusqu'à 7 mois (de mai à novembre) (Giret 2015).

Le flottage du bois

La force hydraulique des rivières a été utilisée pour acheminer le bois sur des distances parfois importantes sous différentes formes par la technique du flottage du bois. Contrairement aux voies navigables (ou rivières flottables par trains ou radeaux) qui sont domaniales, les rivières seulement « flottables à bûches perdues » relèvent du domaine privé. La technique consiste à rassembler le bois sur les berges, le propriétaire appose alors sa marque sur chaque bûche, qui sont ensuite jetées dans le lit lors des hautes eaux. L'aval du cours d'eau étant barré, les bûches s'accumulent ainsi en amont de l'obstacle avant d'être récupérées au sec (Le Sueur 2004).

L'hydroélectricité

La transition énergétique menée entre la fin du XIXe siècle et la première moitié du XXe siècle s'accélère par l'utilisation de l'électricité en remplacement de la vapeur. Les moulins à eau apportaient encore une maigre contribution à la production énergétique (par la houille verte) en 1930 mais cela n'empêchera pas leur déclin avancé (Barraud 2007). Les massifs montagneux voient « la grande hydraulique » se développer en leur sein et les paysages de l'hydroélectricité sont aujourd'hui omniprésents dans les Pyrénées (Rodriguez 2012). Ces équipements font aujourd'hui partie de « l'identité paysagères » de la haute montagne, alors que celle-ci véhiculait encore au XIXe siècle l'image du « beau paysage naturel » (Briffaud 1994 in Rodriguez 2012).

1.2 Petits cours d'eau : des enjeux locaux importants

Les petits cours d'eau, dont ceux de l'ouest de la France, portent depuis plusieurs siècles des usages indispensables au développement des sociétés humaines. Celles-ci ont dû

[5] A Saint-Gemmes (Musée Saint-Jean) (Port 1874)

apprendre à s'adapter, et à adapter les cours d'eau, pour en tirer le plus de bénéfices tout en se préservant des inconvénients associés.

L'enjeu quantitatif : entre irrigation et inondation

Le cours d'eau par son écoulement représente, de manière antagoniste, un atout incontournable comme une contrainte majeure. En effet, la ressource en eau qui peut servir à irriguer les terres, joue un rôle clé dans le développement de l'agriculture et la mise en place de nouvelles cultures ayant des besoins plus importants. La petite irrigation, toujours en vigueur dans l'économie paysanne, existe depuis le Néolithique dans les régions méditerranéennes (Leveau 2004). En effet, on note la présence de fossés d'irrigation et de drainage (avec traces de clôtures et de haies) dans le Languedoc oriental datant du VIe siècle (André, Chabal et Raynaud 1997). Les prélèvements d'eau, au profit de l'alimentation des villes, pour usages agricoles ou industriels, amenuisent considérablement la ressource notamment en période d'étiage. Cela peut avoir comme conséquences des immobilisations fréquentes préjudiciables à la navigation (Le Sueur 2004) ou au fonctionnement des moulins et engendrer des tensions entres usagers. D'autre part, lorsque l'eau est présente en quantité trop importante (lors des crues), ce qui était une ressource se positionne comme un facteur de risque important. La gestion des inondations est une préoccupation majeure pour les populations riveraines, ayant besoin de se prémunir afin de limiter au maximum les pertes humaines comme économiques (habitations, biens, terres agricoles…) et ce même sur les petits cours d'eau, comme en témoignent les rapports des ingénieurs des Ponts et Chaussées du XIXe siècle. Pour se protéger des inondations, les dispositifs locaux se sont souvent traduits en chenalisation de la rivière. Le terme de chenalisation, au sens large concerne « *toutes les interventions visant ou aboutissant de façon directe ou indirecte à une accélération de l'écoulement par modification du tracé en plan, de la géométrie en travers ou de la pente d'un cours d'eau. Ces travaux sont fréquemment accompagnés par des ouvrages de stabilisation qui ont pour but de limiter les processus érosifs induits par l'aménagement lui-même.* » Cette définition englobe également les seuils (pour stabiliser le fond du lit) et les protections de berges étendues (Wasson et al. 1995). Ces aménagements sont complétement contradictoires avec le concept d'« équilibre dynamique » et d' « espace de liberté », développés un peu plus loin dans le manuscrit (2.1.3, p.64). Au-delà des impacts négatifs de ces aménagements sur la dynamique fluviale, le problème d'inondation est alors déplacé plus en aval (causant l'accélération des eaux), les riverains concernés se défendant à leur tour de la même façon. Ainsi, de manière répétée, cette logique entraine une chenalisation parfois quasi-complète d'un cours d'eau.

Outre la chenalisation, des curages étaient effectués afin d'éviter le comblement des rivières et permettre aux eaux de s'écouler efficacement. Depuis le XIXe siècle, cet entretien revient aux propriétaires riverains, quand il était assuré par les vassaux propriétaires des moulins à ban au Moyen-Age (vers le XIIe siècle) et par les propriétaires de moulins (particuliers) après la Révolution française et l'abolition de la banalité (Beauchamp 2018).

Pour illustrer l'enjeu quantitatif existant depuis plusieurs siècles sur les petits cours d'eau, l'exemple de l'étang de Brissac dans le bassin de l'Aubance est développé ci-après :

Jusqu'en 1809, un vaste étang se trouvait en amont de la commune de Brissac visible sur la carte de Cassini (figure 2.A) et dont il est fait mention dans les rapports des ingénieurs des Ponts et Chaussées du XIXe siècle (consulté aux archives départementales du Maine-et-Loire). Un de ces rapport précise qu'il fut entrepris *« […] le desséchement du vaste étang situé en amont du parc, le père du propriétaire actuel obtint l'autorisation […] de le remplacer par des vannes de fond […] »* (Ponts et Chaussées - service Hydraulique 1866, encadré noir figure 3.A). Celui-ci aurait ainsi été asséché en 1809, date à laquelle le système de vannage est mis en place, détruit lors de la reconstruction du pont des Planches en 1844 (figure 3.B). La carte d'Etat-Major (figure 2.B) confirme la disparition de cet étang.

Carte de Cassini (XVIIIe siècle) – Feuille n°98 – Angers ; Date de levées : 1763 ; Date probable de publication : 1771

Carte de l'Etat-Major (1820-1866)

Figure 2. Secteur du château de Brissac : (A) Carte de Cassini ; (B) Carte de l'Etat-Major (Source : geoportail.fr)

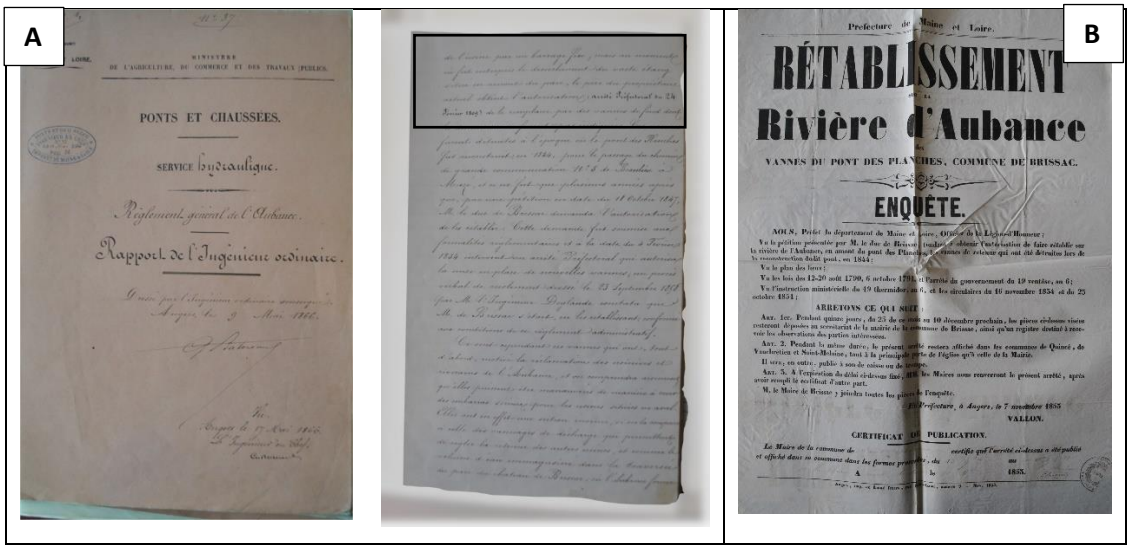


Figure 3. A) Rapport de l'ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées concernant le règlement de l'Aubance (1866, Source : Archives départementales du Maine-et-Loire) ; B) Enquête rétablissement de vannes de fond « du pont des planches » (1856, Source : Archives départementales du Maine et Loire)

Le cadastre napoléonien (levées réalisées en 1824 sur la commune de Brissac) présente deux cours rectilignes et parallèles qui se rejoignent en un seul chenal après un coude de 90° à l'endroit de l'ancien étang. Le cours le plus au nord porte la mention de « dessèchement de l'étang de Brissac » quand le second est nommé « canal de l'étang », suivi de « l'Aubance » inscrit en dessous (figure 4).

Figure 4. Cadastre napoléonien de Brissac (1824, Sources : GEOPAL - Archives départementales du Maine-et-Loire)

Le rapport de l'ingénieur, cité précédemment, parle d'une pétition « *couverte de nombreuses signatures adressée le 17 mars 1864 à M. le Préfet de Maine-et-Loire* ». Les vannes de fond installées (dites « du Pont des Planches ») ont apparemment été surdimensionnées et leur manipulation provoque des inconvénients aux propriétaires des divers moulins et usines installés en aval. Les masses d'eau « considérables » qui arrivent de manière intempestive inondent les parcelles riveraines et entravent le bon fonctionnement des moulins et usines.

Enfin, dans un autre rapport des ingénieurs des Ponts et Chaussées daté de 1881 se trouve un plan du même secteur indiquant l'objectif « d'assainir les terres » (figure 5.B – cercle noir), le système en place ne permettant pas de limiter les inondations en amont du parc de Brissac.

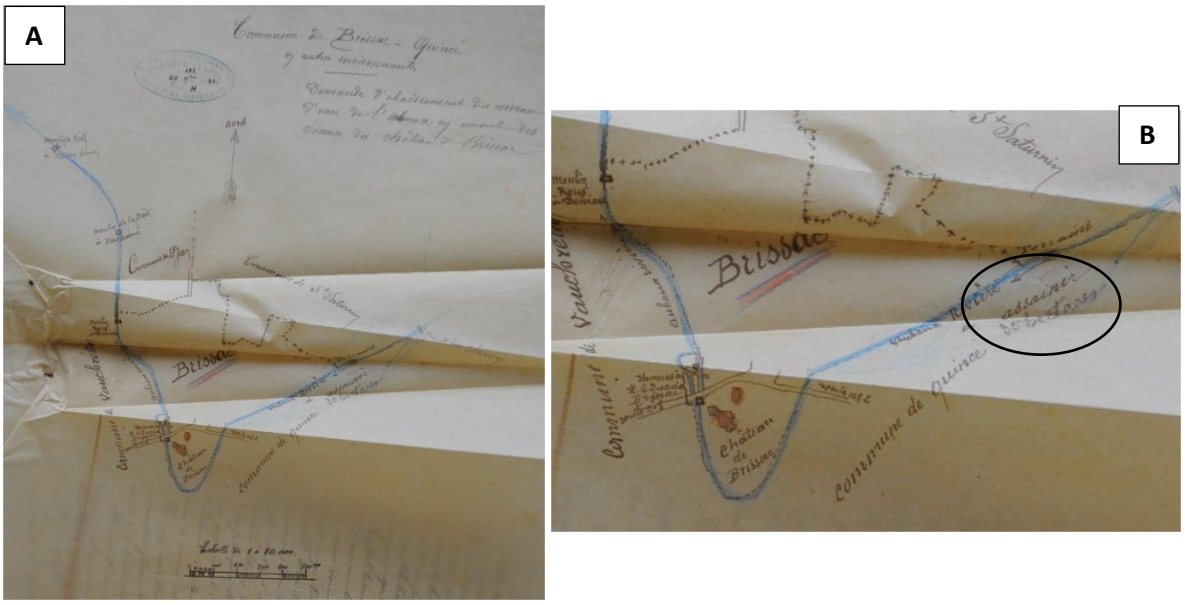


Figure 5. Plan de situation du secteur du Château de Brissac lié à une demande d'abaissement du niveau d'eau (A) Plan général ; (B) Zoom sur le plan et le commentaire "assainir 35 hectares" – cercle noir (1881, Source : Archives départementales du Maine-et-Loire)

Cet exemple illustre l'enjeu local de la maitrise quantitative de l'eau afin de permettre le bon fonctionnement des moulins d'une part, et d'autre part de limiter les inondations des terres agricoles pour mieux les exploiter. Les tensions que cette problématique génère sont révélées notamment par le nombre de rapports et de signataires des pétitions liés à ce même secteur sur plusieurs décennies.

Les moulins à eau

La technique d'exploitation de la force hydraulique des rivières (houille verte) par le moulin se diffuse tout au long du Moyen-Age (Barraud 2007). Une succession de barrages fixes sont installés à l'époque moderne sur de nombreuses rivières, et ce avec des desseins variés. Les chutes artificielles engendrées par les chaussées, permettent l'exploitation de la force hydraulique par les moulins. Les rivières se retrouvent alors découpées en biefs successifs (Le Sueur 2004). Les usages sont divers, même si la mouture des céréales reste globalement l'activité principale, et peuvent concerner différents types de matériaux (minéraux, végétaux, animaux). Le moulin intervient dans l'élaboration de l'huile, il foule le drap, souffle la forge, tanne les cuirs, ... (Rivals 2000).

Même les petits cours d'eau comportent plusieurs moulins. Ils présentent l'avantage d'être facile à équiper et même dans les régions où le relief est peu marqué (le Calvados par exemple) des fortes pentes longitudinales présentes localement suffisent à générer

suffisamment de force. De plus, ces cours d'eau possèdent de faibles variabilités saisonnières lorsqu'ils sont alimentés par l'aquifère des calcaires et/ou des formations superficielles tourbeuses, comme c'est le cas de la Mue et la Thue en Normandie (Lespez et al. 2005). Lorsque le substrat géologique est perméable et ne permet pas d'installer des réservoirs d'eau, il devient nécessaire d'augmenter la longueur des biefs et les hauteurs de chutes pour pouvoir alimenter plusieurs équipements hydrauliques (parfois un ouvrage tous les 1 à 1,5 km). Ces aménagements marquent l'artificialisation importante que ces cours d'eau subissent, ressemblant parfois davantage à des canaux déconnectés du fond de vallée (Lespez et al. 2005). Si la carte de Cassini et autres cartographies à petites échelles représentent le moulin sous forme ponctuelle, il ne faut pas ignorer pour autant son influence à grande échelle et l'espace fonctionnel qui accompagne son exploitation (Carcaud et al. 2009).

Le moulin est ainsi le symbole de la maitrise des cours d'eau et d'appropriation des rives. Son insertion et celui de ses équipements dans le paysage est révélatrice des pratiques de l'époque. Ainsi, au XVIIIe les fonds de vallées sont globalement occupés par des prairies, avec parfois quelques labours en proximité de cours d'eau. Les voies de communications passent à proximité des moulins pour qu'une fois l'importante production de blé de l'époque transformée en farine, celle-ci puissent être envoyée dans les villages alentours. Le moulin, alors facilement visible, se trouve inséré dans un fond de vallée ouvert. Les pétitions datant du XIXe siècle[6] témoignent des conflits que pouvaient générer les lâchés pratiquées par le meunier en période de sécheresse, causant les inondations des herbages en aval. Au début du XXIe le moulin a perdu sa vocation de production et se retrouve transformé en résidence privilégiée (principale ou secondaire), à l'abris des regards derrière des haies ou des clôtures… (Lespez et al. 2005).

Le cadastre napoléonien a permis de placer avec précision 41 moulins sur les terrains étudiés, dont 30 sont aujourd'hui des propriétés privées, utilisées comme résidence principale ou secondaire. La roue du moulin a généralement disparu, les biefs sont comblés, et certains se trouvent même éloignés de plus de 100 mètres du cours d'eau actuel, suite aux travaux de rectification/recalibrage de la deuxième moitié du XXe siècle. Les moulins aujourd'hui en ruines se trouvent principalement sur l'Aubance et dans la partie aval du Couasnon.

Nombre de moulins ont changé plusieurs fois d'activité au fil du temps (tableau 1). Le moulin du Ras à Vauchrétien servait à fouler le drap, puis à moudre de la farine et s'est transformé en scierie de 1906 à 1914. Le moulin de Fontaine a commencé par fouler le drap également, puis a été reconverti en moulin à farine. Enfin, le moulin du Palet au Viel-

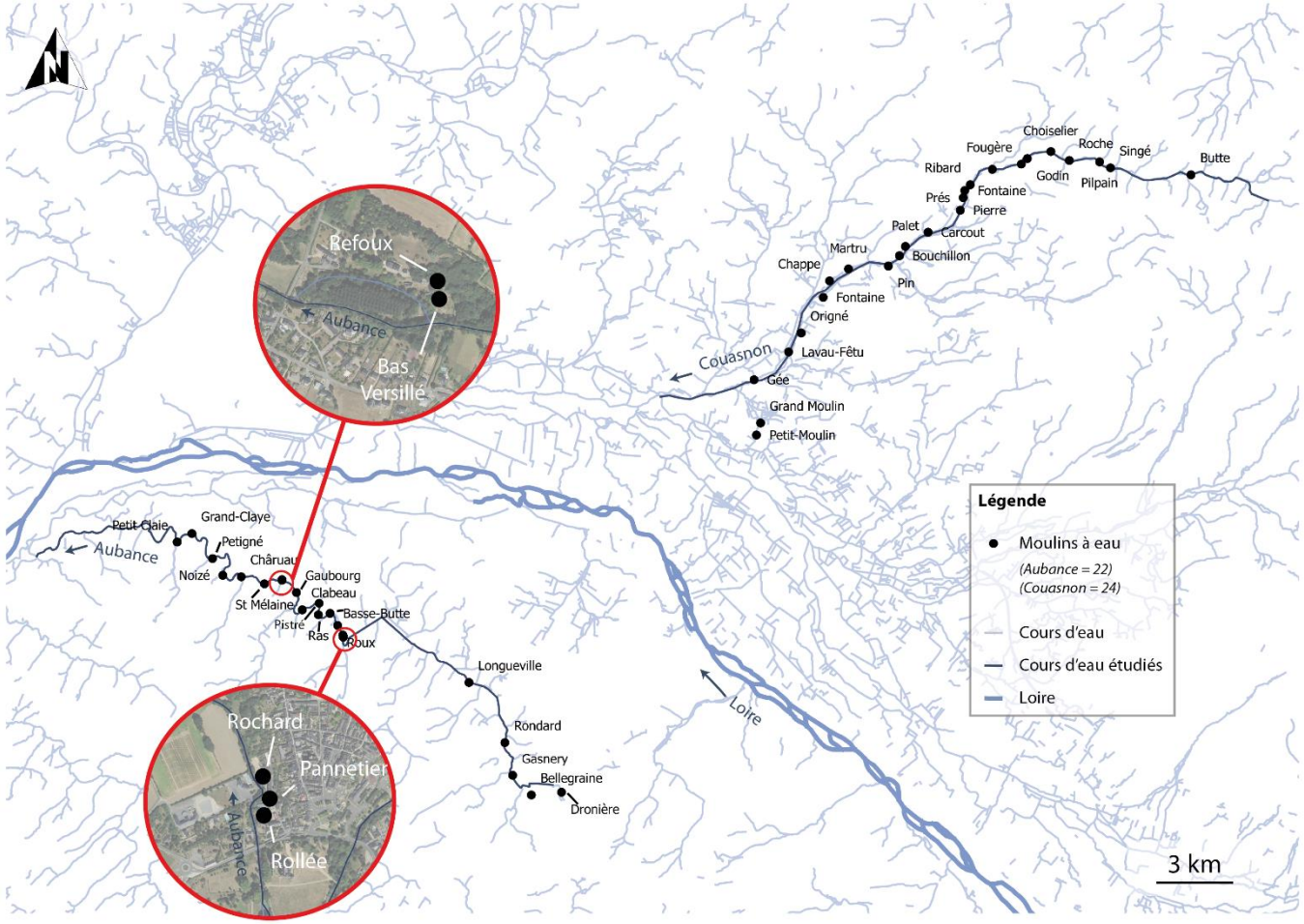
[6] Documents récoltés aux archives départementales du Maine-et-Loire

Baugé a été transformé en 1929 en atelier à gravure. Les archives départementales témoignent des problèmes liés au manque d'eau pour faire fonctionner ces moulins. Cela contraignait les meuniers à un chômage technique de plusieurs mois (4 à 6 mois) lors des faibles débits. En Maine-et-Loire, il n'est pas rare d'observer des vestiges de moulins à vent (souvent de type cavier) non loin des moulins à eau (lorsque la topographie le permet), ayant certainement servi à compenser l'arrêt de ces derniers lors des pénuries. Les moulins à eau étaient équipés de roues de dessous (22), de dessus (3), à aubes inclinés (2), à augets (2), à chaussée insubmersible (6) ou à palettes (3). La dernière minoterie de l'Aubance a fermé ses portes en 1955 (St-Mélaine) et en 1990 elle était la seule résidence secondaire dont la roue tournait encore (Meugé 1990). Sur le Couasnon, seuls deux moulins étaient encore en activité à la fin du XXème siècle. Le moulin de Fontaine produisait encore 60 tonnes de farine biologique dans les années 1990, et le Moulin de la Pierre au Viel-Baugé a fait tourner une turbine, puis un moteur de 1947 à 2001 (Bureau 2006).

Au final, pas moins de 22 moulins ont été recensés sur le cours de l'Aubance (figure 6), grâce au croisement de cartes anciennes (carte de Cassini et Carte de l'Etat Major), du plan cadastral napoléonien et des documents conservés aux archives départementales (Bulletin de l'Association pour la sauvegarde des moulins d'Anjou notamment). Cinq moulins existaient déjà au XIVe siècle, quand les autres ont une présence attestée depuis le XVe siècle pour la majorité. La fin de leur activité est signalée pour la fin du XIXe-début XXe pour la plupart, et correspond à l'entre deux guerres et aux transformations économiques qui ont suivies (post 2nd Guerre-Mondiale). La densité est de 1 moulin tous les 1 600 mètres en moyenne. La plupart étaient consacrés à la mouture de céréales. A noter que le moulin à eau de Pistré sur l'Aubance n'a pas été retrouvé sur la carte de Cassini ou sur le cadastre napoléonien. Sa localisation sur la carte (figure 6) est donc très approximative et repose uniquement sur la connaissance de sa commune d'implantation (St-Jean-des-Mauvrets). L'existence de ce moulin est toutefois attesté par C.Cussonneau, historien de l'art et des techniques, chercheur honoraire au Service de l'Inventaire Général du Patrimoine (région Pays-de-la-Loire) et membre d'associations de sauvegarde des moulins au niveau local et international.

Concernant le Couasnon, les archives nous ont révélé la présence de 24 moulins sur les 34,8 km de linéaire (soit 1 moulin tous les 1 450 mètres en moyenne). La majorité des moulins à eaux du Couasnon ont une existence attestée depuis au moins le XVe siècle et ont perdu leur usage de production (voir ont disparu) entre 1900 et 1950. La plupart sont aujourd'hui des résidences et certain ont conservé les seuils et vannes associés. Ces moulins étaient spécialisés dans la production de farine pour 14 d'entre eux, quand les autres se répartissent entre le foulon, le trèfle, le froment et les céréales en général. Trois n'ont pas d'usage spécifié. On peut considérer que ces petites rivières étaient

particulièrement équipées en moulins, notamment compte tenu du fait de leur faible débit. Certains auteurs avaient déjà signalé la forte densité d'obstacles à l'écoulement présents sur les rivières du Grand Ouest, comme la Seulles et ses moulins installés tous les 1 300 mètres vers 1750 (L. Lespez 2013).



Sources : Archives de la Direction départementale de l'Agriculture de Maine-et-Loire ; Direction du Patrimoine et de la Culture du Maine-et-Loire ; Cussonneau Christian - Notices Moulins à eau du Couasnon ; Meugé Jacques (2015) - A la recherche des moulins à eau sur l'Aubance, Bulletin de l'association Amis des Moulins d'Anjou ; Port Célestin (1996) - Dictionnaire Historique, Géographique et Biographique de Maine-et-Loire ; Raimbault Louis (1854) Statistique des moulins d'Anjou au XVème siècle ; BD TOPO®, BD ORTHO® - IGN© Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS) et Marianne AVIGNON (Agrocampus-Ouest)

Figure 6. Cartographie des moulins à eau de l'Aubance et du Couasnon

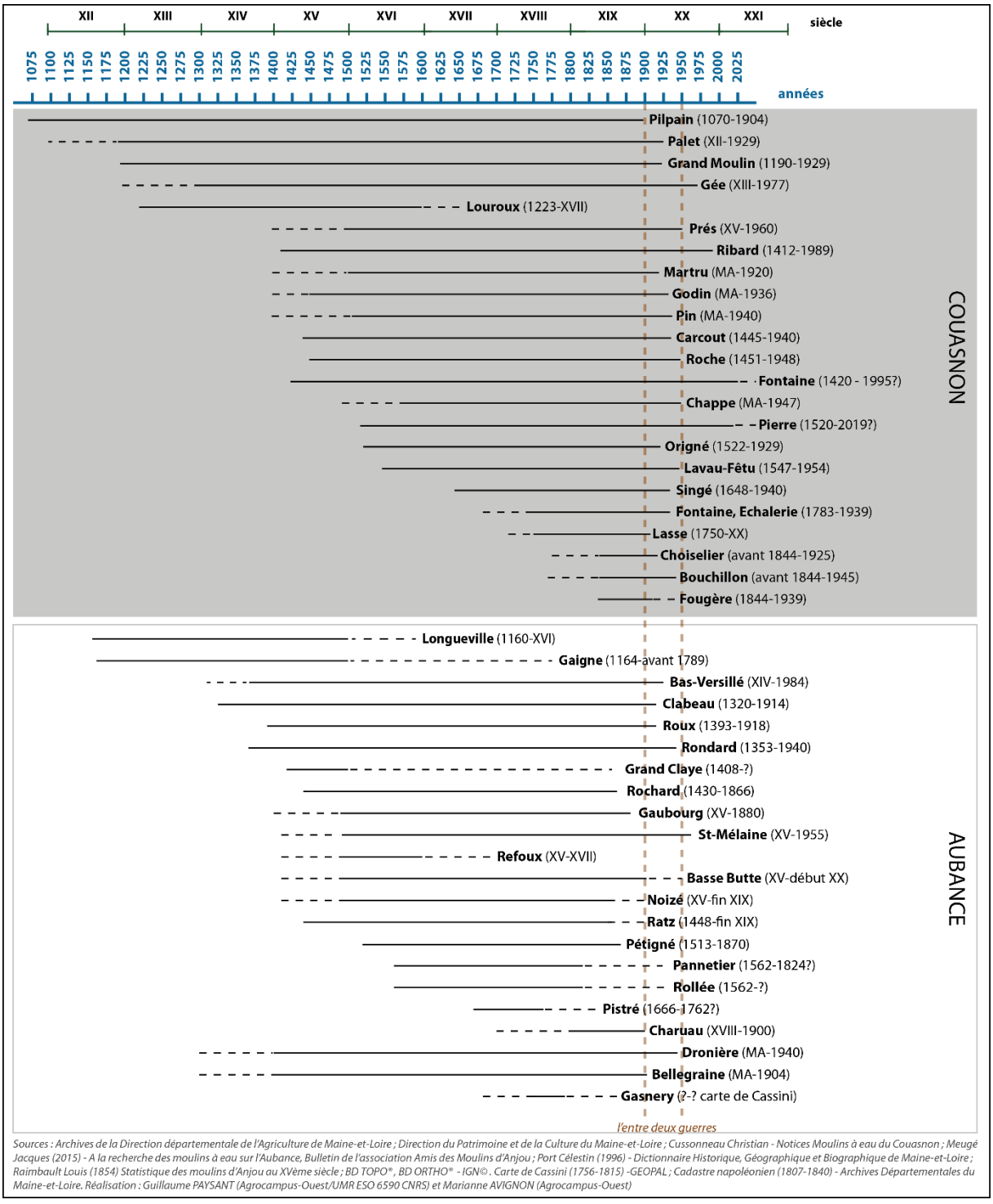


Figure 7. Frise chronologique de l'activité des moulins à eaux sur le Couasnon et l'Aubance

Tableau 1. Etats et activités des moulins à eau de l'Aubance et du Couasnon

Nom	Commune	Etat actuel	Utilisation	
Pilpain (Moulin de) ou pilepain	Pontigné	prop privée	farine	COUASNON
Palet (Moulon de)	Viel-Baugé	prop privée	transforme en 1929 en atelier de gravure	
Grand-Moulin (le)	Beaufort-en-Vallée	prop privée	céréales	
Gee (Moulin de)	Gée	prop privée	farine, éléctricite pendant la 2nd Guerre Mondiale	
Louroux (Moulin de l'abbaye du)	Baugé	détruit	NC	
Pres (Moulin des)	Viel-Baugé	prop privée	NC	
Ribard (Moulin de)	Viel-Baugé	prop privée	mouture / froment	
Martru (Moulin de)	Fontaine-Guérin	prop privée	farine	
Godin (Moulin de)	Pontigné	NC	farine	
Pin (Moulin du)	Fontaine-Guérin	prop privée	farine	
Carcout (Moulin de)	Viel-Baugé	prop privée	farine	
Roche (Moulin de la)	Pontigné	NC	moulin à foulon (laine)	
Fontaine (Moulin de); Grand-Moulin (le)	Fontaine-Guérin	prop privée	fouler les draps, puis reconversion en moulin à farine, fournir éléctricite	
Chappe (Moulin de)	Fontaine-Guérin	prop privée	à siegle et à froment, et une pêcherie	
Pierre (Moulin de la)	Viel-Baugé	prop privée	farine, trèfle	
Origne (Moulin d')	Fontaine-Guérin	détruit en 1941	farine	
Lavau-Fetu (Moulin de); Laveau (Moulin de)	Fontaine-Guérin	sinistre	farine, éléctricite	
Singe (Moulin de)	Pontigné	ruine	farine et pile du trèfle (nourrir animaux)	
Fontaine (Moulin de la) ; Echalerie (moulin d')	Viel-Baugé	prop privée	NC	
Lasse (Moulin de), Butte (moulin de)	Lasse	prop privée	farine	
Choiselier (Moulin de)	Pontigné	prop privée	farine	
Bouchillon (Moulin de)	Viel-Baugé	prop privée	farine	
Fougere (Moulin de)	Pontigné	prop privée	farine	
Longueville (Moulin de)	Charcé-St-Ellier-sur-Aubance	prop privée	NC	AUBANCE
Gaigne (moulin de), moulin de la chaussee des Murs	Mûrs-Erigné	complètement disparu	NC	
Bas Versille (moulin du)	St Melaine	complètement disparu	NC	
Clabeau (moulin), Clabaud (moulin)	Vauchretien	NC	moulin à blé	
Roux (Moulin), Rou, Raoul	Brissac	prop privée	moulin à froment	
Rondard (moulin), Routard (moulin)	Grezille	prop privée	NC	
Gaubourg (moulin de), Gobourg	St Jean des Mauvrets / St Mélaine	prop privée	moulin à farine	
St Melaine (moulin de), Juge-Pie, Bel Air	St Mélaine	prop privée	NC	
Refoux (moulin de)	St Jean des Mauvrets	complètement disparu	NC	
Basse-Butte (moulin de la), Basset (moulin du)	St Jean des Mauvrets	completement disparu	moulin à farine	
Noize (moulin de), Noisy (moulin de)	Soulaines sur Aubance	complètement disparu	moulin à farine	
Ratz (moulin du), Ras, Drap	Vauchretien	prop privée	moulin à farine, puis à fouler le drap	
Petigne (moulin de), Putigne (moulin de)	Soulaines sur Aubance	prop privée	moulin à farine	
Pannetier (Moulin de)	Brissac	prop privée	moulin à tan	
Rollee (Moulin de)	Brissac	NC	moulin à foulon	
Pistre (moulin de)	St Jean des Mauvrets	NC	NC	
Charuau (moulin de), Charruault (moulin de)	Soulaines sur Aubance	prop privée	moulin à farine	
Droniere(moulin), Petit Moulin	Louerre	prop privée	moulin à froment	
Bellegraine (moulin de), Bellegarde, Tresorerie	Louerre	Ruine	moulin à farine	
Gasnery (moulin), Grallay (moulin de)	Grézille	Ruine	NC	

Ressource piscicole

L'intensité et les formes de prélèvement de poissons des fleuves par les sociétés protohistoriques et antiques sont encore mal connues, mais l'exploitation des cours d'eau pour cet usage est bien avérée par les vestiges archéologiques présents (Sternberg 2004). Bien que dans les textes il ne soit fait mention de poissons d'eau douce qu'au IVe siècle, nous savons que Pline Le Jeune (vers 61-113) pratiquait la pêche de loisir au lac de Côme (Epist. 9, 7, 4 in Sternberg 2004). Des vestiges de nasses en rivière retrouvés en Europe du Nord témoignent de cette activité au moins depuis le Néolithique (Cleyet-Merle 1990 in Sternberg 2004). A Noyen-sur-Seine par exemple, des nasses datent de 7 000-5 000 av.J-C. Au-delà de l'utilisation de nasses à poissons, la pêche se pratiquait à la ligne, par filet dérivant et filet flottant (Sternberg 2004). La pêche en rivière pouvait également coïncider avec l'activité des meuniers, en témoignent des baux de moulins du XVIIIe siècle qui font référence aux demandes des religieuses d'être fournies annuellement de vingt-quatre truites par les fermiers exploitant leur moulin. Ainsi, les moulins mais aussi les écluses et les vannages étaient autant de dispositifs qui permettaient la capture des poissons (Clavel et Cloquier 2004). La gestion de l'eau et la gestion du poisson sont pensées de communes mesures depuis peu. Sous l'Ancien Régime, seuls les seigneurs ont un droit de pêche et la réglementation cible le braconnage. Pendant la Révolution française les droits de pêche seigneuriaux sont abolis et la « liberté de pêche pour tous et sur tous les cours d'eau » est décrétée, avant que l'Etat ne récupère ce droit en 1802. Le développement de nouvelles pratiques de pêche au début du XXe siècle en provenance d'Angleterre favorise la pêche sportive (au saumon) et s'organise en club. Durant ce siècle, les pêcheurs ne vont avoir de cesse que de dénoncer une chute des populations de poissons, et vont particulièrement pointer du doigt le développement industriel (le terme de « pollution » fait alors son apparition dans le langage courant). La pêche est vue comme étant une pratique rurale alors que dans les faits elle est tout autant pratiquée en milieu urbain. Le poisson est considéré comme une denrée permettant de lutter contre la pauvreté et la notion de « loisir moral » sera avancée par les sociétés privées. En 1959, la pollution accidentelle est qualifiée de délit suite aux demandes des fédérations de pêche, intervenant dans le repeuplement des rivières (Bouleau 2009).

Au-delà de cette pratique de la pêche directement dans le cours d'eau, ce dernier pouvait également servir à alimenter des viviers souvent localisés dans les domaines seigneuriaux. Nous en avons un exemple dans le bassin du Couasnon sur la commune de Chavaignes avec le domaine de Launey-Baffert dont l'existence remonte au moins au XIIe siècle (C.Port 1878 *in* Carcaud, Caillault et Paysant 2019). Un plan de projet du début du XIXe (archives privées) présente l'organisation du château et de son site à l'époque. Le débit du petit affluent du Couasnon est alors partitionné entre l'alimentation de douves (à

visées défensives) et l'alimentation d'un vivier. Les fonctions principales du site sont alors l'habitation, la défense et la production agricole. Le comte Eugène d'Oysonville fait reconstruire son château vers 1820 selon le modèle d'une longue demeure de style néoclassique italien et la rivière subit des transformations en lien avec le courant du romantisme. Le paysagiste Lalos en charge de la conception du parc, modifie la structure de la rivière pour former de longues sinuosités à la manière d'une rivière anglaise encerclant quelques îles, crée un miroir d'eau ainsi qu'une cascade (Carcaud, Caillault et Paysant 2019). La structure du domaine après la mise en paysage est présentée ci-dessous, le vivier y est encore mentionné (figure 8, n°1).

Figure 8. Cadastre napoléonien du domaine de Launey Baffert - Chavaignes (1824) 1) « Le Vivier » ; 2) Château de Launey Baffert et rivière mise en paysage ; 3) Le Couasnon (Source : GEOPAL, réalisation : GP)

Pichot et Marguerie (2004) développent l'idée qu'à l'époque féodale l'eau est bien un enjeu et d'abord de pouvoir. En effet, les différents aménagements que subissent même les « petits cours d'eau » (moulins, étangs, retenues…) marquent l'autorité du seigneur sur les hommes (paysans) et les terres. Ils notent également que les conflits liés aux rivières sont nombreux, notamment lorsqu'un nouvel étang noie les prés d'un voisin ou même « quand la queue de la retenue vient perturber le travail d'un autre moulin en amont ».

Enfin, certains usages n'ont pas été traités ici. En effet, l'écoulement des cours d'eau servait aussi par exemple à éliminer les déchets et autres restes indésirables (dont le sang), en témoigne le qualificatif de « Merderon »[7] qui concernait la rivière d'Avre (Amiens) le long de laquelle étaient installées des tanneries et au XIVe siècle l'écorcherie municipale (Clavel et Cloquier 2004).

[7] Merderon : évocateur de déchets et d'immondices. Attesté à Amiens du XIIe au XVIIIe siècle (Clavel et Cloquier 2004)

1.3 Nouvelles dimensions de la gestion des rivières - Quels impacts de l'écologisation des politiques de l'eau ?

La juridiction française (et européenne) liée à la gestion de l'eau n'a cessé d'évoluer depuis une cinquantaine d'années, affirmant ainsi la volonté de retrouver une bonne qualité d'eau sur le territoire national. Pour cela, plusieurs lois[8] clés ont été votées et continuent de jouer un rôle important dans la gestion de l'eau telle qu'elle est menée aujourd'hui. Une synthèse de celles-ci et de leurs apports est présentée ci-dessous (figure 9) et un détail des lois et dispositifs/outils et organismes concernés est disponible en annexe 2.

[8] Source : http://www.eaufrance.fr/ [consulté le 26/08/2018]

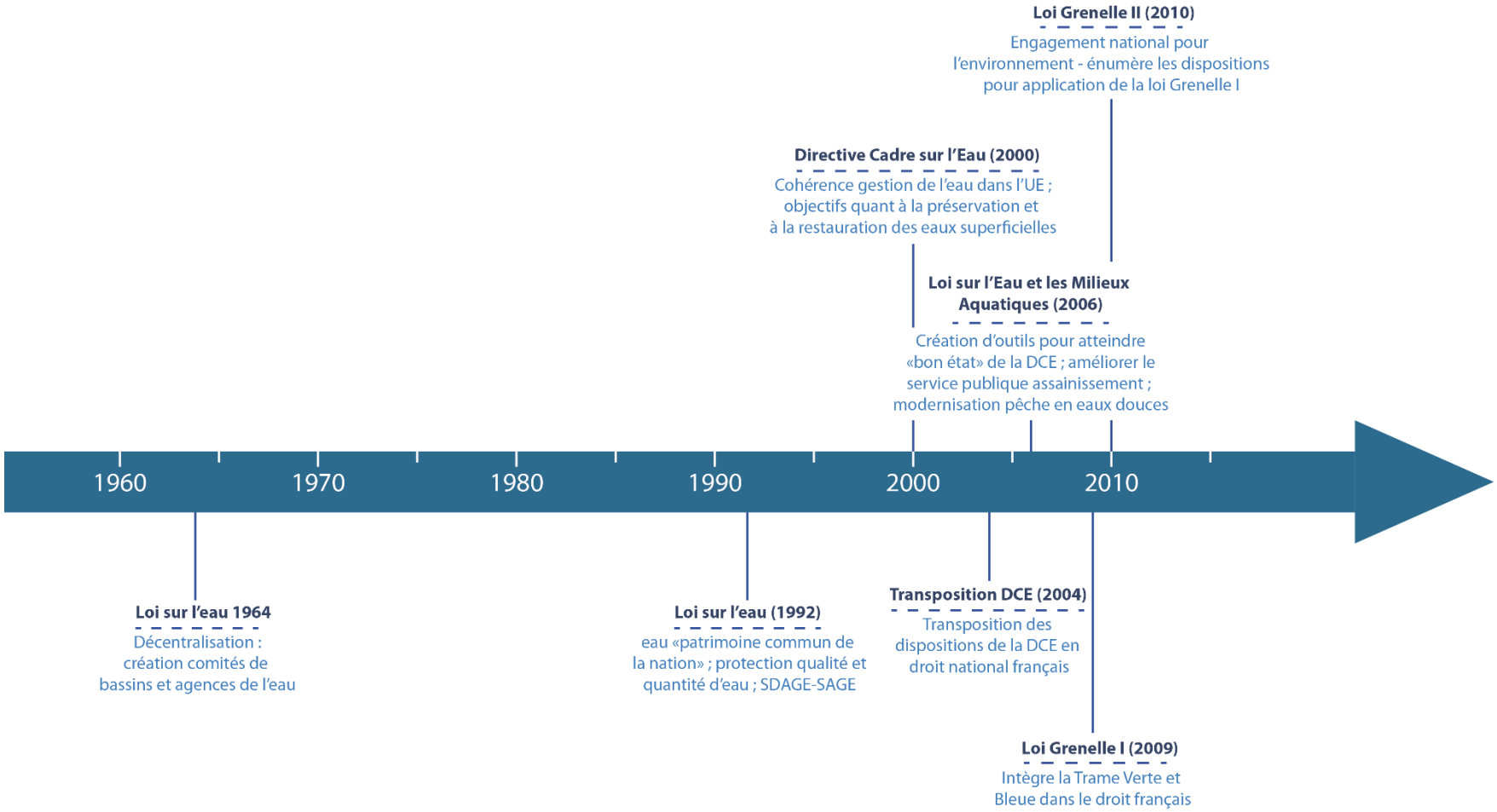


Figure 9. Frise chronologique des principales lois impactant la gestion de l'eau en France (Source : legifrance.fr et eaufrance.fr, réalisation : GP)

Cette nouvelle réglementation axée sur la « continuité écologique » est censée s'appliquer à l'ensemble des cours d'eau du territoire national, dans des contextes parfois très différents. Certains usages ou représentations/perceptions de la rivière sont ainsi remis en cause sur le terrain, ce qui a tendance à générer des tensions notamment à l'échelle locale.

1.3.1 Nouveaux enjeux liés aux rivières : Définitions et origines des concepts de restauration des continuités écologiques et renaturation

La pollution de l'eau (d'origines industrielles et domestiques, sous forme chimiques et organiques) est au cœur des préoccupations et de la loi de 1964, traduites en actions financées par les agences de l'eau. Ce n'est pas une motivation environnementaliste qui guide ces actions mais principalement les aspects économiques et sociaux, bien que la « vie biologique » et la « faune piscicole » soient aussi citées dans la loi de 1964. Rapidement, la période 1960-70 voit également rentrer en considération la question de la quantité d'eau (citée comme « aménagement » ; « gestion » ou « protection » de la ressource) (Morandi 2014). Bien que la « restauration écologique » ne soit pas encore évoquée, et que les actions présentées semblent assez éloignées de celles réalisées aujourd'hui, B.Morandi (2014) signale que cela marque un tournant dans la politique de l'eau car elles traduisent les premiers engagements dans l'intervention physique et directe sur les cours d'eau.

Les publications scientifiques françaises sur l'écologie de la restauration n'ont de cesse d'augmenter depuis 1990 (Buisson et al. 2018) tout comme la mise en œuvre des opérations de restauration écologique sur les rivières (Barraud 2011). La création en 1989 de la Société internationale pour la Restauration Ecologique (SERi), de par son objectif de rapprocher écologues de la restauration et praticiens témoigne de cette tendance à une échelle plus globale (Gallet et al. 2017). La « réhabilitation » ou la « renaturation » font leur entrée dans les discours et productions liés aux rivières (Barraud 2011). C'est aux Etats-Unis que la suppression des ouvrages transversaux est la plus importante avec le mouvement du « dam removal[9] » des années 1990. Si de grands barrages emblématiques sont arasés, la plupart des suppressions concernent d'anciennes chaussées de moulins dont la hauteur ne dépasse pas les 10 mètres (Germaine et Barraud 2013b). Ces actions sont en lien avec le mouvement de promotion de la « rivière sauvage » tout droit issu de

[9] Traduction personnelle : « enlèvement de barrage »

l'idée américaine de *Wilderness*[10]*.* C'est d'ailleurs aussi aux Etats-Unis que la recherche semble la plus active quant à la restauration des continuités écologiques des rivières (d'après l'analyse du nombre de publications sur le sujet dans les bases *Web of Science* et *Scopus*, Morandi 2014).

La « restauration » : référence passée ou « bon » fonctionnement écologique ?

La Société pour la Restauration Ecologique (SER) définit la restauration comme « la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir l'écosystème considéré comme indigène et historique. Le but de cette intervention est de revenir à la structure, la diversité et la dynamique de cet écosystème » (Aronson et al. 1995). Mais les publications scientifiques internationales mobilisant le concept de « *river restoration* » citent généralement deux définitions (Morandi 2014) :

« *The complete structural and functional return to a pre-disturbance state* » (Cairns 1991 *in* Morandi 2014)

Que l'on pourrait traduire par : « Le retour structurel et fonctionnel complet à un état de pré-perturbation. » (traduction personnelle)

La seconde définition émane du *National Research Council* présidé par J.Cairns. Elle parle de la restauration en 1992 en ces termes : « *Restoration means returning an ecosystem to a close approximation of its condition prior to disturbance. Accomplishing restoration means ensuring that ecosystem structure and function are recreated or repaired, and that natural dynamic ecosystem processes are operating effectively again* » (National Research Council 1992 *in* Morandi 2014).

« La restauration consiste à ramener un écosystème à une approximation proche de son état avant la perturbation. Réaliser la restauration signifie s'assurer que la structure et la fonction de l'écosystème sont recréées ou réparées et que les processus de dynamiques naturels des écosystèmes fonctionnent de nouveau efficacement » (traduction personnelle).

Ces deux définitions font référence à un état passé (l'état d'avant perturbation). La seconde définition de 1992 du NRC est un peu plus détaillée et précise les moyens pour assurer ce retour : recréer ou réparer. Elle est toutefois un peu plus nuancée quant à l'état à atteindre

[10] « Terres vierges » et « le lieu où habitent les bêtes sauvages ». Terme d'origine biblique, le *wilderness* américain est considéré comme étant un refuge et un sanctuaire. Paradoxe combinant à la fois « milieux hostiles » et « lieu de ressourcement » (Petillon 1986)

en parlant d' « approximation proche » quand la première évoque seulement un retour qui se doit d'être « complet ».

B.Morandi (2014) explique très clairement dans sa thèse, par le biais de l'analyse des définitions de la restauration et du positionnement des chercheurs (écologues nord-américains) vis-à-vis d'elles, que ce concept est empreint d'ambiguïté. Il précise aussi que beaucoup d'entre eux estiment que l'état initial dont il est question dans la définition représente un état « idéal » (un modèle) et quasiment impossible à atteindre car celui-ci ne prend pas en compte les nouveaux enjeux et contraintes liés aux rivières (usages du sol, réglementation, inondations…) (Kern 1992 *in* Morandi 2014). Plusieurs de ces chercheurs parlent d'un état initial dont la référence historique, pour les Etats-Unis, serait l'état pré-colonial, quand d'autres estiment qu'il ne doit pas nécessairement y correspondre tant que le cours d'eau est « en bonne santé » (Brooks et Lake 2007; Borg, Rutherfurd et Stewardson 2007 *in* Morandi 2014). Pourtant, cet état pré-colonial n'est pas pour autant dénué d'impacts anthropiques. Cela serait ignorer l'existence et les pratiques des Amérindiens, peuples habitants ces terres bien avant la colonisation européenne. Comme le signale P.Descola dans « Le sauvage et le domestique » (Descola 2004) à propos des Aborigènes en Australie, le terme de « wilderness » ne peut qualifier les territoires produit par l'activité humaine. Un leader Jawoyn du Territoire du Nord dénonça lorsque certaines de leurs terres eut été requalifiées en réserve naturelle : « Le parc national Nitmiluk n'est pas un espace sauvage […], c'est un produit de l'activité humaine. C'est une terre façonnée par nous au long de dizaines de millénaires – à travers nos cérémonies et nos liens de parenté, par le feu de brousse et par la chasse… ». L'auteur nous précise que pour l'ensemble des peuples vivant de la cueillette et de la chasse, l'opposition entre sauvage et domestique n'a pas de sens car l'ensemble de l'espace considéré a été parcouru, est connu et même aménagé (Descola 2004) même si cela est fait de manière discrète. Cela remet en cause le concept même de « wilderness » et donc les modèles « appliqués » qui en découlent, dont la « renaturation » et les continuités écologiques. Au-delà de ces questions, l'état des rivières à l'époque pré-colonial est peu connu, de même que l'état des rivières dans les temps anciens, même sur le vieux continent. Ainsi, il parait compliqué de prendre comme référence un état si peu maitrisé. Ces objectifs à atteindre pose donc la question de l'état de référence (Aronson et al. 1995), notamment par rapport au passé (objet de nombreux débats dans les années 2000), bien que ce rapport à un ancien état semble de moins en moins sollicité (Morandi et Piégay 2017). Enfin, les « intérêts environnementaux » générés par la suppression des ouvrages sont encore débattus au

sein de la communauté scientifique, notamment au sein de la « critical physical geography[11] » (Dufour et al. 2017).

Modes et « modèles » de gestions

Alors qu'autrefois les paysans entretenaient les bords des cours d'eau non-domaniaux, Le Lay et Piégay (2007) ont relevé une « négligence des travaux d'entretien » qui sévit depuis 1950. D'après eux, c'est ce qui a entrainé « la reprise en main, par l'État, d'une réglementation laissée jusqu'alors à l'initiative spontanée des riverains concernés par les cours d'eau, au nom de l'intérêt général (sécurité comme protection des milieux aquatiques) qui s'attache à leur entretien régulier ».

Les « petits » travaux (curage, nettoyage, faucardage, …) et ceux plus importants (rectifications, digues, recalibrage…) sont financés par les Agences de l'eau dans une optique de protection contre les inondations. Les archives de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse indiquent que la structure est consciente du défaut d'intervention de la part des propriétaires riverains, à qui il incombe l'entretien du lit (pour moitié) et les berges, que cela augmente le risque d'inondation et favorise la pollution. Ce déficit d'entretien est lié au nouveau paradigme de restauration (Morandi 2014). En 1964, la loi ne distingue plus les cours d'eau selon leur « navigabilité » mais selon leur statut administratif : cours d'eau domaniaux ou non-domaniaux. Les obligations, droits et usages diffèrent alors selon ces deux critères (Lévêque 2016). Les cours d'eau « non-domaniaux » ont subi « 50 ans d'abandon » (Lalanne 1976 *in* Morandi 2014). Cet abandon débute, selon lui, vers 1920 et est le résultat combiné de la dépopulation des campagnes (1ère guerre mondiale et exode rural) et de la modernisation de l'agriculture (remplacement de la main d'œuvre par les machines agricoles). Cela a mis fin à des pratiques d'entretiens que les politiques publiques n'ont pas réussi à compenser efficacement.

Depuis le début du XXIe siècle, les vallées (et notamment celles de l'ouest de la France), sont l'objet d'une « frénésie » d'initiatives publiques, associatives ou privées dont les objectifs, souvent antagonistes, sont de préserver les héritages culturels d'une part et les héritages naturels d'autres parts. Les projets qui concentrent incompréhensions et conflits sont ceux qui concernent le démantèlement des seuils et barrages. Ces ouvrages, témoins de techniques et de l'histoire des lieux et des pratiques des sociétés du passé, sont désormais désignés comme étant des obstacles à la continuité écologique et de manière générale, des freins à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau (fixée par

[11] La géographie physique critique, proposée essentiellement par des géographes nord-américains (Lave et al. 2014) est une approche intellectuelle intégrant une compréhension accrue des processus biophysique mais également une analyse critique des questions sociales ainsi soulevées (Dufour 2015).

la DCE et la LEMA) (Germaine et Barraud 2013a). Cette politique de suppression des ouvrages transversaux sur les petits cours d'eau comme sur les rivières et fleuves majeurs est le prolongement de l'idée de « libérer les rivières » qui a émergé au début du XXIe siècle. Des projets de suppression des ouvrages sont portés par de nombreuses associations internationales telles que WWF [12] et *European Rivers Nature*, comme nationales (SOS Loire Vivante, France Nature Environnement…) (Germaine et Barraud 2013b). Les questions sur le devenir des petits aménagements hydrauliques suscitent un intérêt important dans un grand nombre de pays européens (Downward et Skinner 2005 *in* Barraud et al. 2009; Morandi 2014) et cela mobilise une large communauté scientifique (biologistes, hydrologues, géographes, économistes,…) ainsi que les gestionnaires (Walter et Merritts 2008; Mullens 2003 *in* Barraud et al. 2009).

Les syndicats de rivières[13] de ces petits cours d'eau non-domaniaux ont désormais comme actions principales l'entretien des berges et du lit (qui devraient normalement être réalisés par les propriétaires) et la mise en place des travaux de restauration des continuités écologiques ainsi que de « renaturation ». L'Agence Française pour la Biodiversité (AFB[14], anciennement ONEMA) et les Agences de l'Eau produisent de la documentation technique à destination des techniciens pour favoriser le transfert entre la recherche scientifique et l'application terrain. On peut citer par exemple le « Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau » destiné « […] à un public de techniciens, mais aussi décideurs et gestionnaires […] » (Adam et Malavoi 2007). Des documents « pédagogiques » et des plaquettes explicatives à destination des acteurs de l'eau (syndicats, élus, bureaux d'études, …) et des habitants sont également diffusés.

Les modèles prônés dans les opérations de gestion sont explicités par le biais de deux schémas issus de la documentation technique de l'ONEMA :

[12] World Wilde Fund for Nature

[13] Anciennement « syndicats de travaux » chargés de gérer la rivière principalement dans un objectif de protection contre les inondations

[14] Créée au 1er janvier 2017 par la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages (loi n°2016-1087 du 8 août 2016) – Union de plusieurs organismes : Agence des aires marines protégées, Atelier technique des espaces naturels, Office national de l'eau et des milieux aquatiques et Parcs nationaux de France – Source : https://www.afbiodiversite.fr [consulté le 29/08/2018]

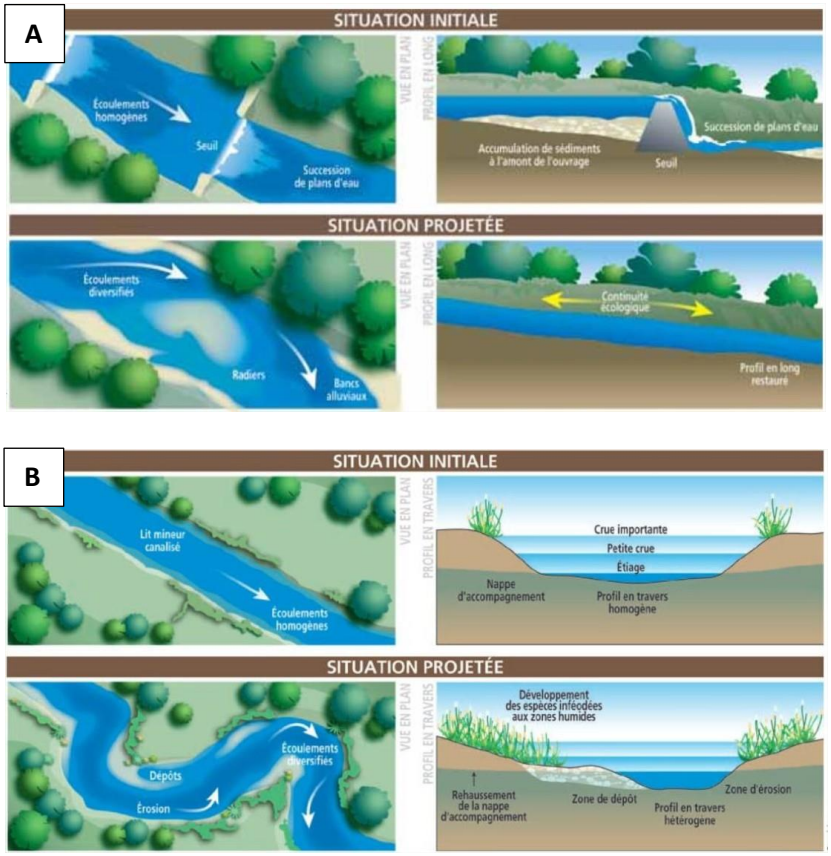


Figure 10. Modèles de rivières prônés par l'AFB (ex ONEMA) - (A) la restauration des continuités écologiques ; (B) la "renaturation" par le reméandrage (Source : ONEMA 2010; ONEMA 2012)

On comprend aisément que la tendance est à une rivière sinueuse serpentant au milieu de prairies et longée d'une ripisylve marquée (figure 10-B) sans obstacle à l'écoulement (figure 10-A).

1.3.2 Une déclinaison hétérogène sur le terrain

L'usage de la terminologie et concepts dans le monde

La problématique de la « restauration » est devenue prioritaire pour les autorités du monde entier qui ont la charge de la gestion de l'eau (Nienhuis et Leuven 2001). La caractérisation (ou dénomination) des nouveaux modes de gestion des rivières diffèrent selon les pays notamment entre l'usage des termes « réhabilitation » et « restauration » parfois utilisés comme synonymes (particulièrement dans les publications européennes). En effet, il semblerait que les publications scientifiques européennes mentionnent restauration, réhabilitation et même renaturation et revitalisation. Le concept de restauration est employé spécifiquement par la France, le Danemark et la Suède, tandis que les pays germanophones (Allemagne, Autriche, Suisse) vont privilégier le terme de

renaturation. Le terme de réhabilitation est quant à lui plutôt employé par les pays anglophones, que ce soit en Europe (Irlande, Royaume-Uni et les Pays-Bas), que sur le continent nord-américain et également en Océanie (Morandi et Piégay 2017).

La restauration des continuités écologiques à l'étranger

La période dans laquelle la majorité des ouvrages ont été construits aux Etats-Unis (1950-1970) a abouti à près de 76 000 grands barrages et plus de 2,5 millions de petits ouvrages recensés dans le pays. Le mouvement du « *damn removal* » répond à l'état de dégradation atteint par plusieurs de ces structures, qui questionnent désormais quant à la sécurité des populations. Le rythme de démantèlement des ouvrages domine depuis 1998 la construction de nouvelles infrastructures. Bien que les questions sécuritaires et de circulation des poissons soient principalement avancées quant à ces effacements, Grant (2001 *in* Barraud 2011) y voit aussi un symbole fort de « libération de la rivière », incarnant une certaine représentation de la nature. Le transfert de cette tendance à la suppression d'ouvrages (de toutes tailles, la plupart concernés étant inférieurs à 12m) des Etats-Unis vers l'Europe s'effectue par le biais de la communication des ONG, de la recherche scientifique et des structures institutionnelles en charge de la gestion de l'eau (Barraud 2011). Si la suppression d'ouvrages est un phénomène particulièrement important en France (notamment dans l'ouest) et aux Etats-Unis, ces derniers ont développé plus rapidement la restauration du chenal d'écoulement. La restauration, ou renaturation selon l'usage, au Royaume-Uni se traduit bien plus par de la remise en talweg ou du reméandrage que par de la suppression d'obstacles (pays pourtant soumis à la DCE lui aussi), puisque celle-ci ne représentait que 8% des actions engagées. Dans ce même territoire, de nombreuses actions telles que le rétrécissement du lit par génie écologique ou encore la plantation d'arbres pour créer de l'ombrage sont majoritaires par rapport à l'effacement (Lespez et Germaine 2016). Les auteurs expliquent également que des modèles régionaux se dégagent, que ce soit en France, au Royaume-Uni ou aux Etats-Unis, et que ceux-ci sont guidés par les poids des conditions locales, des modèles écologiques de référence ainsi que par le contexte économique. Enfin ils affirment que dans le monde occidental de manière générale, la vision de la rivière suit la description suivante : une rivière qui méandre au sein de prairies permanentes avec une ripisylve au moins arbustive, plus ou moins continue le long de la rivière. Ce modèle de rivière provient certainement à la fois de référence artistique et de la rivière rurale aménagée héritée du XVIIIe siècle (Lespez et Germaine 2016) idéalisée et s'opposant à la rivière contemporaine industrialisée et rectifiée.

Concernant les actions de RCE, l'Allemagne a porté presque le double de projets comparé à la France sur la période 1960-2009. Que ce soit pour l'Allemagne ou pour la France, la plupart des projets de RCE sont menés dans des espaces agricoles ou partiellement agricoles. Les actions allemandes au sein du lit mineur sont plus diversifiées que les actions françaises, et surtout ces dernières comprennent 35% d'intervention en faveur de la continuité écologique, quand l'Allemagne n'en compte que 18% (Morandi et Piégay 2017). Au Royaume-Uni l'accent est mis sur la multifonctionnalité des cours d'eau. Ainsi, les projets intègrent une dimension écologique et une dimension de valorisation à destination de la population, comme M-A. Germaine et R.Barraud (2013b) l'expliquent à travers le cas du London Rivers Plans (RRC, 2009) sur le bassin de la Tamise.

La nouvelle gestion orientée « continuité » en France

Suite au Grenelle de l'environnement (2009) et aux Trames Vertes et Bleues (TVB) qui en découlent, l'Etat a affirmé sa volonté de restaurer les continuités écologiques par l'arasement des ouvrages. Ainsi, ce dernier s'est engagé à effacer les 2000 infrastructures les plus imperméables à la circulation des poissons (sur les 60 000 recensés par l'ONEMA). Ces objectifs sont traduits au sein du Parce (Plan national d'Action pour la Restauration de la Continuité Ecologique des cours d'eau) fin 2009 et une circulaire l'accompagnant (du 25 janvier 2010) désigne très explicitement la suppression totale des ouvrages comme étant « l'intervention à privilégier » (Germaine et Barraud 2017a). A travers 480 actions de restauration métropolitaine recensées sur internet et étudiées, B.Morandi et H.Piegay (2011) nous renseignent sur la forme que prennent ces modes de gestion sur le territoire national. Certaines disparités apparaissent ainsi, comme le Nord-Pas-de-Calais, la Picardie et la Corse très peu concernées par ces actions. Les auteurs insistent sur les biais inhérents à un travail de recensement de données en provenance d'internet, lacunaire et mises en ligne volontairement (« stratégie » d'une structure de gestion). Ainsi, il faut considérer que certaines structures communiquent moins sur leurs actions et sont donc sous-estimées dans le cadre de ce genre d'étude. Les dégradations et pressions physiques sont très hétérogènes selon les régions et peuvent apporter quelques éléments de réponses quant aux inégalités importantes d'actions de restauration. Pour étoffer l'analyse de l'application de la restauration en France, B.Morandi et H.Piégay (2017) nous exposent leur travail sur 364 dossiers d'aides instruits sur la période 1997-2011 par les agences de l'eau Loire-Bretagne, Rhin-Meuse et Rhône-Méditérannée-Corse. Il apparait que les interventions sur la ripisylve soient majoritaires et cela pour les trois agences concernées, bien que le montant moyen des aides dédiées soit des plus faibles. Les actions aidées par les agences de l'eau sont ensuite celles effectuées dans le lit mineur des cours d'eau, traduites par de l'enlèvement d'embâcles et d'encombres. Là encore les moyens alloués sont plutôt faibles pour des actions qui sont finalement assez légères. Vient ensuite les travaux dans le lit mineur qui consistent à intégrer des blocs rocheux ou à créer des caches sous-berges, pour des montants qui commencent à être assez élevés. Les autres

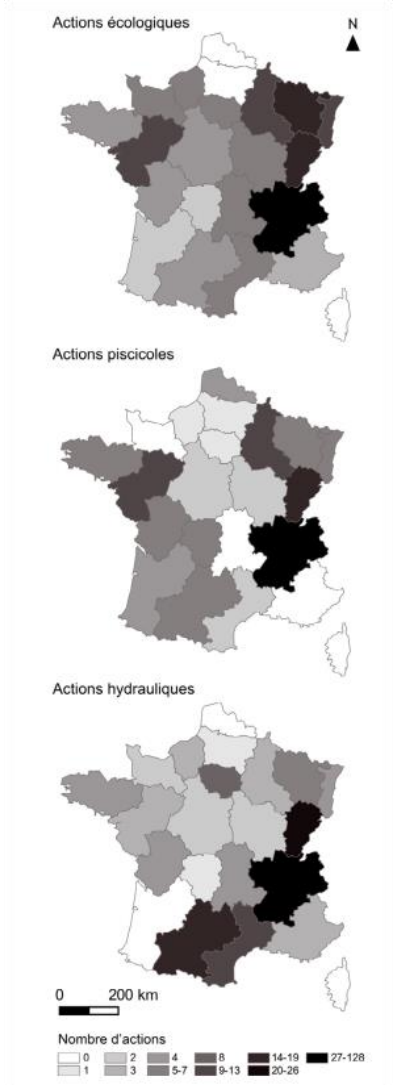


Figure 11. Répartition nationale des actions de restauration recensées et par type de restauration : écologique, piscicole et hydraulique (Source : Morandi et Piégay 2011)

actions sont plus minoritaires. Elles concernent les travaux dans le lit majeur (annexes fluviales), les ouvrages transversaux ou encore les aménagements paysagers, récréatifs et d'usages. A noter que ces actions, bien que moins nombreuses, sont globalement mieux soutenues financièrement par les agences de l'eau. Enfin, une autre analyse de projets leur permet d'affirmer que 25% des projets français se trouvent dans la seule région Rhône-Alpes. Les autres régions ayant le plus de projets en leur sein (par rapport à leur linéaire de cours d'eau) sont ensuite la Lorraine, l'Alsace et la Franche-Comté (Morandi et Piégay 2017) et les auteurs insistent sur la précocité en matière de restauration repérée globalement dans l'Est de la France (Morandi et Piegay 2011).

A travers la localisation des actions de restaurations par type et par région de France (figure 11), plusieurs tendances se dégagent. Les régions à la frontière Est de la France (partagée avec l'Italie, la Suisse, l'Allemagne et la Belgique) sont majoritaires en ce qui concerne les actions écologiques. La région Pays-de-la-Loire est principalement active dans les actions piscicoles et écologiques au détriment des actions hydrauliques qui elles, dominent la gestion en Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon. La région Rhône-Alpes est quant à elle la plus dynamique dans l'ensemble des actions recensées. Les auteurs nous démontrent ainsi une hétérogénéité des modes de gestion sur le territoire.

1.3.3 Controverses autour du nouveau modèle d'aménagement des rivières

La territorialisation de la gestion de l'eau implique des luttes dans les champs politiques, institutionnelles et scientifiques qui ont fortement évolué entre le XIXe et le XXe siècle (Ghiotti 2006) et continue de le faire au XXIe siècle. La restauration écologique, et notamment la suppression d'ouvrages hydrauliques, génèrent des conflits principalement locaux. Cela confronte les politiques environnementales émanant de l'Etat aux acteurs locaux, aux rôles, usages et perceptions de la rivière assez divers (riverains, usagers, élus, gestionnaires de collectivités territoriales, services de l'Etat…) (Navarro 2010; Germaine et Barraud 2017a). La première opération d'envergure en Europe fut l'arasement en 1996 du barrage de Kernansquillec sur le Léguer dans les Côtes d'Amor. La raison sécuritaire motivait à l'époque cette suppression, mais la population locale a d'abord eu du mal à accepter le projet de suppression. Un projet aux volets environnemental et social (dont préservation du patrimoine industriel) a finalement abouti, salué et souvent montré en exemple (Germaine et Barraud 2013b; Barraud et Germaine 2017). L'acceptation locale est en effet rarement aussi acquise, et une opposition de plus en plus puissante s'observe sur le terrain lors des projets d'arasement d'ouvrages, même si celle-ci peine à trouver un

écho au-delà du territoire et du petit nombre d'acteurs concernés (Germaine et Barraud 2017a).

Les cas Angevins : Le Layon et l'Aubance

En Anjou, sur l'Aubance et le Layon (deux cours d'eau tributaires de la Loire), les actions de restauration de la continuité écologique sont menées sur des terrains dit « favorables », potentiellement peu conflictuels, plutôt en amont ou sur des ruisseaux où les enjeux majeurs sont absents. Certains élus locaux, comme des riverains, qui ont connu les stratégies de gestion liées aux problématiques hydrauliques, n'adhèrent pas toujours au « discours écologiste » qui guident ces opérations. Sur l'Aubance, à proximité de Brissac-Quincé, les enjeux écologiques qui ont guidé la gestion sont parfois masqués par un travail de mise en valeur esthétique de la rivière (iris, motifs de pas japonais,…), peut-être pour faire accepter le changement aux plus réticents (Montembault et Caillault 2017). Cela contribue au « pittoresque écologique » dont certains auteurs signalent la montée en puissance depuis quelques années (Luginbühl 2012; Barraud et Portal 2013). Plusieurs études ont montré que la qualité environnementale est évaluée par le critère esthétique, notamment par un public « non-expert », quand bien même les arguments relevés témoignent d'une action humaine et donc d'une naturalité moindre (Cottet, Rivière-Honegger et Piegay 2010; Cottet et al. 2014).

A Chalonnes-sur-Loire, toujours à proximité d'Angers, le plan d'eau de la commune (d'environ 10 hectares, situé à la confluence du Layon avec la Loire) a subi des phases d'aménagements et de désaménagements contradictoires après une obligation de mise en conformité avec la DCE. Le magazine d'information de la commune consacre dans son numéro 20 (décembre 2014-janvier/février 2015) un dossier spécial sur l'étang, qui retrace son contexte historique et expose les possibilités quant à son devenir (annexe 3)[15]. En 1975 la commune de Chalonnes, qui cherchait à installer des équipements sportifs, a gagné du terrain en remblayant des terres inondables à partir de matériaux extraits directement du lit du Layon. Un plan d'eau a été installé dans la dépression générée par l'extraction. L'abaissement progressif du lit de la Loire provoque l'envasement du plan d'eau, ce qui contraint en 2006 la municipalité à établir un seuil et un clapet (avec passe à poissons) pour gérer le niveau d'eau. Ce genre d'installation se positionne en contradiction avec la gestion prônée par la DCE, ce qui provoque un refus de contribution financière de la part des institutions partenaires (Conseil Régional, Agence de l'Eau pour une participation symbolique de 1%). Les élus locaux réussissent tout de même à obtenir l'autorisation du

[15] Dossier disponible sur : https://www.chalonnes-sur-loire.fr/wp-content/uploads/2015/04/vivre_a_chalonnes_ndeg20_bd.pdf [consulté le 05/06/2018]

préfet (2007) et l'aménagement est opérationnel en 2009. Mais celui-ci n'a pas les effets escomptés (désenvasement) et les poissons n'arrivent pas à franchir l'obstacle malgré la passe. En parallèle, l'association écologiste « Sauvegarde de l'Anjou[16] » attaque l'arrêté préfectoral en 2007 au tribunal administratif de Nantes et obtient gain cause et donc annulation de l'arrêté en 2012. Cette décision entraine une obligation de retour à un état initial (avant installation des ouvrages) pour permettre la libre circulation des eaux, des sédiments et de la faune piscicole. L'abaissement du clapet, la suppression du seuil et une échancrure dans le guide d'eau entraine une vidange du plan d'eau en 2015. S'ensuit une succession d'articles dans la presse locale relayant la parole d'usagers et de riverains exprimant leur incompréhension et/ou mécontentement lié à la gestion du plan d'eau. Ainsi dans le Courrier de l'Ouest (23/07/2015), des promeneurs déplorent la perte d'un paysage qui était « […] tellement beau avant » et dénoncent « […] une énorme bêtise […] ». Ils affirment aussi subir les prémices des effets de cette mise au sec : l'arrivée des moustiques et des odeurs « insupportables », annexe 4). Le président de l'association de pêche « La Brème Chalonnaise » s'exprime quant à lui dans le Ouest France (28/11/2016) à propos de la gestion du nouveau projet du site (suite à la vidange) et demande plus de cohérence : « *Il faut arrêter de faire et de défaire* » (annexe 5). Ce discours témoigne de l'incompréhension par certains riverains et usagers des changements de logiques de gestion de l'eau par les autorités compétentes.

Ce cas est particulièrement intéressant car il révèle plusieurs aspects clés dans la compréhension de la problématique de RCE, que nous avons résumé en 6 points : 1) Le décalage entre législation nationale (et européenne) à visée environnementale et stratégie de « petites » collectivités locales, et plus surprenant l'incohérence avec une décision préfectorale. Cela peut révéler une non-adhésion au paradigme de la nouvelle réglementation. A noter qu'à l'époque le préfet est M. Jean Claude Vacher (en poste du 10 janvier 2005 au 25 mai 2008) qui prit sa retraite à la fin de son mandat ; 2) la place prise par les associations environnementalistes dans le processus de démantèlement des ouvrages (Germaine et Barraud 2013b) ; 3) la succession de travaux d'ampleur et coûteux (dépenses publiques) dans une période très réduite (8 ans)[17] 4) « acceptabilité sociale » : incompréhension de l'action par les riverains et usagers (Germaine et Barraud 2013b; Germaine et Barraud 2017) observable dans les articles de la presse locale (É. Comby et

[16] Association créée en 1965 pour la protection des sites, monuments et vieilles demeures d'Angers. Elle a étendue son territoire d'action au département et s'investit d'une mission de protection de l'environnement en plus de celle existante. Aujourd'hui fédération départementale d'associations (18 associations) et membre de « France Nature Environnement ». Source : http://www.sauvegarde-anjou.org/qui-sommes-nous/ [consulté le 05/06/2018]

[17] Travaux de 2007 : 640 000 euros hors maitrise d'œuvre (financement 55% Syndicat de rivière ; 34% commune de Chalonnes ; 0,7% association Brème Chalonnaise ; 1% Agence de l'eau Loire Bretagne ; 9% Conseil Général 49) Source : Magazine d'information de Chalonnes-sur-Loire, numéro 20 (2015) / Travaux de 2015-2016 : 600 000 euros, 80 000 euros de compensation d'irrigation (suite à la vidange)

Lay 2014; Montembault et Caillault 2017) ; 5) travail de pédagogie et de communication (nécessité de convaincre et sensibiliser, Montembault et Caillault 2017) de la part des pouvoirs locaux pour faire accepter le projet (réunion publique permettant des échanges quant aux scénarios possibles, annexe 3-C). Arguments écologistes (compatibles avec le tourisme et le récréatif) : « *l'objectif est de garder un espace de loisirs et d'agrément, de restaurer un écosystème humide, régulateur des débits de l'eau, riche en biodiversité, un espace de découverte pour les enfants, et un atout supplémentaire pour le développement du tourisme à Chalonnes.* » Annexe 3-B) et l'évocation des espèces patrimoniales du site (annexe 3-D) pour justifier les projets ; 6) Afin de préparer la population aux changements paysagers importants liés à la vidange du plan d'eau (et prévenir des « traumatismes » que cela peut engendrer, Germaine et Barraud 2017), la municipalité fait référence à l'état du lieu avant le creusement par extraction en s'adressant directement « *[aux] Chalonnais qui ont connu le site avant 1976 et se souviendront que le plan d'eau n'a pas toujours existé et que le Layon était bordé de prairies* » avec insertion d'une carte postale ancienne et d'une ancienne photographie aérienne oblique en noir et blanc (non datées) comme preuve à l'appui (annexe 3-D).

Montembault et Caillault (2017) avancent, à propos du cas de Chalonnes, que la vidange de l'étang a dû faire baisser la valeur des nouvelles habitations construites en bordures immédiates (« avec vues sur le plan d'eau ») et en concluent donc que les interventions (onéreuses) à visée écologique peuvent avoir des effets sur l'économie locale.

Des obstacles à une gestion « apaisée » : le déséquilibre « savoir savant » / « savoir commun » et le problème de l'état de référence

La vision technicienne de la gestion de la rivière prend le risque de « couper les populations locales des environnements qu'elle fréquentent régulièrement », d'autant plus si elle se complexifie toujours un peu plus, comme L.Lespez, M-A.Germaine et R.Barraud (2016) l'illustrent avec l'évaluation par les services écosystémiques. Si l'idée d'une démarche participative semble favorable à l'intégration des usages et des différentes sensibilités liés à la rivière, la mise en application n'est pas aisée. Par exemple, l'Association de la vallée du Léguer s'est heurtée, lors de l'élaboration d'un diagnostic participatif et d'une stratégie globale, à l'obstacle de la domination des « savoirs savants » sur les savoirs des usagers. Au-delà des divergences, c'est l'aspect formel de l'invitation des riverains à la réflexion qui entrave l'aboutissement en un projet concerté (Barraud et Portal 2013; Germaine et Barraud 2017b) et l'absence de lieux et procédures où les « savoirs communs » seraient légitimes et reconnus au même titre que la connaissance scientifique (Bortoli et Palu 2000). G.Bouleau et C.Barthelemy (2007) expliquent que les écologues

(scientifiques) et les écologistes (militants) sont parfois les mêmes individus, qui utilisent la science pour appuyer leurs revendications, comme les élus sont également capables de traduire des éléments provenant de la sphère scientifique pour défendre leur position politique. Enfin, les conflits résident parfois dans les demandes au retour à des états anciens qui ont existés à des périodes diverses et qui ne sont pas compatibles. Par exemple, le tourisme de pêche du XXe siècle avec la présence du saumon ou le retour de la navigation fluviale, dans le cas de l'Aulne, présenté par Le Calvez et Hellier (2017). Cela questionne plus largement sur le paysage de référence vers lequel le projet doit tendre (Aronson et al. 1995 *in* Lepart, Marty et Rousset 2000).

1.4 Le contexte angevin pour analyser l'évolution de la gestion de l'eau

1.4.1 La gestion de l'eau en Maine-et-Loire

La Loire : Vecteur de biens et de personnes… contre nature ?

Sous l'Ancien régime et pendant la première moitié du XIXe siècle, le transport fluvial par la Loire joue un rôle majeur (que ce soit au niveau local, que régional, national et même internationale). Elle permet les échanges de diverses marchandises (*e.g* bois, pierre, quincaillerie, blé, vin, fruits, sucre, poisson, …) et l'acheminement des produits coloniaux vers l'intérieur du pays. Car si la Loire présente l'avantage d'être relativement rectiligne (notamment par rapport à la Seine) et de bénéficier des vents d'ouest (ce qui facilite grandement la remontée du fleuve), son régime hydrologique capricieux est un frein considérable. Au XIXe siècle, l'aménagement du fleuve passe par la protection des rives, la mise en place des levées ainsi que par la réduction du chenal (pour favoriser la navigation aux basses eaux) grâce à l'installation de digues submersibles (Lecoeur 2011). Au début du XXe siècle, d'importants travaux sont réalisés dont le but est de favoriser la navigation entre Nantes et Angers : les « épis » voient alors le jour. Ces structures transversales sont le symbole d'un projet « optimiste » voire « utopique » de faire de la Loire un passage privilégié permettant l'union entre le commerce transatlantique et le marché européen. D'importantes sommes d'argent ont été injectées durant le XXe siècle afin d'entretenir ce projet de Loire navigable. Pourtant ces aménagements sont montrés du doigt depuis qu'il ait été démontré qu'ils participaient activement à l'incision du fleuve et aux perturbations de la dynamique fluviale. Les effets combinés des épis, du déroctage et de l'extraction industrielle de sable ont largement contribué à la déconnection des annexes hydrauliques et au dérèglement du système fleuve en général. Cela s'est traduit

par des changements paysagers et écologiques importants. C'est pourquoi une centaine d'épis ont été raccourcis et/ou arasés en 2009. Le déclin de la navigation et la montée en puissance des préoccupations environnementales se sont concrétisés par la mise en place du plan Loire Grandeur Nature en 1994 (Barraud et al. 2013). Il se veut être un « plan d'aménagement global », aspirant à un développement durable de la Loire en prenant en considération aussi bien les problématiques sécuritaires, de protection de l'environnement et le développement économique[18]. Aujourd'hui, la Loire est mise en valeur par le biais de son image (controversée[19]) de « fleuve sauvage » véhiculée (Montembault 2002) et ancrée dans l'esprit du « grand public », au profit du tourisme. Celui-ci est orienté vers la découverte des châteaux de la Loire bien sûr, la promotion de la « Loire à vélo » et l'appréciation de ces espaces « naturels » riverains mais également vers le tourisme fluvial. Celui-ci se répartit entre batellerie individuelle (location de pénichettes) ou collective, dans un objectif de promenade à la journée ou de croisière plus longue. On notera également l'activité de location de canoës-kayak (Giret 2015) qui permet de découvrir certains tronçons du fleuve et ce même lorsque la hauteur d'eau est faible en période estivale.

Action de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne en Anjou

L'Agence de l'eau Loire-Bretagne perçoit son financement essentiellement par le biais des redevances que lui versent les usagers de l'eau, selon le principe de « pollueur-payeur » (le régime des redevances a été fixé par la loi sur l'eau de 2006, 1.3). Elle se charge ensuite de subventionner des actions en faveur de la « reconquête et la préservation de la qualité des eaux et des milieux aquatiques » qu'engagent les collectivités territoriales, les acteurs économiques et les associations. Le programme actuel est le 10ème (2013-2018) et mobilise pas moins de 2,7 milliards d'euros de soutien d'investissement[20]. L'emprise d'action de l'agence est présentée par la carte « Le bassin de la Loire et ses affluents » diffusée par ce même organisme (figure 12).

[18] Source : http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/plan-loire-grandeur-nature-r929.html [consulté le 25/08/2018]
[19] Voir « Quelle naturalité du paysage ligérien ? » (Joliet, Beaujouan et Jacob 2004a) https://journals.openedition.org/norois/921#tocto1n2
[20] Source : https://agence.eau-loire-bretagne.fr/home/agence-de-leau/role-de-lagence-de-leau/agence-eau-loire-bretagne-partenaire-technique-et-financier.html [consulté le 04/10/2018]

Figure 12. Le bassin de la Loire et rivières de Bretagne (Source : Agence de l'eau Loire-Bretagne 2015)[21]

Il est intéressant de se pencher sur les choix de représentation cartographique des rivières du bassin. En effet, il est très surprenant que le Couasnon y figure (seul affluent de l'Authion à apparaitre) en tant que sous-affluent de la Loire, tandis que certains affluents directs plus « connus » (*e.g* Aubance) et plus importants (en débit et en gabarit, comme le Layon) n'y figurent pas. Difficile de savoir si cela relève d'un véritable choix de la part du cartographe ou d'une certaine part d'aléatoire et/ou de subjectif (révélateur d'un manque de connaissance « terrain », compréhensible dans des services centraux) ?

Le bassin de la Loire comprend le plus grand nombre de démarches de SAGE en France (46 et 9 en cours d'élaboration en 2018, 82% de son territoire est couvert par 55 démarches SAGE, Agence de l'eau Loire-Bretagne 2018). L'état d'avancement des SAGE est présenté ci-dessous (figure 13) :

[21] Source : https://agence.eau-loire-bretagne.fr/home/bassin-loire-bretagne/plan-loire-grandeur-nature.html [consulté le 02/10/2018]

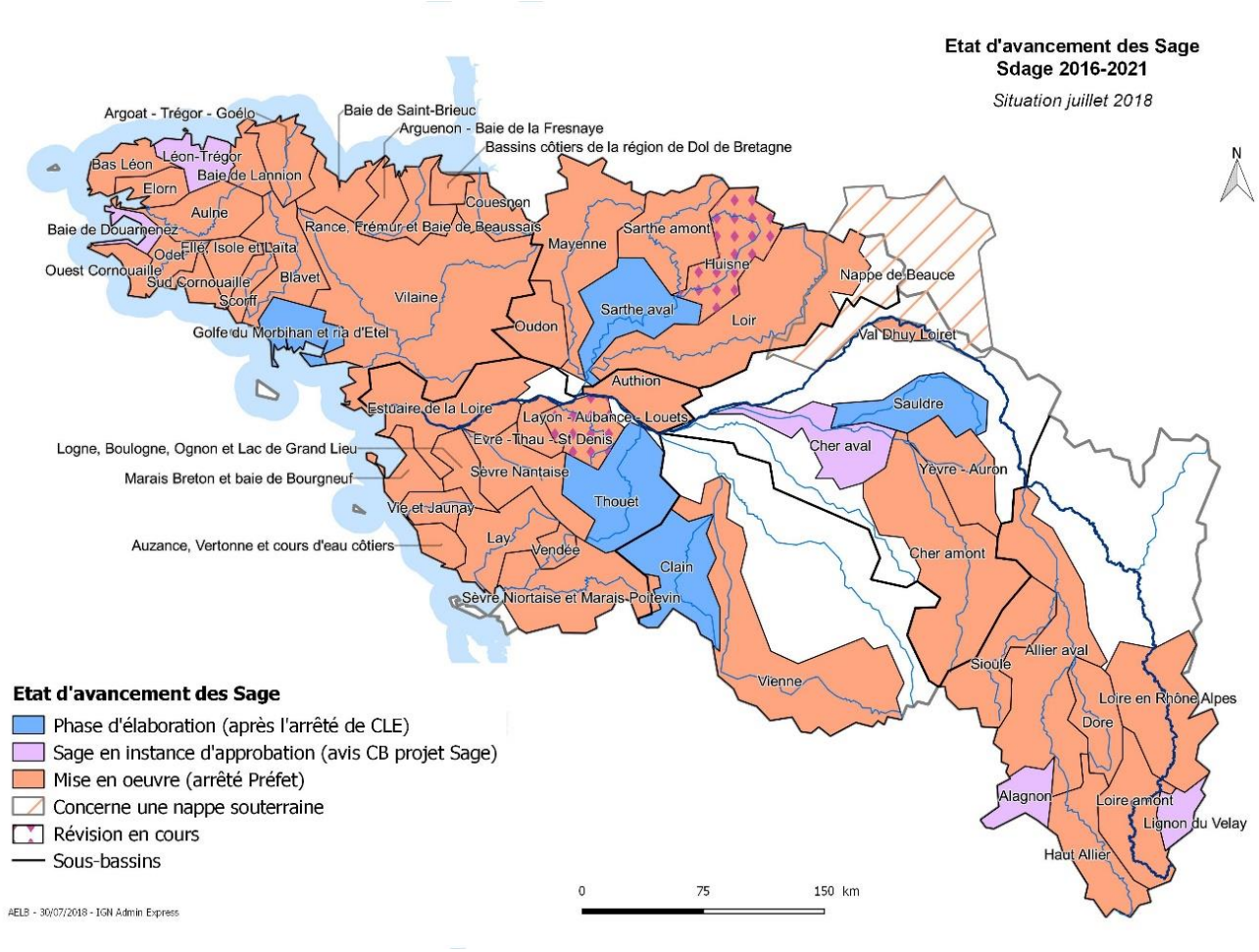


Figure 13. Etat d'avancement des SAGE - SDAGE 2016-2021 (Source : AE-LB[22])

Les SAGE « Layon Aubance Louets » et le SAGE « Authion » (qui concernent respectivement l'Aubance et le Couasnon) sont tous deux mis en œuvre.

L'agence de l'eau Loire-Bretagne s'organise en 6 sous-bassins (ajouter à cela la portion littorale) dont le sous-bassin « Loire aval et côtiers vendéens » qui nous intéresse.

[22] Source : https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home/les-sage/quest-ce-quun-sage/les-sage-du-bassin.html [consulté le 16/10/2018]

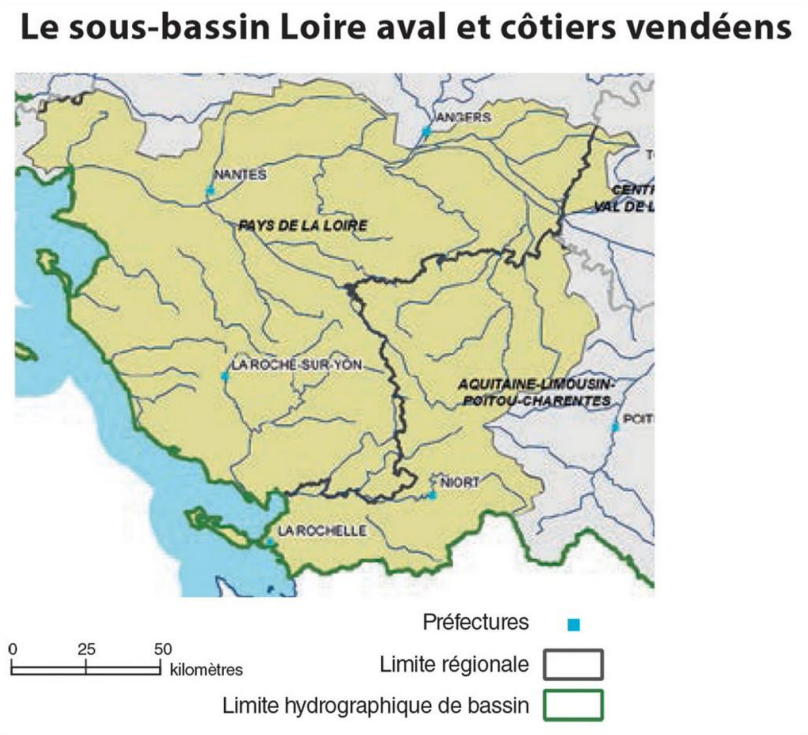


Figure 14. Le sous-bassin Loire aval et côtiers vendéens (Source : AE LB[23])

Les chiffres clés de ce territoire diffusés par l'AE-LB parlent de 2,858 millions d'habitants (2009), d'un secteur de 23 300 km², d'un coût des actions estimé à 787 millions d'euros sur les 6 années (28% du programme de mesure du bassin) et de 1 800 mesures (Agence de l'eau Loire-Bretagne 2016). Il faut savoir que ce sous-bassin est concerné par le plus gros investissement financier de la part de l'AE-LB avec le « sous-bassin Vilaine et côtiers bretons ». Les plus gros postes de dépenses concernent : l'assainissement (37%) ; les milieux aquatiques (29%) puis l'agriculture (16%) et la quantité d'eau (13%) (figure 15, à gauche). En nombre d'actions, les interventions orientées sur les milieux aquatiques sont majoritaires (47%) quand les postes « Agriculture » et « Assainissement » sont équivalents (19 et 21%) (figure 15, à droite).

[23] Source : https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home/le-sdage-2016-2021/programme-de-mesures-dans-les-te/sous-bassin-loire-aval-et-cotier.html [consulté le 16/10/2018]

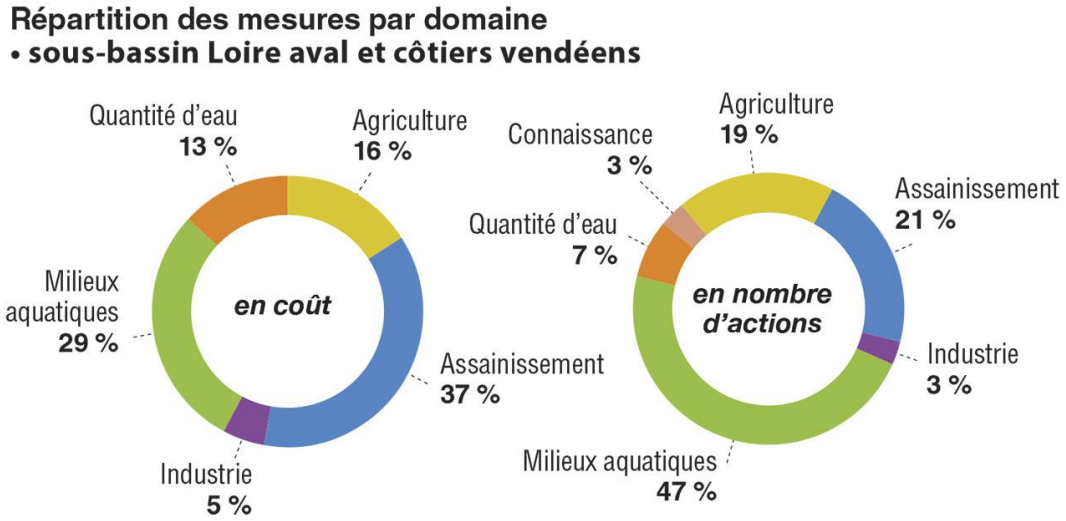


Figure 15. Répartition des mesures par domaine - sous bassin Loire aval et côtiers vendéens (Source : AE LB 2016)

La prédominance de l'assainissement en termes de fonds engagés s'explique notamment par l'échéance 2017 de la directive eaux résiduaires urbaines qui concerne ici les systèmes d'assainissement littoraux. Le reste de la dépense concerne le traitement des eaux usées et la création ou l'entretien de réseaux d'assainissement des eaux usées. Pour les milieux aquatiques, les mesures portent principalement sur la restauration hydromorphologique des cours d'eau (47%) quand la restauration écologique concerne 19% du budget « milieux aquatiques ». Les mesures dans le domaine de l'agriculture se concentrent quant à elles sur les bassins de l'Erdre, de la Sèvre Nantaise, de l'Evre et de l'Aubance[24] et financent des actions œuvrant dans la réduction des transferts de nitrates et de l'érosion (plus de 70%) (Agence de l'eau Loire-Bretagne 2016).

1.4.2 Les obstacles à l'écoulement en Anjou

L'Agence Française pour la Biodiversité pilote la constitution d'une base de données sur les obstacles à l'écoulement dans le but d'évaluer leurs impacts : le Référentiel d'Obstacles à l'Ecoulement (ROE). Cette donnée est issue des expertises et remontées d'informations de différents acteurs : Syndicats de rivières, Agences de l'Eau, experts de l'AFB, Ministère en charge du développement durable … Ce référentiel recense l'ensemble des ouvrages inventoriés sur le territoire national en leur associant des informations

[24] Ainsi que l'amont du bassin du Lay et de la Vendée et les petits côtiers vendéens.

restreintes (code national unique, type d'obstacle, …) mais partagées par l'ensemble des acteurs de l'eau. La dernière mise à jour de la donnée date du 7 mai 2014[25].

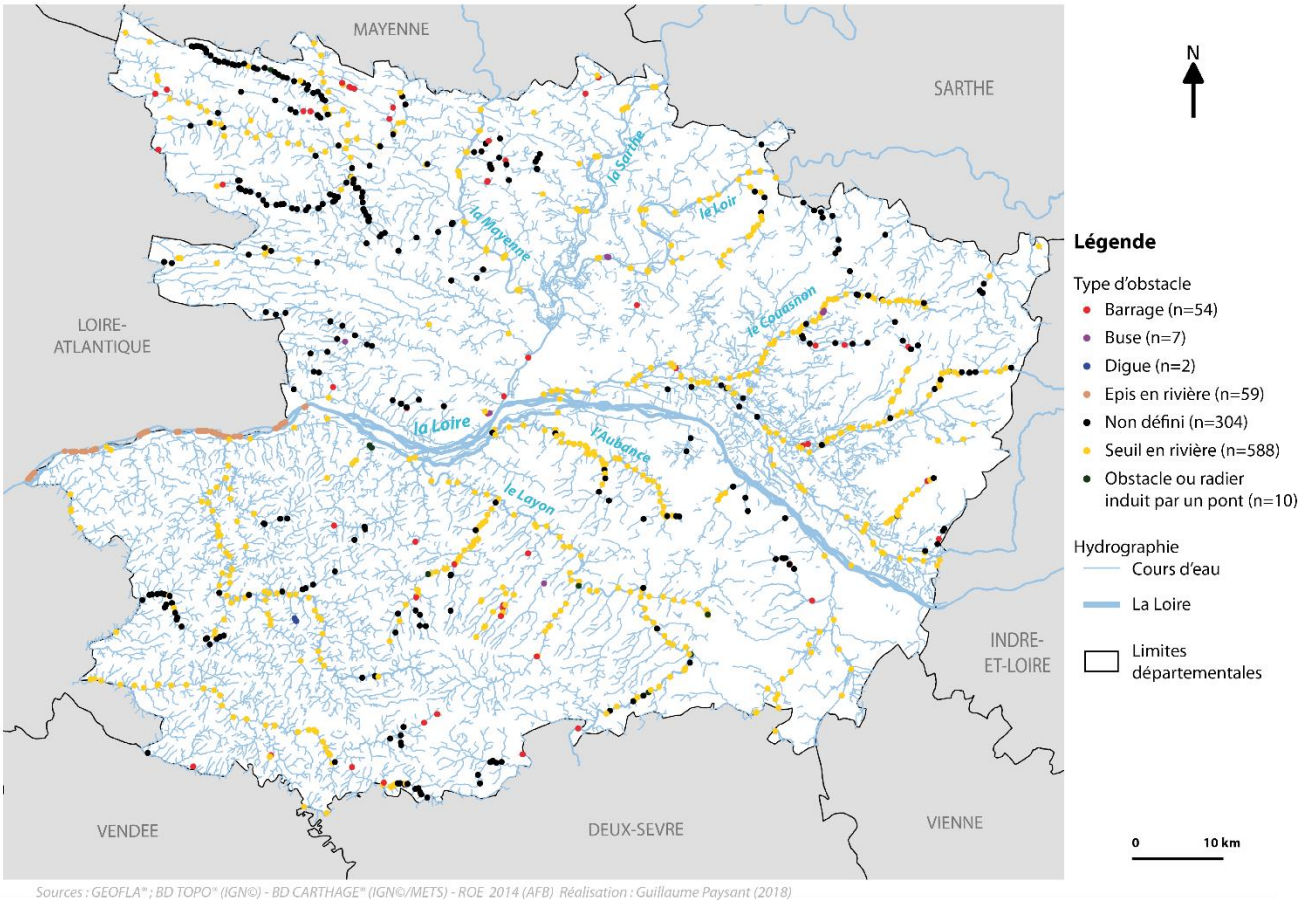


Figure 16. Obstacles à l'écoulement en Anjou (Source : ROE - AFB – réalisation : GP)

Les seuils en rivières sont largement majoritaires parmi les obstacles à l'écoulement du Maine-et-Loire (figure 16). A noter que de nombreux ouvrages ne sont pas catégorisés (304 éléments classés comme « Non défini ») et semblent localisés sur les mêmes rivières. On peut en déduire que ce manque de précision peut venir de structures particulières à l'origine de l'information. L'Aubance et le Couasnon sont des cours d'eau de taille modeste et sont pourtant particulièrement équipés en obstacles à l'écoulement (tableau 2).

[25] Source : http://www.eaufrance.fr/referentiel-des-obstacles-a-l [consulté le 26/10/2018]

Tableau 2. Recensement des obstacles à l'écoulement sur l'Aubance et le Couasnon (Source : ROE – AFB)

Type d'obstacles à l'écoulement	Aubance	Couasnon
Barrage	0	2
Buse	0	2
Non défini	4	6
Seuil en rivière	36	67
Total	40	77

L'Aubance compte 40 obstacles à l'écoulement sur ses 35 kilomètres de linéaire (Source : eau-anjou.fr[26]) ce qui correspond en moyenne à un obstacle présent tous les 875 mètres. Concernant le Couasnon, la donnée ROE recense 77 obstacles répartis sur ses 35 kilomètres (Source : eau-anjou.fr[27]) soit un obstacle tous les 400 mètres.

Ces cours d'eau de faible énergie sont donc très densément équipés. Les retenues d'eau avaient pour objectif d'apporter une meilleure maitrise des eaux (des étiages en tête de bassin, des crues de la Loire par remontée en aval de l'Aubance, illustrées ci-après, figure 17).

[26] Source : https://www.eau-anjou.fr/territoires/par-bassin-versant/aubance/ [consulté le 26/10/2018]
[27] Source : https://www.eau-anjou.fr/territoires/les-cours-deau/couasnon/ [consulté le 26/10/2018]

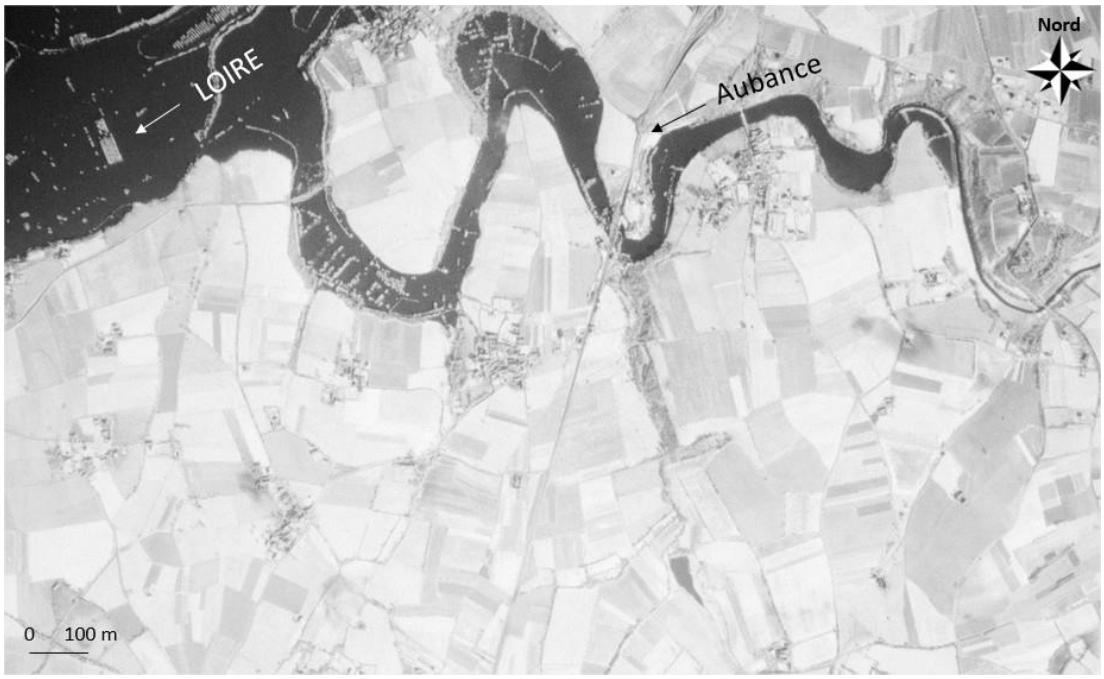


Figure 17. Photographie aérienne de l'Aubance au niveau de Murs-Erignée – inondation par le Louet, un bras de la Loire (27/02/1977) - (Source : d'après remonterletemps.ign.fr)

Conclusion de chapitre 1

Les rivières, majeures comme les plus petites, sont utilisées et modifiées par les sociétés humaines au moins depuis de l'âge du Fer (800-30 av.J.-C., L. Lespez et al. 2010) dans l'ouest de la France. Les usages qu'elles ont portés ont évolué au fil du temps, mais elles ont toujours concentré nombre d'enjeux, au moins locaux. La navigation pour les cours d'eau importants, permettant d'acheminer femmes, hommes et marchandises, la force motrice, mobilisée pour faire fonctionner les moulins à eau sont autant d'usages qui ont été, et sont encore dans certains cas, primordiaux dans le développement des sociétés. L'Aubance et le Couasnon ont été équipés respectivement de 22 et 23 moulins à eau, dont les premiers fonctionnaient dès le XIIe siècle. Les rivières ont toujours été à la fois source de problèmes, lors des crues ou à l'inverse pendant les étiages sévères : l'eau causant tantôt des inondations dévastatrices ou au moins handicapantes pour l'exploitation des terres, et se présentant comme une ressource convoitée notamment lorsque les besoins pour l'irrigation, la pêche, ou l'alimentation des moulins se faisaient ressentir. Ces usages ont eu des impacts, directs ou non, sur le fonctionnement hydromorphologique des rivières et sur le paysage du fond de vallée de manière générale. Les nouvelles politiques de l'eau mettent les enjeux environnementaux au premier plan. Si la bonne qualité physico-chimique est visée par ces politiques, ces dernières orientent désormais les actions à mener vers la « restauration des continuités écologiques » ou la « renaturation », axées sur le rétablissement d'un « bon état morphologique des rivières ». Ces notions sont désormais citées par tous les gestionnaires de cours d'eau et sont au centre d'une recherche active

dans la sphère scientifique. Pourtant, leurs définitions, les objectifs sous-jacents et les résultats attendus sont souvent flous et sujets à controverses. La déclinaison de ses politiques sur le terrain est également très hétérogène d'une région de France à une autre, d'un bassin à l'autre, et entre les pays occidentaux (Etats-Unis et Royaume-Unis par exemple). En Anjou, plusieurs cas de gestion de cours d'eau ont mis en lumière les controverses que cette politique suscitait, entre contradictions d'une institution à l'autre et incompréhensions de la part des usagers et riverains. Cette nouvelle gestion a tendance à essayer de déconstruire le modèle de rivière de la seconde moitié du XXe siècle (objet de rectification/recalibrage, installation d'ouvrages en travers…). Pour étudier l'impact de ces politiques sur le paysage des fonds de vallée des petites rivières, nous avons mobilisé des concepts (« hydrosystème » et « paysage ») qui nous semblaient adaptés à l'étude des relations Natures-Sociétés. Le prochain chapitre s'attache à définir ces concepts et expliciter leurs apports.

Chapitre 2. Concepts liés à l'étude des hydrosystèmes et du paysage - état de l'art

Introduction

Après avoir posé le cadre de l'évolution des enjeux des rivières et le contexte de gestion en Maine-et-Loire dans le chapitre 1, le chapitre 2 aborde les principaux concepts scientifiques mobilisés dans le cadre de cette recherche. La démarche d'analyse de l'évolution des rivières mobilise deux concepts clés qu'il convient de développer : l'hydrosystème et le paysage. Ces deux concepts complémentaires, utilisés ensemble, permettent de comprendre de manière systémique et diachronique les trajectoires paysagères et les facteurs (de toutes natures) impliqués. Un rapide historique sur l'évolution des concepts liés à l'étude des rivières est abordé, à travers le « système fluvial », l' « hydrosystème fluvial », la notion d'équilibre dynamique et les systèmes de classification des cours d'eau.

Ce chapitre commence par détailler le concept d' « hydrosystème » (2.1) puis aborde sa mobilisation dans la littérature scientifique francophone et anglophone (2.1.5). Il s'interroge ensuite sur la place laissée aux petits hydrosystèmes et expose leurs particularités intrinsèques. Autre concept structurant cette recherche, le « paysage » est défini (2.2) tout comme les méthodes employées pour l'étudier et la façon avec laquelle il est appréhendé sur le terrain.

2.1 L'hydrosystème fluvial – un concept systémique et des échanges multidimensionnels

2.1.1 Les flux unidirectionnels et bidirectionnels

La conceptualisation du fonctionnement de la rivière et de ses espaces associés a sensiblement évolué au fil du temps. Le bassin versant est d'abord considéré comme l'unité de base du paysage (Horton 1945), les petits ruisseaux comme les torrents montagnards intègrent un système de drainage aboutissant à un fleuve qui finit par se jeter dans la mer (Amoros et Petts 1993). L'approche systémique a été introduite par Schumm (1977) avec le concept de « système fluvial » (*fluvial system)*. Celui-ci insiste sur les flux longitudinaux unidirectionnels (amont-aval) de l'eau et des matériaux transportés. Trois zones sont ainsi identifiées : la zone de production en amont, où l'érosion est dominante ; la zone de transfert, qui intègre à la fois des processus d'érosion et de dépôt ; la zone de stockage, dominée par les dépôts (figure 18a). Dans ce système ouvert à processus-réponses,

plusieurs variables (topographie, climat, géologie, végétation, …) interviennent à différentes échelles. Les limites du bassin versant, du talweg et des flux entrants de matières solides et liquides sont en général celles du système (Bravard et Petit 1997 *in* Wiederkehr 2012). Les variables externes (de contrôle) sont les flux liquides et solides quand la pente, la largeur, la profondeur ou la sinuosité sont les variables d'ajustement (ou variables internes). Les fluctuations des variables de contrôles impactent les variables internes et entrainent ainsi une modification de la morphologie du lit (Bravard et Petit 1997).

Le système fluvial mobilisé dans le domaine de l'écologie est mis en parallèle avec les changements des peuplements faunistiques répartis le long de ce gradient lié au « continuum fluvial » de Vannote et al. (1980, figure 18b). Cette répartition faunistique est conditionnée par la capacité d'adaptation des espèces aux contraintes de milieu d'une part (courant, substrat, oxygène et température de l'eau, …) et de la disponibilité des ressources (algues, végétaux aquatiques, matière organique, proies, …) d'autre part (Amoros et Petts 1993).

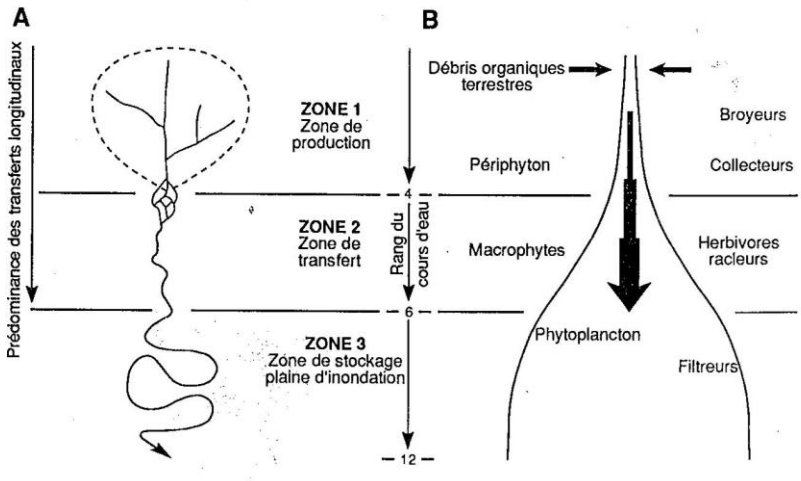


Figure 18. Les flux unidirectionnels et la dimension longitudinale des systèmes fluviaux. a) la zonation de Schumm (1977) ; b) le concept de continuum fluvial (Vannote et al 1980) Source : Amoros et Petts 1993

Les flux sont qualifiés de bidirectionnels. En effet, si la plaine alluviale est issue du dépôts de sédiments transportés et déposés par la rivière, l'érosion peut fournir à son tour des sédiments au cours d'eau, les échanges s'effectuent donc dans les deux sens (Amoros et Petts 1993).

2.1.2 L'hydrosystème fluvial

Né en France au début des années 1980, le concept d'hydrosystème (Amoros et Petts 1993) apparait aujourd'hui encore comme un des principes clés pour la compréhension et l'étude des cours d'eau et des espaces associés. En effet plus de 30 ans après, ce concept incontournable est mobilisé dans de nombreuses thèses (*e.g.* Astrade 1996; Najeh Ben Cheikh 1998; Gaillard 1999; Cornier 2002; Magnier 2013; Labarthe 2016; Ollivier *en cours*)[28] et a été adopté dans le vocabulaire courant des scientifiques et gestionnaires (Bravard 2012). Il est venu renforcer des concepts préalablement établis et plus globaux tels que le « géosystème » ou encore l' « écosystème », développés respectivement par les géographes et les écologues (Piegay 1996).

Le concept d'hydrosystème, qualifié d'interdisciplinaire, est composé de quatre dimensions (figure 19) dans lesquels les échanges ont lieu (Amoros et Petts 1993):

- Longitudinaux (1) : considère les phénomènes en lien avec les flux unidirectionnels « amont-aval » (dimension du système fluvial évoquée précédemment)
- Latéraux (2) : cible les éléments et interactions se trouvant à la surface de la plaine alluviale (flux bidirectionnels horizontaux)
- Verticaux (3) : concerne les échanges entre les zones superficielles et souterraines, aussi bien ceux proches de l'axe fluvial que dans le lit majeur
- Temporalité (4) : dimension clé de l'hydrosystème, elle prend en compte aussi bien les pas de temps brefs et aléatoires (exemple : crues) que les phénomènes agissant sur le moyen et long terme (érosion, alluvionnement, changements de tracés…)

[28] Exemples de thèses dont le terme « hydrosystème » apparait dans le titre du manuscrit. Source : www.theses.fr (ABES)

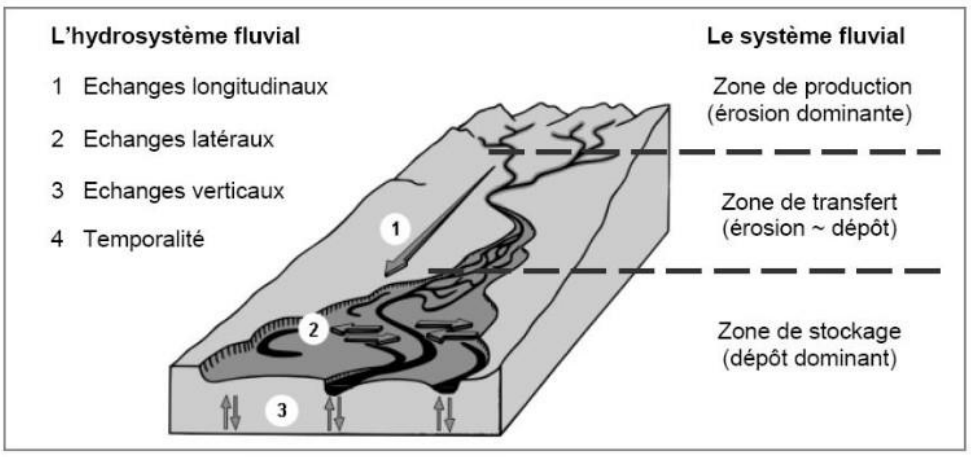


Figure 19. Emboitement schématisé de l'hydrosystème fluvial dans le système fluvial (source : Parrot & al, 2013 - d'après Amoros et Petts, 1993)

2.1.3 L'équilibre dynamique

L'« équilibre dynamique » proposé par Leopold et Maddock (1953) décrit les relations entre les motifs et ajustements de la rivière avec les paramètres tels que la largeur, la profondeur, la vitesse et la charge de sédiments. Le système atteint rarement un exact équilibre, le lit de la rivière tend vers une forme moyenne définissable en termes de moyennes statistiques et d'extrêmes, ce qui justifie l'idée d'« équilibre dynamique » (Vanote et al. 1980). Les rivières tendent ainsi vers une combinaison stable entre les variables de contrôle et les variables d'ajustement (appelée « degrés de liberté ») dans des conditions dites « naturelles » (Malavoi et Souchon 1996).

Lane (1955) démontre que l'équilibre recherché par une rivière intègre la charge alluviale, comprenant son volume (Qs) et sa granulométrie (D), le débit liquide (Q) et la pente (J). Cette notion est présentée de manière simplifiée par le biais d'une métaphore : « la balance de Lane ». La dynamique fluviale est l'aiguille d'une balance qui serait en oscillation permanente, un plateau supportant les sédiments et l'autre l'eau. Les quantités de ces deux éléments et leurs rapports étant changeant à différentes échelles temporelles (journées, années, millier d'années), un ajustement permanent se met alors en place autour de conditions moyennes, par le biais des processus d'érosion-dépôt (Malavoi et Bravard 2010, figure 20).

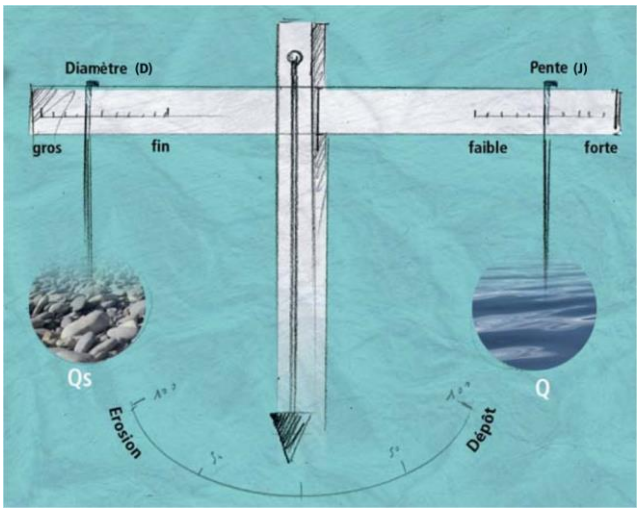


Figure 20. La "balance de Lane" (d'après Lane 1955 *in* Malavoi et Bravard 2010)

Introduite lors des Assises nationales de l'eau de 1991 (Snijders et al. 2006), la notion d'« espace de liberté » découle directement de l'équilibre dynamique. En effet, elle est définit comme étant « l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres » (Malavoi 1998). Ce qui est ciblée est donc une dynamique latérale active (Piegay et al. 1996), libérée de la logique d'endiguement, permettant ainsi la « respiration » du cours d'eau (Frossard, Lachat et Paltrinieri 1998). Ce concept est illustré au sein du lit majeur d'une rivière dans la figure ci-dessous (pointillés entre les limites du lit mineur et les limites du lit majeur, figure 21) :

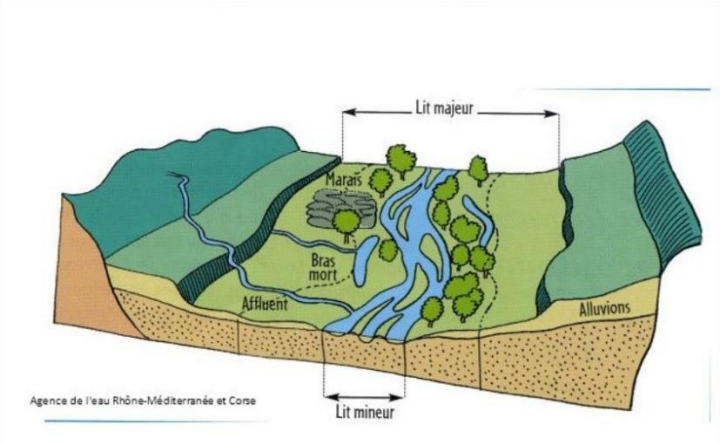


Figure 21. L'espace de liberté (pointillés) dans l'hydrosystème (source : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse)

Ainsi, c'est la variation des débits qui participe à l'équilibre dynamique précédemment décrite. Par ailleurs, les évènements exceptionnels (comme les fortes crues) peuvent

conduire à des franchissements de seuil et entrainer ainsi une crise et métamorphose qui s'extrait alors de ce concept d'équilibre.

2.1.4 La classification des cours d'eau : les ordinations

Les processus physiques, chimiques et biologiques qui interviennent à l'échelle du bassin-versant, drainé par le réseau hydrographique, forment les hydrosystèmes fluviaux (Amoros et Petts 1993). Ainsi, les cours d'eau en tête de bassin fournissent l'eau et les matériaux qui finiront dans le cours d'eau principal, selon des processus de transferts longitudinaux. Afin de comprendre et caractériser le fonctionnement des cours d'eau, des classifications et typologies ont rapidement été adoptées. L'objectif étant de réunir dans une même classe des cours d'eau partageant certaines caractéristiques.

La « surface de bassin versant » et la « distance à la source » ont été utilisées notamment dans le domaine de l'écologie (modélisations de distribution des invertébrés et des poissons) comme variable d'échelle (Amoros et Petts 1993; Wasson et al. 2006). L'écoulement étant en étroite relation avec le nombre de chenaux élémentaires, d'embranchements et d'affluents, Shreve (1967 *in* Amoros et Petts 1993) a proposé une classification basée sur ces paramètres. Toutefois, les systèmes qui ont été adoptés sont issus des techniques d'ordination, attribuant un numéro d'ordre d'un cours d'eau ou d'un tronçon en fonction d'un autre. L'établissement de classes hiérarchiques au sein d'un réseau de cours d'eau peut être problématique car les degrés sont différents selon la méthode et la logique appliquée (Pinchemel 1950).

La méthode développée par l'hydrologue allemand Gravelius (1914) consiste à attribuer le degré 1 au cours d'eau principal (depuis son exutoire) et d'appliquer un degré supérieur à chaque affluent en remontant vers l'amont. La même logique est suivie pour les sous-affluents. Horton (1945) quant à lui a cherché à démontrer de manière plus significative la magnitude des cours d'eau. Pour cela, il a inversé l'ordination de Gravelius en donnant le degré 1 aux petits cours d'eau de tête de bassin et de faire augmenter ce degré à chaque rivière rencontrée vers l'aval. Ensuite, le degré le plus élevé atteint pour une rivière est généralisé pour l'ensemble de son cours. Shreve (1967) propose d'insister davantage sur cette notion de magnitude. Pour cela, son système de hiérarchisation attribue un ordre de 1 à chaque cours d'eau de tête de bassin. La rencontre de deux cours d'eau attribue la somme de leur ordre au tronçon ainsi créé. Cette méthode appliquée jusqu'à l'embouchure, donne à l'exutoire du bassin versant le nombre de tronçon de rang 1.

Malgré les intérêts que présentent ces méthodes d'ordination, celle qui est la plus utilisée aujourd'hui encore est celle de Strahler (1952), dérivée de celle d'Horton.

L'ordination de Strahler considère la structure et la densité du réseau, variables selon la situation géographique. Des cours d'eau de même rang dans différentes Hydro-écorégion[29] auront *a priori* des dimensions relativement comparables (Wasson et al. 2006). Le principe est de qualifier d'ordre 1 tous les cours d'eau de tête de bassin jusqu'à leur première confluence. Seule la rencontre de deux cours d'eau ayant le même ordre *n* qualifie le cours d'eau formé de *n+1*. Cette logique est suivie jusqu'à l'embouchure du dernier cours d'eau du bassin (figure 22).

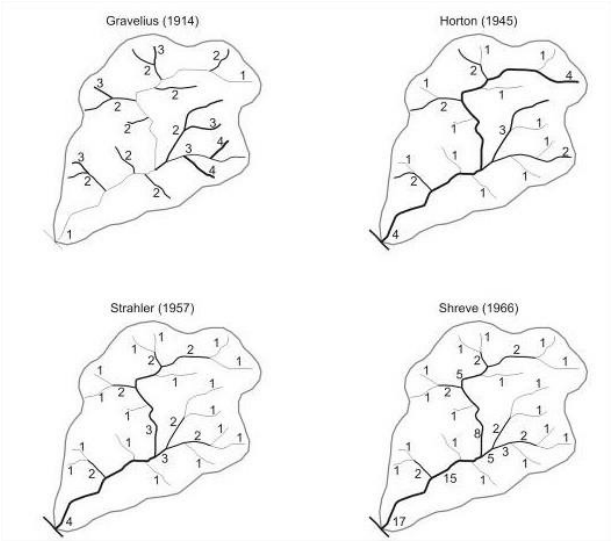


Figure 22. Ordination de Gravelius (1914), Horton (1945), Strahler (1957) et Shreve (1966), Source : Meurer (2008)

2.1.5 Etat des lieux de la recherche sur les hydrosystèmes

L'étude des hydrosystèmes et des cours d'eau peut prendre des formes multiples et s'intéresser à des aspects différents de ces objets. Bien qu'à l'origine le concept d'hydrosystème se positionnait sans conteste comme naturaliste, où les activités humaines étaient uniquement présentées comme éléments impactant, les travaux de ces dernières décennies le caractérisent davantage comme un type d'anthroposystème ou de socio-écosystème. Il est aujourd'hui considéré comme étant la résultante de trajectoires

[29] « *Zone homogène du point de vue de la géologie, du relief et du climat. C'est l'un des principaux critères utilisés dans la typologie et la délimitation des* masses d'eau *de surface. La France métropolitaine peut être décomposée en 21 hydro-écorégions principales.* » Source : http://www.glossaire.eaufrance.fr

temporelles complexes impliquant des processus hydromorphologiques, biogéochimiques et humaines (Dufour 2017).

Pour dresser un état des lieux des recherches sur les hydrosystèmes, plusieurs analyses bibliométriques ont été menées. Les objectifs sont de caractériser cette recherche en identifiant ses origines, sa dynamique, les disciplines concernées, les universités porteuses, …. Tout d'abord, une analyse basée sur l'interrogation de la base de données « *theses.fr*[30] » de l'Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur (http://abes.fr) a été réalisée. Elle permet d'avoir une vision d'ensemble sur les thèses réalisées en France sur le sujet. Dans un second temps, une analyse des articles scientifiques a été produite. Pour cela nous avons interrogé plusieurs bases de données de publications scientifiques avec le même mot-clé (« hydrosystème » pour les plateformes françaises et « hydrosystem » pour les plateformes anglophones). Les plateformes exploitées sont : « Cairn.info » ; « HAL » ; « OpenEdition » ainsi que deux des plateformes les plus importantes à l'échelle mondiale : « Elsevier » et « Springer ». Ces plateformes n'offrant pas les mêmes possibilités d'exploitation de leur base, l'analyse bibliométrique suivante est adaptée aux contraintes de chacune.

Tableau 3. Nombre de publications dans les bases de données francophones et anglophones

Bases bibliographiques	Nombre de références (total)	Nombre d'articles dans des revues	Nombre d'ouvrages
Cairn.info	?	150 000	7 876 (2018)
HAL	1 581 175 (2018)	741 913 (2018)	27 758 (2018)
OpenEdition	699 518 (2018)	134 620 (2018)	109 751 (2018)
Springer (SpringerLink)	11 552 073 (2018)	?	248 346 (2018)
Elsevier (sciencedirect)	14 000 000 (2014)	?	?

Comme le montre le tableau 3, les bases bibliographiques anglophones (et à rayonnement international) sont largement plus pourvues en publications scientifiques que les bases francophones (10 millions de publications d'écarts dans le meilleur des cas :

[30] Source : https://www.theses.fr [consulté le 09/08/2018]

HAL/Springer). Il est donc nécessaire de prendre en compte ces proportions dans l'analyse du contenu des bases bibliographiques et des comparaisons qui pourraient être faites.

La mobilisation du concept dans les thèses

La base de données « *theses.fr* » recense 442 178 thèses de doctorat soutenues et en cours de préparation de 1985 à 2018. Notre interrogation de cette base a ciblé le terme « hydrosystème » (au singulier et au pluriel), contenu dans le titre ou dans le résumé ou comme mots-clés des thèses. Le résultat de la recherche a renvoyé 193 thèses répondant à ces critères. Nous avons ensuite voulu savoir quelles disciplines mobilisaient ce concept issu de l'écologie. Pour cela, il a fallu retraiter une partie des données issues de l'export du résultat de la requête. Les catégories « écologie, biologie » et « hydrologie, hydrochimie, sols, environnement » sont issues du regroupement de nombreuses disciplines. Certaines auraient pu être rattachées à l'une comme à l'autre des catégories (« sciences de l'environnement » par exemple, détail en annexe 6). Le nombre de thèses traitant des hydrosystèmes par catégorie de disciplines se trouve en figure 23.

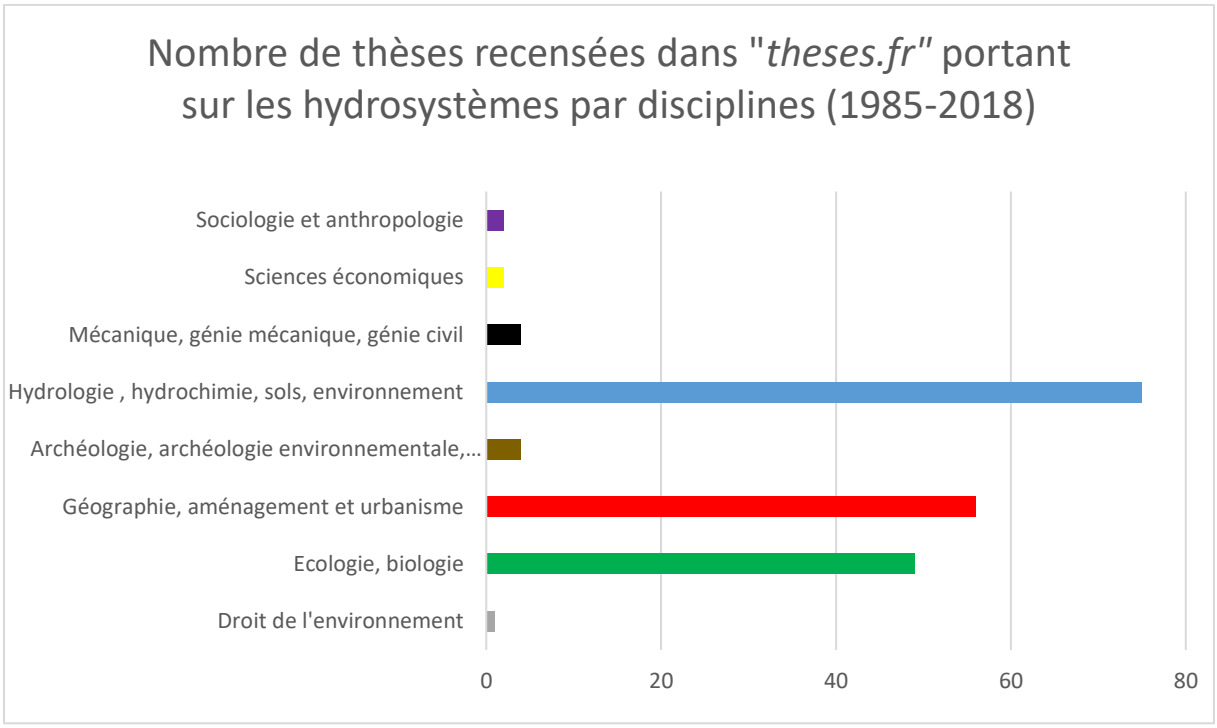


Figure 23. Nombre de thèses recensées dans la base de données *theses.fr*[31] portant sur les hydrosystèmes par disciplines (1985-2018) Source : *theses.fr*

On observe ainsi que 3 catégories de disciplines se distinguent largement des autres et représentent à elles trois 93% de ces thèses (« Hydrologie, hydrochimie, sols,

[31] Source : https://theses.fr

environnement » 39%, « géographie, aménagement et urbanisme » 29%, « écologie, biologie » 25%, figure 23). Ainsi, le concept « hydrosystème » issu de l'écologie est utilisé au-delà de sa discipline d'origine et se retrouve aussi mobilisé (si ce n'est plus) par d'autres disciplines (e.g géographie, hydrologie, hydrochimie…). A noter que d'autres disciplines de sciences humaines et sociales que la géographie ont mobilisé ce concept : sociologie et anthropologie, sciences économique, droit de l'environnement, même si cela représente très peu de thèses (5 thèses pour ces trois catégories réunies).

Nous nous sommes également interrogés sur l'origine des thèses portant sur les hydrosystèmes. Ce concept est-il mobilisé uniformément sur le territoire ? Pour répondre à cela, nous avons recensé les universités dans lesquelles ces recherches sont menées, à partir de la même base que l'analyse précédente, et avons spatialisé les résultats. Nous les avons agrégé à la ville pour simplifier la cartographie (figure 24). Le détail des universités dans lesquelles ces thèses sont effectuées est présenté en annexe 7.

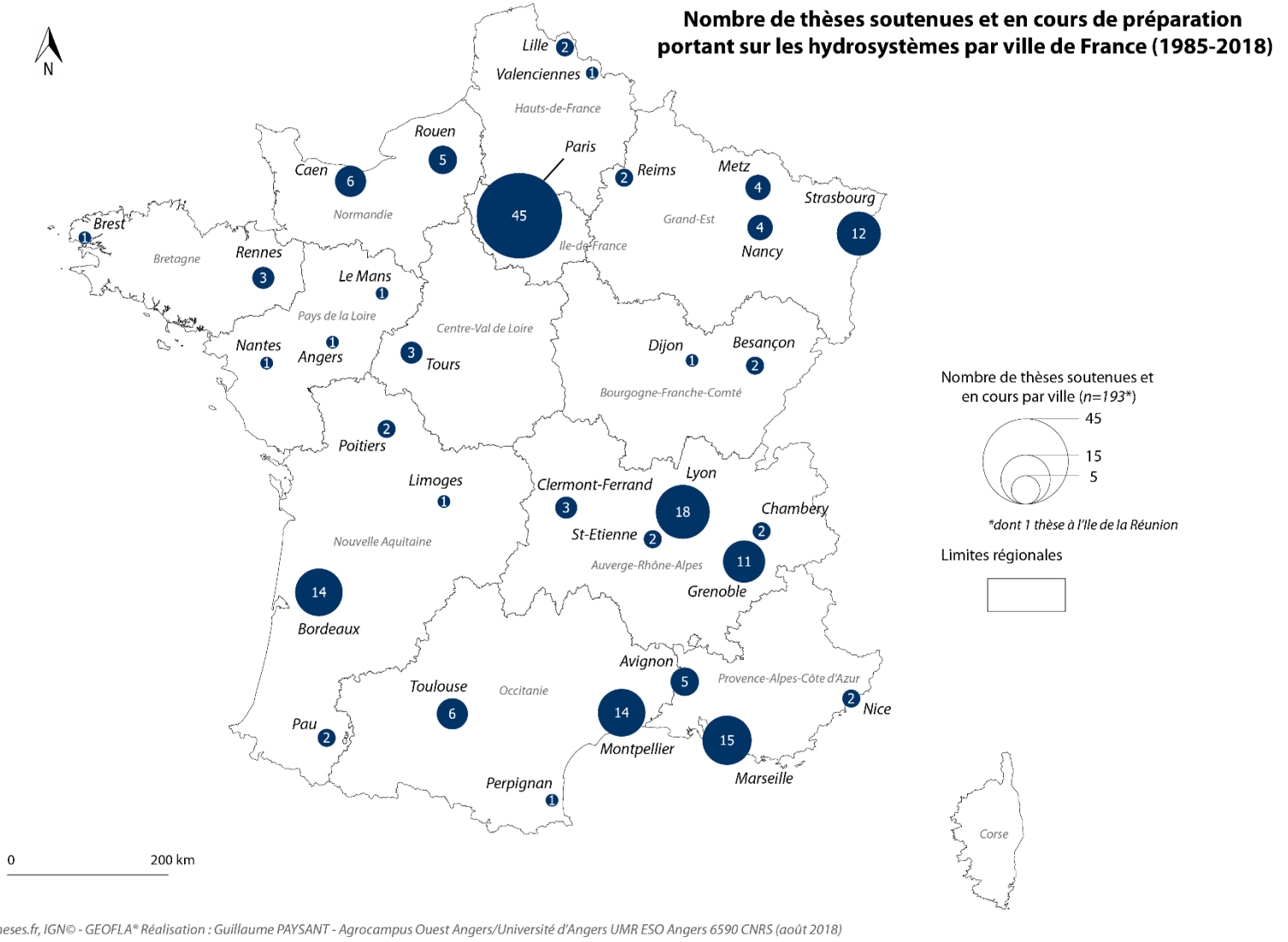


Figure 24. Carte du nombre de thèses soutenues et en cours de préparation portant sur les hydrosystèmes par villes de France (1985-2018) ; Source : *theses.fr* ; Réalisation : GP

La majorité des thèses sur le sujet sont réalisées à Paris (universités Paris 1, Paris 4, Paris 6 principalement, pour 45 thèses à l'échelle de tout Paris) et dans le quart sud-est de la France (*n = 72*), portées principalement par les universités de Aix-Marseille 1, Montpellier 2, Lyon 1 et Lyon 3, et l'université Joseph Fourier (Grenoble) et Grenoble Alpes (détail par université annexe 7). A titre de comparaison, le quart nord-ouest compte 21 thèses sur le sujet réparties dans 8 universités différentes. La plupart des universités portent des thèses dont les terrains se trouvent à « proximité » du lieu de recherche. En effet, les financements de thèse incluent souvent une participation à 50% de la part de la région qui pose comme condition que son territoire soit ciblé par la recherche. De plus, la relative proximité des sites étudiés facilite l'approche « terrain ». On peut donc imaginer que cette carte du nombre de thèses réalisées par ville (figure 24) donne également une idée de la quantité d'études faites sur les différents terrains (autrement dit, les hydrosystèmes du quart sud-est semblent bien plus étudiés que ceux du quart nord-ouest par exemple). A noter tout de même que certaines universités ont des grandes chaires spécialisées sur l'Afrique francophone (*e.g* Rouen, Montpellier, Bordeaux, ….), les terrains de certaines thèses qu'elles hébergent peuvent être également en dehors du territoire français (Laganier, Arnaud-Fassetta et Dacharry 2009).

L'activité de recherche de Lyon sur le sujet n'est pas surprenante compte-tenu du fait que de nombreux concepts ont été élaborés ou ont émergé en contexte Rhodanien (avec notamment les travaux en hydroécologie du CEMAGREF[32], aujourd'hui IRSTEA[33]). De plus comme l'ont signalé Carcaud et al. (2009), les travaux novateurs de Jean-Paul Bravard et de Jacques Bethemont sur les hydrosystèmes ont contribué à faire émerger une équipe de chercheurs dynamique sur le sujet. D'autre part, Germaine (2009a) avait également identifié la surreprésentation du Rhône dans son bilan sur les thèses portant sur les vallées. Enfin, les résultats concernant Paris s'expliquent par la taille des équipes de recherche et le nombre d'universités, incomparables aux villes de province.

En s'intéressant à la temporalité des thèses par discipline (figure 25), on s'aperçoit que les premières thèses soutenues sur le sujet étaient principalement inscrites en « écologie, biologie », discipline mère du concept. A partir de 1995, plusieurs thèses en « géographie, aménagement et urbanisme » et « hydrologie, hydrochimie, sols, environnement » sont soutenues, ce qui témoigne du fait que d'autres disciplines s'emparent du concept. C'est sur la période 1999-2001 (premier pic d'activité de thèses sur les hydrosystèmes) que trois thèses sur les hydrosystèmes sont soutenues dans des disciplines peu communes pour traiter du sujet (« Mécanique, génie mécanique, génie civil » et « Sciences économiques »). A partir de 2007, l'écologie et la biologie sont

[32] Centre d'Étude du Machinisme Agricole et du Génie Rural des Eaux et Forêts
[33] Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

minoritaires pour traiter du sujet par rapport aux catégories « géographie, aménagement, urbanisme » et « hydrologie, hydrochimie, sols, environnement » (de 2007 à 2018 : 23% de thèses en « écologie-biologie » ; contre 30% en « géographie, aménagement et urbanisme » et 47% en « Hydrologie, hydrochimie, sols, environnement ») et le concept est désormais mobilisé dans de nombreuses thèses. Le concept d'hydrosystème est semble-t-il quelque peu abandonné par les écologues et biologiste, ou du moins les entrées utilisées dans la recherche pour ces disciplines ne nécessitent plus systématiquement la mobilisation de ce concept (pourtant systémique).

A noter que 14 thèses dont le titre, le résumé ou les mots-clés contiennent le terme « hydrosystèmes » sont en cours de préparation : deux en « Géographie, aménagement et urbanisme » et deux en « Hydrologie , hydrochimie, sols, environnement » depuis 2014 ; une en « Archéologie, archéologie environnementale, géoarchéologie, histoire », trois en « Hydrologie , hydrochimie, sols, environnement » et une en « Mécanique, génie mécanique, génie civil » depuis 2015 ; une en « écologie, biologie » et quatre en « « Hydrologie , hydrochimie, sols, environnement » depuis 2017. Une seule thèse traitant des hydrosystèmes et inscrite en « écologie, biologie » est donc en préparation actuellement, ce qui semble renforcer l'hypothèse que ce concept y est de moins en moins mobilisé, mais l'est toujours dans les autres spécialités (citées précédemment). Les baisses de production de thèses en 2018 s'expliquent simplement par le fait qu'au moment de cette analyse (août 2018) l'année est toujours en cours et que le pic de soutenances de thèses se trouve généralement en fin d'année civile.

Concernant les thèses non-francophones, nous avons interrogé la base « *Open Access Theses and Dissertations*[34] » en renseignant le terme « *hydrosystem* ». Seuls 16 documents non-recensés dans « *theses.fr* » y figuraient, la majorité étant des mémoires de master. Ce concept semble peu mobilisé (sous ce terme tout du moins) dans les travaux universitaires non-francophones.

[34] Source : OATD : https://oatd.org/ [consulté le 24/08/2018] – la base inclue 4 567 721 thèses et mémoires.

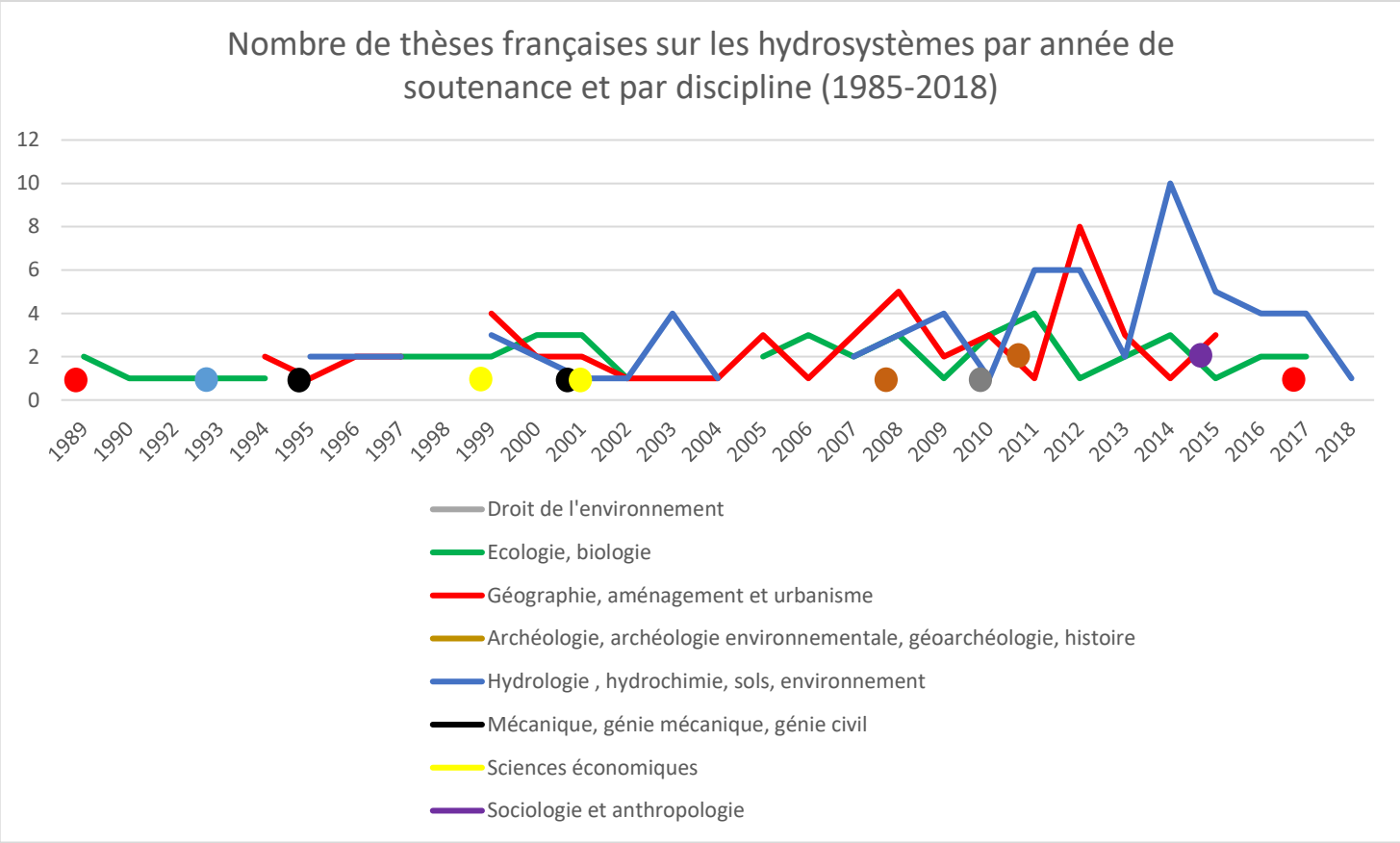


Figure 25. Nombre de thèses soutenues par discipline et par année (Source : *theses.fr*)

L'hydrosystème dans la littérature grise francophone…

Au-delà de la production de thèses françaises, et bien que celle-ci fournisse une bonne indication du dynamisme de la recherche nationale, nous nous sommes également penchés sur les articles scientifiques traitant du sujet, matériaux incontournables du monde académique.

La recherche des publications contenant le terme « hydrosystème » dans la base de données *cairn.info* [35] a renvoyé 256 éléments. Cette plateforme proposant un classement des publications par discipline, celui concernant notre requête est présenté en annexe 8.

La géographie porte à elle seule 46,5% des travaux en SHS [36] traitant des hydrosystèmes recensés sur *cairn.info*. Il est intéressant de voir que la « Sociologie et société » ainsi que « Economie, Gestion » intègrent respectivement 45 et 40 articles qui évoquent les hydrosystèmes, ce qui n'est pas négligeable compte tenu du fait que le concept vient initialement de l'écologie et que les thèses dans ces disciplines font rarement appel à ce concept (figure 23). Les 256 articles sont contenus dans des revues pour 78% d'entre eux, 20% dans des ouvrages, et 2% dans des ouvrages « que sais-je ?/repères ». La revue qui contient le plus d'articles évoquant les hydrosystèmes est Norois (21) ainsi que Nature Sciences Sociétés (18) et Sciences Eaux et Territoires (15). *Cairn.info* n'a pas détaillé le nom des revues pour 71 articles (classés dans une catégorie « Autres »), qui sont donc répartis dans d'autres revues (ou des ouvrages) en sciences humaines et sociales (dont FLUX ; Natures sociales ; Economie & Prévision ; Géographie, Economie, Société etc.).

Pour compléter l'analyse des publications, nous nous sommes penchés sur la plateforme « OpenEdition » [37]. La requête de la plateforme par le biais du terme « hydrosystème » a permis d'extraire 799 éléments. Ces éléments sont contenus pour 72% d'entre eux dans des revues, 19% dans des ouvrages et 5,6% dans des Carnets de recherche. Les 4,4% restant se répartissent entre des évènements scientifiques, des Bulletins et des Cahiers. OpenEdition ne permet pas de connaitre les disciplines auxquelles

[35] Fondée en 2005, est issue du partenariat de quatre maisons d'édition (Belin, De Boeck, La découverte et Erès) qui ont œuvrée collectivement afin de proposer des versions électroniques des publications en sciences humaines et sociales. La Bibliothèque Nationale de France (BNF) puis les Presses Universitaires de France (PUF) se sont associées au projet, respectivement en 2006 et 2014. Source : https://www.cairn.info/ [consulté le 16/08/2018]

[36] Sciences Humaines et Sociales

[37] OpenEdition a été fondée en 2011 (son ancêtre Revues.org date de 1999). C'est un portail de publication en sciences humaines et sociales créé par le Centre pour l'édition électronique ouverte. Infrastructure de recherche nationale depuis 2016, elle est développée par OpenEditon Center qui est une Unité de service et de recherche (USR 2004) du CNRS, de l'EHESS, de l'Université d'Aix-Marseille et de l'Université d'Avignon. Source : https://www.openedition.org/ [consulté le 16/08/2018]

ces éléments appartiennent, mais elle renseigne à propos des revues qui intègrent ces publications. Les 10 revues accueillant le plus de publications sur les hydrosystèmes sont présentées ci-après tableau 4, elles représentent 58,9% du contenu sur le sujet proposé par OpenEdition). Le détail complet des revues concernées est disponible en annexe 9.

Tableau 4. Les 10 revues accueillant le plus de publications sur les hydrosystèmes (OpenEdition)

Revues	Nombre d'articles (brut)	Part d'articles (%)
Géomorphologie : relief, processus, environnement	93	11,6
VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement	71	8,9
Géocarrefour	51	6,4
IRD Éditions	51	6,4
Presses universitaires du Septentrion	41	5,1
Développement durable et territoires	38	4,8
Norois	38	4,8
Revue géographique de l'Est	32	4,0
Quaternaire	29	3,6
Méditerranée	26	3,3
Total	470	58,9

Il n'est pas surprenant de constater que *Géomorphologie : relief, processus, environnement* est la revue qui comporte le plus d'articles sur les hydrosystèmes. Comme son nom l'indique, elle est spécialisée dans l'étude des formes du relief, des modelés et des processus de toutes natures[38]. Vient ensuite la revue *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, qui se qualifie d'interdisciplinaire[39] (sciences naturelles et sciences humaines) tout comme *Géocarrefour* qui est représentative de la géographie régionale française et ouverte vers les disciplines voisines (aménagement et urbanisme, sciences sociales et sciences de l'environnement)[40]. Il est intéressant de voir qu'une revue comme *Développement durable et territoires* intègre 38 articles sur les hydrosystèmes (4,8%), elle qui n'a pas de racine spécifiquement en géographie mais développe une approche interdisciplinaire vers des disciplines moins habituées à traiter

[38] Source : https://journals.openedition.org/geomorphologie/ [consulté le 17/08/2018]
[39] Source : https://journals.openedition.org/vertigo/ [consulté le 17/08/2018]
[40] Source : https://journals.openedition.org/geocarrefour/ [consulté le 17/08/2018]

d'hydrosystèmes (économie, science politique, géographie, aménagement, droit, sociologie, ethnologie…)[41]. Cela renforce l'idée émise que le concept est de plus en plus saisi par les différentes disciplines. Un rapide aperçu des articles concernés de cette revue a permis de vérifier que les publications proviennent de spécialistes de différents horizons : géographie (Ioana-Toroimac 2014), histoire et science politique (Gabrielle Bouleau et al. 2017), sociologie et économie (Debril, Plumecocq et Petit 2016) etc.

La plateforme HAL[42] compte 296 publications mentionnant les hydrosystèmes répartis dans 10 domaines différents (tableau 5). Il faut préciser qu'une même publication est très généralement associée à plusieurs domaines. Cela explique le décalage entre le résultat de la requête sur le terme « hydrosystème » (296) et le total des publications par domaine de recherche (426). Il est important de souligner que certains travaux, de géographie notamment, sont inscrits à la fois dans les domaines et sous domaines suivants : « Sciences de l'environnement/Environnement et Société » et « Sciences de l'Homme et Société/Géographie » ainsi que « Sciences de l'Homme et Société/Etudes de l'environnement » etc.

Tableau 5. Domaines des articles traitant des hydrosystèmes sur la plateforme HAL

Domaines	Nombre d'articles (brut)	Part d'articles (%)
Planète et Univers	118	27,7
Sciences de l'environnement	116	27,2
Sciences du Vivant	102	23,9
Sciences de l'Homme et Société	35	8,2
Informatique	18	4,2
Sciences de l'ingénieur	17	4,0
Statistiques	15	3,5
Chimie	3	0,7
Mathématiques	1	0,2
Autres domaines	1	0,2
Total	426	99,8

[41] Source : https://journals.openedition.org/developpementdurable/ [consulté le 17/08/2018]

[42] Hyper articles en ligne : créée en 2001 par le CNRS) est une archive ouverte de dépôt et de diffusion d'articles scientifiques, publiés ou non. En 2016, elle a été identifiée comme étant la plus grande base de données pour la recherche francophone (1 580 660 publications au 18/08/2018) provenant d'institutions et de chercheurs francophones à travers le monde. Source : https://hal.archives-ouvertes.fr/ [consulté le 18/08/2018]

Planète et Univers et *Sciences du Vivant* représentent respectivement 27,7% et 23,9% des domaines renseignés dans les articles de la plateformes HAL. On imagine aisément qu'ils comprennent les travaux menés entre autres en géomorphologie pour le premier cité, en écologie et biologie pour le second. Le domaine *Sciences de l'environnement* peut recouvrir des disciplines assez différentes (géographie, écologie, hydrologie, physique, …) il est donc difficile d'interpréter le résultat (27,2%). *Les Sciences de l'Homme et de la Société* peuvent quant à elles correspondre à des disciplines telles que l'archéologie, les sciences économiques, la géographie, …. Bien que sa représentation dans le paysage des publications de HAL sur les hydrosystèmes soit plus faible, on quantifie tout de même à 8,2% la part d'articles qui ont été renseignés dans ce domaine.

… et dans les articles scientifiques anglophones à rayonnement international

Enfin, les bases de données anglophones à résonnance mondiale ont également été interrogées : *Springer*[43] et *Elsevier. SpringerLink*, a renvoyé 692 publications sur les hydrosystèmes réparties dans 23 disciplines (annexe 10).

L'approche des hydrosystèmes par les *Sciences de la vie, Sciences de la Terre, Environnement,* et *Ingénierie* domine largement les productions de *Springer* (85,6%). Les Sciences humaines et sociales (Géographie, Affaire et gestion, Economie, Philosophie, Droit, …) ne représentent qu'une infime partie de cette recherche (2,9% en cumulé). Ces travaux sont publiés dans 305 revues différentes. Les éditeurs anglo-saxons disposent de bien plus de supports de publications que les éditeurs hébergés en France (Germaine 2009a). Contrairement aux thèses françaises analysées précédemment, les travaux relevant de l'écologie et de l'environnement/sciences de la terre/ingénierie sont largement majoritaires dans la recherche internationale sur les hydrosystèmes, la géographie ne comptant que pour 1,5% de la production totale. Toutefois, cela renseigne davantage sur le type de disciplines publiées dans cette plateforme que sur le dynamisme de cette recherche. En effet, toute recherche confondue, la plateforme héberge 1 112 431 publications en *Sciences de la vie,* 453 525 publications en *Sciences de la Terre*, 183 814 en *Environnement* quand la *Géographie* représente « seulement » 49 340 publications (le *Droit* 75 328 publications[44], …).

[43] Issue d'un groupe éditorial créé en 1842. C'est un éditeur important à l'échelle mondiale qui publie environ 2 000 revues et plus de 6 500 nouveaux livres par an. Avec *SpringerLink* (plateforme d'accès aux publications de *Spinger)*, il dispose de plus de 70 000 titres (électroniques et papiers). Source : https://www.springer.com/ [consulté le 18/08/2018]

[44] Source : https://www.springer.com/ [consulté le 18/08/2018]

Pour compléter notre vision sur la recherche internationale sur les hydrosystèmes, nous avons alimenté notre analyse par une fouille de la base de données *Elsevier*[45] (via *ScienceDirect).* Pas moins de 922 publications ont été trouvés évoquant l'hydrosystème (= *hydrosystem*). Ces articles ont notamment été publiés (pour 345 d'entre eux) dans des revues spécialisées en environnement, hydrologie, géomorphologie ou chimie (Annexe 11). Comme pour *Springer* la recherche en Sciences Humaines et Sociales semble vraiment minoritaire sur le sujet.

De manière générale, la recherche sur le concept d'hydrosystème dans les publications anglophones (« *hydrosystem* ») est très faible. Le nombre de publications citant le concept dans *Springer* et *Elsevier* en témoigne, notamment en comparant avec la recherche faite sur les rivières (« *river* » renvoie 586 976 publications chez *Elsevier* et 502 752 chez *SpringerLink*, bien loin des 922 et 692 publications comprenant le terme « *hydrosystem* » chez les mêmes éditeurs).

Une comparaison du nombre de publications sur les hydrosystèmes dans ces cinq bases de données par année sur la période 2007-2018 est présentée ci-dessous (figure 26) :

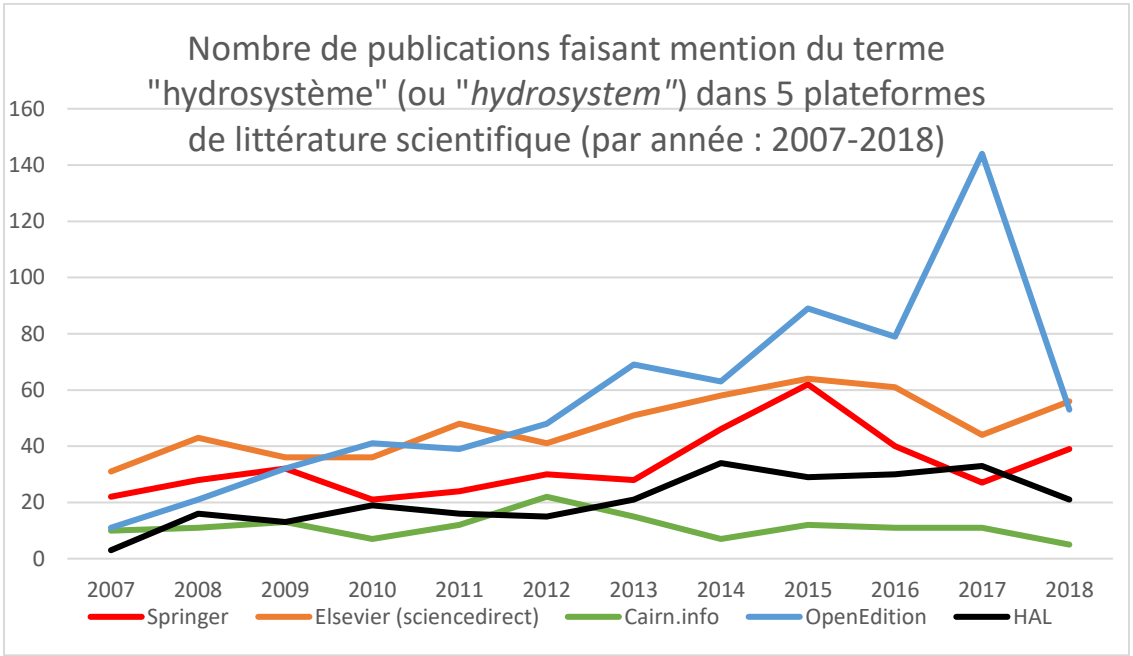


Figure 26. Nombre de publications faisant mention du terme "hydrosystème" (ou "hydrosystem") dans 5 plateformes de littérature scientifique (par année : 2007-2018)

[45] Groupe éditorial, créé en 1880, est l'un des plus gros éditeurs mondiaux de littérature scientifique. Leur site web *ScienceDirect* lancé en 1997 permet d'accéder à plus de 14 millions de publications revues par des pairs. Source : https://www.sciencedirect.com/ [consulté le 18/08/2018]

Nous remarquons que les publications sur le sujet ont été en constante évolution jusqu'en 2015, hormis pour *cairn.info*. Ce cas particulier peut s'expliquer par le fait que c'est la seule base de données dont les publications sont exclusivement inscrites en sciences humaines et sociales et que cette base bibliographique semble bien moins fournie que *OpenEdition* par exemple (tableau 3). Les différentes analyses menées précédemment ont montré que bien que plusieurs disciplines (autres que l'écologie) se soient saisies du concept et le mobilisent de façon importante, les disciplines exclusivement inscrites en SHS restent bien moins actives dans ce domaine de recherche. On notera un déclin des références bibliographiques sur le sujet pour les deux bases bibliographiques anglophones à rayonnement mondial, entamé en 2015 pour *springer,* en 2016 pour *elsevier*. A noter que la tendance inverse s'observe pour *OpenEdition* qui enregistre son plus gros pic d'activité sur les hydrosystèmes en 2017[46]. Comme pour l'analyse des thèses françaises, les chutes de productions scientifiques en 2018 sont liées au fait que l'année est en cours au moment de cette étude (août 2018).

Cette analyse bibliographique nous donne plusieurs informations concernant la recherche sur les hydrosystèmes : 1) Le concept est issu de l'écologie mais est désormais davantage mobilisé par d'autres disciplines pour ce qui concerne les thèses françaises (géographie ou sciences « dures » ou de la nature) ; 2) Il y a un localisme fort dans la mobilisation de ce concept dans les thèses françaises, le quart sud-est de la France et Paris étant largement représentés ; 3) Bien que les sciences humaines et sociales autres que la Géographie aient commencé à s'approprier le concept (ou au moins à le citer), elles restent largement minoritaires vis-à-vis des sciences « dures » et sciences de la nature (en France comme à l'international) ; 4) Le concept semble trouver un écho largement plus important en France qu'à l'étranger, en témoigne le faible nombre de citations dans les revues à rayonnement international. Mais bien que peu mobilisé dans la recherche internationale sur les milieux aquatiques, les concepts et processus qui y sont associés ne sont pas délaissés pour autant (Dufour 2017).

2.1.6 Quelle place pour les « petits hydrosystèmes » ?

Les cours d'eau majeurs ont fait l'objet de nombreuses recherches (Rollet et Lespez 2013) notamment par rapport à l'étude de leurs projets d'aménagement conséquents (Burnouf et Leveau 2004 *in* Lespez et al. 2005). Le grand fleuve a généralement tendance

[46] La permanente augmentation de publications sur le sujet à partir de 2007, avec un pic recensé en 2017 tient peut-être aussi au développement progressif de la plateforme et n'est peut-être pas représentatif de l'évolution de la littérature scientifique sur le sujet à cette période.

à concentrer l'attention, au détriment des cours d'eau des petites vallées, notamment dans les Pays de la Loire (Barraud et Portal 2013). Rollet et Lespez (2013) ont alerté, lors de l'atelier IRD2 « Restauration de cours d'eau », sur le « tropisme scientifique » existant envers les cours d'eau à débit important, charge grossière et de grande taille. Pour cela ils démontrent (à travers la base de données *theses.fr*) que 50% des thèses sont effectuées sur des cours d'eau à forte énergie, 25% sur les grands fleuves, 15% sur les systèmes tropicaux, 7% en contexte méditerranéen et seulement 5% sur les cours d'eau de faible énergie. De plus, le paysage de fond de vallée dans le contexte d'aménagement des rivières est peu étudié, spécifiquement en ce qui concerne les cours d'eau de faible ordre dans l'ouest de la France (Pichot et Marguerie 2004). Effectivement, la spatialisation du nombre de thèses françaises réalisées (figure 24) illustre le déficit de recherche menée dans le Grand Ouest sur les hydrosystèmes de manière générale, constat partagé par plusieurs chercheurs qui s'y sont intéressés (*e.g* Barraud 2007; Germaine 2009a; Beauchamp 2018).

Les principaux fleuves français se retrouvent ainsi au centre de nombreux travaux de recherche, tantôt traitant de leurs évolutions (*e.g* morphologiques, paysagères, biologiques et écologiques ou physicochimiques, …), de leurs liens avec les sociétés (d'aujourd'hui ou il y a plusieurs siècles) ou encore des représentations qu'ils véhiculent et/ou des nouveaux paradigmes qui guident leur gestion et provoquent parfois incompréhensions et tensions entre groupes d'acteurs. De manière non-exhaustive on peut citer les travaux suivants pour la Garonne (Fortuné 1988; Valette 2002; Valette et al. 2014; David 2016) ; le Rhône (Salvador 1991; Savey 1992; Arnaud-Fassetta 1998; Landon 1999; Sabatier 2001; Comby et Emeline 2013; Bouleau 2014) ; la Seine (Maldiney 1994; Miquelis 1996; Dzana 1997; L. S. Martin 2001; Dechezleprêtre 2005; Dubrulle-Brunaud 2007).

La Loire est ainsi l'objet de recherches concernant plusieurs aspects : son endiguement (Dion 1961) et la vulnérabilité face aux inondations (Jousseaume, Landrein et Mercier 2004; Geffray et Ménanteau 2004; Giret 2018) ; ses milieux humides (Degorce 1991) ; les représentations du fleuve, via l'analyse picturale (Joliet, Beaujouan et Jacob 2004b) et leur lien avec la réglementation et les aménagements (Lecoeur 2011). L'aménagement du fleuve dans le contexte de préservation de l'environnement et les tensions qui peuvent en découler est étudié (Rode 2010a) et rejoint les recherches sur les questions de patrimonialisation (Despointes 2008; Davodeau 2013; Barraud et al. 2013) et de gouvernance environnementale (Despointes 2009). La perception des risques de la Loire face au phénomène des inondations en contexte urbain est également abordé à travers deux cas d'étude : Orléans et Tours (Rode 2010b). Les recherches géoarchéologiques s'intéressent quant à elles à la dynamique des paysages ligériens et à leurs relations avec les sociétés humaines à une échelle de longues durées (Holocène et

Néolithique respectivement dans Carcaud et al. 2002 et Thonniet et Rigot 2016). L'évolution des ponts permettant de traverser la Loire, obstacle « naturel » aux déplacements des biens et personnes par voie terrestre, est également traitée par certains archéologues (Dumont et al. 2014). La revue *Norois* a consacré un numéro spécial aux études ligériennes (multithématiques : risque d'inondation, représentation paysagère et gestion de l'environnement) suite à une auto-critique sur l'insuffisance de publications accueillies en son sein à propos d'un fleuve qui héberge pourtant plusieurs villes des universités fondatrices de la revue (Jousseaume 2004).

Dans l'Ouest, les fleuves côtiers normands (bien plus « petits » et aux débits plus modestes) sont étudiés quant aux modalités de transferts sédimentaires (Viel 2012). Les glissements de terrain des versants côtiers sont caractérisés (Lissak 2012) ainsi que les effets de la suppression des ouvrages transversaux sur la croissance ligneuse pour l'Orne et la Vire (Depoilly et Dufour 2015). Ces petits hydrosystèmes sont souvent liés à des rivières non-domaniales, ayant une incidence sur leur gestion et réglementation (difficile d'accès, entretien des berges et du lit revient normalement aux propriétaires (Le Lay et Permingeat 2008).

Qu'ils soient appelés « petits cours d'eau », « petites rivières », « petites vallées », les auteurs font toujours référence à un cours d'eau (et à ses espaces associés) de faible débit et/ou aux dimensions peu importantes, qui ont tendance à moins capter l'attention (du « grand public », des politiques et des scientifiques) car ils sont fréquents et leur échelle rend les phénomènes qui leur sont associés peut-être moins « spectaculaires »[47] ou leurs aménagements « peu impressionnants » (Pichot et Marguerie 2004). Pourtant, c'est bien cette « ordinarité » qui fait leur intérêt. Ces objets sont omniprésents sur le territoire, à eux tous ils couvrent de vastes espaces et font partie du quotidien de nombreux habitants et usagers (promeneurs, pêcheurs, agriculteurs, …).

Les rivières à faible énergie font elles aussi l'objet de peu de publications (Petit et al. 2015; Lespez et al. 2015; Melun 2012 *in* Corbonnois et al. 2016). Le concept d' « hydrosystème fluvial » est particulièrement adapté aux grands cours d'eau, comme le Rhône, sur lequel il a été élaboré et testé (Malavoi et Souchon 1996). La question se pose alors de la base conceptuelle permettant de comprendre et d'étudier les petits cours d'eau. Y'a-t-il besoin de refonder des bases conceptuelles ? Peut-on calquer les modèles des fleuves et grandes rivières, des cours d'eau puissants, sur les petites rivières aux petits débits et/ou de faible énergie de l'ouest de la France et de la Loire moyenne ? Ou la solution

[47] Ce qui est une erreur notamment pour les petits torrents alpins qui peuvent avoir des écoulements extrêmement soudains et aux débits puissants.

est-elle d'adapter les concepts développés aux échelles et aux caractéristiques de ces cours d'eau ?

« Petite rivière » ou « petit hydrosystème » font référence à des dimensions morphologiques faibles (longueur, largeur, profondeur) et peuvent également comprendre des rivières de faibles débits ou de faible énergie. Une rapide interrogation des principales bases bibliographiques a permis de constater que « petite rivière » n'est pas une association de termes très courante en recherche[48]. Même constat lorsqu'on recherche les publications concernant les « ruisseaux » (bien que ce terme puisse dénaturer l'objet « rivière »). Nous nous sommes donc intéressés aux critères qui faisaient que l'on appelait un cours d'eau « rivière ».

- **Définitions :**

  - « Rivière » (Larousse)[49] : « *Cours d'eau de faible ou moyenne importance qui se jette dans un autre cours d'eau. (Pour la pêche on distingue les rivières de première catégorie, où dominent truite, ombre, saumon, etc., et les rivières de deuxième catégorie, où dominent des poissons blancs)* ».

  - « Ruisseau » (Larousse)[50] : « *Petit cours d'eau peu profond* »

On remarque que les deux définitions (portant sur des objets distincts) évoquent des critères de faibles dimensions morphologiques, sous entendues dans l'expression « faible ou moyenne importance » dans la définition de « rivière » et de « petit » cours d'eau et « peu » profond pour ce qui concerne le « ruisseau ». Ainsi, sans plus de précisions, il semble très délicat de distinguer « ruisseau » et « rivière ».

Les quelques travaux portant sur les « petites rivières » (ou cours d'eau) ou de « faible énergie » traitent finalement de cours d'eau dont les dimensions et les débits restent relativement important comparés à d'autres rivières, notamment celles étudiées dans le cadre de cette thèse (tableau 6). La puissance spécifique de ces rivières n'a quant à elle pas pu être identifiée de manière systématique. Ces termes communs à l'étude de ces différentes rivières interrogent. Celles-ci structurent-elles les paysages des fonds de vallée de la même manière ? Leur « faible énergie » commune permet-elle de comparer ces objets et les résultats de leurs études ? Nous avons voulu comparer quelques paramètres de rivières ainsi dénommé afin de leur mettre en parallèle et d'identifier les types de rivières concernées par ces qualificatifs.

[48] Fouille réalisée dans plusieurs bases bibliographiques/moteurs de recherche (HAL, OpenEditon …)
[49] Source : https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/rivi%C3%A8re/69603
[50] Source : https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/ruisseau/70241?q=ruisseau#69480

Tableau 6. Caractéristiques hydrologiques d'exemples de "petites rivières" ou de cours d'eau "de faible énergie" par rapport à celles des deux cas d'étude : l'Aubance et le Couasnon

Cours d'eau *(adjectifs cités)*	**Débit moyen mensuel[51]**	**Longueur de cours[52]**	**Référence bibliographique**
Aube *(hydrosystème à faible énergie)*	41 m^3/s	248,9 km	(Gaillard 1999)
Loir *(rivière de basse énergie)*	32,2 m^3/s	317,4 km	(Corbonnois et al. 2016)
Seulles *(rivière à faible énergie)*	2,5 m^3/s	70 km	(L. Lespez et al. 2015)
Mue *(débits annuels moyens faibles)*	0,34 m^3/s	21,8 km	(Lespez et al. 2005)
Thue *(débits annuels moyens faibles)*	0,2 m^3/s	12,4 km	(Lespez et al. 2005)
Huisne *(cours d'eau de faible énergie)*	13 m^3/s	165 km	(Corbonnois et Rollet 2011)
Des Plaines *(« low energy meandering river » = rivière sinueuse de basse énergie)*	15 m^3/s	241 km	(Rhoads et Miller 1991)
Anxure (*petit cours d'eau)*	?	15,4 km	(Pichot et Marguerie 2004)
Anvore (*petit cours d'eau)*	?	11 km	(Pichot et Marguerie 2004)
Mérantaise *(petite rivière à faible énergie)*	1,31 m^3/s	13,5 km	(Jugie 2018)
Aubance	0,621 m^3/s	35,7 km	(Paysant, Caillault et Carcaud 2018)
Couasnon	0,50 m^3/s	34,8 km	(Paysant, Caillault et Carcaud 2018)

On constate que plusieurs rivières concernées ont des longueurs de cours largement supérieures aux deux cas d'étude de cette thèse et il en va de même pour les débits moyens mensuels. A l'inverse, La Mue, la Thue, l'Anxure et l'Anvore présentent des dimensions plus faibles que les rivières qui font l'objet de ce travail. Le débit des deux dernières citées n'est pas connu car il semble qu'elles ne soient pas équipées de stations

[51] Source : BanqueHydro http://hydro.eaufrance.fr/ [consulté le 22/08/2018] ou publication scientifique concernée

[52] Source : Sandre - http://www.sandre.eaufrance.fr/ [consulté le 22/08/2018]

hydrologiques (BanqueHydro[53]). Cela témoigne d'un certain manque d'investissement (et donc d'intérêt ?) quant à leur suivi.

Ainsi, si tous ces chercheurs qualifient leurs rivières de « petites » ou comme étant « de faible énergie », nous constatons que dans les faits les cours d'eau concernés ont des caractéristiques bien différentes. La question se pose alors de la dénomination des cours d'eau ayant à la fois des dimensions peu importantes et une faible énergie. Faut-il user changer le nom en « ruisseaux » (au risque de dénaturer l'objet comme évoqué précédemment et sachant que certains ruisseaux ont une forte énergie) ou parler de « petite rivière de faible énergie » comme c'est souvent le cas dans l'ouest de la France, en contexte de plaine et de bas-plateaux. Ces caractéristiques en font généralement des rivières « ordinaires ».

Nous proposons dans le cadre de cette recherche le terme d'« hydrosystème secondaire ». Cette désignation nous semble correspondre à l'idée que nous défendons et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord, l'usage du terme (et concept, 2.1, p.61) d' « hydrosystème » nous permet de désigner la plaine alluviale dans son ensemble et pas uniquement le chenal, comme le terme de « cours d'eau » ou « rivière » peut laisser entendre si aucune précision n'est apportée. Ensuite la notion de « secondaire » renvoie à un terme déjà utilisé dans les études en hydrologie mais habituellement mobilisé pour désigner une hiérarchie de bras d'un cours d'eau. On parle alors de « bras secondaire » par rapport à un « bras principal ». Cela rejoint la situation décrite précédemment, nous parlons de cours d'eau (et de leur plaine alluviale) inscrits dans un contexte plus large : la Loire. Ainsi, cette dernière peut être qualifiée de « principale » quand ses petits affluents tels que l'Aubance et le Couasnon peuvent être désignés comme « secondaires ». Enfin, la notion de secondarité renvoie, selon le dictionnaire Larousse, à un élément « qui n'occupe pas le premier rang dans un domaine donné, qui n'a qu'une importance de second ordre » (Larousse[54]). Cette idée est en totale adéquation avec ce que nous défendons vis-à-vis de nos objets d'étude qui sont « ordinaires » : ceux-ci sont peu « médiatisés » et peu mis en valeur (développé un peu plus loin dans le manuscrit, 3.2.3) et n'ont pas de caractère « exceptionnel ». Des cours d'eau aux profils similaires peuvent être rencontrés en d'autres endroits du territoire et en nombre (à l'inverse d'un fleuve emblématique tel que la Loire). De part ce caractère « ordinaire » nous pensons que les petits fleuves côtiers bas-normands par exemple peuvent être également intégrés dans cette dénomination.

[53] Source : BanqueHydro http://hydro.eaufrance.fr/ [consulté le 22/08/2018]
[54] Source : https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/secondaire/71729 [consulté le 03/04/2019].

2.2 L'approche paysagère – concepts et méthodes

Le « paysage » est le deuxième concept clé mobilisé dans cette recherche. Ses origines et sa signification sont ici exposées. Il peut être mobilisé différemment selon les communautés scientifiques (notamment entre géographes et écologues) ainsi les similarités et particularités de son usage sont précisées. Le paysage et l'hydrosystème fluvial sont des notions compatibles, ce dernier intégrant dans ses dimensions l'espace correspondant au lit majeur de la rivière et ses milieux associés, par le biais des échanges qui s'y opèrent et des processus reliés. Cette compatibilité relève de leur mobilisation au sein d'une même discipline, l'écologie du paysage, mais l'hydrosystème fluvial est également cohérent avec le paysage du géographe. Celui-ci intégrera davantage les activités humaines et les représentations/perceptions de cette espace qui joue un rôle dans les usages et les changements qui le concernent. Le croisement de ces deux notions représente selon nous une véritable plus-value dans l'approche des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires.

2.2.1 Le « paysage » : polysémie et concept fort en géographie

Origines et définitions

Le « paysage » est une notion ancienne qui remonte à l'époque des « Trois-Royaume » (220-589) pendant laquelle Zong Bing (375-443) écrit, en Chine du Sud, le premier traité du paysage[55]. Il évoque déjà l'aspect matériel du paysage tout en précisant qu'il « tend vers l'esprit ». Le terme « landschaft » fait son apparition en Europe du Nord au VIIIe siècle mais fait d'abord référence à la notion de territoire. Au XVIIIe siècle, la géographie devient davantage naturaliste grâce aux progrès des sciences naturelles et au développement des expéditions scientifiques vers de nouveaux territoires, telles que celles d'Alexander Von Humboldt (1769-1859) en Amérique du Sud et ses recherches en biogéographie. L'explication des paysages et des sociétés se concentre alors essentiellement autour des déterminants physiques (espace matériel, climat, géologie…) ce qui était nommé comme étant la « Nature ». Il faut attendre les années 1960 pour que certains géographes se détachent du déterminisme naturaliste et considèrent également l'impact de la dimension culturelle (religieux, politique, etc.) (Périgord, Donadieu et Barraud 2012). Dans cette rupture avec les approches naturalistes, le paysage est

[55] *« Introduction à la peinture de paysage »* cité dans Périgord, M., Donadieu, P., & Barraud, R. (2012). Le paysage (Armand Col). Paris.

considéré comme étant un produit social, interface entre éléments naturels et des processus économiques et culturels (qualifiés par G.Bertrand d' « invisibles »). Ce dernier propose d'intégrer dans ce qui produit le paysage les actions et perceptions d'un groupe social défini (Bélizal et al. 2017). Pourtant, depuis le champ de la géographie culturelle A.Berque (1990) désigne le « paysage » comme étant la partie sensible et symbolique du milieu et le distingue ainsi de la dimension physique qu'il qualifie comme étant « environnement » (Le Floc'h et Aronson 1995).

Le « territoire » et le « paysage » sont deux concepts proches et la genèse de ce dernier est intimement lié au premier. Ainsi afin d'éviter les confusions, il convient de préciser les différences entre ces deux notions souvent mobilisées en géographie. L'objectif étant également d'expliciter les apports du « paysage » vis-à-vis du « territoire ».

Le terme de « territoire » a fait l'objet de nombreuses définitions et usages depuis son apparition « officielle » en 1982. Cette diversité n'est pas sans créer une difficulté de communication entre chercheurs (Lévy et Lussault 2013). Notre objectif ici n'est pas de faire un état des lieux des significations et postures liées à ce terme ni de débattre sur sa définition, mais d'exposer la définition qui a été retenue dans le cadre de ce travail de recherche.

Il est selon nous « *une portion d'espace terrestre envisagée dans ses rapports avec les groupes humains qui l'occupent et l'aménagent en vue d'assurer la satisfaction de leur besoin* » (Elissalde 2017). Nous considérons le territoire à travers toutes ses composantes (environnementales, sociales, économiques, institutionnelles, etc.) qui donnent sens à ce que l'on nomme ainsi. Une autre définition, assez proche, insiste sur le concept d' « identité » propre au territoire et particulièrement intéressante : « *Agencement de ressources matérielles et symboliques capables de structurer les conditions pratiques de l'existence d'un individu ou d'un collectif social et d'informer en retour cet individu ou ce collectif sur sa propre identité* » (Lévy et Lussault 2013).

Le « paysage » est un terme encore couramment utilisé (Berque 1987), et cela relève de son caractère « désuet » et surtout « imprécis » selon Claude et Georges Bertrand (2002), qui permet à chacun de le mobiliser dans le sens qui l'arrange. Ce terme est défini par « le petit Robert » comme étant une « partie de pays que la vue présente à un observateur ». La Convention Européenne du Paysage[56] (2000) va plus loin et stipule que le paysage désigne « *une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont*

[56] « *La Convention européenne du paysage (CEP) du Conseil de l'Europe a pour objet de promouvoir la protection, la gestion et l'aménagement des paysages et d'organiser la coopération internationale dans ce domaine* » Source : https://www.coe.int/fr/web/landscape [consulté le 14/09/2018]

le caractère résulte de l'action de facteurs naturels[57] *et/ou humains et de leurs interrelations »* (Conseil de l'Europe 2000). Cette définition présente l'avantage d'être plus fine et de mettre l'accent à la fois sur la notion de « perception », et d'insister sur les origines multiples de la genèse de cette partie de territoire, issue « de l'action de facteurs naturels et/ou humains » et de considérer leurs interrelations. R.Brunet le définit comme étant « *ce qui se voit* » et existe indépendamment de nous, et qui est également vécu, senti et perçu par les hommes (ce qui induit des sélections et des jugements de valeurs) (Brunet 1974). Cette définition évoque le « vécu » qui n'est pas présent dans la définition de la CEP, et que l'on peut déplorer, même si l'emploi du terme « population » sert à désigner les femmes et les hommes habitants du lieu (Périgord, Donadieu et Barraud 2012), et donc supposer du « vécu ».

Il n'est pas inintéressant de constater que la définition de paysage par la CEP s'appuie directement sur la notion de « territoire » (sans la définir elle-même toutefois). Ainsi la notion de « paysage » vis-à-vis de celle de « territoire » présente l'avantage de considérer ce qui est du domaine de la perception et s'intéresse aux origines de cette partie d'espace. Elle n'est finalement pas très éloignée de la définition établie dans *Les mots de la géographie*[58] de 1993 (Brunet, Ferras et Thery 1993) qui considère le « paysage » comme étant un « *arrangement d'objets visibles perçus par un sujet à travers ses propres filtres, ses propres humeurs* » qui laisse elle aussi une place importante à la perception mais ne s'intéresse pas à ce qui a formé cet espace particulier (facteurs humains et/ou naturels et interrelations).

J-M Besse (2009) explique que le paysage, due à son appropriation par différentes disciplines, est devenu polysémique. Il résume en cinq entrées la façon avec laquelle le paysage est considéré : 1. Une représentation culturelle, 2. Un territoire produit par les sociétés et leur histoire, 3. Un complexe systémique, 4. Un espace d'expériences sensibles, 5. Un site ou un contexte de projet. La difficulté à définir le terme « paysage » ne date pas d'aujourd'hui, R.Brunet déplorait en 1974[59] la perte de signification du terme « paysage » au même titre que celui de « région ». Certains spécialistes le réduisent à son caractère physique voire végétal écartant ainsi le champ de la géographie. Il regrettait que plusieurs recherches de l'époque invoquant « l'analyse paysagère » ne s'intéressaient finalement qu'à des phénomènes ou caractères particuliers. Au-delà de la question de la définition du

[57] Nous pouvons souligner l'usage du terme ambiguë « naturel », mais nous considèrerons derrière ce terme ce qui relève du climat, de la géologie, de la végétation (spontanée ou non) tout en étant conscient que si ce terme est présent pour s'opposer au caractère « humain » les facteurs précités peuvent eux-mêmes être sous influence humaine et ainsi perdre leur caractère « naturels » dans le sens « non issue de l'action humaine ».

[58] Brunet, R., Ferras, R., & Thery, H. (1993). Les mots de la géographie (Dictionnai). Montpellier-Paris.

[59] Brunet, R. (1974). *Analyse des paysages et sémiologie. Éléments pour un débat*. Espace Géographique, 3(2), 120–126. https://doi.org/10.3406/spgeo.1974.1460

paysage, l'auteur explique que certains géographes, ayant le souci de défendre la richesse du concept, y intègrent processus et facteurs d'explications. Cela revient selon lui à confondre objet et manière de l'étudier.

« Les paysages » : les positionnements des géographes et écologues

Le « paysage » est une notion employée majoritairement par deux disciplines, la géographie et l'écologie[60], mais ce que les chercheurs sous-tendent dernière ce terme est souvent différent.

Si la géographie a rapidement étudié les paysages (époques des explorations des espaces inconnus, Hérodote au Ve siècle avant J.-C et Strabon -58 à 21) (Périgord, Donadieu et Barraud 2012) le paysage de l'écologue est bien plus récent. La discipline de l'écologie[61] est elle-même assez jeune puisqu'elle est née au XIXe siècle avec l'émergence des travaux sur la géographie végétale. Les travaux antérieurs d'Aristote (-384 à -322), de Linné (1707-1778) ou de Buffon (1707-1788), bien qu'appartenant à l'écologie d'après certains auteurs, n'ont rien d' « écologique » d'après R.Barbault (2000). L'écologie du paysage est apparue quant à elle lors du siècle dernier. Le terme a été introduit par le biogéographe Troll (1939) avec l'idée de combiner deux disciplines : la géographie (par l'étude des structures spatiales) et l'écologie (par l'étude des relations entre les êtres-vivants et leur milieu) (Burel et Baudry 1999). Bien que l'écologie du paysage considère de plus en plus les activités humaines et ainsi les facteurs socio-économiques dans son approche, celle-ci se distingue encore de l'approche de l'environnement en géographie. En effet, les différences se font sur plusieurs aspects : l'écologie du paysage va généralement se focaliser sur le paysage fonctionnel vis-à-vis des espèces animales et végétales (la biocénose) (Marty, Lepart et Caplat 2006). Cela se traduit entre autres par des exercices de modélisation spatiale via des simulations de dispersions par trames et sous-trames par exemple, quand la géographie ne restreindra pas son analyse aux espèces mais caractérisera davantage les formes et leurs trajectoires. De plus, la géographie considère que le paysage est à la fois la résultante de facteurs naturels et anthropiques, mais également que les sociétés ont été guidés par des représentations et perceptions lors de leur appropriation de ce paysage. Ainsi, les analyses du paysage en géographie intègrent généralement une prise en compte des représentations ou perceptions des acteurs et/ou populations. Enfin, le paysage est considéré par les écologues comme étant une échelle

[60] Des chercheurs rattachés à d'autres disciplines peuvent également y faire appel : les historiens (Antoine 2000), les agronomes, architectes ou encore archéologues (Gosme 2005)

[61] « *Science qui étudie les relations entre les êtres vivants (humains, animaux, végétaux) et le milieu organique ou inorganique dans lequel ils vivent* » Source : http://www.cnrtl.fr/definition/%C3%A9cologie [consulté le 17/09/2018]

supérieure à celle de l'écosystème (Forman et Godron 1981; Burel et Baudry 1999) dont l'espace se caractérise essentiellement par son hétérogénéité et par sa dynamique influencée entre autres par les activités humaines, et qui existe indépendamment de la perception (Burel et Baudry 1999). Les géographes le considèrent davantage comme un lieu où interagissent de nombreux facteurs qui génèrent l'hétérogénéité de l'espace dont le contexte culturel explique entre autres les éléments visibles qui le composent (Marty, Lepart et Caplat 2006). Une critique de la part des géographes concernant certaines applications d'écologie du paysage est un traitement « à plat » (comprendre sans considérer les conditions abiotiques dont la géomorphologie) justement parce que l'analyse du système à tendance à se focaliser sur le biotique (Caillault 2018).

F.Burel et J.Baudry (1999) affirment que pour traiter des questions d'environnement, l'écologie du paysage s'est fixée comme objectif de créer des articulations avec d'autres disciplines. Ces « coopérations » disciplinaires se sont traduites par des projets de recherche alliant des chercheurs de divers horizons. Le projet Diva Corridor (2008-2010) par exemple visait à explorer les possibilités de mise en place de la TVB aux échelles régionales et locales et à définir les modalités de contribution de l'activité agricole à cette préservation des continuités écologiques. Pour ce faire, géographes (Université Rennes 2 UMR LETG 6554), écologues (Université Rennes 1 UMR Ecobio ; INRA SAD-paysage ; Université de Caen), juristes (CNRS Université Rennes 1) et partenaires techniques (PNR, Région Bretagne, DREAL, …) ont œuvré ensemble au sein de ce projet (Burel 2010). Pour G.Bertrand (2002) la géographie a manqué le tournant environnementaliste et a ainsi laissé la place à l'écologie pour se saisir de ces questions de manière transversale (sciences de la nature ouverte aux sciences sociales), quand bien même sa position était pourtant idéale pour incarner cette approche systémique de par son ancrage en sciences sociales et son lien ancien avec la « Nature » comme objet d'étude. Il le résume ainsi : « *La géographie a certainement perdu l'une de ses spécificités – et certainement son meilleur atout – qui était de vouloir explorer le rapport du social avec le naturel. Pour preuve le vide ainsi créé se retrouve indirectement mais très rapidement comblé par l'écologie ».* Après tout, la géographie a été « *une science de l'environnement avant la lettre »* pendant la première moitié du XXe siècle, jouant un rôle primordial dans la connaissance de la planète et la mise en valeur de ses ressources, entre nature et société (Bertrand et Bertrand 2002). Il affirme qu'aujourd'hui « *l'environnement est avant tout un immense questionnement, global et confus, quasi-métaphysique, que la société se pose à elle-même, et plus précisément, pose à l'ensemble de la communauté scientifique. »* La géographie est une des mieux placées pour traiter des « *interconnexions et, plus précisément celles qui font interagir les faits naturels et les faits sociaux ».* Cette idée a également été formulée autrement : « *[…] le géographe se veut l'intermédiaire […]. Il reste encore celui qui, parmi les spécialistes des sciences de l'Homme, est le plus capable*

de lire les ouvrages naturalistes » (Grataloup 1978). C'est dans cette visée que le travail de cette thèse s'inscrit.

La géographie se retrouve ainsi aux côtés de l'écologie du paysage pour traiter de ces questions. Il n'est d'ailleurs pas inintéressant de constater que ces deux disciplines, géographie et écologie, revendiquent la paternité des travaux et des découvertes de certains érudits du XIXe siècle. C'est le cas notamment avec Alexander Von Humboldt qui est cité comme précurseur par les universitaires des deux disciplines, notamment dans les manuels à destinations des étudiants de Licence et Master des deux cursus (*e.g* pour l'écologie : Barbault 2000 ; pour la géographie de l'environnement : Bélizal et al. 2017).

La géographie cherche de plus en plus à intégrer à la fois ce qui relève du « naturel » (domaine du vivant et de la géomorphologie, climatologie) et du social dans ces analyses. En témoigne les nouveaux courants qui se développent en Amérique du Nord et en Europe comme celui de la « géographie physique critique » (Lave et al. 2014). Ce concept appelle à une compréhension à la fois des processus biophysiques et des questions sociales qui y sont liées. Cette approche défend l'idée qu'un système socio-écologique (anthroposystème selon Lévêque et Van der Leeuw 2003) ne peut être analysé en dissociant les deux aspects. Finalement, en totale adéquation avec la définition de « paysage » que nous avons retenu pour mener cette recherche, ce concept reconnait la « nature » comme étant « le résultat (matériel et idéel) du processus de traduction par la société des données des systèmes biologiques et physiques » (Lévy et Lussault 2013 *in* Dufour 2015).

La « political ecology » pour compléter une approche environnementale orientée vers le vivant

L'écologie, comme discipline scientifique, s'est en général tenue à l'écart des aspects politiques (Bassett et Peimer 2015). La *political ecology* s'est développée il y a 15 à 20 ans dans le cadre de travaux portant sur le développement et l'environnement, principalement dans les champs de la géographie et de l'anthropologie anglo-américaine (Benjaminsen et Svarstad 2009). L'objectif est d'intégrer à la fois les processus écologiques mais également les questionnements politiques qui y sont associés, en insistant sur le jeux d'échelle qui permet de montrer les décalages entre « discours globaux et savoirs locaux » (Caillault 2016). Cette approche se concentre sur le pouvoir et les luttes pour le pouvoir dans le cadre de la gestion de l'environnement. Ainsi, les acteurs impliqués dans le secteur de l'environnement en sont également les objets d'étude, tout comme la production de savoir sur l'environnement. Dans cette recherche, l'analyse de discours et des récits jouent un rôle prépondérant. Le transfert des idées vers des mesures politiques et la façon avec laquelle cette traduction est faite intéresse également la communauté de

chercheurs de la *political ecology.* Bien que certains auteurs s'interrogent sur le manque d' « écologie » (il faut comprendre : prise en compte des paramètres environnementaux) dans des démarches plutôt « politisante » (Benjaminsen et Svarstad 2009), l'objectif de la *political ecology* est bien de traiter des problèmes environnementaux en s'intéressant à la fois aux aspects politiques, sociaux, sociétaux et « écologiques », amenant généralement à traiter des controverses environnementales.

2.2.2 Le paysage « appliqué »

La déclinaison opérationnelle du paysage par l'angle de l'écologie du paysage

Le paysage est aujourd'hui un enjeu majeur quant aux questions sociales et politiques de cadre de vie, l'identité des lieux, la gouvernance et la protection des milieux « naturels ». Ces préoccupations sociales, sociétales et environnementales ont été accompagnées par un développement de la recherche sur les questions de paysage et ce par différents champs disciplinaires (sciences sociales, histoire, arts et littérature, philosophie, écologie, géographie, …). On peut considérer qu'une nouvelle « culture du paysage » émerge alors, traduite également par la création de cursus et écoles spécifiques, la quantité de publications scientifiques et techniques et d'une évolution de la réglementation aux échelles nationales et européennes (*e.*g en France : loi paysage 1993 ; dans l'Union Européenne : Convention Européenne du Paysage 2000) (Besse 2009).

La loi de protection de la nature de 1976 se positionne pour certains auteurs (Ormaux et Couderchet 2002) en compensation à « l'orientation électronucléaire de la politique énergétique » alors prise au grand dam des écologistes de l'époque. Cette loi est calquée sur ce que les Etats-Unis ont adopté six ans auparavant et concerne l'évaluation environnementale des projets d'aménagements. Suite à un renforcement juridique (décret de février 1993) les études d'impacts se sont systématisées, ouvrant ainsi la porte à un important marché de l'évaluation environnementale par les bureaux d'études. Toutefois, ce genre d'évaluation d'impacts pose de nombreuses questions méthodologiques et même idéelles, ce que Roger Brunet dénonçait en la qualifiant de « rêverie, voire de l'arbitraire » et de « routine justificative » (Ormaux et Couderchet 2002).

Outre ces études d'impacts qui comprennent un volet « paysage » et un volet « faune/flore/habitats naturels », la lecture des paysages et leur prise en compte dans les projets de territoire se fait généralement par le biais de concepts issus de l'écologie du paysage : connectivité, matrice, corridor, réservoir de biodiversité (annexe 12). La Trame Verte et Bleue 1.3) est le dispositif souvent utilisé pour la prise en compte des questions de continuités écologiques dans les documents de planification (PLU, PLUi, SCOT, …) ou

sur les territoires d'expérimentations que sont les PNR[62] (Paysant 2014). Une des critiques formulées contre les concepts TVB est que ceux-ci intègrent peu les activités humaines, hormis les cas spécifiques de recherches interdisciplinaires intégrant des chercheurs en SHS (Périgord, Donadieu et Barraud 2012).

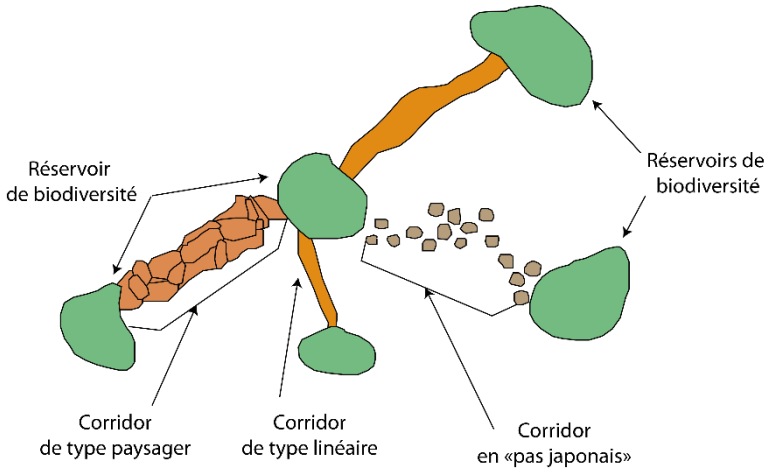


Figure 27. Concepts de la TVB tels que définis par le Grenelle de l'environnement (Source : d'après CEMAGREF *in* DREAL 2013[63])

Le paysage tel qu'il est traité et intégré avec les TVB se concentre exclusivement sur la biodiversité. Pourtant, ce thème est une préoccupation secondaire chez les habitants, la caractérisation des espèces et de leur milieu étant complexe, ceux-ci perçoivent peu de changements locaux dans les populations animales ou végétales. Les enjeux environnementaux plus globaux les alertent davantage, la notion de « sauvage » pour ce qui concerne la biodiversité, étant essentiellement entretenue par les médias. Finalement les demandes de « nature » concernent plus un besoin « d'espace vert » de jardins ou de campagne (Cormier, Joliet et Carcaud 2012).

Les méthodes d'analyse du paysage en géographie

Les façons d'analyser le paysage ont sensiblement évolué au fil des années. Cette dynamique a été conditionnée par les changements conceptuels liés au paysage (et même à l'environnement et à la « Nature » comme développé précédemment), et également aux évolutions des techniques et technologies. On peut évoquer les premiers apports de la

[62] Parc Naturel Régional

[63] Source : La Trame Verte et Bleue – quelques réponses aux questions les plus fréquentes des élus – DREAL Centre (2013) disponible sur http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/TVB_ISBN_cle5ca11c.pdf [consulté le 27/09/2018]

photographie avec la contribution notamment des cartes postales anciennes (vue horizontale) souvent utilisées pour la reconstitution des paysages anciens. Au début du XXe siècle, les photographies aériennes[64] (vues obliques et verticales) ont permis d'analyser des portions de paysages plus vastes. En terme de technique nouvelle (et toujours utilisée), on peut citer la méthode de modélisation des phénomènes spatiaux développée par R.Brunet : La chorématique. C'est « *une structure élémentaire de l'espace, qui se représente par un modèle graphique* » (Brunet 1986). Elle facilite l'analyse et la communication autour de processus spatiaux complexes par le biais d'une abstraction et d'une simplification graphique de ceux-ci. Dans les années 80, le champ de l'analyse par « fractales » a été investi par certains géographes, permettant de décrire mathématiquement l'irrégularité et la complexité des formes naturelles (A. Robert et Roy 1993)[65]. A la fin du XXe siècle, en même temps que les progrès de l'informatique, se développent les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG), jusqu'alors réservés au monde de la recherche, et avec eux leurs applications à diverses thématiques. L'application environnementale et son usage dans le domaine du paysage devient alors important. Les SIG permettent la réalisation d'inventaire par la collecte des données, fournissant les matériaux nécessaires à l'analyse spatiale (impliquant parfois des processus complexes, alliant statistique et modélisation). La fonction d'aide à la décision est ensuite rendue possible, notamment grâce à la visualisation des différentes données et résultats, sous forme de cartes, de modélisation 3D, etc. (Joliveau 2003). La télédétection[66] continue de jouer un rôle important dans la caractérisation et l'analyse des paysages et présentent l'avantage de pouvoir traiter des emprises importantes par méthodes (semi- ou non) automatiques. Le développement très actif des technologies aérospatiales d'observation de la Terre ont permis la mise à disposition d'une diversité de données importantes (optique, radar, Lidar, …, Robin 1995) à toutes résolutions ouvrant un peu plus les thématiques d'applications liées au paysage : *e .g* le feu au Burkina-Faso (Caillault 2011) ; les formations végétales dans le bocage normand (Germaine, Puissant et Barnérias 2008) ; l'occupation du sol et l'usage des terres (Hubert-Moy et al. 2001; Sheeren et al. 2012). Les technologies de positionnement et leur déclinaison dans de nombreux domaines dont ceux du quotidien (GPS de randonnée, GPS routier, service cartographique populaire *GoogleMaps*®…) facilitent la récolte de données spatialisées et leurs usages dans des domaines comme ceux du paysage (Brossard, Desservy et Joly 1998). Ces méthodes de

[64] Se sont développées massivement pendant la 1ère guerre mondiale (Gervais 2001).

[65] Dimension fractale : « C'est un nombre qui quantifie le degré d'irrégularité et de fragmentation d'un ensemble géométrique ou d'un objet naturel, et qui se réduit, dans le cas des objets de la géométrie usuelle d'Euclide, à leurs dimensions usuelles » (Mandelbrot 1995 *in* Roland et Fleurant 2004)

[66] « Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, dans contact matériel avec ceux-ci » Source : Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale (1988) *in* (Kergomard 2002)

collecte continueront de se développer à l'avenir, le système GPS américain[67] ayant été complété par le GLONASS russe, le Beidou chinois et le Galileo européen (opérationnel depuis 2014). Ces différents systèmes sont alimentés par des lancements réguliers de nouveaux appareils qui rejoignent cette constellation de satellites augmentant la précision et les usages qui y sont liés. Enfin, le développement des technologies (et notamment de l'Intelligence Artificielle) a introduit dans le champ des analyses spatiales des processus la Simulation Multi-Agent (SMA) (Bousquet et Gautier 1999). La géographie environnementale notamment s'est emparée de cette technique qui permet de modéliser un système complexe grâce à des règles d'interactions simples (Caillault 2011). En faisant interagir des « agents » entre eux et avec leur milieu (dans des conditions bien définies donc) il est possible de comprendre les processus et leurs origines (comme l'écoulement des eaux dans un bassin versant) et de tester différents scénarios par modification des paramètres (Caillault et al. 2013; Reulier et al. 2016). Enfin la prospective environnementale[68] a bénéficié de ce développement technologique pour questionner le devenir de certains espaces concernés par des enjeux écologiques, économiques, sociaux et sociétaux. Ces démarches ont pu s'intéresser au lien entre occupation du sol et gestion de l'eau (Houet 2006a; Houet 2006b; Houet, Hubert-Moy et Tissot 2011), aux interactions entre des dynamiques naturelles et des dynamiques sociales dans une réserve de biosphère (Gourmelon et al. 2008), à l'apport de la spatialité en prospective (Gourmelon et al. 2011; Houet et Gourmelon 2014), quand d'autres travaux s'intéressaient par exemple aux différents logiciels de modélisation existants (Mas et al. 2011).

La place du Système d'Information Géographique dans l'analyse du paysage

Le « Système d'Information Géographique » (SIG) désigne en France[69] à la fois les outils logiciels permettant de manipuler les données géographiques (exemple ArcGIS®, QGIS, …) ; le projet informatique et le système d'information. Le SIG intègre donc plusieurs éléments divers : données, hommes, procédures, budget, méthodes, … (Joliveau 1996). Nous retiendrons la définition de L. Robert et F.Milleret-Raffort (1993) : « *système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées* » (Pornon 2011).

[67] *Global Positionning System* - Ouvert aux applications civiles depuis 2000.

[68] « Elaboration, fondée sur des méthodes réfléchies, de conjectures sur l'évolution et les états futurs de systèmes dont l'avenir est perçu comme un enjeu, et leur mise en discussion structurée » (L Mermet 2005 *in* Françoise Gourmelon et al. 2008b).

[69] En Suisse et au Québec, c'est le terme de SIRS (Système d'Information à Référence Spatiale) qui recouvre la définition du « système d'information », le « SIG » étant réservé uniquement à l'outil (Pornon 2011).

La gestion ou l'aménagement de l'espace, soulevant généralement une problématique environnementale, nécessite systématiquement une approche territoriale qui passera par 1) une négociation entre acteurs concernés dans les structures de concertation ; 2) la représentation spatiale de la problématique et du territoire. Dans ce contexte la place de la géomatique[70] se justifie de par sa capacité à optimiser la mobilisation des données géographiques permettant l'analyse, la communication et la restitution (entre autre cartographique) de l'information, effet accru dans un contexte où les parties prenantes valident la démarche et des étapes de raisonnement (Joliveau et Etlicher 1998). La puissance des SIG dans l'étude des paysages s'expriment, dans la phase d'analyse, à travers la mobilisation d'indicateurs paysagers dont l'intérêt n'est plus à démontrer (Luginbühl 2009). On ne peut ignorer le risque que peut générer la spécialisation de l'étude des paysages par le biais des outils numériques, pouvant priver les « non-experts » d'une appropriation des analyses et de leurs résultats. Toutefois, les efforts de conceptualisation que nécessite cette démarche oblige à rediscuter des données mobilisées, des méthodes et scénarios, etc. et redonnent ainsi au paysage « toute sa complexité » et lui rend sa dimension sociale (Joliveau 1994).

Conclusion chapitre 2

L'hydrosystème fluvial se positionne aujourd'hui comme un concept incontournable pour la compréhension et l'étude des cours d'eau et de leurs espaces associés. Issu de l'écologie, l'analyse bibliographique a révélé que d'autres disciplines, notamment en Sciences Humaines et Sociales, s'en sont emparées jusqu'à prendre le pas sur sa discipline d'origine (c'est le cas de la géographie). Ce concept est surtout mobilisé par ce nom par la communauté francophone, la littérature scientifique anglophone ne contenant que peu d'occurrences du terme. La majorité des thèses françaises consacrées aux hydrosystèmes sont réalisées en région parisienne ou dans le quart sud-est de la France, révélant dans le même temps les territoires visés par ses recherches. Le Grand Ouest reste peu couvert par ces analyses et ce constat a tendance à renforcer la pertinence de continuer à s'intéresser à l'évolution et au fonctionnement des hydrosystèmes de l'ouest de la France. Ce concept présente l'avantage de considérer l'ensemble des processus agissant sur le cours d'eau et sa plaine, à l'interface entre les facteurs d'ordres naturels et anthropiques, permettant notamment d'analyser les relations « Nature-Société ». Ces caractéristiques le rendent parfaitement compatible avec le concept de paysage, qui considère un espace tel que perçu par les populations et qui résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations. Le paysage, de par ses dimensions liées à la perception (et

[70] Association de « Informatique » et « Géographie » qui désigne les « *technologies reliées à leur acquisition, leur stockage, leur traitement et leur diffusion* » (Pornon 2011).

représentation) et même au politique, apporte une plus-value au concept d'hydrosystème, davantage axé sur la matérialité et les flux. La place accordée à la temporalité dans les deux notions nous permet de nous attacher particulièrement à cette dimension et ainsi à la genèse des aspects matériels et idéels. C'est à travers le prisme de ces deux concepts et par le biais des méthodes utilisées pour analyser le paysage en géographie que cette recherche a été menée.

Chapitre 3. Enjeux et démarche d'étude des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires – Deux cas d'étude ligériens dans le Grand Ouest français

Introduction

Le chapitre précédent a permis de démontrer en quoi les concepts d'hydrosystème et de paysage étaient pertinents pour l'étude des trajectoires paysagères. Il a aussi été l'occasion de mettre en avant la sous-représentation des études portant sur les hydrosystèmes de l'ouest de la France. L'entrée paysagère n'est pas la plus courante pour ces analyses et cela justifie en autre, selon nous, son intérêt dans cette recherche car elle représente ainsi une certaine originalité.

Ce chapitre 3 aborde la façon avec laquelle les deux concepts seront mobilisés puis les enjeux que soulèvent la recherche sur les trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France est présentée. L'originalité de la recherche est exposée pour ensuite aborder la question de la méthodologie employée (3.1). Le cadre géographique (3.2) est posé ensuite, en présentant les deux terrains sélectionnés en Anjou par le biais des atlas de paysage notamment. Leurs particularités sont ensuite discutées pour justifier l'approche comparative menée dans le cadre de cette recherche.

3.1 Originalité de la recherche et méthodologie adoptée

Apports des concepts explicités dans l'approche de cette recherche

Cette recherche porte donc sur l'analyse des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires. Le tableau ci-dessous (tableau 7) rappelle les principaux concepts mobilisés et synthétise leurs apports dans ce travail de recherche.

Tableau 7. Synthèse des apports des concepts mobilisés dans cette recherche

Concepts	Significations/apports
Trajectoire	**Diachronie –** origines/transitions/état actuel/scénarios futurs
Paysage (paysagère)	**Étude des formes visibles d'origines « naturelles » et humaines et ayant un sens culturellement ; temporalité** – recherche des facteurs explicatifs – interactions Natures/Sociétés
Hydrosystème	**Échanges multidimensionnels (approche systémique) ; temporalité** – échelle et objet d'étude : plaine alluviale, talweg,

	annexes hydrauliques – interactions multiscalaires et biophysique/humain (ou Natures/Sociétés)
Secondaire (*hydrosystème …)*	**Hydrosystèmes de dimensions et processus « faibles »** (débits liquides et solides, mobilité latérale et verticale)**, captant peu l'attention. Souvent inscrit dans un hydrosystème plus important** (exemple : le bassin de la Loire concernant nos cas d'étude) – spécification de l'objet d'étude : rivière et sa plaine

L'**hydrosystème** de par son origine inscrite en écologie, est d'abord considéré comme étant un écocomplexe (ensemble d'écosystèmes). Toutefois, comme le signale S.Dufour (2017) les travaux de ces 30 dernières années considèrent davantage l'hydrosystème comme étant un anthroposystème ou un socioécosystème. En effet, celui-ci est la résultante de processus longs et complexes impliquant les effets combinés de natures diverses (biophysiques, socio-économiques, politiques et humaines en général). Ces interactions fortes entre les sociétés et les processus biophysiques impliquent une prise en compte systémique de ces processus, qui touchent également les dimensions affectives, culturelles, politiques, etc. L'hydrosystème comme socioécosystème permet d'étudier les enjeux sociaux liés à sa structure et à son fonctionnement (Dufour 2017). Les hydrosystèmes permettent d'aborder la question des héritages, la dimension temporelle étant importante dans ce concept. Ceux-ci peuvent être sociaux (aménagements, agriculture, politiques locales et nationales…), morphologiques (du talweg et de la plaine alluviale) et sédimentaires et vont impacter fortement l'hydrosystème actuel (et futur) (Gautier et al. 2008). Ainsi, l'approche par le paysage des hydrosystèmes nous parait pertinente afin de caractériser les changements, d'identifier les facteurs (de natures diverses) impliqués dans ces changements, et de se positionner en outil d'aide à la décision original auprès des acteurs en charge de leur gestion. Ces concepts nous semblent également contribuer au dépassement des clivages disciplinaires, nécessaire pour se saisir des enjeux environnementaux actuels (Gautier et Pech 2016).

Le **paysage** est, dans le cadre de cette thèse, étudié en tant qu'objet, et employé en tant que concept et méthode (« approche par le paysage »). Il en va de même pour l'hydrosystème, qui est étudié en tant qu'objet (plaine alluviale, talweg, annexes hydrauliques) et en tant que concept multidimensionnel et systémique. La notion de trajectoire permet d'éviter d'insinuer qu'un système peut atteindre un état stable (Aronson et al. 1995) ou qu'il suit un cycle.

En d'autres termes, cette recherche se focalise sur le visible de la plaine alluviale (et de ses éléments constitutifs) en s'intéressant à la fois à sa genèse, à son évolution et aux facteurs qui sont intervenus (et interviennent) dans ces dynamiques (quels que soient leurs ancrages : « naturels », sociaux, économiques, politiques…). L'ambition est d'atteindre une reconstitution géo-historique de ces trajectoires pouvant alimenter la réflexion du devenir de ces objets, par le biais d'outils (ou analyses) d'aide à la décision ou bien par une démarche de prospective.

3.1.1 Enjeux et questions de recherche

Des questions de recherches autour de la compréhension des trajectoires passées dans un contexte de mutation des sociétés

Les rivières sont modifiées et utilisées par les sociétés humaines au moins depuis le Néolithique. Les différents usages et les transformations qu'ils ont engendré ont modifié le fonctionnement hydromorphologique de la rivière et le paysage du fond de vallée de manière générale. Ces dernières décennies, les transformations des sociétés, notamment guidées par le développement de l'économie française et du monde rural au milieu du XXe siècle, ont eu des impacts importants sur ces objets. La recherche de productivité agricole par l'adaptation des parcelles à la mécanisation d'une part, et la recherche de préservation des débordements pour optimiser l'exploitation des terres d'autre part se sont traduites par des travaux de reprofilage et de recalibrage de l'ensemble des cours d'eau français. La politique de gestion de l'eau actuelle cherche à améliorer la qualité physico-chimique de l'eau (touchée par la pollution liée aux pesticides, aux rejets industriels, aux stations d'épurations vieillissantes, etc.) mais également à rétablir la « continuité écologique » et à « renaturer » les rivières. Ces nouvelles aspirations se positionnent en total opposition aux interventions de la seconde moitié du XXe siècle et sont en train de modifier de nouveau les paysages des fonds de vallées. Dans ce cadre, les petits hydrosystèmes de l'ouest de la France sont encore assez peu étudiés, et cette recherche ambitionne d'apporter sa contribution dans la compréhension de leurs trajectoires paysagères et des facteurs qui y ont joué un rôle. Notre recherche vise à répondre à la question suivante : ***Comment l'étude des trajectoires paysagères peut nous éclairer sur les effets des usages et des politiques d'aménagement du territoire sur les hydrosystèmes secondaires ?***

Les hypothèses posées dans le cadre de cette recherche et qui seront testées sont déclinées en trois formulations :

- ***H1** : Les trajectoires paysagères des petites rivières vont être influencées par des facteurs de natures diverses (politique, économique, sociale, « naturelle » …) et intervenant à différentes échelles*
- ***H2** : Des rivières de même gabarit sur un même territoire ne suivront pas nécessairement les mêmes trajectoires*
- ***H3** : La gestion actuelle des rivières n'est pas guidée que par une recherche d'optimisation de ses fonctionnalités*

Des enjeux méthodologiques résident également dans cette recherche, concernant les données et les méthodes possiblement employées pour l'étude de ces trajectoires. Pour répondre à cette interrogation, des questions subsidiaires ont dû être élucidées :

- Comment le paysage des hydrosystèmes secondaires a évolué depuis les deux dernières grandes mutations ? (post 2nd guerre mondiale et politique environnementale actuelle)
- Quels sont les facteurs ayant influencés ces trajectoires ? Quelle est leur nature, leur spatialité et leur temporalité ?
- Quels éléments pourraient être intégrés pour mieux répondre aux enjeux actuels de la gestion des rivières, et ce de manière plus « systémique » ?

Enfin, un enjeu plus appliqué est la contribution que cette recherche peut apporter, de par les données qui ont été créée dans ce cadre et les analyses qui en ont découlées, pour la gestion future de l'Aubance et du Couasnon.

Pour répondre à ces questions, le projet de recherche a eu pour objectifs : i.Créer/Collecter des données adaptées à ces objets pour une analyse diachronique ; ii. Identifier/Mettre au point des méthodes permettant d'analyser les trajectoires paysagères de ces deux terrains à plusieurs échelles spatiales ; iii. Proposer des analyses pouvant servir d' « outils d'aide à la décision » aux décideurs pour contribuer aux réflexions de gestion de ces espaces.

Originalité de la recherche : trajectoires des petites rivières ordinaires par le prisme du paysage

Comme précisé précédemment (2.2.2), cette thèse s'intéresse aux trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires. Cette recherche tient son originalité de son objet d'étude en tant que tel (les petits hydrosystèmes, ou même les petits cours d'eau restent peu étudiés, notamment dans le Grand Ouest) ainsi que dans l'approche de celui-ci : par le paysage. L'intérêt pour des objets « ordinaires », comme sont qualifiées parfois ces rivières ou leurs vallées (Germaine 2009b), renvoie aux recherches en écologie portant sur la « Nature ordinaire ». En effet, l'écologie de la conservation, après s'être intéressée de manière exclusive aux espèces directement menacées, investit ce champ d'études. En écologie, les espèces considérées comme « communes » (regroupées sous le terme de « Nature ordinaire ») sont en général définies par la négative : ce sont des espèces qui ne sont pas rares. Cette définition se précise en prenant en compte quelques caractéristiques propres aux espèces considérées comme telles : une grande aire de répartition, une abondance locale forte et/ou une large amplitude d'habitat (Devictor 2007). Le contexte du réchauffement climatique a encouragé les écologues à s'intéresser aux dynamiques futures de la biocénose, rompant ainsi avec la vision strictement protectrice de l'écologie de la conservation. Les caractéristiques citées comme décrivant les espèces ordinaires nous semblent correspondre à celles des paysages de petites rivières que nous étudions dans le cadre de cette recherche. En effet, les rivières sélectionnées comme cas d'étude partagent plusieurs de caractéristiques avec nombre de rivières de notre zone géographique : « Grand Ouest », mais également « Loire moyenne » (grande aire de répartition et abondance locale forte donc). De plus, ces paysages de rivières ne sont pas « exceptionnels » et présentent des enjeux locaux (dans les domaines de l'agriculture, la biodiversité, le tourisme local, la pêche de loisir,…).

Bornes temporelles : 1950-2016 – succession de deux fortes mutations des hydrosystèmes

Nous nous sommes intéressés aux dernières mutations importantes qu'ont subi les hydrosystèmes, c'est pourquoi notre recherche couvre la période 1950-2016. Ces bornes temporelles se justifient par les impacts engendrés par les dernières politiques publiques. La volonté politique de restructurer l'économie française était déjà active dans les années 1940 sous le régime de Vichy. Voldman (2002) explique que les « technocrates modernisateurs » de la Délégation Générale à l'Equipement National (DGEN[71]) travaillaient

[71] « Organisation interministérielle ayant pour mission de prévoir le développement du pays en dépit de l'occupation allemande » (Voldman 2002)

sur les façons d'enrayer l'exode rural tout en « exploitant rationnellement les ressources du pays ». Après-guerre, dès 1950 commence une « grande période de l'aménagement du territoire », qui voit naitre le premier plan d'aménagement du territoire et un fonds d'aménagement du territoire, mis en place afin de contribuer au développement des villes particulièrement touchées par la seconde guerre mondiale ou en croissance rapide (Barjot 2002). Des stratégies régionales, accompagnées d'institutions destinées à les porter, émergent notamment dans les années 60. La DATAR[72] est créée en 1963 et les objectifs de développement sont alors clairs : conditionnement de l'expansion parisienne, industrialisation du pays, protection et aménagement des zones rurales les plus fragiles (Olivier Gichard *in* Barjot 2002). Le développement du réseau, et notamment des autoroutes, fait pleinement partie de cet élan d'aménagement du territoire. Ainsi, près de 2 000 kilomètres d'autoroutes sont créés entre 1955 et 2000 (Barjot 2002). Depuis les années 50, certains paysans se professionnalisent, avec de nouvelles « règles d'excellences » qui ne reposent plus sur l'identité du paysan, mais sur ses compétences techniques. Ils intègrent les syndicats agricoles et vont ainsi encourager la voie de la modernisation de l'agriculture initiée par les pouvoirs publics en promouvant l'agrandissement foncier et l'actualisation des moyens et des pratiques (Muller 2000). Dans les années 60, les agriculteurs « en surnombre » sont incités à changer d'activité professionnelle, en conformité avec l'idée directrice de modernisation de l'économie française impulsée sous la Ve République du général De Gaulle. Une série de lois va alors encourager la mise en place d'exploitations agricoles « viables » et créer des outils et institutions permettant l'agrandissement foncier (exemples : SAFER[73], indemnité viagère de départ, …) (Muller 2000) par remembrement[74]. La stratégie la plus impactante dans ce sens est sans nul doute la Politique Agricole Commune (PAC), créée par le traité de Rome en 1957 et mise en place en 1962. Son rôle va être d'encourager cette mutation du monde agricole en lien avec ses objectifs : l'accroissement de la productivité de l'agriculture, assurer un niveau de vie équitable à la population agricole, stabiliser les marchés, garantir la sécurité des approvisionnements alimentaires et d'assurer des prix raisonnables aux consommateurs[75]. L'efficacité du remembrement, souvent géré à l'échelle communale, est attestée par le peu de réclamations (5% par an) adressées à la commission départementale de remembrement quant aux décisions communales (M-A Philippe 1983). Le

[72] Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale
[73] Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural
[74] Regroupement de parcelles de terre afin de constituer un domaine agricole d'un seul tenant. Les « rassembleurs de terres » agissent déjà en ce sens au XVIIème siècle, en atteste l'amélioration de la voirie et de l'hydraulique agricole liées à la restructuration parcellaire mise en place en 1707 en Côte-d'Or (Gastaldy 1976 *in* Marc-André Philippe et Polombo 2009). Les plus importantes actions de remembrement sont celles engendrées par la PAC à partir des années 1960.
[75] Source : http://www.vie-publique.fr/decouverte-institutions/union-europeenne/action/politiques-communautaires/qu-est-ce-que-politique-agricole-commune-pac.html [consulté le 27/11/2018]

développement des réseaux cité précédemment joue un rôle important dans le remembrement. En effet, en 1962 le Ministère de l'Agriculture exige des maîtres d'œuvre des grands travaux (autoroutes, rocades, barrages hydrauliques, voies ferrées, …) un effort afin d'atténuer les dommages causés par ces aménagements aux exploitations agricoles par le biais d'une nouvelle forme de remembrement[76] (Philippe et Polombo 2009). Les conséquences du remembrement sur les paysages et en particulier sur le bocage étaient tellement importantes que la présence de bénévoles « PQPN » (« Personnes Qualifiées pour la Protection de la Nature ») fut rendue obligatoire dans les commissions remembrement en 1975, malgré la réticence du lobby agricole. L'année suivante, la loi sur la protection de la nature imposa une étude d'impact pour toute action de remembrement qui devait intégrer le dossier soumis à enquête publique. Toutefois, seules les mesures compensatoires devaient être particulièrement suivies, le reste de l'étude d'impact ne devant pas obligatoirement être pris en compte (Philippe et Polombo 2009). Ces mesures tardives n'ont pas pu empêcher la destruction massive du bocage, M-A Philippe (1983) ayant estimé à plus de 835 000 kilomètres linéaires de haies et de talus détruits entre 1945 et 1983. Bien que la disparition du bocage ne tienne pas que du remembrement, mais bien du développement économique plus large de l'époque et de la modernisation de l'agriculture (mécanisation exigeant des parcelles plus grandes), il est difficile d'exclure totalement sa contribution à ces destructions (Philippe et Polombo 2009). Pour ces auteurs, les arasements excessifs de haies sont le fruit de pratiques individuelles et collectives qui dépassent les contraintes techniques liées au remembrement et relèvent davantage d' « une revanche paysanne sur un bocage devenu inutile dont la conservation était jugée coûteuse et rétrograde ». Ainsi, durant la seconde moitié du XXe siècle, plusieurs phénomènes vont transformer l'espace rural et les rivières : une urbanisation gagnant sur les terres agricoles, la restructuration de l'espace rural pour le développement du réseau routier, la mise en œuvre du remembrement et d'une politique de transformation de l'agriculture française. Durant cette période, l'ensemble des cours d'eau ont été recalibrés (augmentation de la largeur et profondeur des lits mineurs) et rectifiés (« lissage » du tracé des cours d'eau par suppression ou atténuation des méandres et permettre ainsi l'accélération des eaux) dans l'objectif d'assainir les terres (limiter les inondations). Cette lutte avait des objectifs sécuritaires (protection des biens et personnes en cas de crues), mais également économiques (drainer les parcelles riveraines pour permettre une meilleure exploitation de celles-ci). Des ouvrages en travers (seuils, clapets, barrages, …) ont été installés et sont parfois venus en renfort de ceux déjà en place (notamment les seuils des moulins).

[76] Article 10 de la loi du 8 août 1962 – donnera le nom de « remembrement article 10 » aux actions de réparations foncières liées à la mise en place d'aménagements linéaires (Philippe et Polombo 2009).

Barjot (2002) précise que depuis la fin du XXe, l'aménagement du territoire a évolué en tenant compte des préoccupations nouvelles et en particulier la préservation de l'environnement. Ainsi la dernière politique environnementale, incarnée dans le domaine de l'eau par la DCE (2000) et la LEMA (2006), est axée sur les continuités écologiques (1.3) et a tendance à complètement déconstruire le modèle mis en place dans les années 1960-1970 en supprimant les ouvrages en travers et en (re-)créant des méandres (avec diversification des écoulements).

Ainsi, en couvrant la période 1950-2016, nous avons la possibilité d'analyser l'état des hydrosystèmes avant les transformations liées à la modernisation de l'économie et de l'agriculture tout en considérant celles liées à la déclinaison de la DCE. Par ce biais, nous espérons capter au mieux les facteurs impliqués dans ces deux mutations majeures intervenues dans la deuxième moitié du XXe siècle et en ce début de XXIe siècle et fournir ainsi des éléments utiles aux acteurs en charge de l'aménagement du territoire comme aide à la décision.

3.1.2 Démarche de recherche – Approche croisée et interdisciplinaire

Le besoin de coopération interdisciplinaire est plébiscité que ce soit dans le domaine de la gestion de l'eau (Palmer et Bernhardt 2006; O. Petit et Romagny 2009) que dans celui du paysage (Moss 2000; Dérioz 2008; Burel 2010; Mougenot 2011). Dans les sciences cognitives, il est admis que « penser en dehors des simples disciplines sans fixer de limitation aux routines prototypiques, à l'organisation hiérarchique des représentations spontanées, et à la pensée standardisée, nécessite un effort cognitif » (Claverie 2010). Au-delà de l'effort que cela représente, il est souvent compliqué de définir l'interdisciplinarité et de la distinguer des autres approches qui peuvent être mobilisées dans une certaine confusion, parfois comme des synonymes quand bien même leur signification diffère selon les auteurs (interdisciplinaire, transdisciplinaire, multidisciplinaire, intradisciplinaire …). Si l'intérêt de ce genre de démarche « transversale » semble aujourd'hui unanimement reconnu, il devient nécessaire de définir les termes et nuances afin de pouvoir positionner le présent travail de recherche. Pour cela, L.Dupuy[77] propose une synthèse de ces concepts afin d'éviter ces confusions. Il définit la *codisciplinarité* comme étant l'association indispensable de deux disciplines pour étudier un objet (exemple : la seconde guerre mondiale mobilisant histoire et géographie). La *multidisciplinarité/pluridisciplinarité* se positionne à l'échelon supérieur d'une approche transversale de codisciplinarité, qui cette

[77] « Co, multi, inter, ou trans-disciplinarité ? La confusion des genres... » (Dupuy s.d.) https://web.univ-pau.fr/RECHERCHE/CIEH/documents/La%20confusion%20des%20genres.pdf [consulté le 24/10/2018]

fois mobiliserait plus de deux disciplines. Le principe réside souvent dans un plan à tiroir et se traduit souvent par un empilement d'analyses dont le lien est parfois confus. L'interdisciplinarité est une méthode transversale qui apparait plus fonctionnelle. Elle consiste à partir d'une discipline d'origine, de s'intéresser aux apports d'autres disciplines vis-à-vis de l'étude concernée. Il en résulte généralement un « croisement fertile » et une approche finalement plus systémique de l'objet étudié. Le chercheur reste complètement rattaché à sa discipline, mais sa démarche amène une distance critique à son travail. Enfin, la *transdisciplinarité* est une démarche plus « utopique » que l'interdisciplinarité puisque son objectif est de s'extraire des problématiques disciplinaires pour étudier son objet dans toute sa complexité.

Compte tenu de cette mise au point, nous pouvons affirmer que nous avons comme ambition de mener une démarche interdisciplinaire, surtout éloignée de l'approche par « tiroirs » issue des monographies, mais pas transdisciplinaire pour autant car nous défendons l'approche de notre objet (les hydrosystèmes secondaires) par la géographie. Sans pour autant prétendre apporter un éclairage comme l'auraient fait historiens, économistes, politistes, juristes et même écologues, nous avons tenté d'ouvrir le champ de recherches par des lectures variées et en essayant de ne pas se mettre de barrières quant aux approches mobilisées.

La « géo-histoire » pour analyser les trajectoires paysagères

Les approches géo-historiques sont mobilisées dans de nombreuses disciplines, en géographie bien sûr, mais également en archéologie, en aménagement, etc. dont certaines sont peu habituées à ce genre de démarches comme l'écologie. Les matériaux mobilisés sont généralement les archives (abondantes depuis le XVIe siècle) constituées d'enquêtes, statistiques, cadastres, plans, gravures, photographies, textes et rapports, articles de presse, ... Ils alimentent des approches dont les objectifs sont généralement de restituer la dynamique et la structuration d'un territoire sur le temps long. Les manières d'alimenter leurs recherches à partir de ces sources sont diverses selon les chercheurs (Jacob-Rousseau 2009). La géohistoire est définie comme étant l'étude géographique des processus historiques par l'utilisation des méthodes et outils du géographe. Elle considère que la localisation des phénomènes de société est un facteur explicatif incontournable des évènements (Lévy et Lussault 2013). Créée par l'historien Fernand Braudel (1949), elle présente trois objectifs : exploiter les dimensions de la longue durée ; éviter le dogmatisme (politique, déterministe-mécaniciste) et le schématisme en « étendant son usage aux divers domaines de la vie sociale » ; faire le lien entre le temps passé, actuel, et futur

(Ribeiro 2012). Ce concept a été construit pour se démarquer de la géographie historique[78] « érudite » et de la géopolitique, et connait un nouveau succès depuis les années 1990 et 2000 (Capdepuy et Djament-Tran 2012) en témoignent les articles, colloques ou communications mobilisant explicitement la géohistoire (*e.g* Edelblutte 2003; Djament-Tran 2009 ; Gramond 2014; Franchomme, Servain-Courant et Sajaloli 2014; Baud et Reynard 2015; B. Martin et al. 2015; Cognard 2015; Paysant, Caillault et Carcaud 2016 ; colloque "Géohistoire de l'environnement et des paysages", 12-14 octobre 2016 à Toulouse).

Notre démarche pourrait ambitionner une mise en récit des trajectoires imposées par des configurations spatiales à une petite échelle et de faire le lien avec le temps actuel (correspondant à la géohistoire). Toutefois, nous nous en distinguons par une analyse à grande échelle, par le fait que nous ne réduisons pas les changements à des facteurs spatiaux et enfin nous ne prétendons pas maitriser la discipline de l' « histoire » permettant d'aboutir à une telle analyse. Mais cette recherche ne se réduit pas non plus en une étude sectorielle des relations entre une société et son territoire (géographie historique). Notre objectif est davantage de nourrir notre analyse des trajectoires paysagères par la valorisation des sources historiques spatialisées (ou non) et nous adopterons alors le terme de « géo-histoire[79] » pour qualifier notre démarche, conformément à la proposition de Jacob-Rousseau (2009).

3.1.3 Apport méthodologique et démarche de recherche

Cette recherche ambitionne de questionner et répondre (au moins partiellement) aux enjeux méthodologiques liés à l'étude des petits hydrosystèmes. En effet, des questions se posent quant à leur étude et à leur gestion (vis-à-vis des hydrosystèmes majeurs). Ils sont l'objet de l'attention de plusieurs structures de gestion (syndicats de rivières, DDT, Agence de l'eau, AFB, Fédération de pêche…) et sont concernés par un ensemble d'expertises (parfois confiés à des bureaux d'études) au même titre que les hydrosystèmes majeurs. Pour autant, en connaissant leurs particularités, plusieurs questions se présentent : doit-on utiliser les mêmes méthodes, indicateurs, données (lorsqu'elles sont disponibles) que pour les hydrosystèmes majeurs ? Sont-ils adaptés à la taille, au débit, aux enjeux et aux usages de ces rivières ?

[78] Voir Broc (1982) et Dion (1990) concernant la genèse et les caractéristiques de cette « division officielle » de la géographie (Grataloup 1984).
[79] Ou « géo-historique »

En effet, ces espaces ont plusieurs particularités :

- Petit (notamment en largeur) : difficilement observable sur photographies aériennes anciennes et actuelles, la ripisylve masquant généralement le lit mineur en vue verticale (Wiederkehr, Dufour et Piégay 2009)
- Peu suivi dans le temps : il y a peu de documents anciens « systématiques » qui permettent de reconstituer un état passé (hormis le Cadastre Napoléonien…) ou les documents anciens existants ne sont pas assez précis par rapport à la taille des espaces concernés (Carte d'Etat Major, Carte de Cassini, …) – seules les portions de territoires particuliers et fortement patrimonialisés s'extraient de cette contrainte comme par exemple les parcs et jardins de châteaux (Carcaud, Caillault et Paysant 2019). Il y a également peu de cartes postales anciennes qui permettent d'apprécier les changements passés. Cette contrainte d'accès à des documents historiques contraste notamment avec les recherches menées sur des grands hydrosystèmes (exemple de la Garonne toulousaine, David 2016).
- Difficile d'accès : Ces rivières sont non-domaniales et donc privées. Les berges et le lit appartiennent équitablement aux propriétaires riverains, qui ne donnent généralement pas accès aux berges (Barraud 2007), en installant notamment grillage, pancartes dissuasives, portail, haie végétale imperméable… (figure 28).

Figure 28. Interdiction d'accès aux rives du Couasnon marquée par une clôture et un panneau de signalisation - Commune de Fontaine-Guérin (GP - 24/07/2018)

Ainsi, cette thèse traite des données qui peuvent être mobilisées et de leur apport dans la reconstitution et l'analyse des trajectoires, en complément de ce qui a pu être fait, par exemple, dans un contexte de petite rivière francilienne (Jugie 2018), rhodanienne (Wiederkehr 2012), bas-normande (Germaine 2009a; Beauchamp 2018).

La démarche de recherche se décline en une approche comparative de deux terrains *a priori* différents. Elle comprend une analyse multiscalaire (plaine alluviale et secteur fonctionnel) et multitemporelle (comme développé précédemment, 1950-2016 correspondant aux derniers grands changements de ces espaces : modernisation de l'agriculture des années 70 – paradigme écologiste actuel).

Ces échelles spatiales sont complémentaires et permettent de caractériser et d'expliquer les trajectoires paysagères de manière plus efficace selon nous. Chacune d'entre elles a des approches et apports qui leurs sont propres (figure 29).

- L'**hydrosystème** : Cette échelle, qui comprend le talweg et la plaine alluviale, capte les changements sur l'ensemble du linéaire des deux cours d'eau étudiés. L'approche est principalement quantitative (par le biais des indicateurs morphologiques et paysagers)[80]. L'objectif est d'aboutir à une analyse fine des formes. De plus, cette échelle permet d'identifier les secteurs de changements (ou de non-changements, par le biais des « boites d'analyse », méthode développée plus loin, 5.1) permettant de guider par la suite les choix de secteurs de références (échelle inférieure) qui seront traités de manière plus complète.
- Les **secteurs de références** : Cette échelle est la plus fine de notre analyse, ces secteurs sont choisis pour leurs particularités, saisie lors de l'analyse à l'échelle supérieure (hydrosystème). Ces secteurs font l'objet d'une attention particulière, l'ambition étant de comprendre les interrelations entre les formes, les usages et les perceptions. Les indicateurs paysagers, des entretiens, analyses d'archives, enquêtes, sont particulièrement mobilisés à cette échelle.

[80] Les enquêtes et archives peuvent ponctuellement alimenter également cette échelle, notamment pour ce qui concerne les « logiques de gestion globale ».

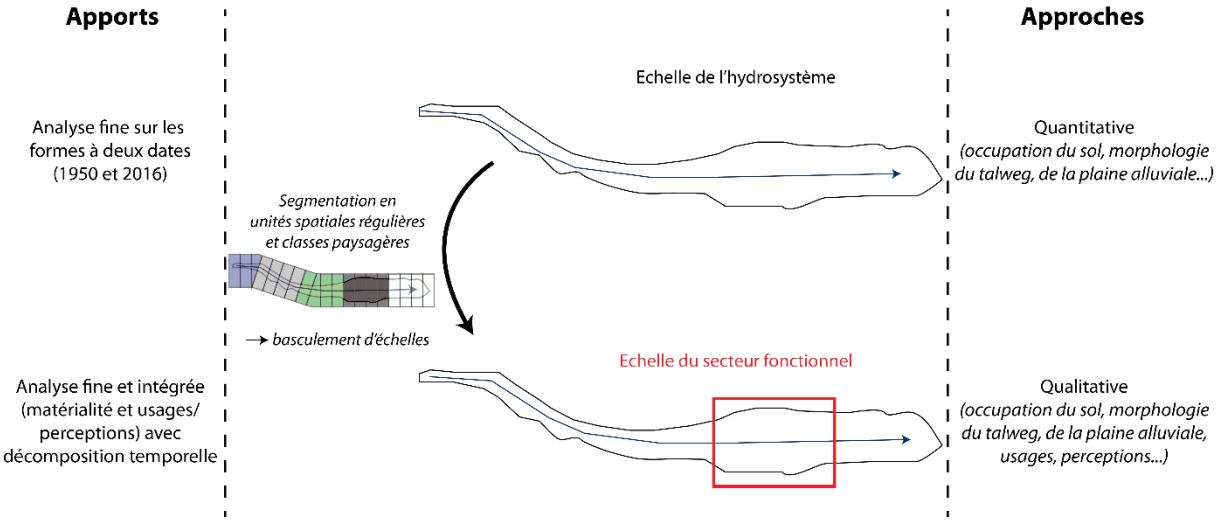


Figure 29. Démarche multiscalaire - types d'approches et apports des différentes échelles

3.2 Cadre géographique – L'Aubance et le Couasnon, petits hydrosystèmes d'Anjou

Ce chapitre présente l'Anjou comme contexte géographique accueillant les deux cas d'étude de cette thèse, l'Aubance et le Couasnon. Une première approche par l'atlas des paysages de la DREAL des Pays-de-la-Loire permet de caractériser en partie les paysages de ces petits hydrosystèmes. Suite à l'énumération des limites que présentent cet atlas, notamment dans notre contexte de recherche et vu nos objectifs, une présentation plus détaillée de l'Aubance et du Couasnon fait suite.

3.2.1 Les « Atlas de paysage » comme outils de connaissance et d'aide à la décision

La prise en compte des paysages (« patrimoine commun de la nation ») dans les projets d'aménagement a été renforcée par la loi du 8 janvier 1993 dite « Loi Paysage ». Depuis, la Convention Européenne du Paysage de 2006 et la définition qui a été établie du concept (2.2.1), les Atlas de paysage ont été produits sur la quasi-totalité du territoire national. En effet, il existe actuellement 66 Atlas publiés (départementaux et régionaux) qui couvrent environ 93% de la superficie de la France et font suite aux premiers Atlas réalisés une vingtaine d'années auparavant. Les Atlas ont comme vocation l'identification des paysages, la caractérisation des valeurs qui leur sont rattachées ainsi que des dynamiques et pressions qui les concernent. Pour répondre à ces objectifs, ces atlas sont renouvelés tous les 10 ans. Ils sont réalisés à destination, entre autres, des collectivités

territoriales et services déconcentrés de l'Etat comme outil pour guider l'aménagement du territoire (Ministère de l'Ecologie du Développement durable et de l'Energie 2015).

La méthodologie (figure 30) repose sur l'ouvrage « Méthode pour les atlas de paysages – identification et qualification » (Luginbühl 1994). Ces atlas ont été enrichis par les retours d'expériences du comité de pilotage (34 personnes représentant maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, paysagistes conseil de l'Etat et scientifiques, réunis 8 fois en 2013 et 2014, Ministère de l'Ecologie du Développement durable et de l'Énergie 2015).

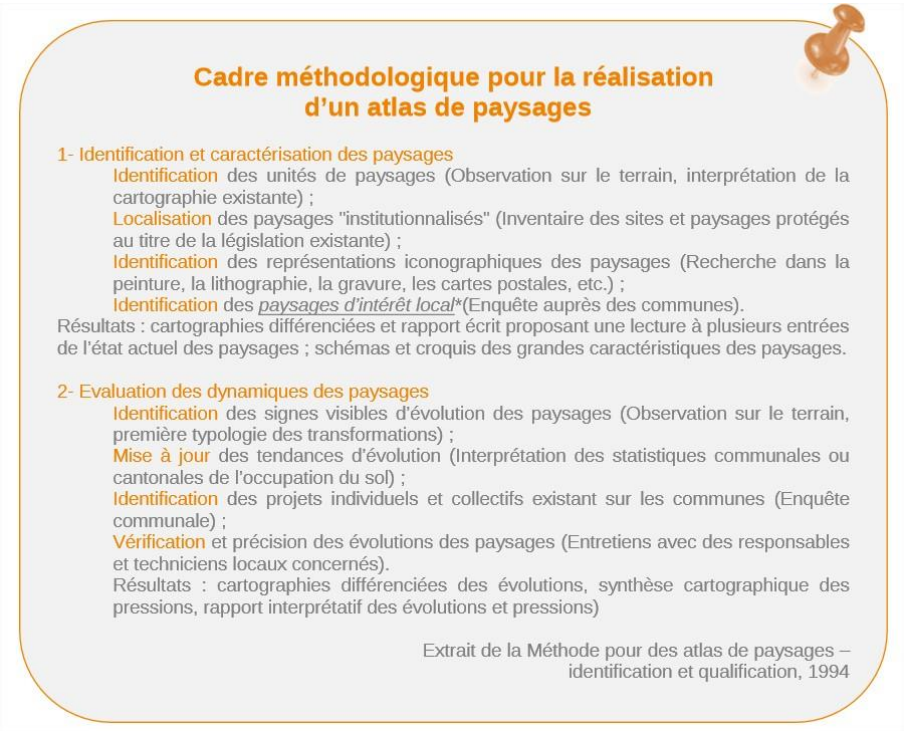


Figure 30. Cadre méthodologique pour la réalisation d'un atlas de paysages (Source : Luginbühl 1994 *in* Ministère de l'Ecologie du Développement durable et de l'Énergie 2015)

Cette méthodologie présente l'avantage de comprendre différents aspects complémentaires permettant d'aboutir à ces atlas : observations de terrain, analyse des cartographies existantes, prise en compte des sites et paysages protégés, des représentations iconographiques (peintures, cartes postales, …) et des « paysages d'intérêt local » issus d'une enquête menée auprès des communes (figure 30).

3.2.2 La richesse des paysages d'Anjou – La Loire, entre maraichage du val d'Authion, viticulture des coteaux et plateaux céréaliers

Les terrains choisis pour cette thèse se trouvent dans la région Pays-de-la-Loire, sur le territoire du département du Maine-et-Loire, appelé aussi « Anjou » (en référence à

l'ancienne province française, région historique et culturelle) du même nom qui avait Angers pour capitale. Les limites départementales sont assez fidèles à celles de l'ancien duché d'Anjou, particulièrement la limite ouest. Le territoire ne présente pas d'unité géographique et se positionne au carrefour du Massif armoricain (à l'ouest) et du Bassin parisien (à l'est, figure 31). (Port 1874). Celestin Port (1965) précisait aussi que « *l'Anjou est né de la volonté humaine, ce n'est pas un cadre naturel aux limites bien tranchées* ».

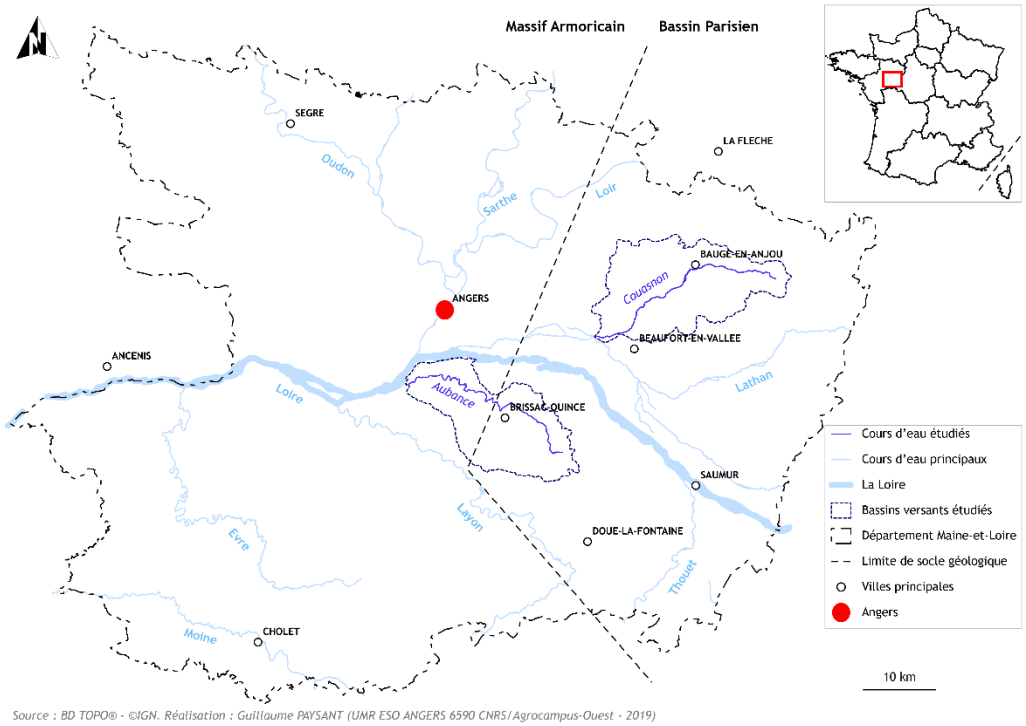


Figure 31. Contexte des sites d'étude dans le Maine-et-Loire (Région Pays de la Loire) ; Réalisation : GP

Un atlas régional a été produit en 2016 (et piloté par la DREAL des Pays-de-la-Loire[81]) afin de répondre à la problématique de l'hétérogénéité des modes de production des atlas départementaux, ne permettant pas leur lecture conjointe à l'échelle supérieure. Il a aussi permis l'actualisation des atlas départementaux qui dataient de plus de 10 ans en 2012 (Maine-et-Loire[82] et Mayenne). Cet atlas à l'échelle de la région Pays-de-la-Loire recense 49 unités paysagères regroupées en 10 familles géographiques[83] (annexe 13).

[81] Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/preface-de-la-dreal-des-pays-de-la-loire-a982.html [consulté le 12/11/2018]

[82] Co-produit par la DIREN Pays-de-la-Loire, DDE Maine-et-Loire et le Conseil général du Maine-et-Loire. Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/pourquoi-un-atlas-regional-des-paysages-a245.html [consulté le 12/11/2018]

[83] *« La notion de « famille géographique » désigne un type de regroupement non contigu d'unités paysagères par ressemblance. Ces regroupements peuvent être effectués selon différentes approches qui peuvent être croisées, comme les formes du territoire (morphologie, géomorphologie, …), les perceptions sociales, les dynamiques … ».* Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-familles-geographiques-r20.html [consulté le 10/10/2018]

Dans cet atlas, à l'échelle du Maine-et-Loire, pas moins de 14 unités paysagères ont été identifiées (figure 32) : La vallée du Loir, les vallées du Haut-Anjou, le bocage du Haut-Anjou, les marches entre Anjou et Bretagne, les contreforts ligériens vers l'Erdre et le segréen, l'agglomération angevine, les plateaux du Baugeois, le val d'Anjou, la Loire des promontoires, les plaines et coteaux du Saumurois, les coteaux du Layon et de l'Aubance, les bocages vendéens et maugeois, le plateau viticole de Sèvre-et-Maine, le haut bocage vendéen. À noter la présence de 3 unités paysagères (21, 38, 44) qui ne concernent que les « bordures » du département (et caractérisent davantage les paysages des départements voisins).

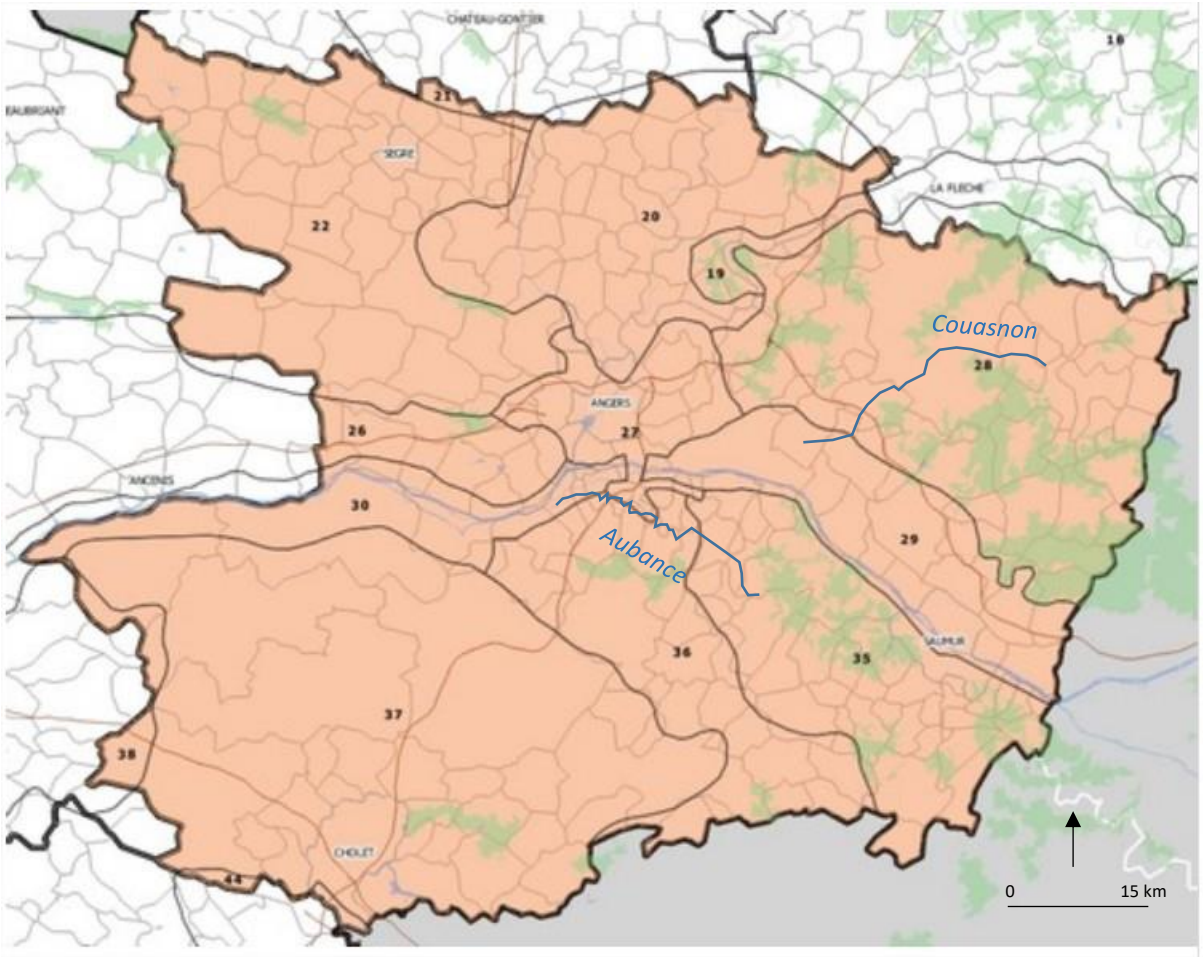


Figure 32. Les unités paysagères du Maine-et-Loire (Source : d'après la DREAL PdL[84])

Les deux terrains d'étude, l'Aubance et le Couasnon, se trouvent tous deux dans plusieurs unités paysagères de l'Atlas d'Anjou de 2016 même si dans le cas du Couasnon,

[84] Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-unites-paysageres-du-maine-et-loire-r312.html [consulté le 10/10/2018]

la très grande majorité de son espace est contenu dans une seule unité. Pour l'Aubance : « Les plaines et coteaux du Saumurois » et « Les coteaux du Layon et de l'Aubance », et « La Loire des promontoires » pour son extrême aval. Concernant le Couasnon, les unités paysagères concernées sont : « Les plateaux du Baugeois » et « Le val d'Anjou » pour une infime partie à l'aval. La DREAL Pays de la Loire présente les spécificités de chaque unité paysagère par le biais d'une synthèse des caractéristiques, de cartes de localisation et de blocs-diagrammes[85].

L'Aubance, des plateaux du Saumurois aux coteaux viticoles

L'unité paysagère « Les plaines et coteaux du Saumurois », pour la partie amont de du bassin de l'Aubance, présente un patrimoine bâti de qualité et diversifié. Elle comprend des troglodytes de plaines et de coteaux et présente les signes propres à la limite ouest du Bassin parisien. L'agriculture intensive et les formations forestières caractérisent cette unité, de même que les zones d'activités qui se sont développées, bien aidées par les voies de circulation (figure 33). L'identité de cette unité repose notamment sur une organisation en bandes parallèles entre la Loire et le Layon, comme ci-dessous du nord au sud (DREAL PdL 2015a) :

- La ligne de crête du coteau calcaire boisé et habité dominant la Loire
- Une large bande alternant boisements et clairières agricoles et viticoles, parfois urbanisées
- La barrière visuelle et physique formée par les contreforts calcaires
- La plaine céréalière du Douessin constituée d'ondulations amples, et ponctuée de bosquets de peupliers ou de quelques arbres isolés
- La ligne de bascule topographique vers le Layon

L'Aubance s'écoule dans la zone nommée « La plaine du Douessin » (figure 33) qui présente une plaine ouverte céréalière et horticole (avec présence de réseau électrique

[85] Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-unites-paysageres-du-maine-et-loire-r312.html [consulté le 10/10/2018]

aérien, figure 35), des vallées peu prononcées avec des boisements dans la plaine alluviale (figure 36).

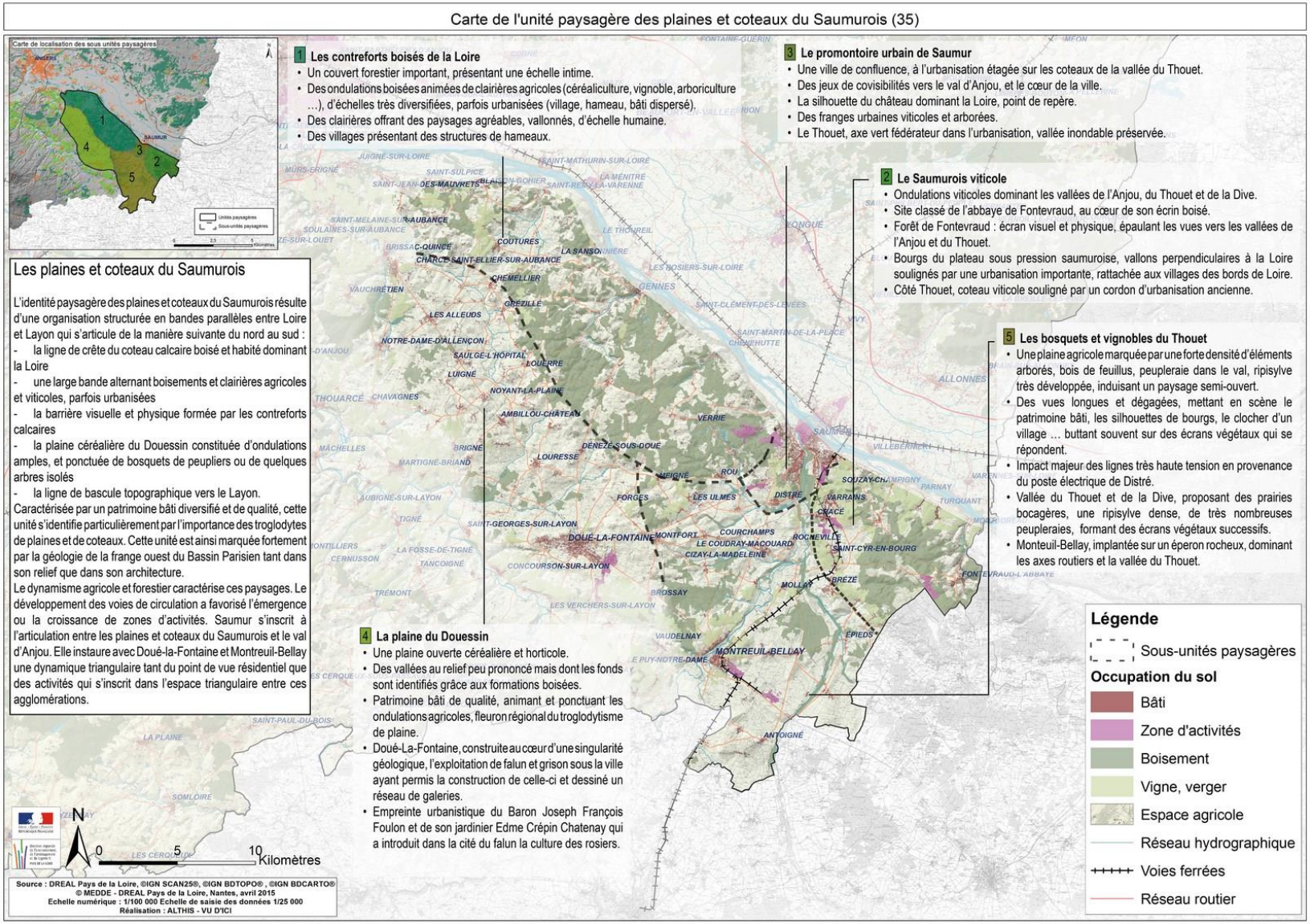


Figure 33. Carte de localisation de l'unité paysagère "Les plaines et les coteaux du Saumurois" (Source : DREAL PdL)

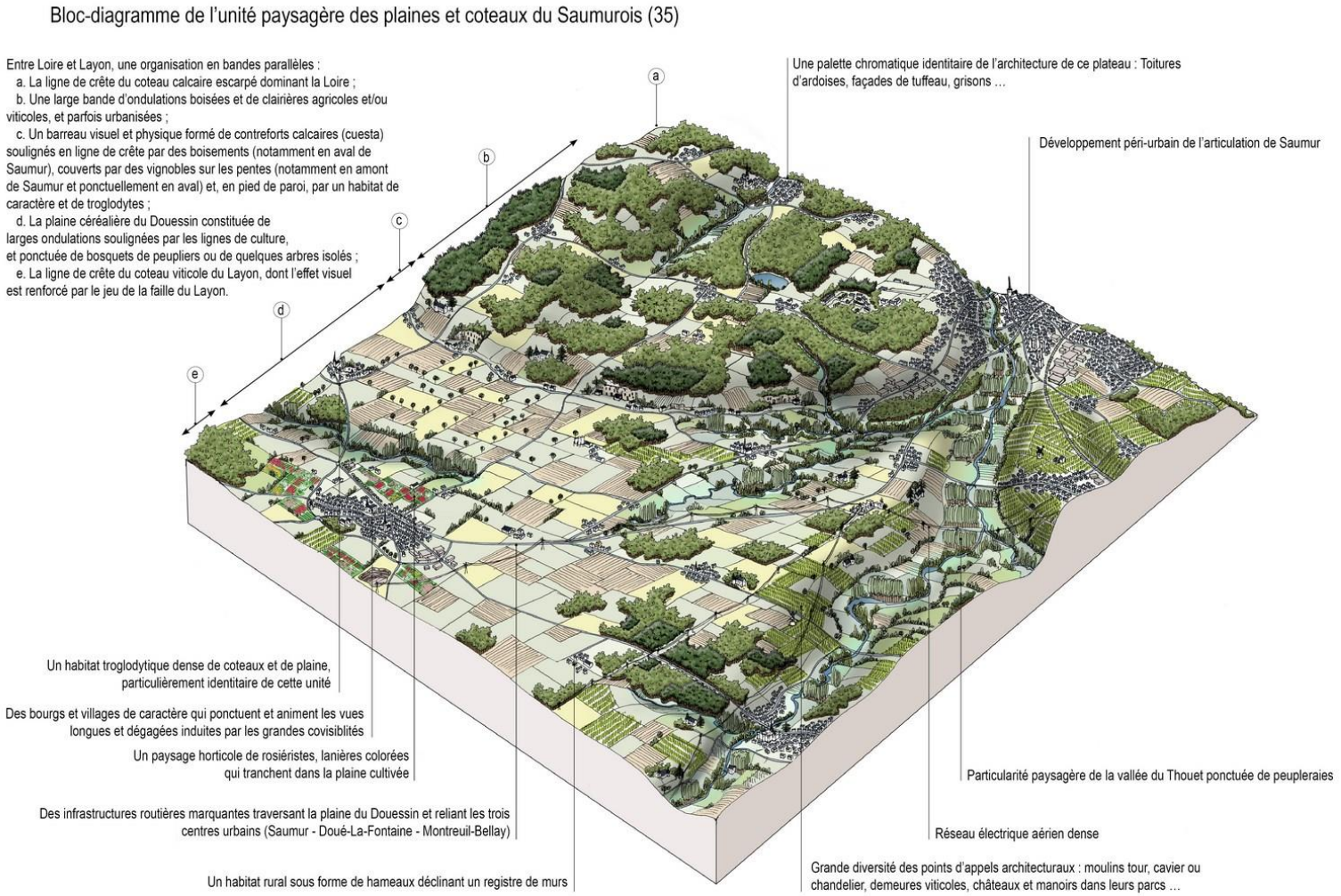


Figure 34. Bloc-diagramme de l'unité paysagère "Les plaines et les coteaux du Saumurois" (Source : DREAL PdL)

Figure 35. Paysage caractéristique des plateaux du Saumurois en amont de l'Aubance - commune de Chemellier (Source : Guillaume PAYSANT – avril 2017)

Figure 36. Cultures de blé encadrées de formation boisée en Amont de l'Aubance - Commune de Louerre (Source : Guillaume PAYSANT - avril 2017)

La partie aval de l'Aubance se trouve dans l'unité paysagère « Les coteaux du Layon et de l'Aubance ». Comme son nom l'indique, cette zone est caractérisée par les vallées du Layon et de l'Aubance, qui présentent toutes deux de la viticulture sur leurs coteaux (figure 37). Les vignes sont implantées en rang parallèle à la pente, ou lorsque la culture se fait en petite terrasse, en rang perpendiculaire. Les vins demi-secs, moelleux ou liquoreux portent la réputation de ce vignoble reconnu[86]. Le Layon fut canalisé en 1776 afin de développer le commerce du vin assuré par les navires de la compagnie des Indes hollandaises. Les coteaux et les plateaux sont caractérisés par la présence de moulins et bâtis remarquables tandis que les fonds de vallées présentent des rivières sinueuses suivies d'une ripisylve quand les peupleraies ne sont pas présentes. Les infrastructures et les espaces urbanisés se sont développés sous l'attraction de l'agglomération angevine et modifient parfois les « silhouettes » des bourgs patrimoniaux. L'Aubance termine son parcours dans l'unité paysagère « La Loire des promontoires » qui est caractérisée par « des contrastes entre la puissance du fleuve, les prairies humides du fond de vallée et les coteaux rocheux parfois arides[87] ».

[86] Les « Coteaux-du-Layon » « Chaume Premier Cru » ou « Quarts-de -Chaume Grand Cru » sont élaborés à partir de chenin blanc ou pineau de Loire et sont parmi les vins les plus réputés de ce vignoble. Concernant l'Aubance, on peut citer notamment l'AOC « Coteaux-de-l'Aubance » qui n'est pas en reste.

[87] Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/la-loire-des-promontoires-a447.html [consulté le 10/10/2018]

Figure 37. Paysage caractéristique des coteaux viticoles de l'Aubance - commune de Murs-Erigné (l'Aubance se devine grâce à la ripisylve en pied de coteaux) (Source : Guillaume PAYSANT - 2017)

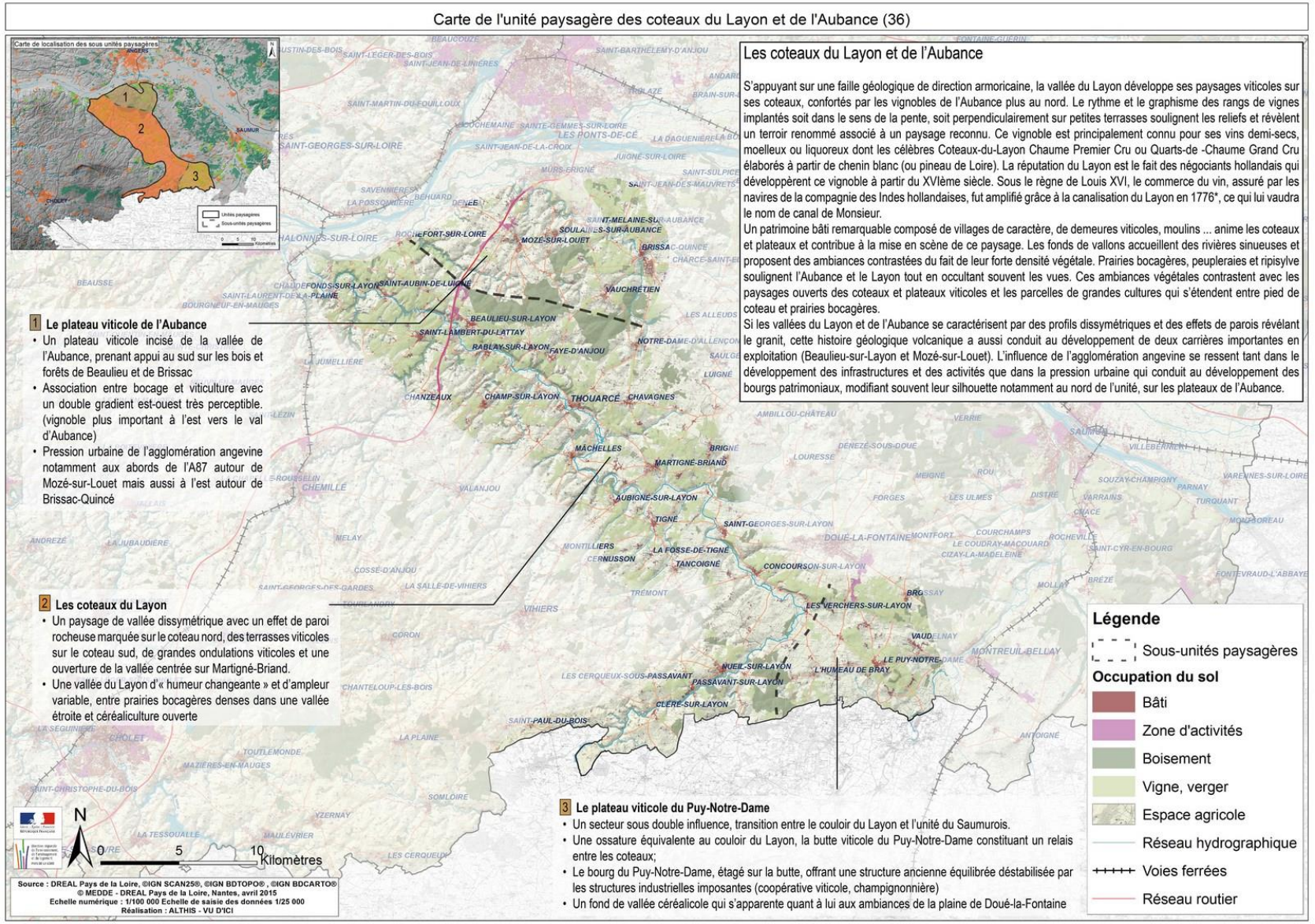


Figure 38. Carte de localisation de l'unité paysagère "Les coteaux du Layon et de l'Aubance" (Source : DREAL PdL)

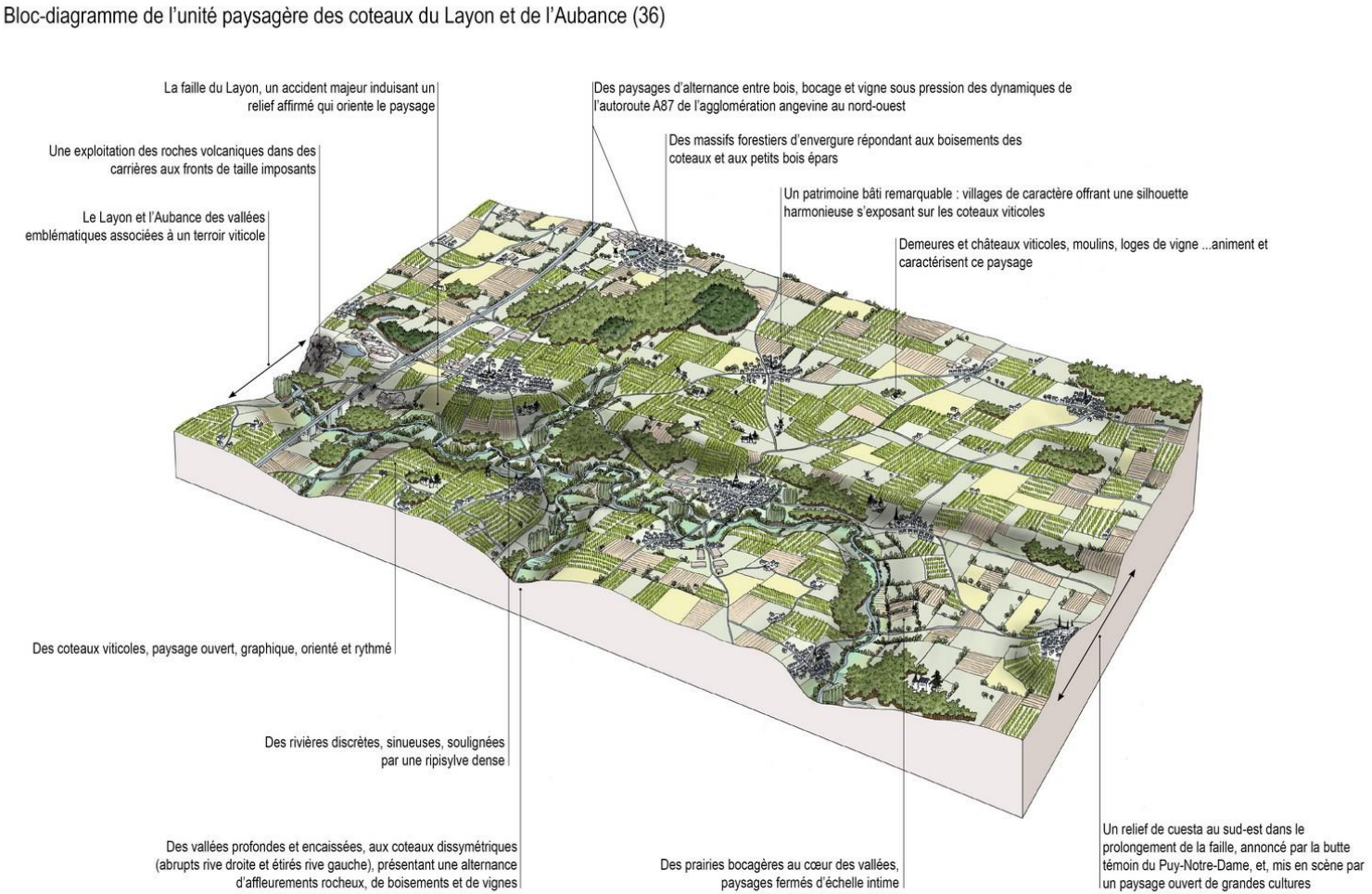


Figure 39. Bloc-diagramme de l'unité paysagère "Les coteaux du Layon et de l'Aubance" (Source : DREAL PdL)

Le parcours du Couasnon à travers les plateaux du Baugeois

L'amont du Couasnon (figure 42) est inscrit dans un plateau agricole « ondulé » (figure 43) constitué de larges parcelles cultivées, des bois et des buttes boisées ainsi que des vallées fermées (figure 43). Les vallées du Baugeois sont densément occupées par les peupleraies qui ferment ainsi le paysage. La désertification des cœurs des bourgs est compensée par le développement urbain en périphérie, le long des voies (DREAL PdL 2015b). Il est inscrit dans l'unité paysagère « Les plateaux du Baugeois » et dans le secteur 3 « La plaine du Noyantais », paysage ouvert, pour la partie se trouvant de la source (Auverse) à Baugé-en-Anjou. Ensuite, le Couasnon s'écoule dans le secteur 1 « Les buttes boisées du Jarzéen », constitué notamment de buttes et vallonnements très prononcés et de boisements de feuillus dominants. Les peupliers sont particulièrement présents dans le fond de vallée, notamment à l'aval de Baugé-en-Anjou (figure 41).

Le parcours du Couasnon se finit dans la vallée de l'Authion (« Le val d'Anjou » UP29) dans laquelle seul un petit tronçon est contenu.

Figure 40. Grandes parcelles et boisements caractéristiques des plateaux du Baugeois - commune d'Auverse (Source : Guillaume PAYSANT - 2018)

Figure 41. Grande parcelle sur les versants, fond de vallée consacré à la populiculture - commune de Fontaine-Guérin (Source : Guillaume PAYSANT 2017)

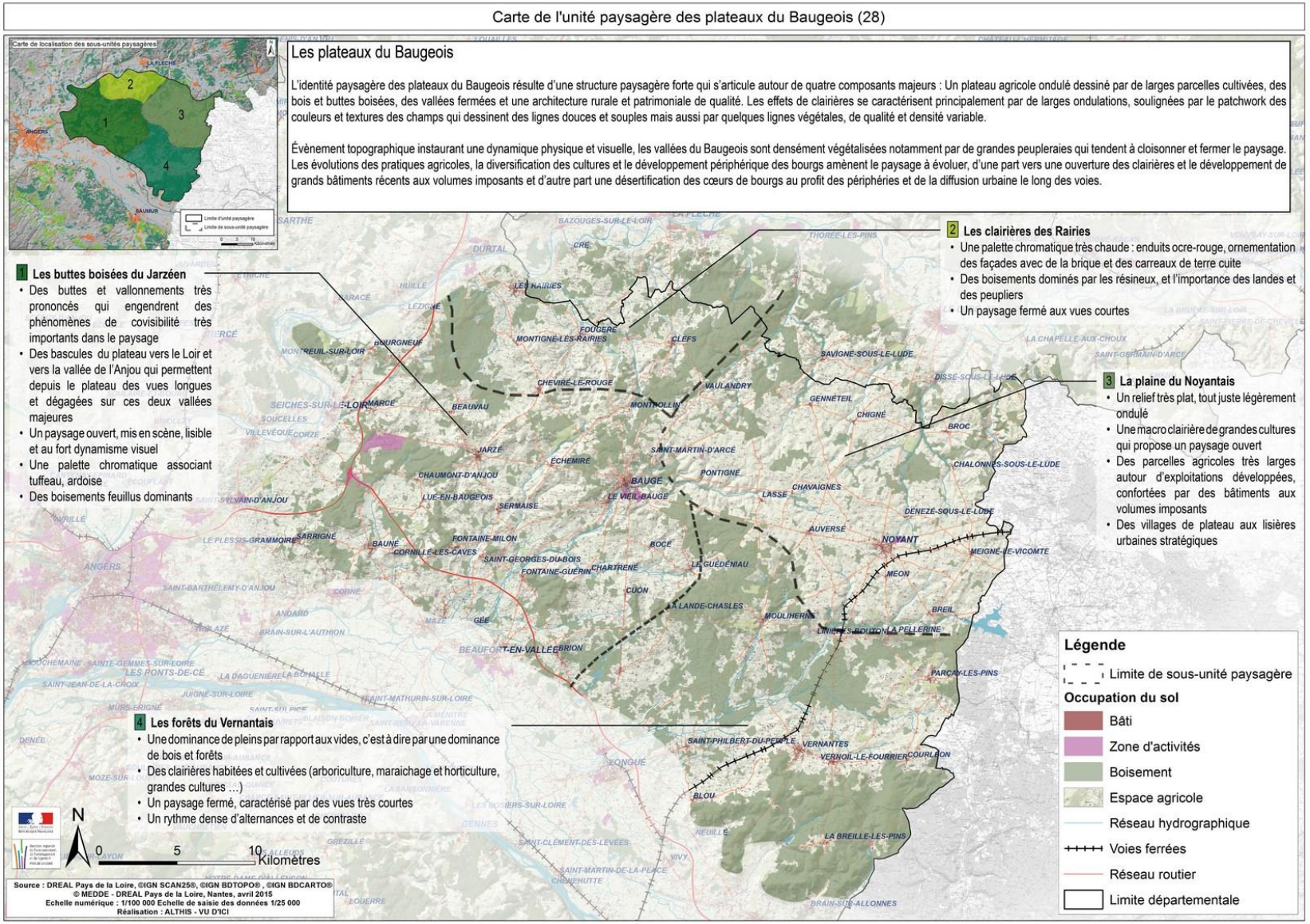


Figure 42. Carte de localisation de l'unité paysagère "Les plateaux du Baugeois" (Source : DREAL PdL)

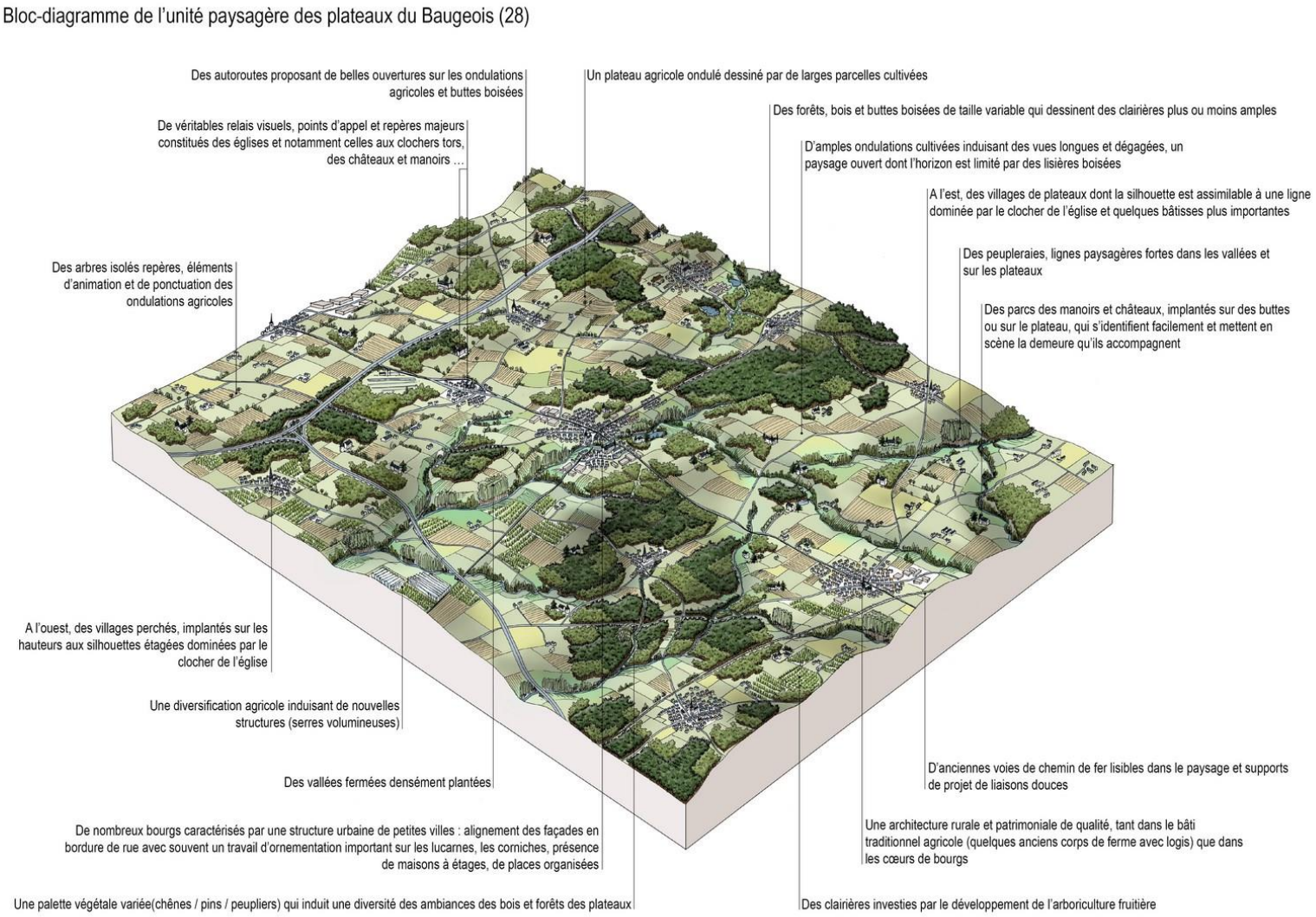


Figure 43. Bloc-diagramme de l'unité paysagère "Les plateaux du Baugeois" (Source : DREAL PdL)

Les Atlas du paysage n'ont pas de vocations prescriptives, mais informatives concernant les caractéristiques, dynamiques et valeurs sociales du paysage (Le Dû-Blayo 2018).

Apports et limites des Atlas des paysages

L'approche de ce territoire par les Atlas nous semble intéressante car l'entrée par le paysage permet de traiter du territoire de vie tel que vécu et perçu par les populations et intégrant les interrelations entre la « Nature » (éléments biophysiques) et les sociétés (exemple : la végétation arborescente se développe dans les fonds de vallées liée à la déprise agricole et aux changements des pratiques). Ces documents sont d'une richesse indéniable et leur constitution par des méthodes complémentaires (historique et archivistique, retours du « terrain », analyse de documents divers : cartes, …) en font des outils d'appui pertinents.

L'atlas des paysages des Pays-de-la-Loire fournit une première approche régionale et départementale des dynamiques et enjeux de ces espaces. Les informations concernant le Maine-et-Loire précisent sa diversité en termes d'unités paysagères, pour laquelle sa position au carrefour de deux grandes formations géologiques (Massif armoricain à l'ouest, Bassin parisien à l'est) n'est pas étrangère. Il faut ajouter à cela la présence d'un fleuve majeur et de cours d'eau structurants (Mayenne, Sarthe et Loir, Maine, Authion, Layon, …) qui définissent la spécificité de ce territoire, tout comme l'activité viticole des coteaux par exemple. Au-delà des apports concernant l'Aubance et le Couasnon (présentés plus tôt dans le manuscrit), une présentation de nos terrains basée uniquement sur cet atlas serait trop partielle, due à quelques limites que nous développons ci-dessous :

1) Cet atlas des paysages a été constitué à **l'échelle régionale.**

La DREAL des Pays de la Loire assure avoir suivi la « méthode définie par le ministère en charge de la politique des paysages »[88]. Le ministère en charge de l'écologie (et du paysage) précise que « chaque département a vocation à être couvert par un atlas de paysages (même si son élaboration peut être conduite au niveau régional) »[89]. La DREAL affirme que l'un de ses objectifs a été d'actualiser dans un même temps les atlas départementaux, mais on peut s'interroger sur l'efficacité d'un glissement d'échelle aussi « simple ». En effet, les atlas départementaux de cette version ne sont finalement que des « zooms » de l'atlas régional, alors que la démarche d'identification des unités a bien été

[88] Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-choix-methodologiques-pour-la-realisation-de-l-r184.html [consulté le 11/11/2018]
[89] Source : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/politique-des-paysages [consulté le 11/11/2018]

réalisée à l'échelle régionale[90]. Une attention a été porté à l'échelle du département[91], mais les unités paysagères qui en découlent interrogent. La disparition de certaines unités paysagères par rapport à l'atlas départemental de 2002 (pour l'Anjou), qui ont été « fondues » dans d'autres dans la version des PdL de 2016 découle peut-être de l'échelle régionale de l'analyse. En effet, dans l'Atlas des paysages de Maine-et-Loire de 2002, 13 unités paysagères avaient été identifiées (une unité « les portes du Baugeois » et une « les plateaux de l'Aubance » existaient alors, aujourd'hui « absorbées » respectivement dans « les plaines et coteaux du Saumurois » et « les coteaux du Layon et de l'Aubance »). On notera que les paysages de « plateaux » (de l'unité de 2012) et de « coteaux » (de 2016) ne sont pas compatibles et semblent témoigner de la perte de finesse dans cette identification à une échelle plus large. L'unité « les basses vallées angevines » au nord d'Angers concernait la vallée de la Sarthe et du Loir et a finalement été intégrée à l'unité « les vallées du Haut Anjou » pour le secteur de la Sarthe et constitue l'unité « la vallée du Loir » pour le reste. La « disparition » de l'unité paysagère spécifique aux basses vallées angevines n'est pas anodine sachant que ce lieu et son appellation ont du sens pour beaucoup d'angevins et concerne une zone importante de prairies inondables protégées par de nombreux dispositifs réglementaires pour son intérêt environnemental (Zone de Protection Spéciale, réseau Natura 2000, Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique et ciblées par la convention de Ramsar). D'autant que les basses vallées angevines sont mises en lumière par de nombreux acteurs du département dans le domaine du tourisme[92] pour ce qui concerne les randonnées, de la sensibilisation à l'environnement[93], et de la richesse spécifique indéniable qu'elles représentent[94]. On peut ainsi s'interroger sur ce que représentent ces pertes dans l'identité des paysages du département.

[90] Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/une-identification-et-une-qualification-des-a291.html [consulté le 11/11/2018]

[91] « Un premier travail de délimitation des unités a été réalisé au 1/25 000 à partir des atlas de paysages départementaux existants, de la synthèse régionale et d'un travail de terrain. Puis des échanges avec les personnes ressources pour chaque département ont permis d'affiner et de valider leur dénomination et leur délimitation. » Source : http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/une-identification-et-une-qualification-des-a291.html [consulté le 11/11/2018]

[92] Source : https://www.anjou-tourisme.com/fr/diffusio/randonnees/gr-de-pays-des-basses-vallees-angevines-angers_TFOITIPDL049V508QPU [consulté le 12/11/2018]

[93] Source : http://www.angersloiremetropole.fr/projets-et-competences/domaines-d-intervention/territoire/developpement-rural/les-basses-vallees-angevines/index.html [consulté le 12/11/2018]

[94] Source : https://www.wiki-anjou.fr/index.php/Basses_vall%C3%A9es_angevines_(BVA) [consulté le 12/11/2018]

2) Les unités de l'Atlas sont principalement caractérisées par deux éléments majeurs : la **géomorphologie et l'activité agricole**.

En effet, les principales descriptions de paysages mobilisent l'agriculture et la croise avec les grandes formes géomorphologiques (exemple : Les plateaux sédimentaires favorables aux grandes cultures, les larges fonds de vallées spécialisés comme le « Val d'Anjou », les buttes boisées, les coteaux viticoles, etc.) qui sont citées, selon les unités paysagères, comme contribuant à caractériser le paysage. L'hydrographie reste assez absente de ces atlas, le Couasnon par exemple n'est pas mentionné dans les unités paysagères qu'il parcoure (il est fait mention de « vallée » sans plus de précision) or sa présence marque le territoire. Ce fait confirme le manque de « médiatisation » qui est faite de ce cours d'eau. La dynamique des cours d'eau et leur lien au paysage est assez peu développés (sauf pour évoquer la ripisylve qui marque le paysage et les peupleraies qui se développent en fond de vallée).

3) Comme précisé ci-dessus, l'agriculture et les grandes formes géomorphologiques sont ce qui caractérise le plus les unités paysagères et donc leur **découpage.**

La place assez secondaire réservée aux hydrosystèmes fait que ces derniers ne conditionnent pas les délimitations des unités (hormis l'Authion et la Loire). Ainsi, le découpage des unités paysagères peut interroger dans notre démarche axée spécifiquement sur les hydrosystèmes. Ces emprises ne correspondent pas non plus aux périmètres de gestion de l'eau (SAGE, Commissions de l'eau, Syndicats de rivières, …) qui sont généralement rattachés au bassin versant ou au cours d'eau (lit mineur, largeur et annexes hydrauliques). Ainsi, nos périmètres d'analyse ne seront pas cohérents avec ceux des unités paysagères (les unités paysagères mobilisées pour les deux cours d'eau étudiés ont été développées précédemment dans le manuscrit).

C'est pour ces raisons que notre présentation des terrains sera complétée d'une approche « bassin versant » et « plaine alluviale » plus fine, correspondant à une certaine logique des processus de l'eau et des périmètres de gestion. Elle sera également alimentée de paramètres supplémentaires nécessaires pour la bonne contextualisation des cas d'étude.

3.2.3 Deux terrains angevins a priori différents, au service d'une analyse comparative

Les objectifs de l'approche comparative de deux terrains différents sont multiples : prendre deux systèmes pour éviter l'exercice de monographie d'une part et pour ne pas généraliser ce qui tient d'un cas particulier ou d'un contexte spécifique. D'autre part en prenant deux terrains différents, mais en théorie soumis aux mêmes prérogatives ayant impacté leur état (d'après guerre et du début du XXIe siècle), permet de saisir ce qui relève ou non des contextes locaux. Nous partons donc du principe qu'une partie des facteurs identifiés comme impactant les trajectoires paysagères seront similaires aux facteurs intervenants dans les trajectoires paysagères d'autres rivières du Grand Ouest et de la Loire moyenne quand d'autres facteurs ne seront spécifiques qu'à ces rivières/tronçons/secteur. Cela justifie la nécessité de s'intéresser à chaque cas et ne pas proposer de modèle générique qui serait applicable à tout un territoire. Par ailleurs, se cantonner à deux terrains peut paraître restrictif. Ce choix s'explique par le fait que nous avons cherché à adopter une démarche associant de manière complémentaire un travail de « terrain[95] » non négligeable. Nous soutenons l'idée que *« le terrain est toujours le premier support de réflexion et de construction des hypothèses, des protocoles d'expérimentation et de validation des résultats »* (Biggs, Dunne et Muraoka 2006; Berger et al. 2010; Millares, Gulliver et Polo 2012 *in* Fleurant, Douvinet et Delahaye 2013). Ainsi nous n'avons pas cherché à multiplier les terrains dans l'espoir d'obtenir un échantillon qui se voudrait « représentatif » des cas de rivières de nos zones d'étude (il est par ailleurs délicat de connaitre le stade où cette affirmation est possible). Nous avons préféré nous contenter de deux exemples, mais en ayant l'ambition d'explorer au maximum les enjeux et facteurs d'évolution.

L'Aubance et le Couasnon (qui seront présentés plus précisément dans le point suivant) diffèrent de par leur socle géologique, leurs usages, le type d'activité agricole qu'elles accueillent… Au-delà de cela, ces deux rivières n'ont pas la même « visibilité » sur le terrain. En effet, si l'Aubance bénéficie d'une bonne notoriété, due en partie à sa production de vin et à l'appellation contrôlée « Vin du Coteau de l'Aubance », le Couasnon quant à lui semble bien plus anonyme. Pour preuve, plusieurs communes du bassin de l'Aubance empruntent à la rivière les traversant son nom et ce depuis de nombreuses

[95] Par ce terme nous parlons du « terrain physique » qui fait l'objet de relevés (photographies, mesures de largeur et sinuosité, de l'occupation du sol, des dynamiques fluviales, …) tout comme du « terrain acteur » (observations lors de réunions publiques, entretiens semi-directifs, ….). Nous défendons d'ailleurs la nécessité de combiner systématiquement ces deux types de « terrain » qui ont chacun leurs apports et leur légitimité, à notre sens.

décennies (exemple : Saint-Mélaine-sur-Aubance et Soulaines-sur-Aubance depuis 1920 ; Charcé-St-Ellier-sur-Aubance en 1972 ; Port 1874) alors qu'aucune commune du bassin du Couasnon n'a fait ce choix. De même, la source de l'Aubance, située sur un terrain communal, est mise en valeur (panneaux d'informations sur la rivière, figure 44.A) quand celle du Couasnon n'est pas signalée précisément et se trouve sur des terrains privés (figure 44.B). Bien que les deux rivières aient des gabarits similaires, cette différence de « médiatisation » peut en partie s'expliquer aussi par le fait que l'Aubance (en plus d'accueillir une activité viticole) est une rivière tributaire de la Loire, affluent direct qui se jette dans le Louet, tandis que le Couasnon n'est « qu'un » sous-affluent, se jetant dans l'Authion. Cela, et les autres faits relevés expliquent certainement cette différence qu'il n'est pas inintéressant à garder à l'esprit lors de l'approche comparative de l'évolution de leur paysage. L'Aubance et le Couasnon sont deux rivières de rang 3 selon l'ordination de Strahler (interprété par le biais d'une carte topographique au 1/25 000e de l'IGN).

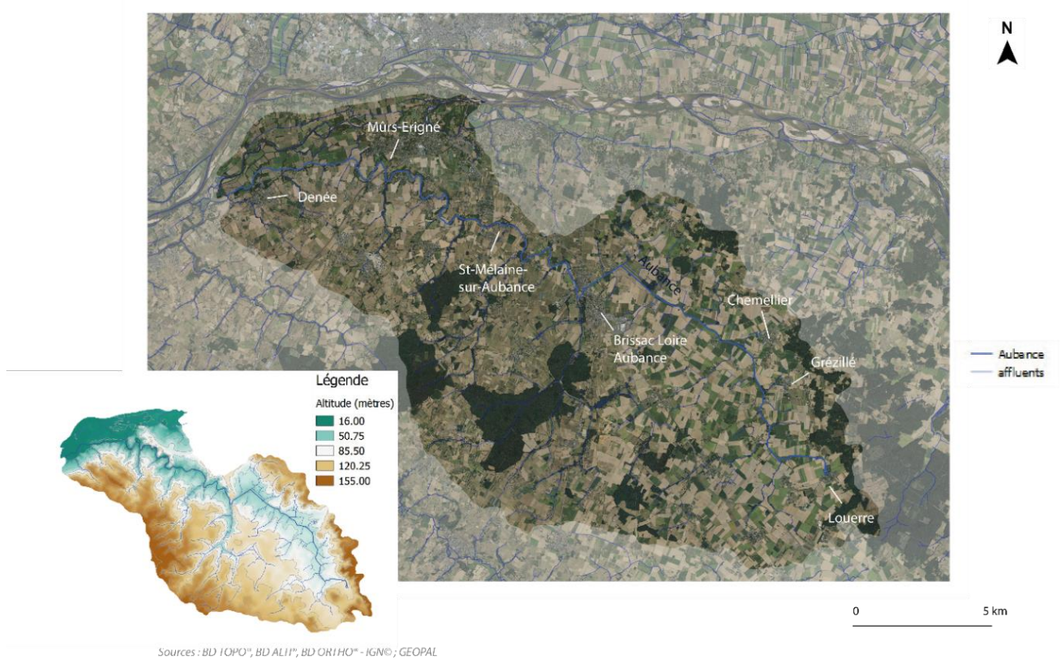
Figure 44. (A) Lavoir cité comme source de l'Aubance[96] (Louerre – Guillaume PAYSANT 17/06/2016) ; (B) Vue sur le lieux dit "Les Auversettes" cité comme source du Couasnon[97] (Auverse - Guillaume PAYSANT 01/12/2015)

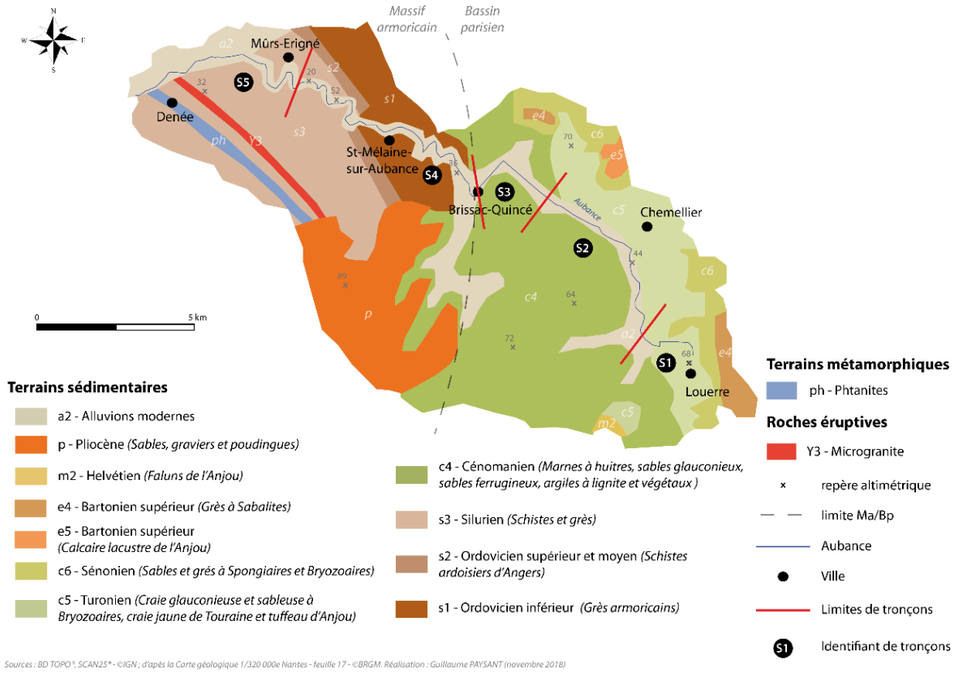
L'Aubance viticole – au carrefour du Massif armoricain et du Bassin parisien

Le bassin versant de l'Aubance représente une emprise d'environ 225 kilomètres carrés et le linéaire « officiel » de la rivière est de 36 kilomètres. L'Aubance compte 8 affluents et présente un module particulièrement faible (0.622 m3/s). Son point le plus haut culmine à 104 mètres quand le point le plus bas est de 13 mètres (figure 45).

[96] Information se trouvant sur le panneau d'information du lavoir sur la commune de Louerre.
[97] Selon les informations se trouvant dans diverses sources (CETE de l'Ouest - Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées d'Angers 2006) et Wiki-Anjou.fr https://www.wiki-anjou.fr/index.php/Couasnon#cite_ref-2 [consulté le 25/10/2018] par exemple.

Pour faciliter la présentation des deux rivières et en complément de l'approche plus globale des atlas du paysage, celles-ci ont été segmentées en tronçons discriminés sur des critères morphologiques (pente hydrographique et largeur de la plaine alluviale) et ce de manière manuelle. Une largeur moyenne de plaine alluviale a été relevée en chaque point espacé de 200 mètres le long du cours. La méthode aurait pu être automatisée, mais nous avons choisi de « simplifier » la démarche en segmentant visuellement au regard des deux graphiques, comme cela a été le cas pour d'autres recherches portant sur les hydrosystèmes (eg. Germaine 2009). De plus, les tronçons semblaient relativement faciles à discriminer au regard des deux variables morphologiques retenues.





Superficie de bassin (km²)	224,66	Pente maximale (%)	71
Longueur (km)	36,06	Pente moyenne (%)	2,86
Altitude maximale (m)	104	Nombre d'affluents permanents	8
Altitude minimale (m)	13	Module (m3/s) 1982-2007 (26 ans)	0,622
Altitude moyenne (m)	61,12	Rang de Strahler	3

Sources : BD TOPO®-IGN©, BanqueHydro-Sandre, Guillaume PAYSANT(2016)

Figure 45. Bassin versant de l'Aubance : g. Photographie aérienne de 2016 et altimétrie ; d. Carte géologique simplifiée) ; en bas : caractéristiques de l'Aubance et de son bassin versant (rivière : longueur, module, rang Strahler) – (réalisation : GP)

À l'amont, l'Aubance prend sa source dans la commune de Louerre dont le bourg est situé dans un vallon que les plateaux boisés dominent. Sa source est signalée près de l'église et reste toujours identifiable et mise en valeur à l'endroit de l'ancien lavoir (figure 44.A).

Après ses 14 premiers kilomètres, l'Aubance traverse la commune de Brissac-Quincé (aujourd'hui Brissac Loire Aubance[98]), la plus grande ville de son bassin versant (10 778 habitants en 2015 selon l'INSEE[99]). Une partie de la ville Brissac (les plateaux, la plus ancienne) domine un coude de l'Aubance. D'ailleurs, la partie de l'Aubance qui passe par le parc du Château de Brissac a été source de tensions importantes au cours du XIXe siècle et au début du XXe, de longs procès en ayant émané opposant les châtelains aux riverains (Port 1874). Entre sa source et Brissac, la rivière traverse la commune de Grézillé où la vigne et la polyculture dominaient l'activité agricole[100] puis Chemellier où artichauts, céréales, graines et vin sont mentionnés comme étant produits au sein de 50 exploitations par Célestin Port (1965). Aujourd'hui ce sont principalement des grandes cultures intensives qui caractérisent la partie amont de l'Aubance ainsi que les formations boisées (figure 45). La partie aval (à l'ouest de Brissac) présente une alternance de boisement et de surface en herbe dans le fond de vallée avant de rejoindre les grandes prairies à la confluence avec la Loire. Les hauteurs sont occupées par des cultures et des formations boisées (forêt de Brissac et forêt de Noizé) quand les coteaux sont investis par les vignes.

Le bassin versant de l'Aubance se trouve au carrefour de deux formations géologiques majeures, le Massif armoricain[101] à l'ouest, le Bassin parisien[102] à l'est (figure 45). La partie sédimentaire à l'est correspond à des plateaux occupés par des grandes cultures et des boisements. Les faluns miocènes et pliocènes ont fait l'objet de nombreuses

[98] Noter l'attribution de nom de sa rivière « l'Aubance » à la commune, comme d'autres du bassin, mais également « Loire » certainement pour s'identifier au bassin de la Loire et bénéficier ainsi également de l'image qu'elle véhicule.

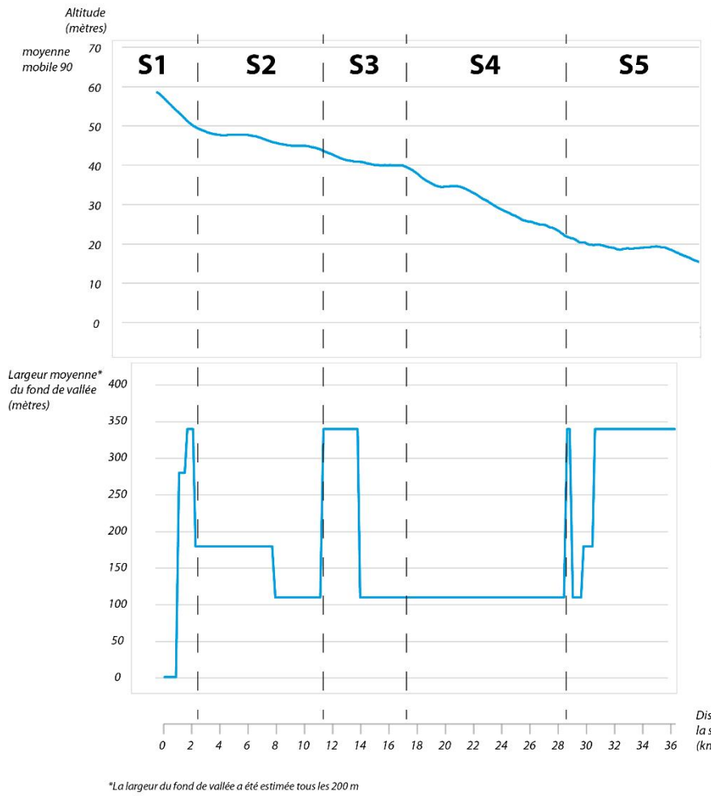
[99]Source : https://statistiques-locales.insee.fr/#c=report&chapter=compar&report=r01&selgeo1=com.49050&selgeo2=reg.52 [consulté le 13/02/2019]

[100] C.Port (1965) dénombrait 67 exploitations moyennes

[101] « *Le Massif armoricain est l'un des deux principaux massifs cristallins (composé de granites, gneiss, schistes, méta-sédiments divers) de France dont la structure complexe résulte principalement de la tectonique, du métamorphisme et de la granitisation associés à l'orogenèse varisque ; celle-ci aboutit à l'individualisation de la Chaîne varisque, érigée il y a 300 millions d'années (Ma) puis érodée. Cependant, cette dernière contient de plus, des reliques d'une chaîne plus ancienne, la Chaîne cadomienne, elle-même érigée il y a 600 Ma, puis érodée, disloquée et intégrée, au moins en partie, à la Chaîne varisque*. » Source : http://sigespal.brgm.fr/spip.php?rubrique65 [consulté le 14/11/2018]

[102] « *Le Bassin parisien est le plus grand des trois bassins sédimentaires français. Il couvre la majorité de la moitié nord de la France avec une superficie de 110 000 km² environ. Son histoire est celle du remplissage en phases successives d'une vaste dépression occupée pendant de longues périodes par des mers ou des lacs, dont la courbure s'est irrégulièrement accentuée, sous le poids croissant des sédiments d'une part, et en raison de mouvements tectoniques d'autre part.* » Source : http://sigessn.brgm.fr/spip.php?article255 [consulté 14/11/2018]

extractions dans la région avec comme usage premier l'amendement des terres. Les éléments les plus carbonatés étaient eux destinés à alimenter les fours à chaux, quand les plus résistants servaient de pierre à bâtir. L'usage actuel est davantage tourné vers l'entretien des chemins, les sablages de cours et les fondations, leurs exploitations sont plus temporaires (Blaise 1986). Toutefois, les tâches de faluns du bassin versant (présentes au sud de la commune de Brissac-Quincé) n'ont pas marqué le territoire du fait d'une exploitation particulière (absence d'ancienne carrière, de dépression marquée, etc.). La carte géologique permet également d'apprécier l'influence du socle géologique sur l'hydrosystème et ses morphologies : à l'est en contexte sédimentaire, la plaine alluviale qui accompagne le talweg est rectiligne et large, notamment en amont de Brissac avec la grande zone de dépôts d'alluvions à l'endroit de l'ancien étang (cité précédemment, 1.2 p.23). À l'ouest, dans le Massif armoricain, la plaine alluviale est plus étroite et serpente au sein d'une vallée dessinant des méandres particulièrement encaissés jusqu'au niveau de Mûrs-Erigné. L'Aubance finit son parcours dans de grandes prairies jusqu'à Denée, commune dans laquelle elle se jette dans le Louet (un bras de la Loire).

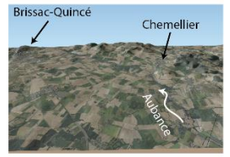


*La largeur du fond de vallée a été estimée tous les 200 m

S2

Panneau d'information sur la restauration d'une frayère à brochet (Charcé-St-Ellier -sur-Aubance - lieu dit «Chaussée Albert» - novembre 2015 - GP)

L'Aubance à Charcé-St-Ellier-sur-Aubance - lieu dit «Chaussée Albert» - juin 2016- GP)

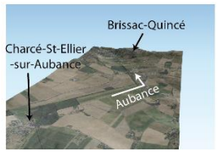


Plaine alluviale plutôt étroite dominée par les grandes cultures et ayant fait l'objet d'une restauration de frayère à bochets.

S3

L'Aubance à peupleraies (Charcé-St-Ellier-sur-Aubance - Le pont des Buttes - mai 2019 - GP)

Clapet relevé sur l'Aubance au lieu-dit Le pont des Buttes (mai 2019 - GP)

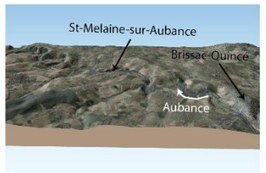


Large plaine alluviale occupée par des peupleraies et de grandes cultures

S4

L'Homois - St-Jean-des-Mauvrets (janvier 2018 - GP)

Fond de vallée encaissé occupé par les surfaces en herbe et les formations boisées (Murs-Erigné - décembre 2015 - GP)

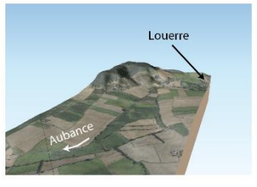


Vallée encaissée à coteaux viticoles. Plaine alluviale étroite à méandres (passage dans le Massif Armoricain). Mise en valeur des paysages viticoles avec les chemins du Mont-Saint-Michel et de Compostelle longeant les vignes. Fond de vallée occupé par les surfaces en herbe et les surfaces boisées.

S1

Cultures de chanvre (Louerre - août 2018 - GP)

Cultures de blé (Louerre - juillet 2017 - GP)

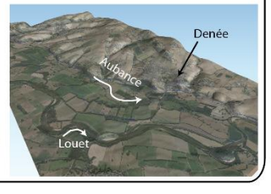


Large plaine alluviale - secteur particulièrement rectifié à la fin des années 1970 pour optimiser la mise en cultures - toujours le cas aujourd'hui (cultures de blé, chanvre, tournesol etc.).

S5

Charolaises et hérons gardes-boeufs (Denée- août 2018 - GP)

L'Aubance à la confluence avec le Louet (Denée - août 2018 - GP)



Large plaine alluviale pâturée (avec quelques grandes parcelles en cultures)

Bloc-diagrammes réalisés avec le plugin Qgis2threejs de QGIS : MNT 25m de résolution (BD ALTI®-IGN©) drappé d'une orthophotographie de 2016 (BD ORTHO®-IGN©) avec une couche d'ombrage (facteur d'éxagération verticale = 5)

Figure 46. Sectorisation de l'Aubance (réalisation : GP)

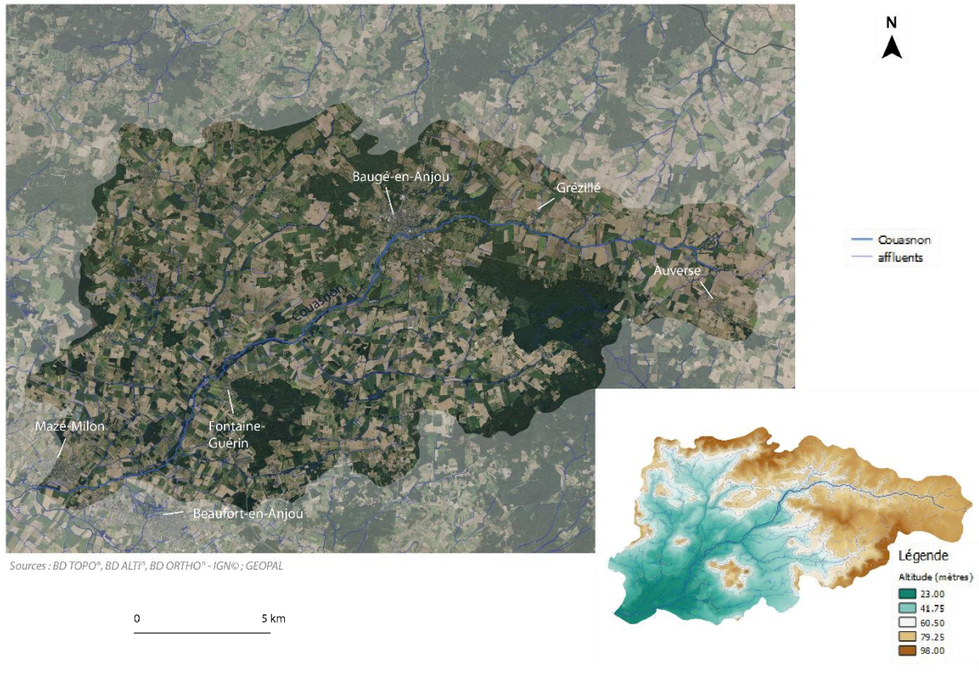
Le Couasnon des grandes cultures et peupleraies

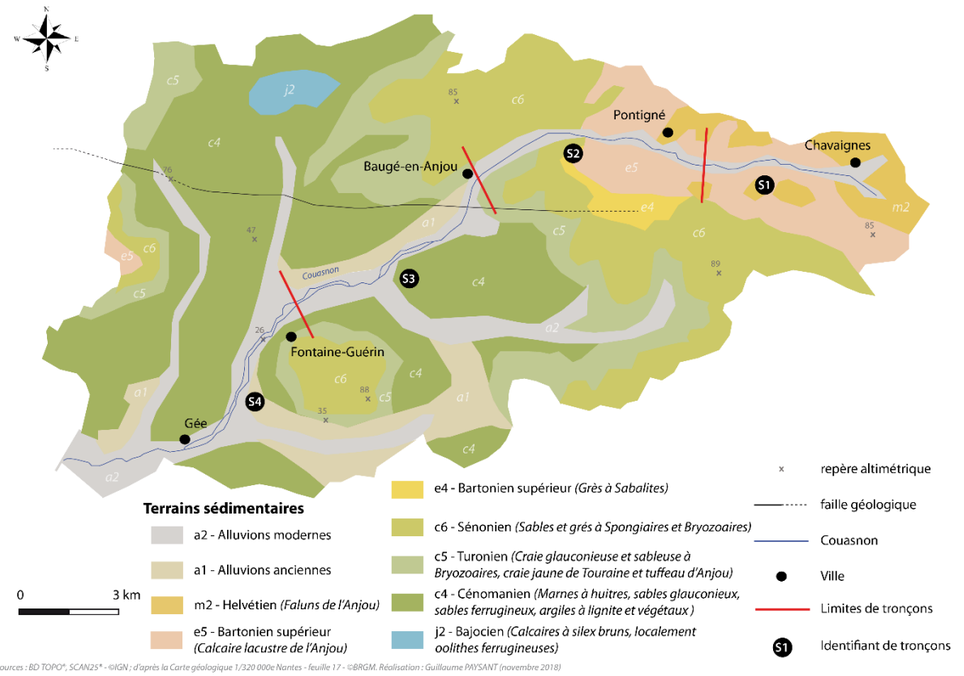
Le Couasnon prend sa source dans les plateaux du Baugeois, dans la commune de Auverse. Après avoir traversé les vastes parcelles dédiées aux grandes cultures, il rejoint un fond de vallée encaissée (en amont de Baugé-en-Anjou) où les peupleraies et autres formations boisées font leur apparition. Après Baugé-en-Anjou et le Viel-Baugé, et un parcours en milieu urbain donc, le Couasnon s'écoule dans des peupleraies largement majoritaires (notamment dans la commune de Fontaine-Guérin [103]) pour finalement rejoindre la vallée de l'Authion, connue pour ses cultures spécialisées (semences, horticulture, etc.), à Mazé-Million (figure 47).

Le Couasnon partage des caractéristiques proches de celles de l'Aubance, que ce soit en surface de bassin versant (265 km²), en longueur de cours (36 km), ou encore pour ce qui est des valeurs des points hauts et des points bas. Toutefois, si les pentes moyennes sont identiques, la valeur de pente maximale est bien plus faible pour le Couasnon (28% contre 71%). Le profil topographique du Couasnon est d'ailleurs bien plus « lisse » et présente moins de ruptures de pentes que l'Aubance (figure 48).

Le Couasnon est rejoint par six affluents et son débit est également faible (0.22 m3/s de module). Le cours d'eau présente la particularité de présenter des ramifications (bras et biefs) à divers endroits de son parcours. Ainsi en amont de Baugé-en-Anjou, le Couasnon se divise en au moins deux parties sur une douzaine de kilomètres (en cumulé) jusqu'à la commune de Gée. De nombreux moulins sont placés en dérivation sur ces bras.

[103] Commune nouvelle « Les Bois d'Anjou » depuis le 1er janvier 2016.

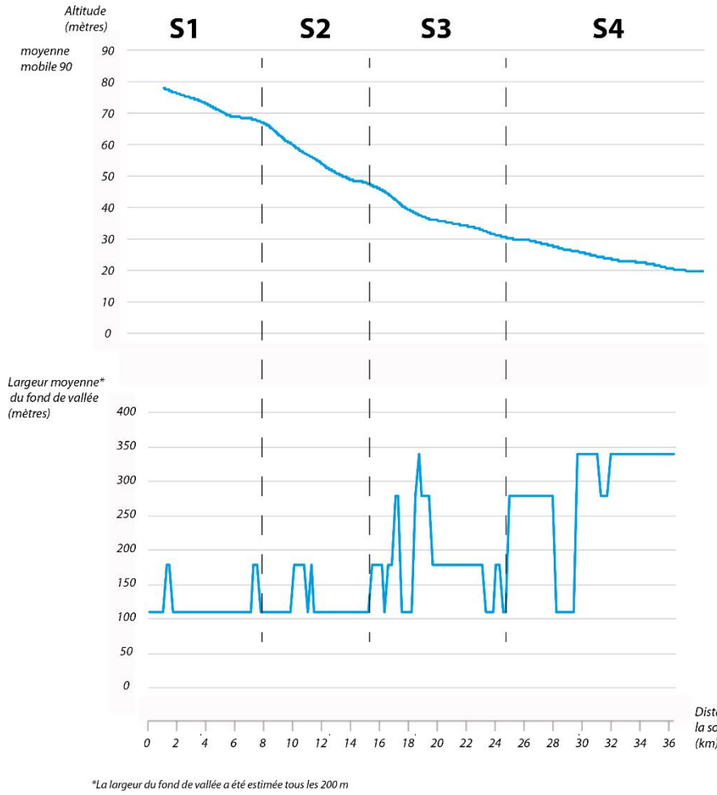




Superficie de bassin (km²)	265	Pente maximale (%)	28
Longueur (km)	36,15	Pente moyenne (%)	2,69
Altitude maximale (m)	104	Nombre d'affluents permanents	6
Altitude minimale (m)	18	Module (m3/s) 1967-83 (17 ans)	0,22
Altitude moyenne (m)	60,11	Rang de Strahler	3

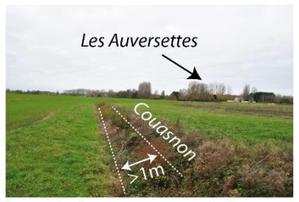
Sources : BD TOPO®-IGN©, BanqueHydro-Sandre, Guillaume PAYSANT(2016)

Figure 47. Bassin versant du Couasnon : g. Photographie aérienne de 2016 et altimétrie ; d. Carte géologique simplifiée ; en bas : caractéristiques du Couasnon et de son bassin versant (rivière : longueur, module, rang Strahler) – (réalisation : GP)



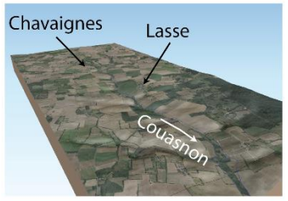
**La largeur du fond de vallée a été estimée tous les 200 m*

S1



Vue sur «les Auversettes» source du Couasnon (Auverse - décembre 2015 - GP)

Système d'irrigation dans une grande parcelle cultivée (Lasse - avril 2017 - GP)

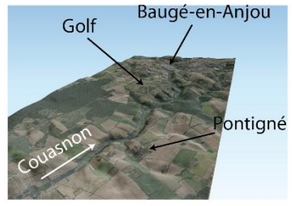


Plaine alluviale étroite - plateaux sédimentaires dédiés aux grandes cultures

S2

Le Couasnon dans le golf de Baugé (Baugé-en-Anjou - juin 2019 - GP)

Le Couasnon près du Centre musical de Baugé-en-Anjou (juillet 2018- GP)

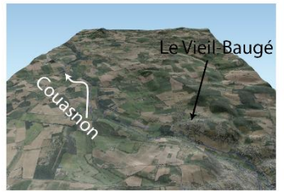


Plaine alluviale plutôt étroite - mise en paysage pour le golf de Baugé-en-Anjou (photo de gauche) et secteur encaissé et boisé (photo de droite)

S3

Le Couasnon et plan d'eau du Vieil-Baugé (juin 2019 - GP)

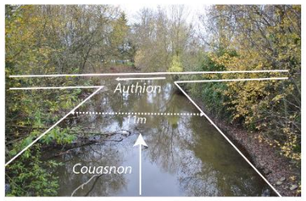
Bras du Couasnon au Vieil-Baugé (juin 2019 - GP)



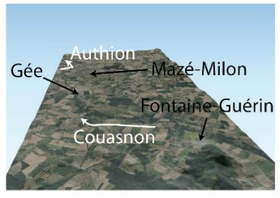
Large plaine alluviale avec cours d'eau ramifié - nombreux plans d'eau et mise en paysage de la rivière

S4

Couasnon dans les peupleraies de Fontaine-Guérin (Les Bois-d'Anjou - juin 2016 - GP)



Large fond de vallée occupé par les grandes cultures (Mazé-Milon - décembre 2015 - GP)



Large plaine alluviale accueillant le Couasnon ramifié évoluant dans les peupleraies de Fontaine-Guérin puis dans les grandes parcelles cultivées du Val d'Authion.

Bloc-diagrammes réalisés avec le plugin Qgis2threejs de QGIS : MNT 25m de résolution (BD ALTI®-IGN©) drappé d'une orthophotographie de 2016 (BD ORTHO®-IGN©) avec une couche d'ombrage (facteur d'exagération verticale = 5)

Figure 48. Sectorisation du Couasnon (réalisation : GP)

La carte géologique simplifiée permet de comprendre la structure du bassin versant qui est entièrement inscrit dans le Bassin parisien. La partie amont du bassin est constituée d'importantes zones de faluns. Ces faluns miocènes se positionnent depuis longtemps comme une ressource incontournable en matériau sableux notamment pour le remblai. Il est mobilisé dans la région pour les chemins, les travaux routiers et autoroutiers ainsi que comme amendement et allégement des sols argilo-calcaires (Manivit et al. 1991). Aujourd'hui, plusieurs plans d'eau occupent les dépressions générées par l'exploitation de ces faluns (figure 49).

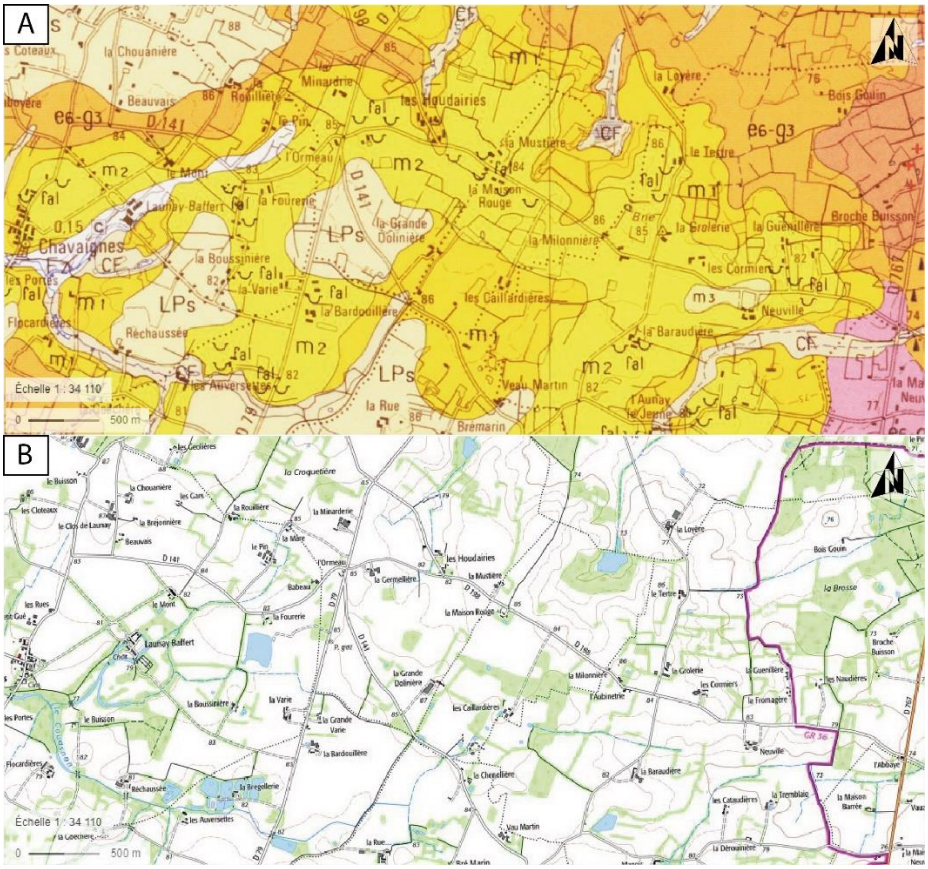


Figure 49. Plans d'eau des anciennes carrières de faluns (*m2*), Couasnon amont. A. Carte géologique (1/50 000e) ; B. Carte topographique (1/25 000e). Source : BRGM, IGN, d'après geoportail.fr

Une faille géologique au sud de Baugé-en-Anjou coupe une partie du bassin sur un axe Est-Ouest. Au nord de celle-ci, les calcaires sont dominants ou au moins mélangés aux marnes (figure 47). L'encaissement du Couasnon en amont de Baugé-en-Anjou se distingue par la faible largeur de la zone occupée par les alluvions modernes et bordées des formations de sables glauconieux. À l'échelle de l'ensemble du bassin, les formations les plus souvent rencontrées sont les sables (glauconieux et éoliens) et les zones de marnes. Une lecture croisée de cette carte géologique simplifiée avec la carte de présentation du bassin versant (figure 47) permet de constater que ces zones sableuses accueillent dans la grande majorité des cas des formations boisées installées sur des buttes

ou des terrains escarpés ou bien des zones urbaines (cas de Baugé-en-Anjou). Les sables éoliens sont principalement situés en bordure de plaine alluviale en partie aval. Les marnes sont les autres dominantes du bassin et se retrouvent dans les trois quarts ouest du bassin. Ces formations accueillent principalement une agriculture intensive organisée au sein de grandes parcelles. Enfin, les alluvions occupent la plaine alluviale à l'embouchure. Ils forment un mélange d'alluvions fluviatiles anciennes et de sables éoliens d'une part (au nord de Mazé) et d'alluvions modernes dans l'ensemble de la plaine alluviale d'autre part.

Conclusion de chapitre 3

Le développement du monde rural notamment porté par la PAC n'a pas été sans conséquences sur le paysage des fonds de vallées. La gestion actuelle des rivières est justement construite pour « rectifier » ces transformations passées, et ce même sur les petites rivières ordinaires. A travers cette recherche, nous nous intéressons aux impacts que ces grandes politiques en lien avec le développement des sociétés ont eu sur les hydrosystèmes secondaires. Les modifications paysagères qui y sont liées ont-elles toujours les mêmes formes, temporalités et sont-elles de même nature ? Quels sont les facteurs qui interviennent dans ces dynamiques ? Ont-ils les mêmes origines et s'exercent-ils toujours aux mêmes échelles (spatiales et temporelles) ? Afin de répondre à ces questions et pour comprendre les impacts de ces transformations, nous avons fait le choix d'analyser les trajectoires paysagères par le biais d'une approche géo-historique. L'Aubance et le Couasnon, en Loire moyenne, sont deux petits hydrosystèmes évoluant dans des contextes géographiques différents qui seront analysés dans le cadre d'une approche comparative afin de mettre en lumière le poids de ces contextes locaux dans ces changements observés. Ces deux terrains sont inscrits dans deux contextes géomorphologiques distincts. Les différences liées au socle géologique, à la topographie, aux usages (activités agricoles distinctes, etc.) feront ainsi partie des paramètres observés dans la production des paysages sous influence des grandes politiques d'aménagement et de développement du territoire.

CONCLUSION DE PARTIE 1

Les fleuves comme les petites rivières ont rapidement été investis par les sociétés, permettant à celles-ci d'accéder à des usages essentiels à leur fonctionnement (ressource piscicole, eau potable, irrigation, force motrice, etc.). Les évolutions des usages du siècle dernier et du début des années 2000 ont eu des conséquences importantes dans le paysage de ces petites rivières. Les modèles de rivière développés lors de ces deux périodes sont antagonistes et la gestion actuelle, portant essentiellement sur la "restauration des continuités écologiques" et la "renaturation", est l'objet de nombreuses controverses. Si ces questions sont des sujets de recherches sur les cours d'eau majeurs ou à forts débits, un état de l'art permet de s'apercevoir que les petites rivières de faible énergie de l'ouest de la France sont encore peu étudiées, notamment par l'approche paysagère. Les concepts mobilisés dans cette thèse, l'hydrosystème et le paysage, sont pertinents pour étudier les évolutions de ces objets entre Natures et Sociétés, de manière systémique, multiscalaire et multitemporelle. Les deux terrains sélectionnés nourrissent une analyse comparative d'évolution dans deux contextes de géomorphologie et d'usages différents, permettant de questionner les facteurs intervenant dans les trajectoires des petites rivières, notamment grâce aux approches géo-historiques. Les premiers enjeux de ce travail seront de constituer des données adaptées aux petits hydrosystèmes permettant de réaliser une analyse diachronique. Les méthodes développées devront permettre de croiser ces données afin de caractériser les trajectoires paysagères et d'identifier les facteurs qui les ont influencés.

PARTIE 2. TRAJECTOIRES PAYSAGERES DE DEUX HYDROSYSTEMES SECONDAIRES LIGERIENS

Sources : IGN© - BD ORTHO2016® ; Guillaume PAYSANT - OCS2016

L'Aubance à sa confluence avec le Louet (bras de la Loire) à Denée

Chapitre 4. Analyse sectorielle des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ligériens.....147

Chapitre 5. Analyse systémique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ligériens.....189

Introduction de la deuxième partie

L'analyse des impacts des politiques d'aménagement du territoire sur le paysage des hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France nécessite l'accès à des données historiques datant d'avant ces réformes. A travers une approche géo-historique, celles-ci permettront de dresser deux états des paysages des fonds de vallée des deux rivières, en 1950 (avant les transformations liées à ces politiques) et en 2016 (après les politiques de développement de l'économie française et pendant la mise en œuvre des politiques environnementalistes). Dans cette partie, l'analyse sera essentiellement quantitative et reposera sur un ensemble d'indicateur paysager permettant d'apprécier les changements morphologiques entre 1950 et 2016. Une première approche sectorielle présentera les enseignements que ces indicateurs pris un à un fournissent (chapitre 4) sur les dynamiques paysagères. Dans le chapitre 5, une analyse se voulant systémique tâchera de croiser un ensemble d'indicateurs afin de caractériser les trajectoires paysagères.

Chapitre 4. Analyse sectorielle des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ligériens

Introduction

Après avoir posé les bases conceptuelles et contextuelles, et suite à la présentation de la démarche générale de la thèse, les analyses des trajectoires paysagères sont abordées. Ce chapitre 4 s'intéresse d'abord aux méthodologies mises en œuvre afin de caractériser le paysage des hydrosystèmes secondaires et en livre une analyse à partir de l'analyse diachronique 1950-2016 de plusieurs indicateurs. Les différentes données créées, mobilisées et les traitements employés pour les adapter à nos analyses sont évoqués ici. Le détail des géotraitements[104] est présenté en annexe conformément à notre volonté de partager nos méthodes d'analyses. À l'échelle du talweg (4.1), les archives mobilisées pour traiter du chenal en 1950 sont exposées tout comme les données retenues pour le chenal actuel. Ensuite, à l'échelle de la plaine alluviale (4.2) la constitution par photo-interprétation de l'occupation du sol est présentée. À partir de ces nouvelles données à deux échelles, une analyse des changements des hydrosystèmes est proposée ainsi que des tendances principales mises en exergue sur les deux terrains.

4.1 Analyse à l'échelle du talweg et de sa mobilité latérale

Pour analyser l'évolution des hydrosystèmes secondaires, nous nous sommes intéressés à la morphologie du talweg, et particulièrement à sa mobilité latérale, la plus aisée à saisir grâce aux documents historiques disponibles. Bien qu'également pertinente, la dynamique sédimentaire n'a pas été abordée du fait de notre approche « par le paysage » (le visible) et que les deux rivières étudiées sont « de faible énergie ». La mobilité latérale et verticale de ces rivières est essentiellement engendrée par les travaux menés, surtout sur la période considérée. Comme précisé précédemment dans le manuscrit 3.1), la deuxième moitié du XXe siècle est concernée par les grandes mutations socio-économiques aux répercussions multiples sur les paysages ruraux. De très nombreuses rivières de tout le territoire national ont fait l'objet de rectification[105]/recalibrage[106], en lien avec les opérations de remembrement et d'augmentation de la productivité agricole. De nos jours, les actions de restauration des continuités écologiques guident la gestion des

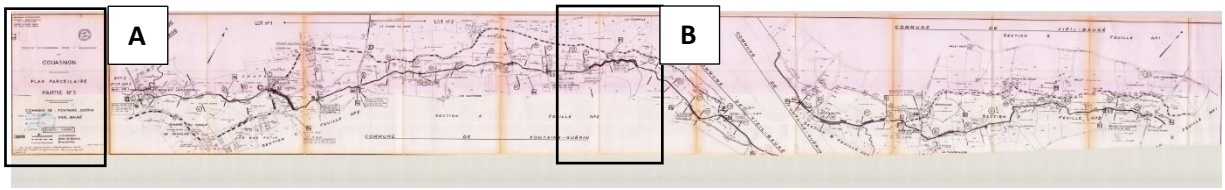
[104] Actions et calculs réalisés dans un environnement SIG sur des géométries spatialisées dans le but de modifier la structure de la donnée géographique ou de produire des analyses spatiales originales à partir de l'information géographique.
[105] Atténuation ou suppression de méandres d'une rivière en rendant son tracé plus rectiligne.
[106] Elargissement du lit mineur et creusement du fond du lit

cours d'eau (reméandrage, suppressions des ouvrages en travers, diversification des écoulements…). Afin d'analyser de manière qualitative, mais surtout quantitative les changements, il a fallu créer une donnée « rivière » du début de la période d'analyse. Les photographies aériennes ne permettent pas toujours de distinguer le talweg, souvent masqué par la végétation (Wiederkehr, Dufour et Piégay 2009) notamment dans le cas des petites rivières. Ainsi, il n'est pas possible de numériser sur SIG le tracé sur cette seule base. Un travail de recherche d'archives a donc été nécessaire pour trouver des documents permettant de guider cette numérisation.

4.1.1 Reconstitution du talweg de 1950

Les documents historiques pertinents pour étudier la mobilité latérale de la rivière sont assez peu nombreux concernant des cours d'eau aussi modestes. Les recherches archivistiques menées aux archives départementales du Maine-et-Loire, à l'ONEMA (désormais AFB) ou encore dans les syndicats de rivières ont permis de rassembler les plans de projet de rectification des cours d'eau. Ces documents, élaborés entre 1965 et 1968 pour l'Aubance[107] et 1975 et 1979 pour le Couasnon, sont constitués des plans parcellaires initiaux sur lesquels les projets de rectifications ont été tracés. Ils sont composés du plan parcellaire, dressé par un cabinet de géomètres et sont complétés par le bureau départemental d'hydraulique agricole, diffusé par le Syndicat Intercommunal pour l'Amélioration de la vallée de l'Aubance et le Syndicat intercommunal pour l'Aménagement du Couasnon. Ces derniers sont les syndicats « de travaux », ancêtres des syndicats de rivières actuels. L'échelle fine à laquelle ces documents sont produits (1/2 500^{e}, figure 50) permet de distinguer les méandres de l'ancien lit des rivières et les projets de rectification, tracés par-dessus et bien plus rectilignes.

[107] Des plans de rectifications de 1971 concernant le Galardin, un affluent de l'Aubance, ont aussi été recensés. Certains affluents ont eux aussi fait l'objet de projet de rectification.



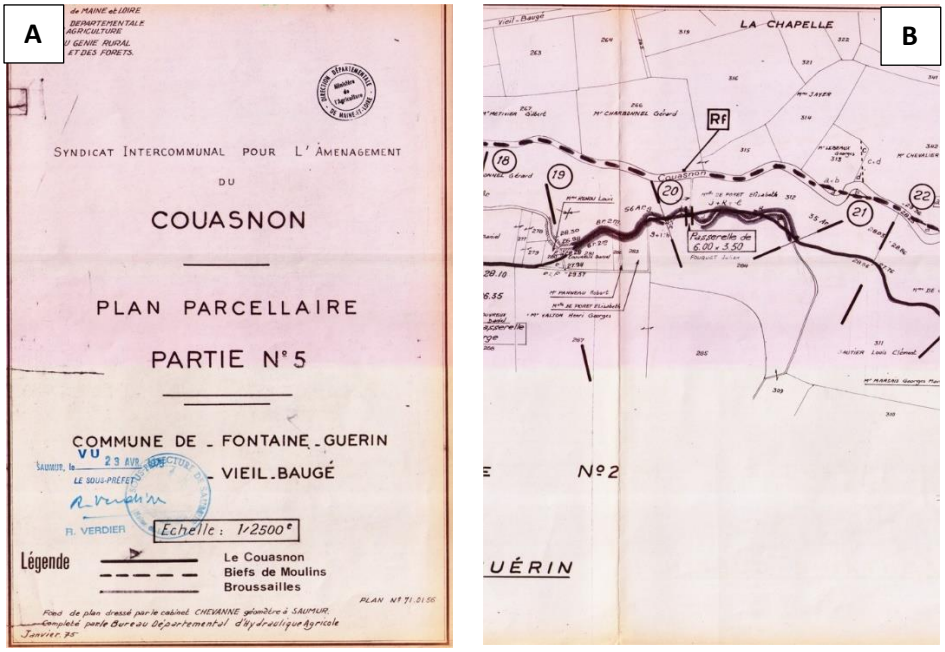


Figure 50. Exemple de plan parcellaire de l'Aubance avec projet de rectification (1/2 500e , 1975) A) Page de garde du plan parcellaire ; B) Exemple de secteur concerné par un projet de rectification (Source : Syndicat Mixte du Bassin de l'Authion et de ses Affluents)

Ces plans ont été collectés aux archives, numérisés, géoréférencés, intégrés dans un SIG et comparés aux photographies aériennes de 1950 de l'IGN fournies par GEOPAL[108]. Bien que la majeure partie des deux rivières soit couverte par ses plans et ait pu être étudiée par ce biais, quelques lacunes demeurent et ont donc dû faire l'objet d'une vectorisation sans les plans en support (la confiance est donc moindre dans ces zones). L'Aubance est couverte à 92% par les plans parcellaires, les lacunes se trouvant principalement à l'extrême amont et entre Brissac-Loire-Aubance et Saint-Mélaine-sur-Aubance (figure 51.A). Le taux de couverture du Couasnon est de 83%, les lacunes étant limités à deux zones : Pontigné (en amont de Baugé-en-Anjou) et à l'extrême aval (figure 51.B).

[108] Co-financé et piloté par l'Etat et la région Pays de la Loire, le programme GEOPAL a pour but de fédérer, en Pays de la Loire, les actions des acteurs publics dans le champ de l'information géographique dans le respect des initiatives de chacun et en cohérence avec les projets nationaux existants, en particulier le Géoportail. L'action de GÉOPAL porte prioritairement sur : le partage de l'information géographique entre les services de l'État, les collectivités locales et les établissements publics ; la mutualisation des outils communs nécessaires à ce partage ; le développement de l'animation et de la réflexion sur les thèmes transversaux ; la coordination des actions structurantes qui émergent actuellement sur les territoires. Source : https://www.geopal.org [consulté le 01/12/2018]

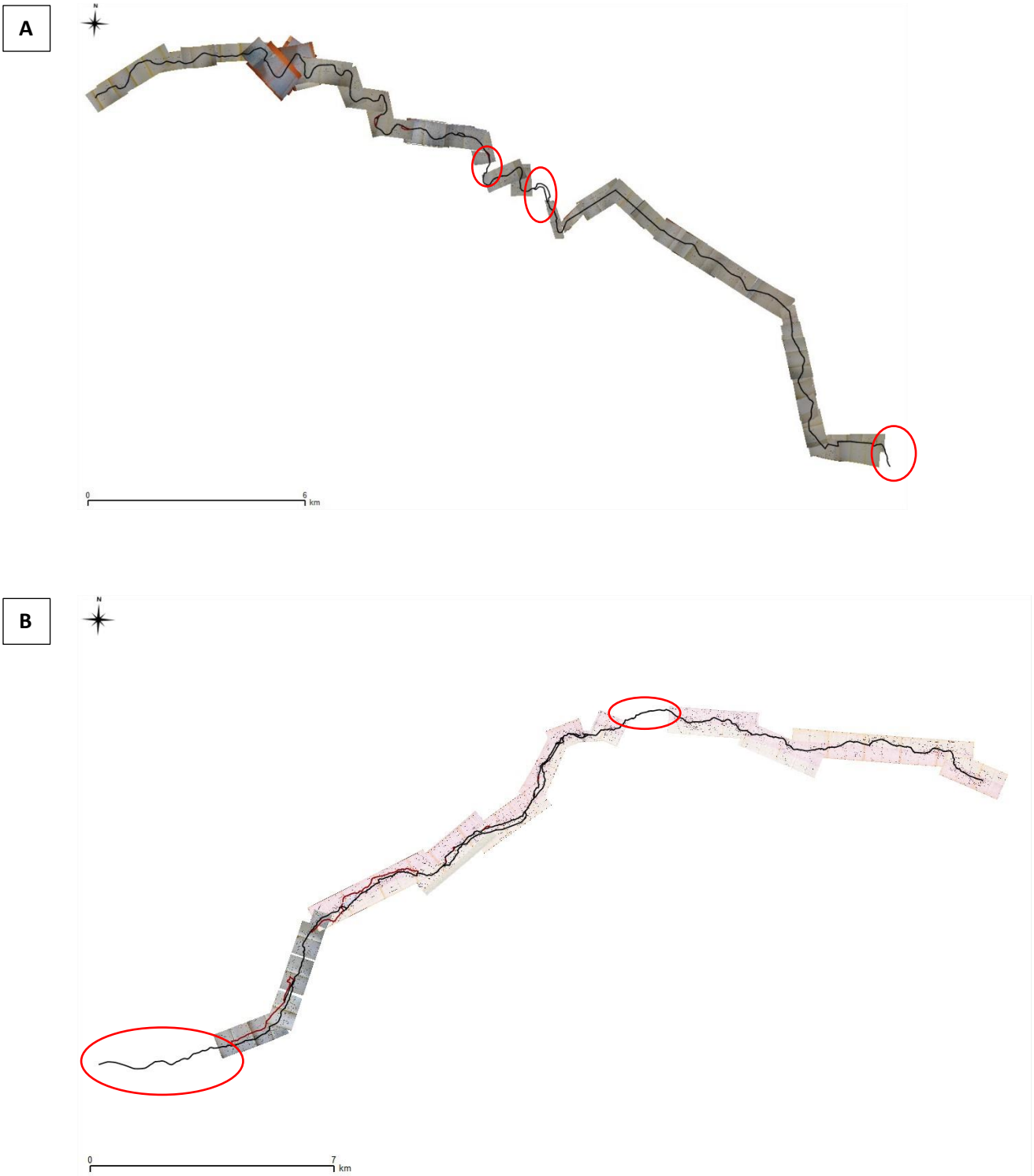


Figure 51. Couverture des plans parcellaires des rivières étudiées - A) Aubance ; B) Couasnon

Ces plans ont ensuite permis de vectoriser (au 1/3 000e) le tracé de la rivière avant rectification. La précision du géoréférencement ne présente pas un intérêt majeur dans ce cas car il permet généralement de savoir quel linéaire d'arbres (ripisylve) accueille la rivière à ses pieds (figure 52). Une autre phase de vectorisation a permis d'extraire des plans les projets de rectification et de les comparer à la rectification effective.

Figure 52. Superposition de la photographie aérienne historique au plan parcellaire sur lequel le projet de rectification est tracé

4.1.2 Morphologie du talweg actuel (2016-2018)

Afin de réaliser une analyse de l'évolution des tracés entre 1950 et 2016, il est nécessaire de posséder une donnée récente suffisamment précise et actualisée pour ces deux rivières. Les données de référence disponibles n'apportent pas entière satisfaction de par leur précision géographique ou sémantique (Wiederkehr 2012). Ainsi, que ce soit la donnée de cours d'eau de la BD TOPO® de l'©IGN ou de la BD CARTHAGE® du Sandre, aucune n'a été jugée suffisamment renseignée pour l'usage que nous voulions en faire à grande échelle. Il a donc fallu obtenir une donnée plus précise ou en constituer une. Pour ce qui est du Couasnon, le Syndicat de l'Authion et de ses affluents (SMBAA) a un usage des SIG assez rigoureux, le technicien de rivière ayant les compétences pour manipuler ces données, et un poste temporaire a été spécifiquement créé dans ce domaine, traduisant leur considération pour les questions d'information géographique. Le syndicat dispose d'ailleurs d'une donnée qui lui est propre, issue de relevés et de la connaissance de terrain qui est la sienne et dont la qualité dépasse celle des données de références citées

précédemment. Le syndicat a accepté de nous fournir cette donnée pour nos analyses (figure 53).

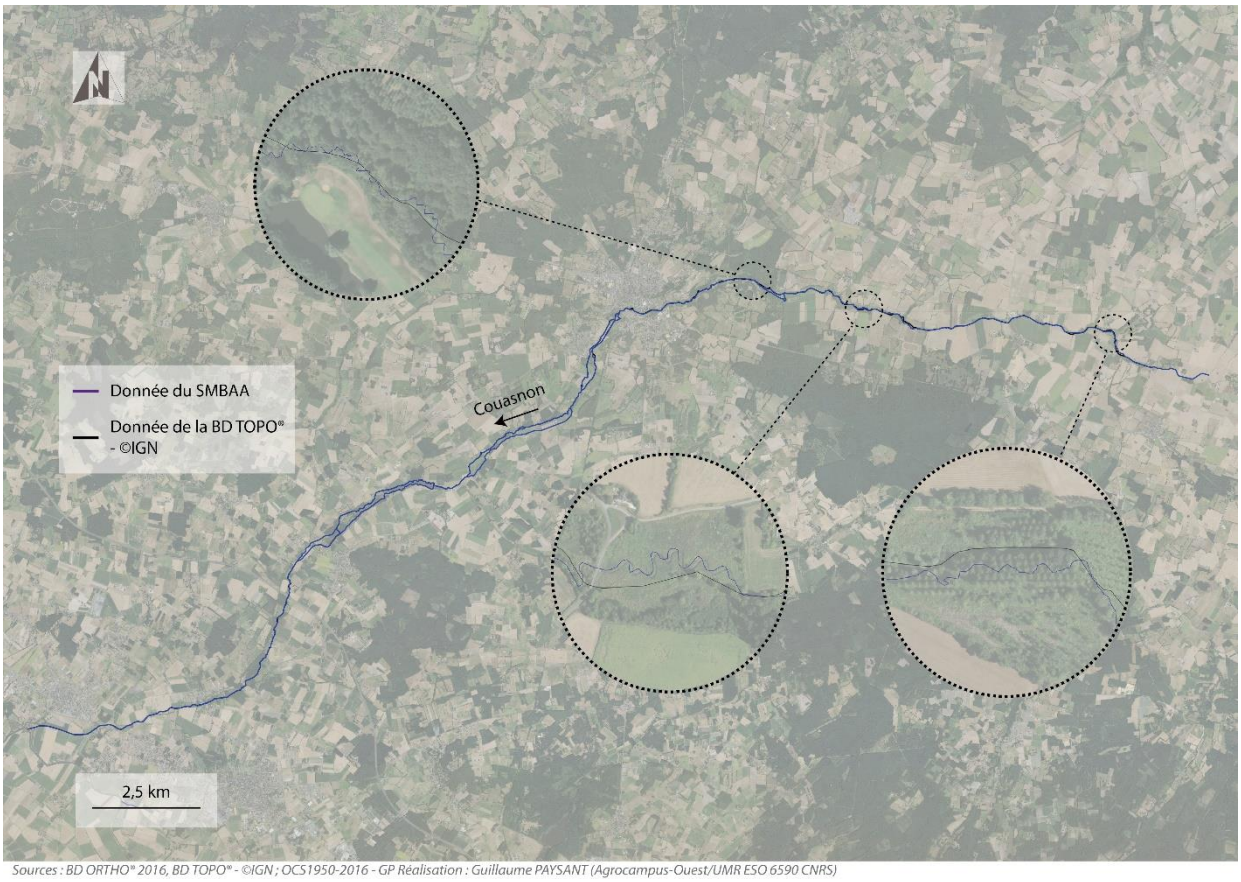


Figure 53. Présentation de la donnée du SMBAA sur le tracé du Couasnon et comparaison avec la BD TOPO® de l'IGN (réalisation : GP)

Les quelques zooms présentés (figure 53) permettent d'apprécier les décalages importants existants à certains endroits entre la BD TOPO® et la donnée du syndicat. Ces décalages concernent soit des secteurs sous couvert forestier qui nécessitent un travail de terrain pour relever le tracé, soit un secteur ayant fait l'objet de travaux de renaturation et non mis à jour dans la BD TOPO® à ce moment. À noter que les différences ne sont pas négligeables et concernent parfois le nombre de bras, la longueur et la sinuosité du tracé. La donnée du syndicat apporte une réelle plus-value pour l'analyse, celle-ci étant plus proche de la réalité du terrain.

Le syndicat de l'Aubance semble moins bien structuré et actif dans ce domaine (malgré la présence là aussi d'une personne chargée spécifiquement du SIG). Le taux de renouvellement élevé des techniciens de rivières n'a certainement pas aidé en ce sens. Ainsi après sollicitation, il se trouve que le syndicat utilise les données de référence type BD TOPO® et ne dispose pas d'une donnée plus précise. Il a donc été nécessaire de

vectoriser le linéaire, sur la base de la BD TOPO® avec l'aide de la photographie aérienne récente (2016). La création de cette donnée s'est basée uniquement sur de la photo-interprétation et n'a pas fait l'objet de relevés de terrain de notre part, cela représentant un travail trop colossal pour un seul aspect de notre analyse. Ainsi, les secteurs sous couvert forestier sont potentiellement plus sujets à erreurs par rapport à la « réalité de terrain ».

Une nouvelle base de données concernant les cours d'eau devrait être prochainement diffusée, la BD TOPAGE®. Celle-ci est issue d'un partenariat entre l'IGN et l'AFB et a pour objectif de répondre à la problématique posée par la co-existence de la BD TOPO® et de la BD CARTHAGE®. Cette nouvelle donnée sera conforme à la directive INSPIRE, compatible avec le référentiel à grande échelle de l'IGN, et pourra servir de socle commun pour tous les référentiels métiers autour de l'eau. En avril 2019, la disponibilité de cette donnée était annoncée pour fin 2019 – début 2020[109].

4.2 Analyse à l'échelle de la plaine alluviale

La première question à laquelle il a fallu répondre est celle de la délimitation de la plaine alluviale des deux rivières étudiées. Des travaux antérieurs s'étaient penchés sur cette difficulté, utilisant un modèle numérique de terrain afin d'extraire la plaine alluviale par méthode automatique sur SIG. Germaine (2009a) a par exemple utilisé dans sa thèse le TPI (Topographic Position Index) afin de délimiter les vallées de Basse-Normandie. Cet indice présenté par Weiss (2001) lors de la conférence utilisateur ESRI de San Diego (Californie) a été développé en tant qu'extension pour le logiciel SIG ArcGIS par Jenness (2006). L'algorithme calcule pour chaque cellule du MNT utilisé un indice correspondant à la différence d'altitude entre la cellule en question et celle des cellules voisines. La forme et l'étendue du périmètre sont paramétrées par l'utilisateur selon la formule : [TPI<scale factor> = int ((DEM – focal mean (DEM, circular, radius)) + 0.5)]. Ensuite, la combinaison entre cette valeur d'indice et les valeurs de pente permettent de classer l'ensemble des cellules du MNT selon des grandes formes de reliefs. Les cellules avec un indice négatif sont classées en « canyon bottom » ; un indice positif en « ridgeline » et les cellules proches de 0 sont réparties entre « gentle slope » et « steep slope » selon le degré de pente (figure 54).

[109] Source : http://cnig.gouv.fr/wp-content/uploads/2019/04/201904_BD-TOPAGE-CNIG.pdf [consulté le 26/07/2019]

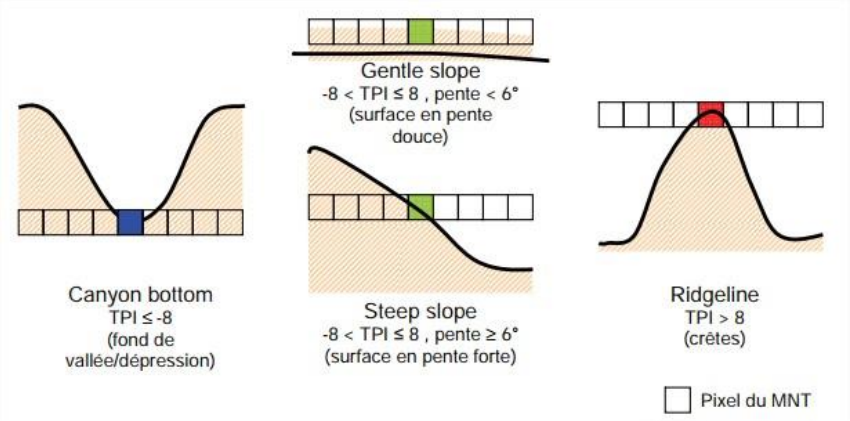


Figure 54. Classification en grandes formes de relief par TPI et indice de pentes (source : d'après Jenness 2005 *in* Germaine 2009)

M-A Germaine (2009) avait constaté que les cours d'eau de rang 1 et 2 selon la classification de Strahler ne pouvaient pas faire l'objet de ce traitement car « la transition entre fond de vallée et interfluves est progressive autour des têtes de bassin versant » (p.74), ainsi leurs formes ne s'imposent pas suffisamment dans le paysage environnant. Les tests effectués sur l'Aubance et le Couasnon ont confirmé cette observation, bien que leur rang soit de 3 et non de 2 selon la méthode de Strahler. La partie amont du fond de vallée des deux rivières ne ressortait pas suite à ce traitement alliant TPI et valeurs de pentes. Toutefois, Germaine (2009) avait observé que ses résultats concernant les fonds de vallées de Basse-Normandie correspondaient à la donnée des plus hautes eaux connues de la DIREN[110] à hauteur de 94%. Ce constat ayant été fait, nous nous sommes basés sur la donnée de l'Atlas des Zones Inondables diffusée par la Direction Départementale des Territoires du Maine-et-Loire comme donnée de référence pour la délimitation de nos plaines alluviales. La donnée de la DDT contient toutefois des lacunes entre ses polygones, correspondant aux routes principales (routes départementales et autoroutes). La donnée plaine alluviale (PA) pour chaque rivière contient donc plusieurs polygones non-jointifs. Pour faciliter l'ensemble de nos traitements qui interviendront plus tard, nous avions besoin d'un polygone unique et non-segmenté correspondant à la plaine alluviale de la rivière. Pour cela, nous avons utilisé le principe de « dilatation-érosion[111] » qui consiste à combler des lacunes en créant une zone tampon (jointive) sur l'ensemble des polygones d'un rayon supérieur aux lacunes (dilatation) puis de créer une zone tampon « négative » de même valeur (érosion). Cette méthode, souvent utilisée en écologie du paysage pour identifier

[110] Direction Régionale de l'Environnement – ont été intégrées aux DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) entre 2009 et 2011 suite à une restructuration du Ministère en charge de l'environnement. Les DREAL sont aussi constituées des anciennes Direction Régionale de l'Equipement (DRE) et des Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE).
[111] Géotraitements réalisés sur le logiciel QGIS grâce à la fonction « Zone tampon » (*buffer*).

des corridors (*e.g* François, Amsallem et Deshayes 2010), permet de joindre et réunir les polygones séparés tout en conservant les limites initiales de la donnée .

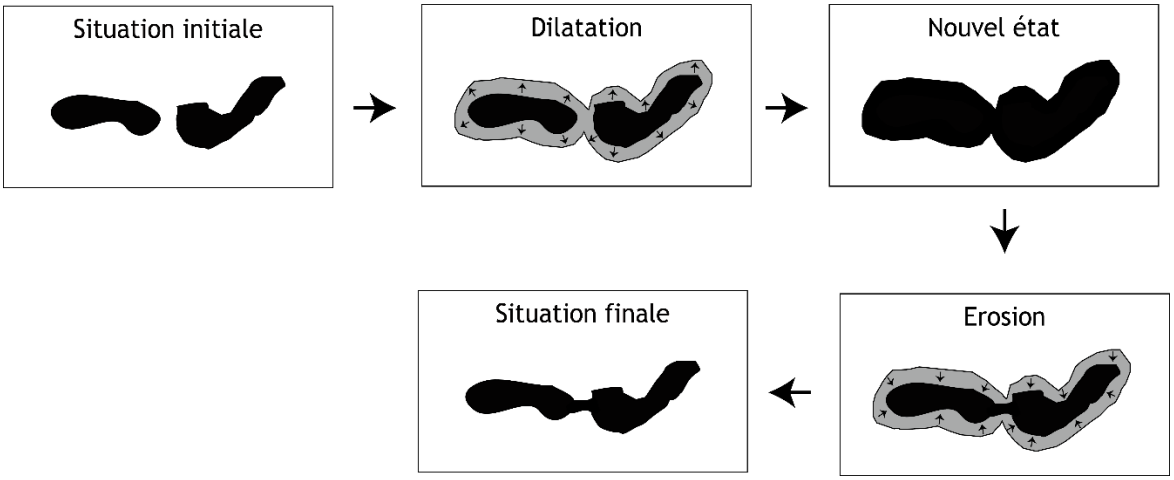


Figure 55. Principe de "Dilatation-Erosion" (réalisation : GP)

Une fois le traitement réalisé, les lacunes présentes dans la plaine alluviale dans les zones de rencontres avec les routes principales (figure 56.A) sont comblées et la plaine alluviale est constituée d'un seul polygone d'un seul tenant (figure 56.B)

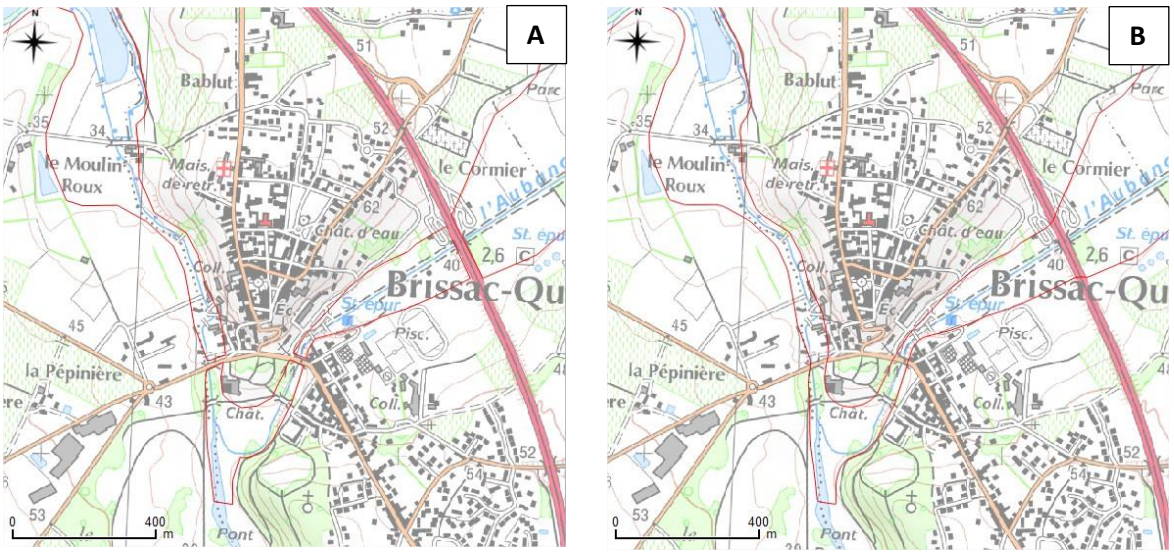


Figure 56. Donnée de l'Atlas des zones inondables 49 (délimitation rouge) – secteur de Brissac-Quincé (Aubance) - A) donnée d'origine ; B) Après fonction "dilatation-érosion" (Source : SCAN25® - IGN©)

La donnée AZI n'était toujours pas exploitable en l'état comme donnée de plaine alluviale des deux hydrosystèmes car l'emprise de l'Aubance et du Couasnon ne couvre pas leur partie aval. Cela s'explique par le fait que les zones aval de ces rivières sont en lien avec les plaines alluviales de leurs rivières tributaires (l'Authion pour le Couasnon et la Loire pour l'Aubance). Le cas du Couasnon est présenté ci-dessous (figure 57) :

Figure 57. Atlas zone inondable (tracé bleu foncé) ne couvre pas la partie aval du Couasnon (Source : IGN, DDT49)

Pour contourner ce problème, une zone tampon de 350 mètres de rayon est créée autour de la donnée Couasnon de la BD TOPO® de l'IGN©. Ce rayon correspond à l'emprise intégrant biefs et bras des deux cours d'eau. Une découpe de la donnée PHEC (Plus Hautes Eaux Connues) de l'Authion est réalisée grâce à cette zone tampon (figure 58).

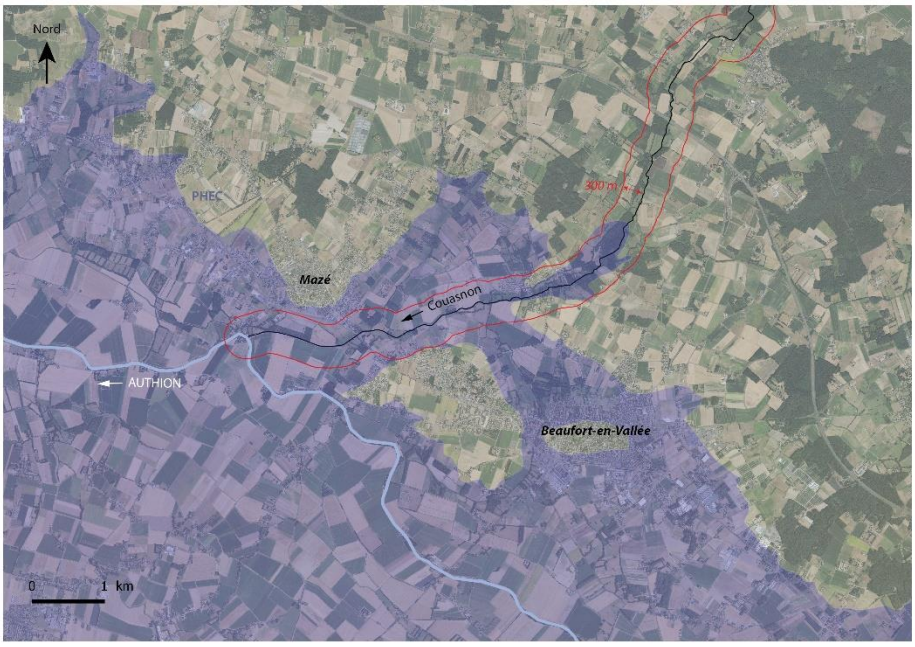


Figure 58. Plus Hautes Eaux Connues de l'Authion et zone tampon de 300 m du Couasnon (Source : IGN, DDT49)

Une union entre le résultat de la découpe de PHEC et la donnée AZI du Couasnon est ensuite faite pour constituer la couche qui sera utilisée comme plaine alluviale (figure 59).

Figure 59. Donnée finale de la plaine alluviale du Couasnon (Source : IGN, DDT49)

4.2.1 Constitution d'une base d'occupation du sol à deux dates (1950-2016) par photo-interprétation

Afin d'identifier la matérialité de l'occupation du sol, nous avons cherché à caractériser les formes et la couverture du sol (tout ce qui est le sursol). Il existe plusieurs méthodes pour y parvenir. La télédétection présentée précédemment (2.2) permet de classifier de manière automatique ou semi-automatique l'espace alors divisé en mailles régulières (raster) selon diverses méthodes. Les images satellites qui servent de support à ces analyses sont souvent mobilisées par les chercheurs ayant besoin de caractériser les changements de couverture du sol ou d'usage des terres (Anderson et al. 1976; Fisher et Pathirana 1990; Hubert-Moy et al. 2001; Franklin et Wulder 2002; Rogan et Chen 2004). Les techniques par « maximum de ressemblance[112] » sont généralement utilisées, car implantées dans tous les logiciels commerciaux spécialisés et moins couteuses en temps (Hubert-Moy et al. 2001). Ces analyses reposent uniquement sur la valeur des pixels, représentant la réflectance des objets de l'image, quand d'autres vont également prendre en compte la texture, dans le cadre d'une méthode dite « orientée-objet » (Sheeren et al. 2009). Cette dernière permet d'améliorer la finesse de la classification en prenant en

[112] L'ensemble des pixels d'une image partageant des valeurs proches sont regroupés dans une même classe.

compte la forme (longueurs, nombre d'arrêtes, etc.) et les caractéristiques topologiques (voisins, super-objet, etc.) (Benz et al. 2004). Ces techniques présentent les avantages de pouvoir caractériser de grandes surfaces assez rapidement et de distinguer de grands types de paysage (Germaine et Puissant 2008), mais les inconvénients sont que l'utilisateur doit gérer les erreurs de classifications qui sont inévitables d'une part (Foody 2002), et d'autre part les éléments permettant cette classification ne peuvent pas reposer sur de l'analyse déductive car cela est difficilement intégré dans une approche « automatique ». La photo-interprétation est plébiscitée lorsqu'une haute précision est requise. Elle n'est pas exempte d'erreurs et repose sur les qualités d'interprétation de l'opérateur, qui peut s'appuyer (au-delà de la valeur de pixel) sur la taille, la forme, la texture, le contexte, etc. des éléments à discriminer (Lillesand et Kiefer 1987 *in* Rutchey et Vilchek 1999). Notre choix s'est porté sur une méthode « manuelle » de photo-interprétation qui, bien qu'elle soit particulièrement chronophage, nous semblait plus adaptée à notre recherche de précision à grande échelle et à la mobilisation de photographies aériennes en noir et blanc (pour les images de la période de 1950). Il faut savoir que certaines approches développées permettent de combiner une photo-interprétation semi-automatisée avec de la télédétection et où le cadastre napoléonien est utilisé en support à la délimitation du parcellaire. C'est le cas, par exemple, pour la reconstitution des trajectoires paysagères d'un cône de déjection torrentiel en vallée de Maurienne (Hugerot et al. 2017).

Apport des photographies aériennes anciennes et récentes pour la connaissance et l'analyse d'un paysage

Comme expliqué précédemment (2.2.2), les photographies aériennes anciennes et récentes sont largement utilisées, notamment en géographie, pour l'étude de territoire ou de paysage. Au-delà de leur intérêt pour élaborer une donnée d'occupation du sol, elles permettent à elles seules de comprendre certaines caractéristiques ou évolutions d'un territoire. Dans notre cas d'étude, l'hydromorphie du sol, particulièrement importante lors de la campagne de l'IGN de 2012 aux alentours d'Angers, révèle des éléments paysagers anciens et disparus, visibles au sein des cultures au sol saturé en eau.

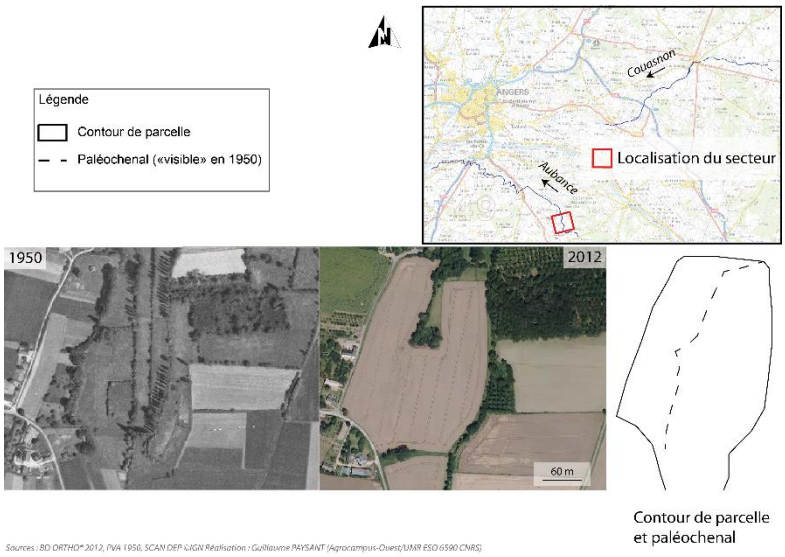


Figure 60. Paléochenal révélé par l'hydromorphie du sol dans une parcelle cultivée en 2012 (Aubance), réalisation : GP

Dans le cas de la figure ci-dessus (figure 60), un paléochenal de l'Aubance, visible en 1950 grâce au corridor de ripisylve qui longe le talweg, ressort au sein de la parcelle en cultures sur les photographies aériennes de 2012. Cet indice permet d'apprécier les changements apportés par les travaux de recalibrage/rectification des années 1970 et qui ont construit le lit actuel (axe nord-sud, à l'est du paléochenal).

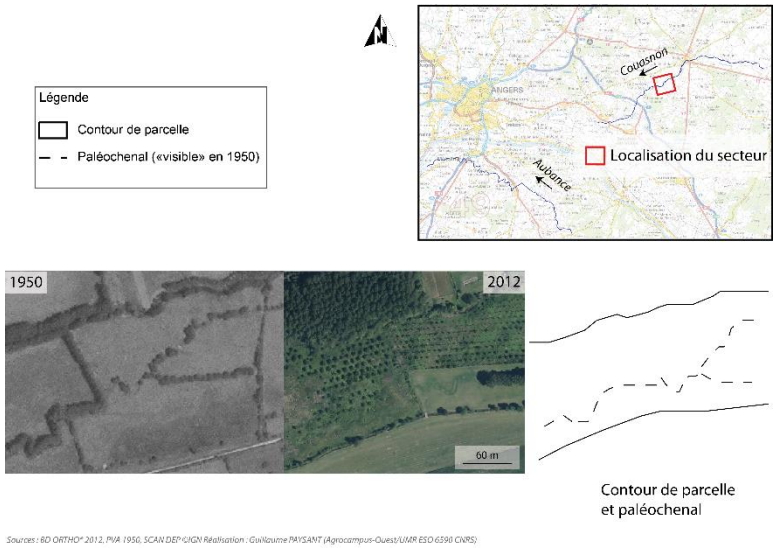


Figure 61. Paléochenal révélé par l'hydromorphie du sol dans une peupleraie en 2012 (Couasnon), réalisation : GP

Un autre cas (figure 61), situé dans une prairie et une peupleraie sur le Couasnon, révèle particulièrement bien les traces d'un paléochenal par la saturation en eau du sol. Là encore les travaux entrepris dans la deuxième moitié du XXe siècle qui ont conduit au talweg de 2012 et actuel sont ainsi mis en parallèles avec l'état d'avant travaux.

Les entretiens menés auprès des syndicats de rivières et des organismes de l'Etat en charge de l'eau (DDT et AFB notamment) ont révélé un besoin de leur part de compréhension du système passé pour préconiser les actions de gestion future. Ils ont admis pendant ces échanges ne posséder que de peu d'éléments leur permettant d'étudier ces états passés et notamment d'identifier les chenaux anciens. Ce genre d'analyses de photographies aériennes (sous réserve que de fortes pluies aient eu lieu juste avant la campagne aérienne de l'IGN) pourraient être croisées avec les données Lidar (données altimétriques de très haute résolution) de l'IGN pour localiser et caractériser les anciens talwegs et leurs ramifications, comprendre leur fonctionnement et leurs relations avec la plaine alluviale. Ces données altimétriques sont censées être disponibles d'ici quelques années pour l'ensemble du territoire français et permettraient de faciliter et d'optimiser les analyses diachroniques dans un objectif de mise en place d'actions prospectives.

Méthode de photo-interprétation de photographies aériennes anciennes pour la constitution d'une occupation du sol sous SIG

Avant tout travail de photo-interprétation, il est indispensable de réunir plusieurs informations cruciales dont fait partie la date d'acquisition des photographies aériennes utilisées (mois et année de la prise de vue). Elles ont été mobilisées dans le cadre de ce travail grâce au flux WMS[113] mis à disposition par GEOPAL. Cette IDS (Infrastructure de Données Spatiales) donne accès à une mosaïque unie de l'ensemble de la région PdL constituée de photographies aériennes de millésime « 1950 »[114], qui en réalité contient des images dont les dates de prises de vue varient autour de cette année référence (exemple : pour l'Aubance et le Couasnon les données sont un mélange entre 1949 et 1950, tableau 8).

[113] Web Maping Service

[114] Lien WMS : https://carto.geopal.org/cgi-bin/mapserv? »/ - donnée : « Photographie aérienne – Région Pays de la Loire – 1950 – Mosaïque complète »

Tableau 8. Recensement des dates d'acquisition des photographies aériennes utilisées pour caractériser le paysage du fond de vallée.

Rivière	Zone	Mois du cliché (jour)	Année cliché
Aubance	Louerre (source) à Grézillé	Juin (08)	1950
Aubance	Chemellier à Denée (embouchure)	Juin (13)	1949
Couasnon	Auverse (source) à Pontigné	Juin (13)	1949
Couasnon	Lasse/Chavaignes à Baugé-en Anjou	Août (05)	1949
Couasnon	Fontaine-Guérin à Mazé/Beaufort-en-Vallée (embouchure)	Juin (14)	1949
Aubance	Louerre (source) à murs-erigné (grand-claye, exclu) + point de confluence	Août (15)	2016
Aubance	Murs-erigné (grand-claye, inclus) à Denée	Août (16)	2016
Couasnon	De la source (Auverse) au centre de Baugé (hormis le secteur pontigné-baugé)	Août (16)	2016
Couasnon	Secteur pontigné-baugé	Août (22)	2016
Couasnon	Du sud du Vieil-baugé à Mazé/Beaufort-en-Vallée (embouchure)	Août (15)	2016

Sources : http://www.remonterletemps.ign.fr/

La photo-interprétation avait pour objectif d'extraire différents éléments pertinents à l'analyse des trajectoires paysagères :

- Surfacique (entité de type polygone) : la structure du parcellaire ; l'occupation du sol (surfaces en herbe, bois, cultures, vignes, eaux, routes, bâti, jardins/espaces verts, plans d'eau, etc.)
- Linéaire (entité de type ligne) : réseau de haies

La couche SIG constituée mélange volontairement de l'occupation du sol et de l'usage du sol. L'occupation du sol est la couverture biophysique observable, naturelle ou anthropique, de la surface terrestre tandis que l'usage du sol caractérise l'activité humaine qui est faite de cette surface terrestre. Une surface en herbe relève par exemple de l'occupation du sol alors que celle-ci peut être une prairie ou une pelouse de terrain de

sport par exemple (qui relève de l'usage). Or cette discrimination n'est pas anodine dans une analyse paysagère. Dans notre cas, l'occupation du sol (bois, surface en herbe, etc.) est mêlée à l'usage des sols (jardins par exemple). Notre approche par le paysage s'intéressant aux interrelations Natures-Sociétés, il était indispensable de prendre en compte les usages liés aux hydrosystèmes et cette hybridation nous semblait pertinente dans ce contexte. La méthode de constitution des quatre couches d'occupation du sol (Aubance 1950 et 2016 ; Couasnon 1950 et 2016) est synthétisée dans la figure ci-après (figure 62) :

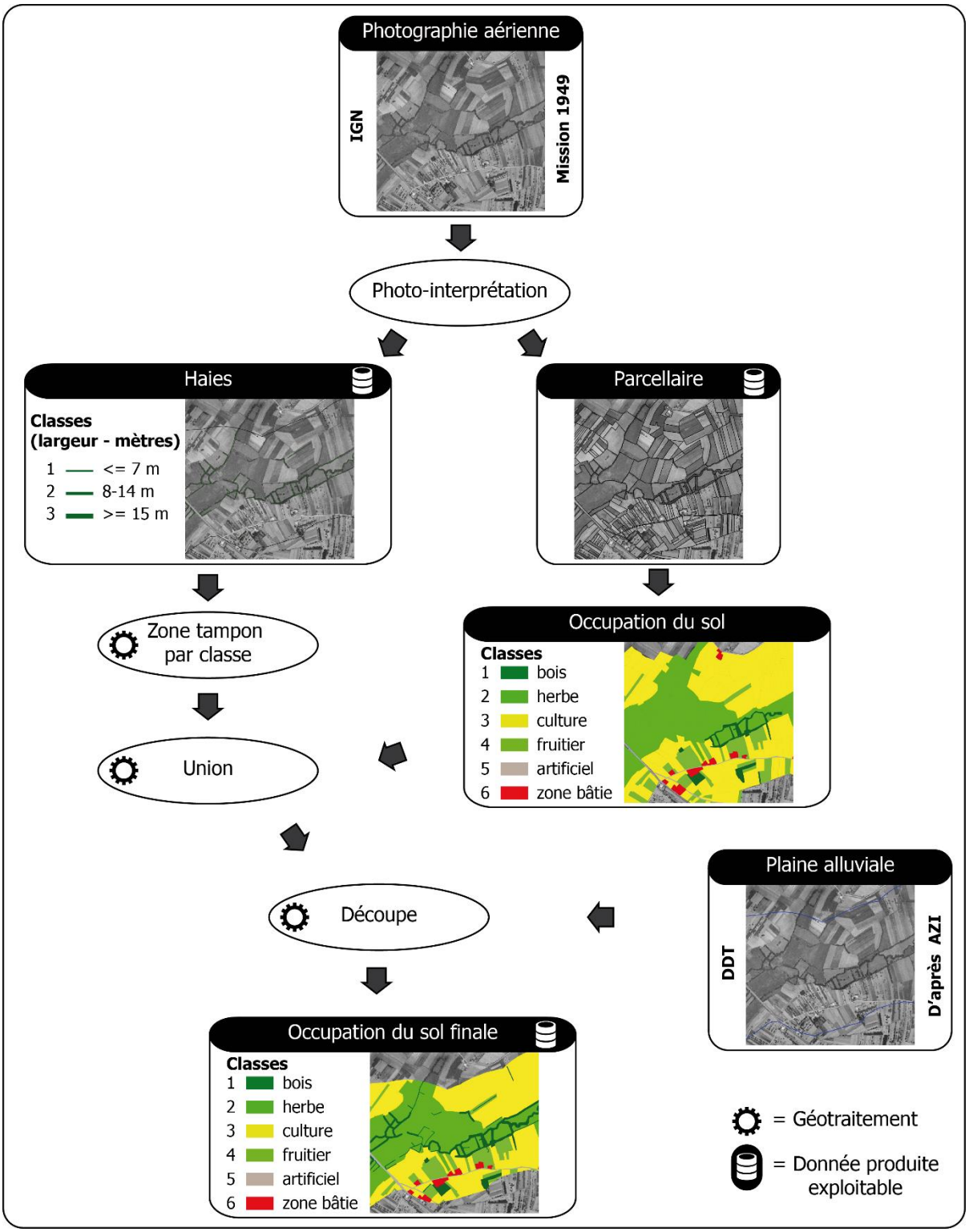


Figure 62. Schéma explicatif de constitution des couches d'occupation du sol et éléments associés – exemple sur un secteur aval du Couasnon (réalisation : GP)

La photo-interprétation repose sur différents critères permettant de caractériser les éléments visibles :

- Forme
- Motif (*e.g* rangs des cultures par exemple)
- Taille (*e.g* route principale et route secondaire)
- Tonalité/Couleur
- Ombre (permet d'estimer la hauteur, la forme, l'orientation, etc.)
- Texture (l'eau apparait en forme lisse quand un couvert forestier aura une texture rugueuse, etc.)
- Contexte (bâtiments industriels regroupés en zone d'activité, station d'épuration constituée de bassins de lagunages, etc.)
- Temps/Saison (humidité/inondation dans les champs en bordure de rivière en hiver, saisonnalité des cultures, etc.)

La qualité de l'interprétation est dépendante de l'échelle d'interprétation, de la qualité des images, de l'expérience de l'opérateur et de sa connaissance du terrain. Dans le cadre de cette photo-interprétation, la vectorisation a été réalisée au 1/3 000^{e} en se limitant à l'emprise de la plaine alluviale, objet d'étude de cette recherche, et en intégrant les parcelles immédiatement adjacentes (afin de contextualiser au sein du paysage environnant).

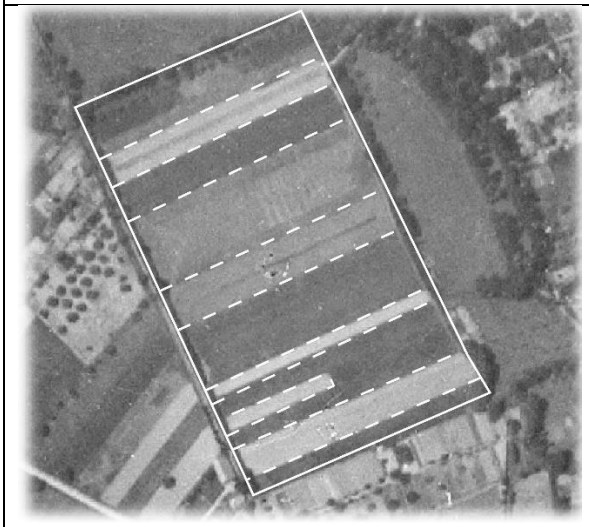
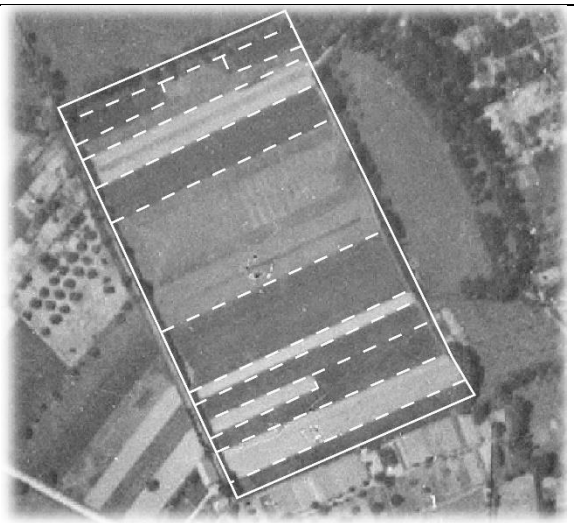
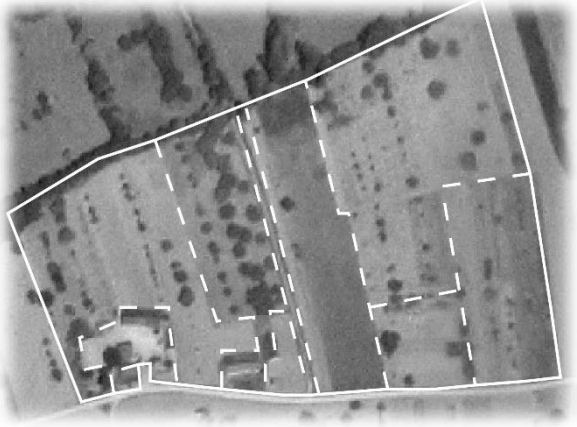
Le linéaire de haies

Les haies ont été vectorisées en entité linéaire au 1/3 000^{e} aux deux dates pour les deux terrains et discriminées selon trois classes de largeur (de houppier en vue verticale) : 1 = la largeur de houppier est inférieure ou égale à 7 mètres ; 2 = la largeur de houppier est comprise entre 8 et 14 mètres ; 3 = la largeur de houppier est supérieure ou égale à 15 mètres. Les erreurs potentielles sont des oublis de certaines haies (pas toujours très visibles) et une surestimation de la largeur notamment liée à l'ombre portée (difficilement dissociable de l'objet sur une image en noir et blanc).

Structure du parcellaire

La structure de parcellaire d'usage a été construite dans un premier temps et l'interprétation de l'occupation du sol s'est faite ensuite progressivement. Différentes erreurs d'interprétation ont pu être évitées, mais certains doutes persistent et sont difficiles à lever, notamment pour les photos aériennes anciennes. Certaines limites de parcelles posent questions, ainsi il est possible que la surface de certaines ait été surestimée quand celle d'autres parcelles ont pu être sous-estimée. Deux exemples de cas problématiques sont présentés ci-dessous :

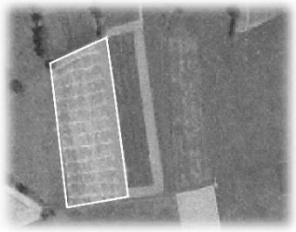
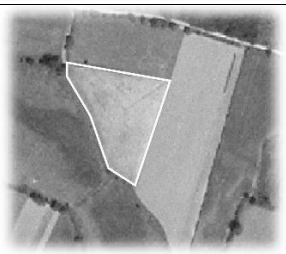
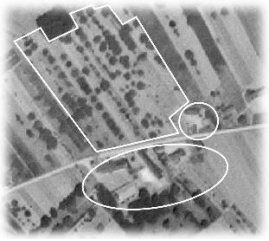
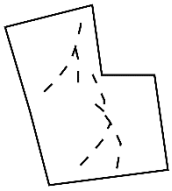
Tableau 9. Exemples de problèmes rencontrés lors de la délimitation du parcellaire d'usage

Exemple n°1 – photo aérienne de Juin 1949	
Hypothèse 1	Hypothèse 2
	
Exemple n°2 – photo aérienne de Juin 1949	
Hypothèse 1	Hypothèse 2
	

Occupation du sol

Certains éléments ayant alimentés la photo-interprétation pouvaient être identifiés à l'œil nu (et difficilement par méthode automatisée), ce qui nous a conforté dans notre choix initial d'une méthode non-automatique. Quelques exemples d'éléments interprétables à la vue sont développés ci-dessous :

Tableau 10. Exemple d'éléments caractérisés grâce à la photo-interprétation "manuelle"

	photo aérienne de Juin 1949 Balles de foin qui confirment la présence d'une prairie de fauche.
	**photo aérienne de Juin 1949** Bandes blanches parallèles interprétées comme des drains.
	**photo aérienne de Juin 1949** La « croix » visible dans cette parcelle est le résultat de la fauche telle que pratiquée à l'époque. Elle révèle donc la présence d'une prairie de fauche.
	**photo aérienne de Juin 1949** La parcelle (polygone blanc) est occupée par des arbres fruitiers dans des prairies. À l'époque il était courant que des fruitiers soient implantés à proximité des habitations et des fermes (cercles blancs).
	photo aérienne de Août 2016 La qualité de l'image nous permet d'apercevoir le bétail dans la parcelle (pointillés) et confirme donc le fait que la parcelle est une prairie pâturée.
	photo aérienne de Août 2016  Les traces visibles au sein de la parcelle sont certainement dues au piétinement du bétail. Cela confirme que la parcelle est une prairie pâturée.

La méthode de vectorisation employée a consisté à créer progressivement les entités sous le logiciel ArcMap avec l'outil « Polygone automatique » (*Auto-Complete Freehand*[115]) censé permettre de créer un nouveau polygone en utilisant les frontières d'un polygone adjacent. L'outil présente en théorie l'avantage d'éviter les problèmes de topologie[116], notamment les recouvrements. Malgré les tests fructueux de l'outil réalisés en amont de la photo-interprétation, de nombreuses erreurs (micro-recouvrements) ont été révélées lors du contrôle topologique des couches finales. Ces problèmes ont dû être résolus avant de pouvoir lancer des géotraitements en vue d'analyses spatiales. Cet exercice a révélé l'erreur qui a été faite au départ d'opter pour une vectorisation progressive des parcelles (la caractérisation de l'occupation du sol) plutôt que de partir d'une entité unique (polygone de la plaine alluviale) et de découper cette entité par les limites des parcelles. La dernière méthode citée permet d'éviter toutes erreurs topologiques et donc de limiter les pertes de temps de post-traitements et de nombreux problèmes techniques.

Le travail de photo-interprétation a été particulièrement long, ayant duré de longues semaines (environs 8 semaines), en considérant les passages de contrôle qui ont été nécessaires afin d'affiner l'interprétation et d'augmenter sa qualité, notamment grâce à l'aide d'un photo-interprète averti, et en comptant le temps passé à corriger la topologie.

Comme signalé plus tôt, la vectorisation à la main est particulièrement chronophage, mais elle permet tout de même d'obtenir une certaine finesse dans le résultat obtenu. Le nombre d'entités issues de cette vectorisation est présenté ci-après :

[115] Equivalent de l'option topologique « éviter les intersections » du logiciel QGIS

[116] La topologie est en mathématiques la partie de la géométrie qui considère uniquement les relations de position (Aur.-Weil 1981*)* Source : http://www.cnrtl.fr/definition/topologie [consulté le 11/12/2018]. En SIG, la topologie représente les relations entre les entités géographiques. Des règles topologiques peuvent être définies dans une base de données géographiques afin de structurer ces relations (exemple : éviter les recouvrements, les lacunes…).

Tableau 11. Bilan de la vectorisation par photo-interprétation[117]

	Surfacique (type polygone) – surface en km²	**Linéaire (type ligne) – longueur en km**
Aubance 1950	*2 170 entités - 16,8 km²*	*796 entités - 121 km*
Aubance 2016	*1 673 entités - 22,6 km²*	*305 entités - 51 km*
Couasnon 1950	*3 088 entités - 23 km²*	*804 entités - 113 km*
Couasnon 2016	*2 444 entités - 25 km²*	*416 entités - 48 km*
Total	***9 375 entités - 87,4 km²***	***2 321 entités - 333 km***

L'ensemble des géotraitements qui ont été nécessaires pour manipuler les données SIG créées dans le cadre de ce projet de recherche ou non, sont détaillés en « chaine de traitements » en annexes (annexes 14-15-16-17). Comme le signalait déjà T.Joliveau en 1996[118] , « il est rare qu'un seul logiciel puisse résoudre l'ensemble des tâches que l'on attend d'un S.I.G ». C'est pourquoi les différents géotraitements qui ont été nécessaires pour manipuler ces données ont été empruntés à plusieurs logiciels, principalement QGIS, OpenJUMP et GvSIG conformément à notre volonté de promouvoir au maximum les outils libres et/ou gratuits notamment dans le cadre d'une recherche publique. L'automatisation de la succession des traitements spatiaux n'a pas été réalisée par manque de temps. La formalisation graphique de la démarche (en annexes) par étapes pourrait très bien servir de socle à une automatisation future (modelbuilder, plugin QGIS, etc.).

4.2.2 Fermeture du fond de vallée et mise en culture de la plaine alluviale

Étudier l'occupation du sol des plaines alluviales des deux rivières à deux dates précises (1950-2016) peut servir de base à de nombreuses analyses, caractériser les fonds de vallées et reconstituer leurs trajectoires paysagères. Ces analyses peuvent reposer sur des indicateurs paysagers qui présentent l'avantage de mettre en lumière des spécificités sur une thématique choisie. Plusieurs indicateurs paysagers ont été développés par l'écologie du paysage et malgré le fait que les approches et objectifs des écologues et des géographes ne soient pas toujours compatibles (2.2.1), il n'est pas rare que ces derniers

[117] Les écarts de valeurs entre 1950 et 2016 sur un même hydrosystème s'expliquent par le fait que la digitalisation a été réalisée au-delà des limites de la plaine alluviale (les parcelles « à cheval » et adjacentes ont été prises en compte). La couche géographique de la plaine alluviale a servi de patron de découpage à la fin de l'élaboration des données.

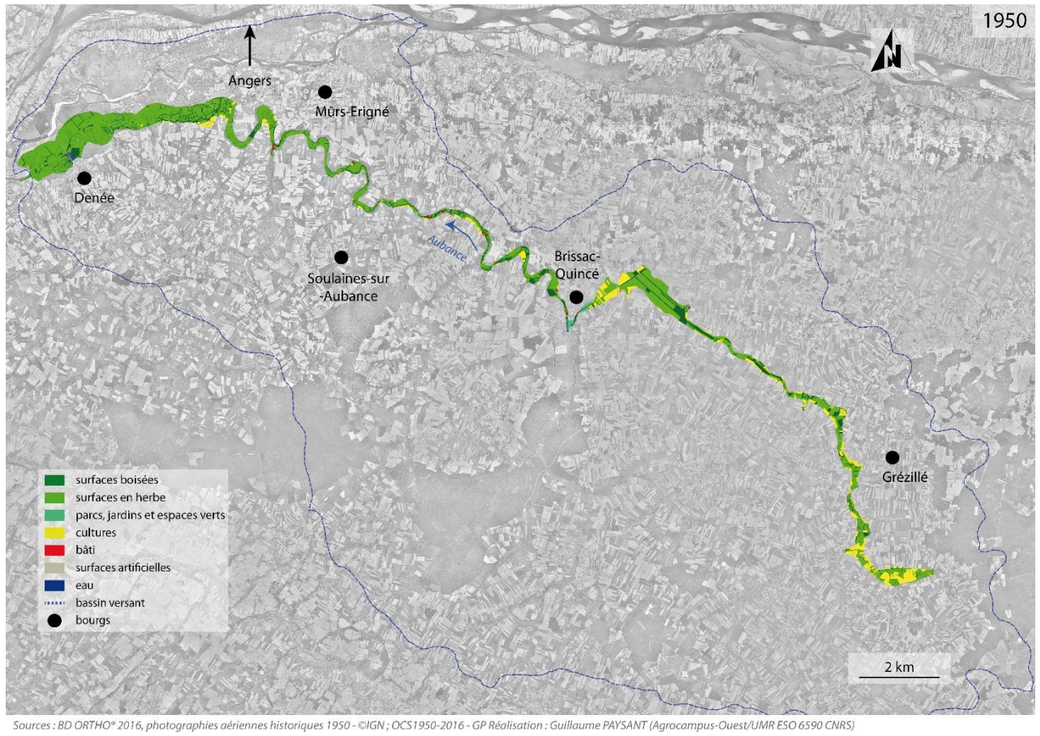
[118] Joliveau, T. (1996). Gérer l'environnement avec des S.I.G. Mais qu'est-ce qu'un S.I.G. ? / Managing environment with G.I.S. But what is a G.I.S. ? Revue de Géographie de Lyon, 71(2), 101–110

les mobilisent dans le cadre de leur étude. Ces métriques peuvent porter par exemple sur les tâches par hectare, leur taille, les frontières partagées, des indices de formes, de complexité ou bien se positionner en indices synthétiques (Hilal et al. 2008). Ces analyses peuvent se faire via des logiciels spécialisés de l'écologie du paysage comme par exemple fragstats (Mcgarigal et al. 2002; Dufour 2005) ou le plugin QGIS LecoS (Jung 2013; Jung 2016). Les possibilités concernant l'analyse des réseaux écologiques sont assez nombreuses. On peut citer par exemple Conefor (Saura et Torné 2009), Land Facet Corridor Analysis (Beier et Brost 2010), Graphhab (Foltête, Clauzel et Vuidel 2012) ou encore Circuitscape (McRae, Shah et Mohapatra 2013). Les approches du paysage peuvent également porter sur les analyses de visibilité (Brossard, Joly et Pierret 1993) par le logiciel PixScape (Sahraoui, Youssoufi et Foltête 2016; Sahraoui et al. 2018) notamment. Enfin, des analyses paysagères similaires peuvent être réalisées directement sur des logiciels SIG classiques, comme QGIS, par croisements de facteurs (Germaine 2009a). Dans notre cas, nous avons utilisé le plugin LecoS de QGIS pour extraire des indicateurs issus de l'écologie du paysage et avons créé nos propres indicateurs directement sur un logiciel SIG (QGIS principalement).

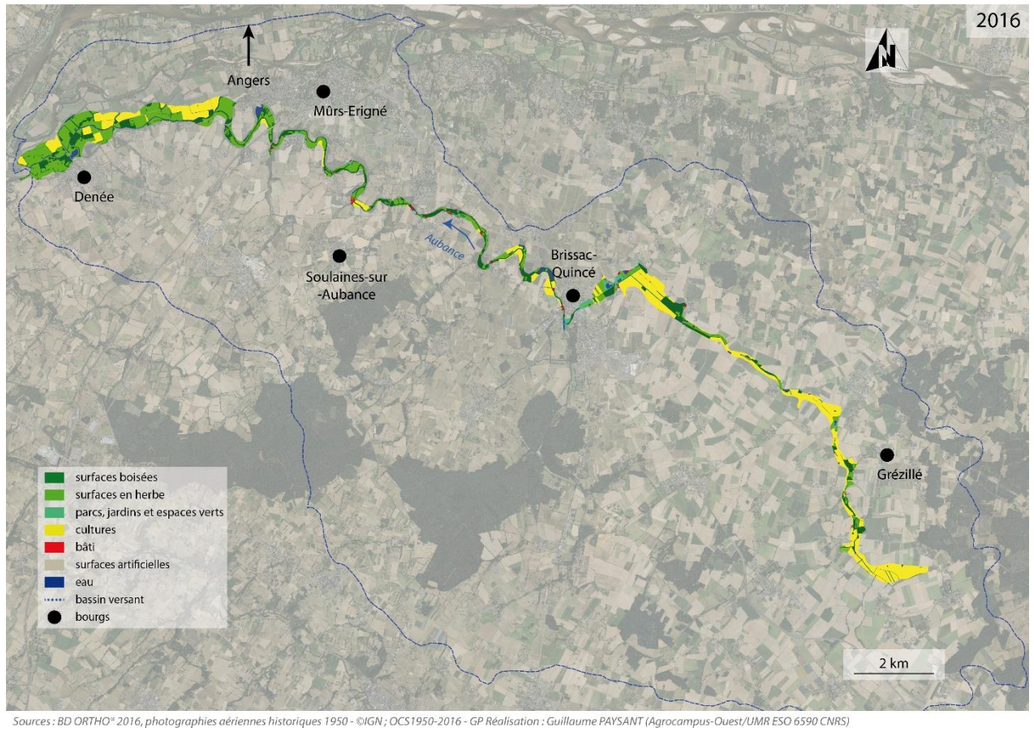
Les données d'occupation du sol originales produites dans le cadre de ce projet de recherche sont présentées en figure 63. Compte tenu de nos objectifs, caractériser les structures du paysage et de faire le lien avec les usages, nous avons retenu une typologie mélangeant volontairement utilisation du sol et occupation du sol et dont les classes sont discriminables aussi bien sur des images récentes à haute résolution spatiale que sur les photographies aériennes en noir et blanc de moins bonne qualité de 1950. Ce premier niveau de catégorisation nous permet de caractériser des structures générales, pouvant guider une caractérisation plus fine si nécessaire pour la suite (exemple : surface boisée > peupleraie). La typologie retenue et des exemples d'éléments paysagers caractérisés par les différentes classes sont présentés ci-dessous :

- **Surface en herbe** : prairies de fauche, pâtures, zones enherbées de loisirs ou de transition entre deux espaces,
- **Surface boisée** : zones enfrichées avec présence de ligneux, peupleraies, forêts de feuillus, de conifères et forêts mixtes, haies,
- **Parcs, jardins et espaces verts** : parcs publics et privés, jardins de particuliers et publics, jardins familiaux (autrefois appelés « jardins ouvriers »), espaces verts de manière générale,

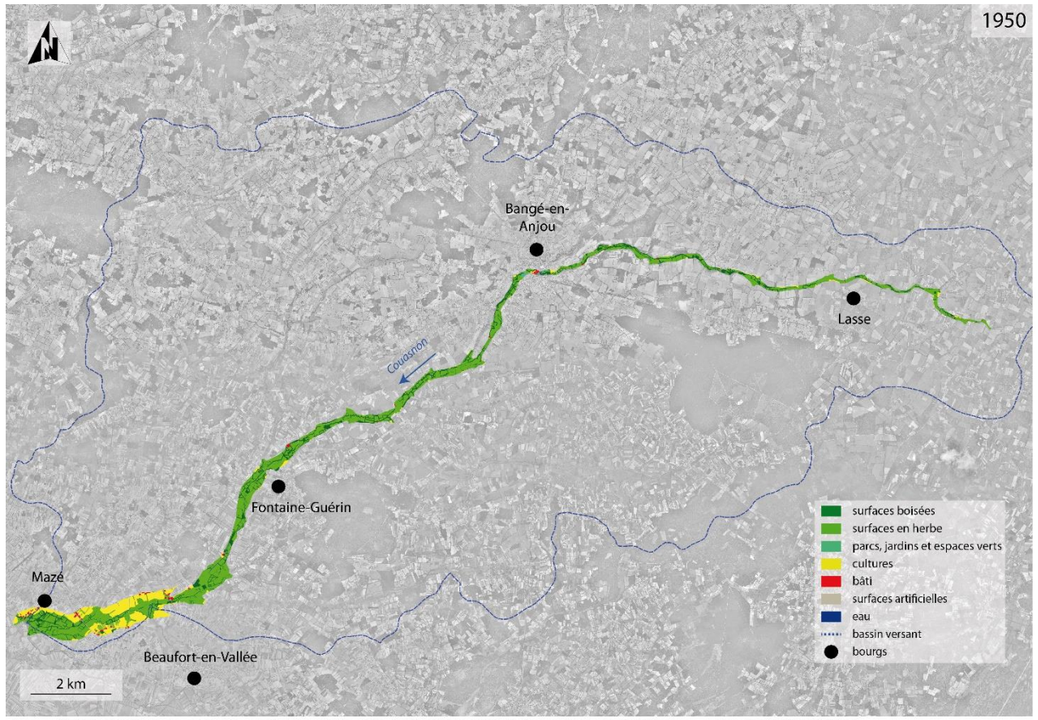
- **Cultures** : parcelles en cultures (blé, tournesol, colza, maïs …. hors fruitiers),
- **Fruitiers** : parcelles de cultures d'arbres fruitiers,
- **Bâti** : habitations individuelles ou collectives, bâtiments industriels, administratifs, commerciaux et espaces associés (surface artificielle goudronnée ou autre, adjacente au bâtiment),
- **Surfaces artificielles** : routes, parkings, surfaces artificielles en attente d'affectation,
- **Eau** : surfaces en eau de type plans d'eau (étangs de pêche, de baignade, privés ou publics, bassins de lagunage ou autre espace en eau associé aux stations d'épuration, bassin d'orage routier…) ou rivière lorsque le lit est suffisamment large pour être discriminé au 1/3 000^{e} et n'est pas dissimulé sous la végétation ou une route,
- **Chemins ou surface en terre** : chemins de terre, accès agricoles en terre, amas de terre ou de matériaux associés visibles au sein d'une carrière ou autre, terrains de terre en attente de construction, etc.



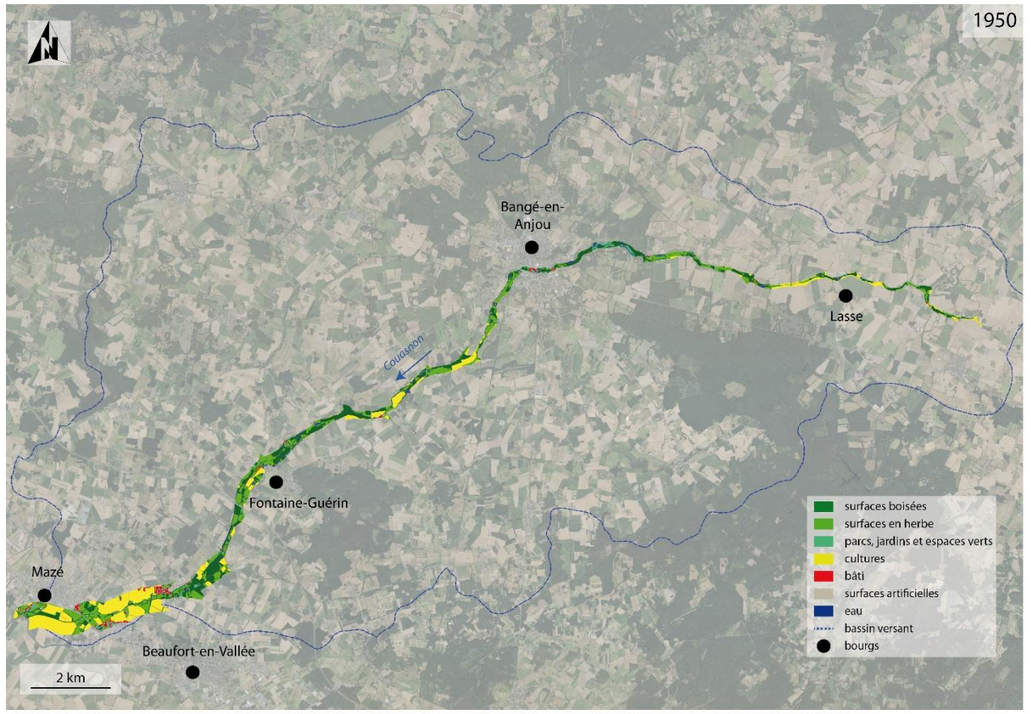
Sources : BD ORTHO® 2016, photographies aériennes historiques 1950 - ©IGN ; OCS1950-2016 - GP Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS)



Sources : BD ORTHO® 2016, photographies aériennes historiques 1950 - ©IGN ; OCS1950-2016 - GP Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS)



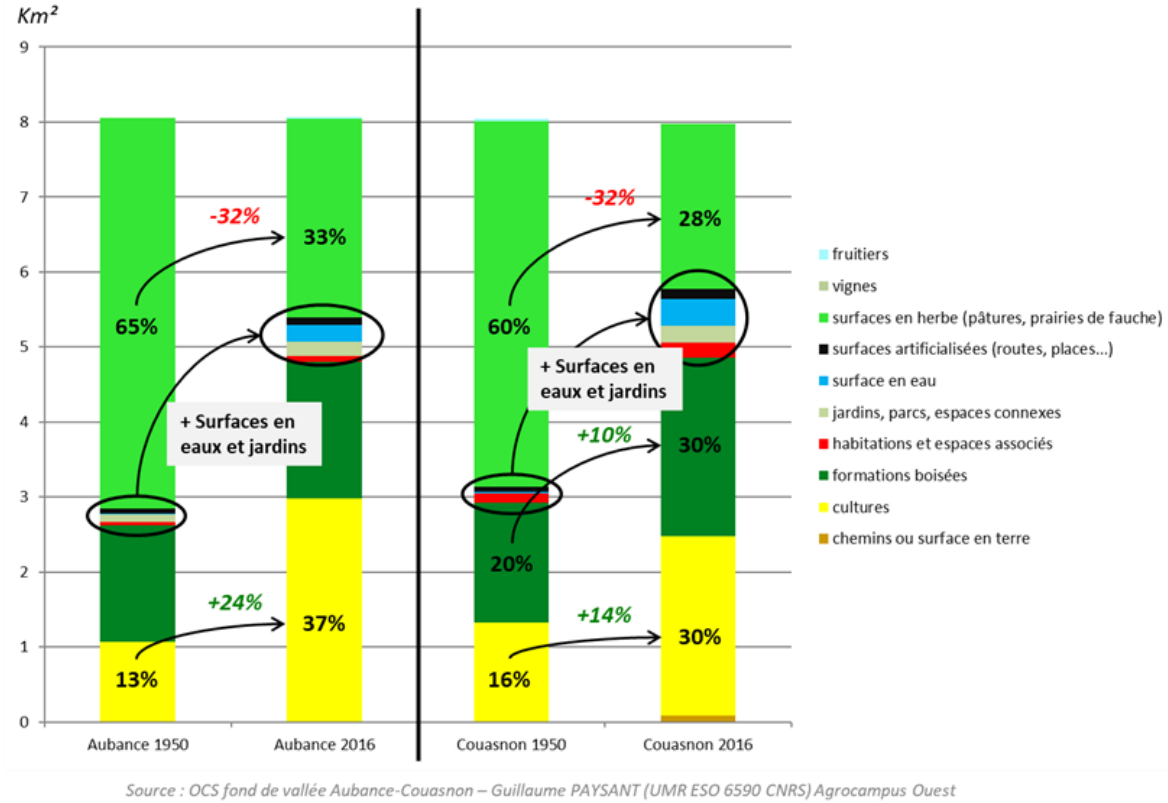
Sources : BD ORTHO® 2016, photographies aériennes historiques 1950 - ©IGN ; OCS1950-2016 - GP Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS)



Sources : BD ORTHO® 2016, photographies aériennes historiques 1950 - ©IGN ; OCS1950-2016 - GP Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS)

Figure 63. Occupation du sol de l'Aubance et du Couasnon en 1950 et 2016 (réalisation : GP)

Une approche « à première vue » des changements d'occupation du sol entre ces deux dates révèle deux tendances majeures pour l'Aubance et le Couasnon : la mise en culture toujours plus importante de la plaine alluviale d'une part, et la fermeture du fond de vallée par le boisement d'autres secteurs. L'analyse quantitative à l'échelle des deux plaines alluviales confirme ces deux tendances (figure 64) :



Source : OCS fond de vallée Aubance-Couasnon – Guillaume PAYSANT (UMR ESO 6590 CNRS) Agrocampus Ouest

Figure 64. Quantification des changements d'OCS des deux plaines alluviales (1950-2016) - réalisation : GP

Une caractérisation des dynamiques d'occupation du sol a été réalisée afin de connaitre les successions de catégories d'occupation dans un intervalle de temps donné. Pour cela, des matrices de transition (tableau 12 et tableau 13) ont été construites par la méthode de carroyage, qui se présente comme étant une solution simple et adéquate pour visualiser et caractériser l'évolution du sol à travers des cellules (Antoni 2006). La comparaison des matrices de transition des deux hydrosystèmes permet de constater que leurs dynamiques sont différentes sur plusieurs points. Entre 1950 et 2016 dans la plaine alluviale du Couasnon, les surfaces en herbe ont été principalement remplacées par les surfaces en boisées et dans une moindre mesure par les cultures (tableau 13, cellules avec fond vert). Pour l'Aubance, ce sont principalement les cultures qui ont gagnées sur les surfaces en herbe, puis les formations ligneuses. Le Couasnon voit ses surfaces en eaux augmenter de manière plus importante que l'Aubance, mais dans les deux cas, celles-ci remplacent prioritairement les surfaces en herbe et dans des proportions légèrement

inférieures des zones boisées. Les classes concernant l'artificialisation des sols (« bâtis et espaces connexes » ainsi que « surfaces artificialisées ») gagnent principalement sur les surfaces en herbe pour l'Aubance, quand elles concernent davantage les zones en cultures pour le Couasnon. À ce stade de l'analyse et malgré des proportions de changements quelque peu différentes, les trajectoires semblent assez semblables entre les deux hydrosystèmes.

Tableau 12. Matrice de transition de l'occupation du sol de l'Aubance (1950-2016)

Aubance	occupation du sol de 2016 (ha)										
occupation du sol de 1950 (ha) — Classes	Surfaces boisées	Surfaces en herbe	Cultures	Vignes	Bâtis et espaces connexes	Surfaces artificialisées	Jardins, parcs et espaces associés	Surfaces en eau	Chemins, surfaces en terre	Fruitiers	Total
Surfaces boisées	70,27	37,11	35,80	0,01	0,81	1,62	2,05	8,11	0,19	0,14	**156,12**
Surfaces en herbe	95,73	204,02	194,47	0,00	2,18	3,72	6,17	13,66	1,00	0,09	**521,04**
Cultures	11,56	20,24	65,85	0,12	0,74	0,42	5,53	0,39	0,00	1,80	**106,65**
Vignes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Bâtis et espaces connexes	1,39	0,11	0,12	0,00	2,40	0,16	0,36	0,00	0,00	0,00	**4,53**
Surfaces artificialisées	1,55	0,81	0,65	0,04	0,36	3,19	0,16	0,10	0,02	0,00	**6,87**
Jardins, parcs et espaces associés	1,18	0,47	0,01	0,00	0,51	0,54	5,12	0,32	0,00	0,00	**8,15**
Surfaces en eau	0,23	1,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	1,04	0,00	0,00	**2,34**
Chemins, surfaces en terre	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	**0,14**
Fruitiers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Total	**181,98**	**263,78**	**296,90**	**0,16**	**7,00**	**9,68**	**19,46**	**23,62**	**1,22**	**2,03**	**805,83**

Tableau 13. Matrice de transition de l'occupation du sol du Couasnon (1950-2016)

Couasnon	occupation du sol de 2016 (ha)										
occupation du sol de 1950 (ha) — Classes	Surfaces boisées	Surfaces en herbe	Cultures	Vignes	Bâtis et espaces connexes	Surfaces artificialisées	Jardins, parcs et espaces associés	Surfaces en eau	Chemins, surfaces en terre	Fruitiers	Total
Surfaces boisées	73,37	35,83	27,22	0,00	0,81	1,38	3,97	14,27	2,15	0,00	**159,00**
Surfaces en herbe	150,82	156,12	136,89	0,00	2,38	3,44	8,33	19,07	3,97	0,00	**481,02**
Cultures	10,57	25,17	70,71	0,00	7,71	3,47	7,54	0,27	1,55	0,00	**126,97**
Vignes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Bâtis et espaces connexes	1,26	1,04	0,17	0,00	6,47	0,98	1,04	0,19	0,17	0,00	**11,32**
Surfaces artificialisées	0,80	0,33	0,21	0,00	0,36	4,35	0,15	0,08	0,16	0,00	**6,45**
Jardins, parcs et espaces associés	1,20	0,21	0,00	0,00	0,50	0,09	1,19	0,07	0,00	0,00	**3,26**
Surfaces en eau	0,10	0,05	0,00	0,00	0,01	0,04	0,04	1,14	0,00	0,00	**1,38**
Chemins, surfaces en terre	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,01**
Fruitiers	0,60	1,74	3,82	0,00	0,89	0,11	0,69	0,00	0,51	0,00	**8,37**
Total	**238,73**	**220,48**	**239,02**	**0,00**	**19,13**	**13,86**	**22,94**	**35,09**	**8,53**	**0,00**	**797,77**

** la coloration verte sert d'exemple pour l'interprétation de la matrice. Dans ce cas, il faut lire : Pour le Couasnon, il y a 150,82 hectares qui étaient en herbe en 1950 et qui sont devenus des surfaces boisées en 2016 et 136,86 hectares qui étaient des surfaces en herbe en 1950 et sont devenues des cultures en 2016.*

Au-delà du constat de ces changements globaux de types d'occupation du sol, il est nécessaire de caractériser la spatialité de ces évolutions d'un point de vue paysager.

Une restructuration du parcellaire héritée de la PAC

L'étude du parcellaire des deux terrains entre les deux dates montre une perte du nombre de parcelles (-840 pour l'Aubance, soit une perte de 67% ; -619 pour le Couasnon, soit une perte de 54%) pour une augmentation de la surface moyenne de celles restantes (+0,85 ha pour l'Aubance ; +0,33 ha pour le Couasnon). Un exemple est présenté ci-dessous : une parcelle de 2016 (polygone blanc) a remplacé de nombreuses parcelles de 1950 (au moins 6).

Figure 65. Exemple des effets de la restructuration du parcellaire dans la plaine alluviale du Couasnon entre 1950 (polygone blanc) et 2016 (reste de l'image) - Beaufort-en-Vallée (réalisation : GP)

Afin de caractériser et spatialiser ces changements, l'indice de densité de parcelles a été sélectionné. Pour ce faire, les parcelles retenues ont été transformées en entités de type « point » puis une analyse raster de « densité de points » sur le logiciel ArcGIS® de ©ESRI a été mobilisée en considérant les paramètres suivants :

- Ne sont concernées que les parcelles dont l'OCS est : « surface en herbe » et « culture » (la délimitation parcellaire des autres types d'OCS étant trop floue sur PVA)
- Seules les parcelles de plus de 700 m² sont prises en compte (suite à différents tests – pour exclure au maximum les parcelles amputées par la découpe par la couche de plaine alluviale)

- Un rayon de recherche de 500m est appliqué – avec une résolution spatiale de sortie de 10m (paramètres ArcGIS®)
- Pour la représentation cartographique : la classification a été faite en 5 classes selon la méthode des seuils naturels (Jenks) qui présente l'avantage de maximiser les écarts inter-classes et de minimiser les écarts intra-classes

Le tableau suivant (tableau 14) et la boite à moustache de la densité de parcelles aux deux dates (figure 66) permettent d'évaluer l'évolution de cet indicateur dans le temps.

Tableau 14. Synthèse statistique de l'évolution de la densité de parcelle (Aubance et Couasnon - 1950 et 2016)

	Aubance 1950	*Aubance 2016*	*Couasnon 1950*	*Couasnon 2016*
moyenne	46,04	15,58	40,80	19,29
médiane	37,64	15,38	27,35	15,75
écart-type	26,57	6,90	34,01	11,55
minimum	0,00	0,00	9,06	2,41
maximum	141,29	35,18	154,27	53,32

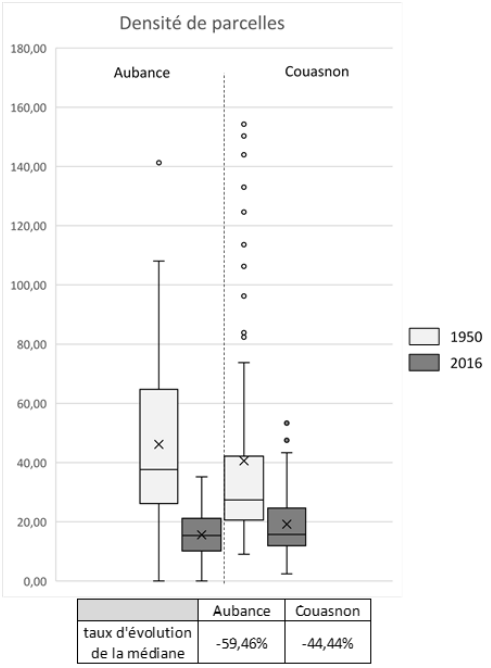


Figure 66. Boites à moustache de densité de parcelles aux deux dates

La densité de parcelles diminue drastiquement (taux d'évolution de la médiane de -68,12% pour l'Aubance et -53,33% pour le Couasnon), traduisant un agrandissement de celles-ci, ainsi qu'une conversion vers une occupation du sol non prise en compte dans ce calcul (comme les surfaces boisées, exclues de cet indice car difficiles à délimiter par photo-interprétation). L'intensification de l'activité agricole transparait dans ces évolutions.

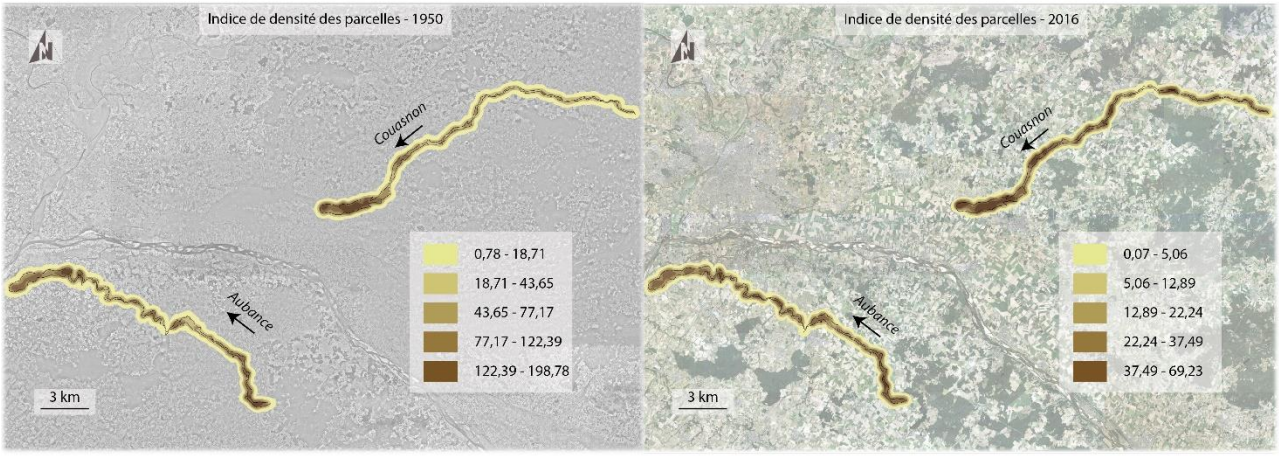


Figure 67. Cartographie de l'indice de densité de parcelles - 1950-2016 (réalisation : GP)

L'indice de densité de parcelles est sensible à la largeur de la plaine alluviale, car seules les parcelles qui s'y trouvent sont prises en compte (celles « débordant » sur les versants sont découpées par le fonds de vallée). Ainsi, un secteur dans lequel la plaine alluviale est large peut avoir tendance à augmenter l'indice (car plus de parcelles), mais dans d'autres cas il peut le diminuer (les parcelles découpées comptent également). Ce phénomène se retrouve sur le Couasnon en 1950 (figure 67) où toute la partie amont (plaine alluviale étroite) présente une densité de parcelles faible (en comparaison avec la partie aval). L'extrême aval du Couasnon présente un indice fort comme l'aval de l'Aubance. L'Aubance de 1950 présente une situation plus complexe dans laquelle les secteurs en amont (à plaine alluviale plus ou moins large) ont une densité de parcelles très élevée. De plus en amont de Brissac, bien que la plaine alluviale s'élargisse (lieu où un vaste étang a été effacé au XIXe siècle), l'indice de densité est très faible.

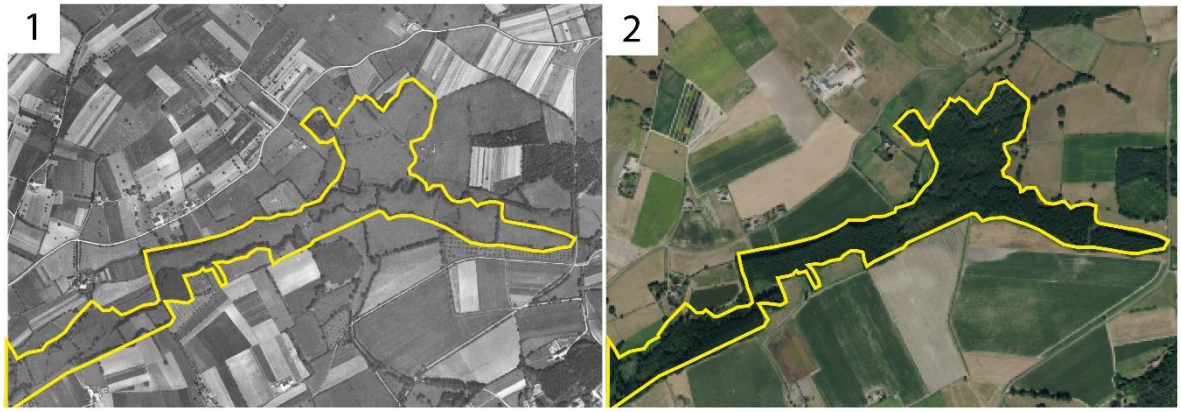
En 2016, la densité de parcelles est largement plus faible pour les deux plaines alluviales, comme précisé suite à l'étude de la synthèse statistique (tableau 14). On observe en revanche dans la répartition spatiale de l'indice de densité de parcelles, une homogénéisation certaine pour les deux rivières. En effet, beaucoup plus de secteurs du

Couasnon présentent les indices les plus forts et ce dès l'amont (mais les valeurs sont inférieures à celles de 1950). Pour les deux vallées, la dichotomie amont-aval se vérifie ainsi beaucoup moins au regard de cet indice.

Globalement, la densité de parcelles est bien moindre en 2016 qu'en 1950. Cela est principalement dû à la restructuration du parcellaire liée à la PAC afin d'agrandir les parcelles pour optimiser leur exploitation. En 1950, les parcelles dans un large fond de vallée sont généralement plus grandes (densité faible) car dédiées au pâturage ou à la fauche (particulièrement vrai pour l'Aubance). En 2016, les densités de parcelles ne sont plus sensibles à la largeur de la plaine alluviale, témoignant d'une certaine maitrise des terres en fond de vallée suite à leur « assainissement » acquis par le drainage mis en place et les travaux de recalibrage/rectification.

Une mutation des formations boisées – « tâches » et haies en régression pour une densification du boisement

L'analyse diachronique (1950-2016) des cartes d'occupation du sol montre une expansion importante des surfaces boisées et ce pour les deux plaines alluviales (figure 68). Cette classe mérite donc une analyse spécifique afin de caractériser la progression. En s'intéressant aux formations boisées, plusieurs types de boisements sont abordés dont les structures, la gestion et les usages sont différents. En effet, les linéaires de haies comme les tâches boisées sont pris en compte, ces dernières peuvent être elles-mêmes de natures diverses : peupleraies, résineux, broussailles, etc., et associés à des facteurs différents (déprise agricole, production forestière, valorisation du foncier…).



Boisement du fonds de vallée illustré sur la commune de Fontaine-Guérin (BV du Couasnon) au lieu dit «Martru», entre 1949 (1) et 2016 (2). Le trait jaune matérialise le patron forestier de 2016. Sources : ©IGN - BD ORTHO® ; Photographies aériennes historiques (fourni par WMS par GEOPAL).

Figure 68. Illustration du boisement du fond de vallée - Fontaine-Guérin (BV du Couasnon) - réalisation : GP

Dans le cadre de cette analyse paysagère, ce type d'occupation du sol a été isolé pour les deux dates. L'analyse s'est faite en méthode « raster » car elle présente l'avantage de ne pas être soumise aux problèmes liés à la topologie et de traiter l'espace comme une matrice. Ainsi les surfaces boisées ont été rastérisées à une résolution spatiale de 5 mètres offrant un bon compromis entre le poids de fichier (et donc le temps de traitements pour la suite) et la préservation des données[119].

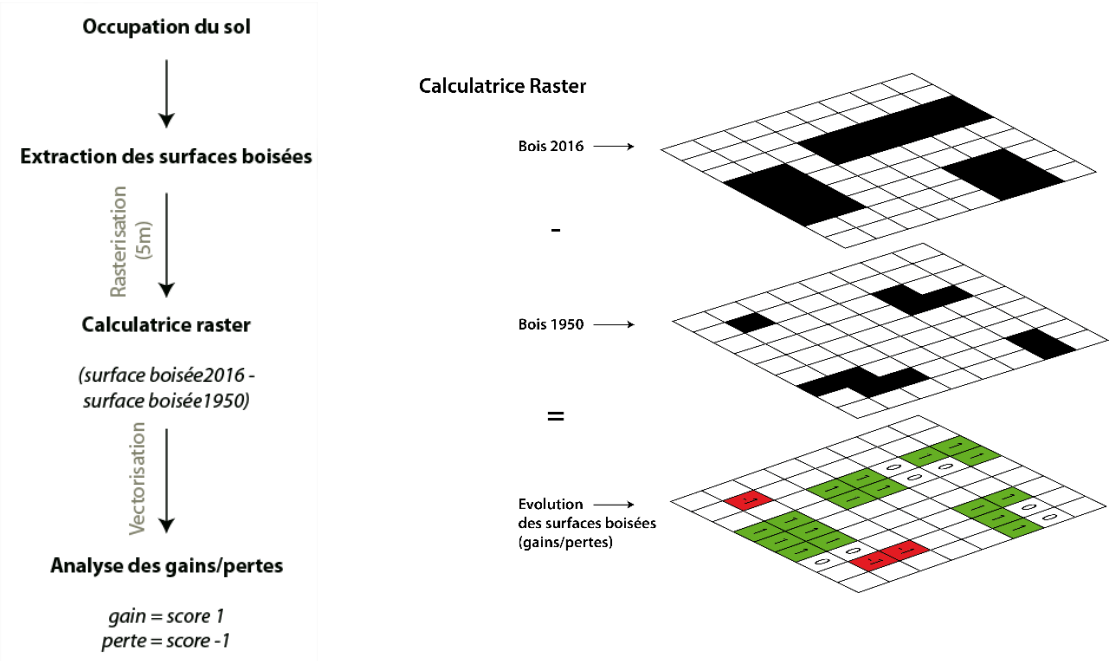
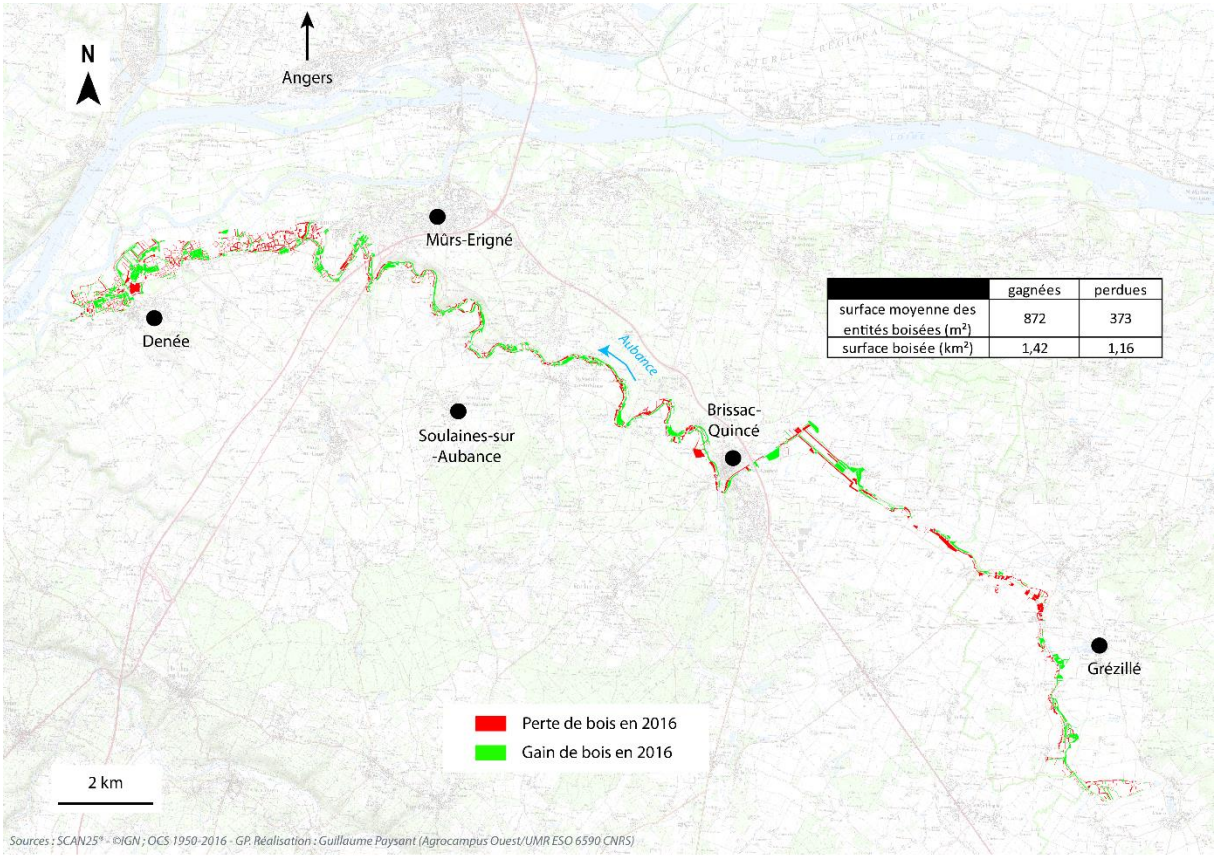


Figure 69. Méthode de traitement des surfaces boisées par la calculatrice Raster (réalisation : GP)

Une analyse des changements est produite pour chacune des plaines alluviales.

[119] Unité spatiale censée être la plus faible pour les surfaces boisées : les haies de classe 1 (les plus « fines ») font 5 mètres de large et seront donc prises en compte (1 pixel pour les représenter).



	gagnées	perdues
surface moyenne des entités boisées (m²)	872	373
surface boisée (km²)	1,42	1,16

Figure 70. Évolution des surfaces boisées dans la plaine alluviale de l'Aubance (1950-2016) - réalisation : GP

Pour la vallée de l'Aubance, la spatialité de ces changements est présentée figure 70. Les pertes les plus importantes sont concentrées entre Grézillé et Brissac-Quincé pour la partie amont, et Mûrs-Erigné et Denée pour la partie aval. La dynamique de boisement est quant à elle plutôt répartie sur l'ensemble de la plaine alluviale (hormis un secteur à l'aval de Grézillé). De manière globale la plaine alluviale subit une dynamique de fermeture du paysage, les gains de surfaces boisées étant supérieurs aux pertes (environs 0,26 km² de surface boisée supplémentaire). L'analyse de la structure morphologique de ce boisement est révélatrice de cette dynamique. Les entités boisées perdues entre 1950 et 2016 ont une surface moyenne de 373 m² quand les surfaces boisées supplémentaires de 2016 présentent une surface moyenne de 872 m². Globalement, ce sont donc des surfaces boisées importantes qui ont remplacé de petites tâches voir des haies, comme le montre la carte (figure 70).

Le Couasnon subit lui aussi une dynamique de fermeture du paysage (figure 71).

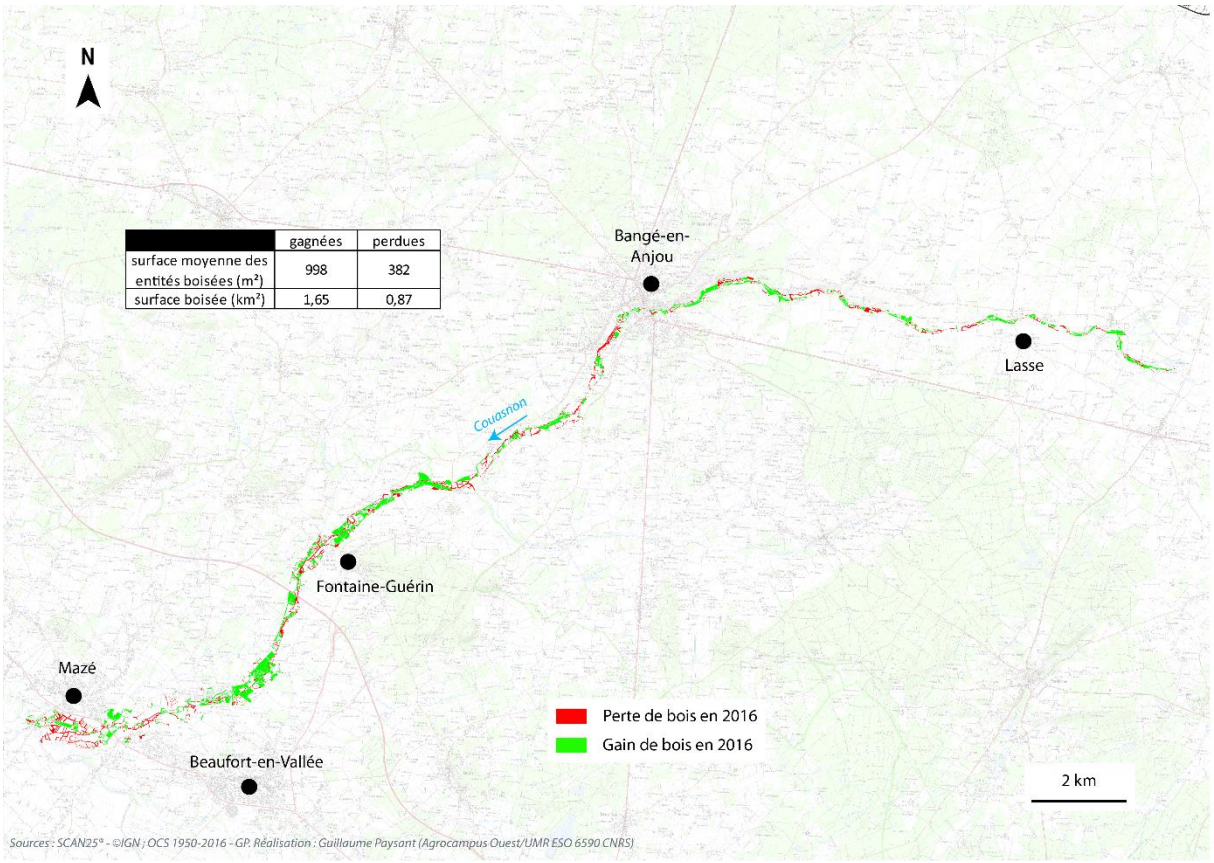


Figure 71. Évolution des surfaces boisées dans la plaine alluviale du Couasnon (1950-2016) - réalisation : GP

Cette dynamique de boisement est plus importante encore que sur l'Aubance puisqu'un gain de 0,79 km² a été recensé. Là aussi les « petites tâches boisées » et haies ont été remplacées par des surfaces boisées plus importantes (+ 616 m² de surface moyenne par nouvelle entité en 2016). Le boisement semble réparti sur quasiment l'ensemble du linéaire hormis l'extrême aval (au sud du bourg de Mazé), qui présente pourtant une large plaine alluviale qui aurait pu être propice à cette dynamique de fermeture.

La déprise agricole, se traduisant souvent par une augmentation des surfaces boisées, était signalée en 1993 comme étant un phénomène ayant démarré au début des années 1980 (Cavailhes et Normandin 1993). Cette étude indique que la tendance touche particulièrement le nord-ouest et le sud-est de la France entre 1980 et 1990. Dans le nord-ouest pendant cette période, les sols « sans usages » ont aussi augmenté (les friches, les landes et divers sols « naturels » type marais, rochers, dunes…) tout comme les « sols artificialisés ». Ces derniers sont des sols à usage résidentiel, industriel, tertiaire ou affectés aux réseaux de transport, construits ou non. Ils peuvent prendre la forme de jardins, pelouses résidentielles, pelouses de loisir….

Les auteurs de cette étude affirment que 67% de la progression nationale des surfaces en peupleraies s'est faite au détriment des prairies et celle des bois et forêts sur des parcours[120] (37%) et des prairies (33%). Ils identifient l'instauration des primes annuelles au boisement des terres agricoles de la PAC comme un facteur important pouvant modifier sensiblement les comportements des exploitants agricoles. Cela révèle un changement de logique, d'abord exclusivement patrimoniale vers une logique combinant revenus et placement (Cavailhes et Normandin 1993).

Le cas de l'arasement des haies

L'analyse précédente a révélé une augmentation de la surface moyenne des entités boisées pour l'Aubance et davantage encore pour le Couasnon. Cette évolution de la morphologie des surfaces boisées peut accompagner une transformation des paysages ruraux liée à la régression des haies. En traitant ces dernières comme entités linéaires, nous pouvons estimer leur régression entre 1950 et 2016. Une perte de 59,23 kilomètres linéaires a été calculée pour l'Aubance et de 63,3 kilomètres linéaires pour le Couasnon. La figure suivante présente le cas de l'aval de l'Aubance (embouchure avec le Louet) où la comparaison des linéaires aux deux dates est révélatrice des usages agricoles actuels. Au mieux il ne reste que quelques arbres isolés témoins des haies de 1950, quand celles-ci n'ont pas été complètement remplacées par des peupleraies (figure 72).

[120] Surfaces en herbe au potentiel productif très limité telles que : friche, marais etc plutôt dédié au pâturage extensif et présentant souvent quelques ligneux.

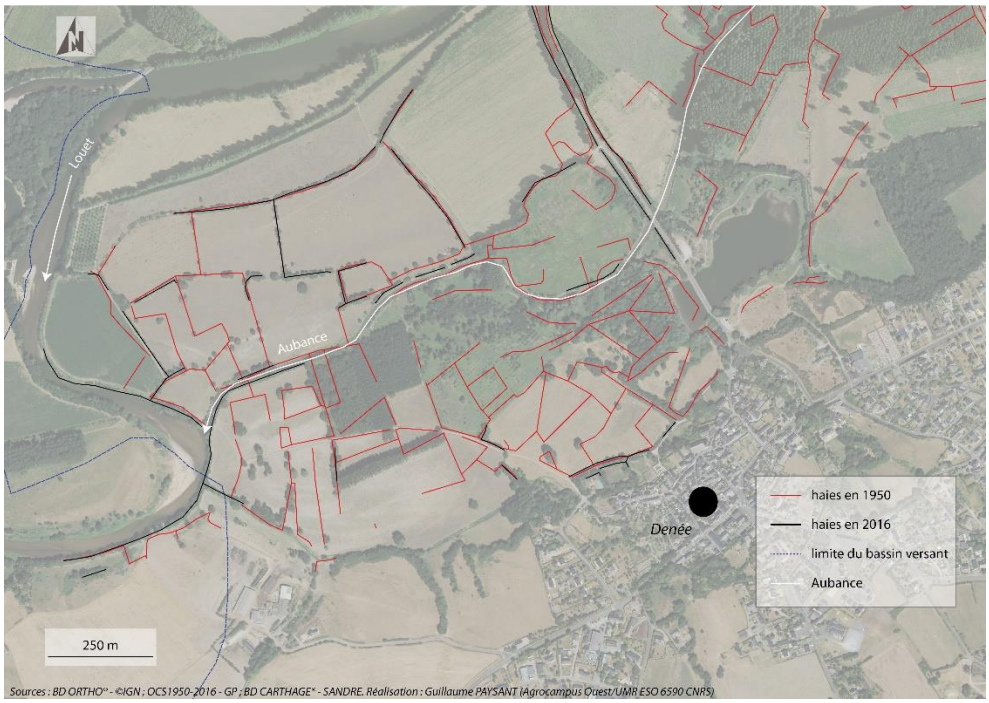


Figure 72. Évolution des linéaires de haies 1950-2016 - cas de l'aval de l'Aubance (Denée – confluence avec le Louet) - (réalisation : GP)

Un calcul de densité de haies (pondéré par la classe de largeur[121], figure 62) a été réalisé afin d'estimer et de spatialiser l'arasement en question. En complément, et toujours dans l'objectif de caractériser le réseau de haies, un indice de connectivité[122] a été élaboré en parallèle. Cet indice est défini par la liaison entre au moins deux linéaires de haies différents (figure 73).

[121] La pondération a été appliquée comme suit : code largeur 1 (haies <7m larg) = 1 ; code larg 2 (haies entre 8-14m) = 1,5 ; code larg 3 (haies >15m) = 2

[122] Techniquement, un graphe planaire a été généré sur le réseau de haies (sous OpenJUMP) puis une suppression des doublons géométriques est réalisée. Pour supprimer les derniers doublons, un champ composé des coordonnées *x* et *y* de chaque point est créé et les doublons attributaires sont supprimés eux aussi. Une jointure spatiale sur ArcGIS entre cette couche de points et la couche du réseau de haies permet d'obtenir le nombre de lignes croisées par point dans un nouveau champ. La pondération est obtenue en enlevant 1 au résultat obtenu précédemment (une extrémité de haie isolée n'étant pas considérée comme une connexion, Figure 73).

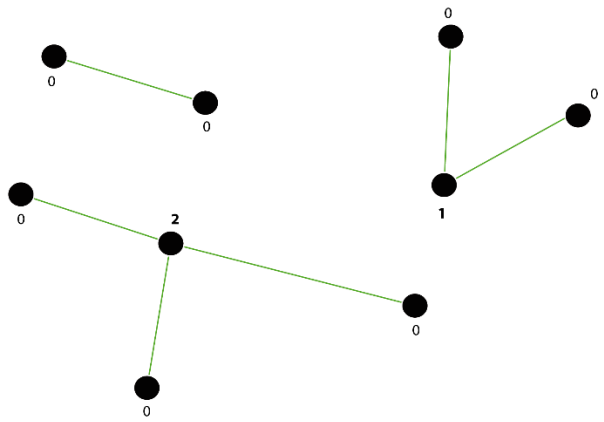


Figure 73. Schéma illustrant la prise en compte de la connectivité des haies

Là aussi une pondération est appliquée par le nombre de connexions.

L'analyse de l'évolution des densités et connectivité des haies est présentée ci-dessous (figure 74) :

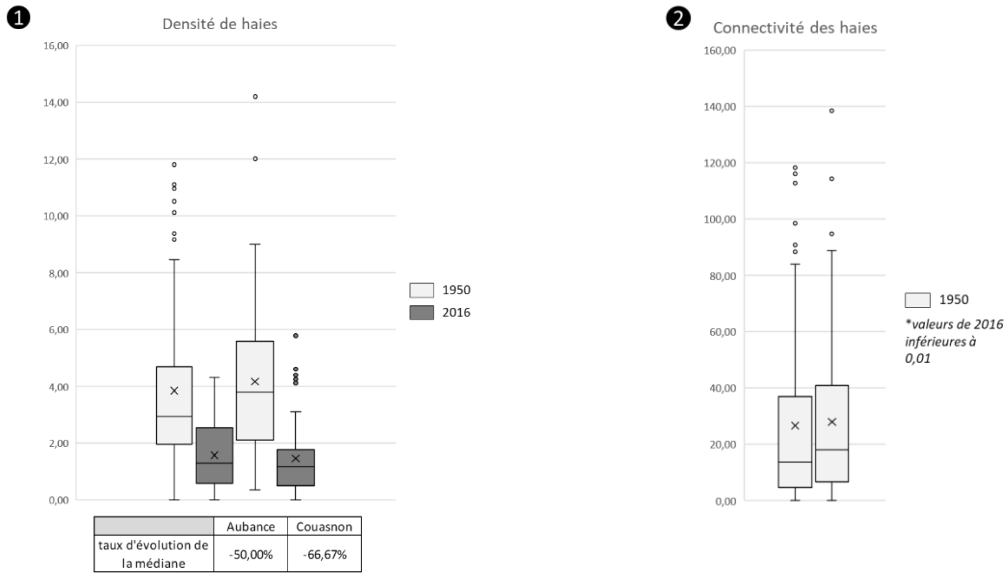
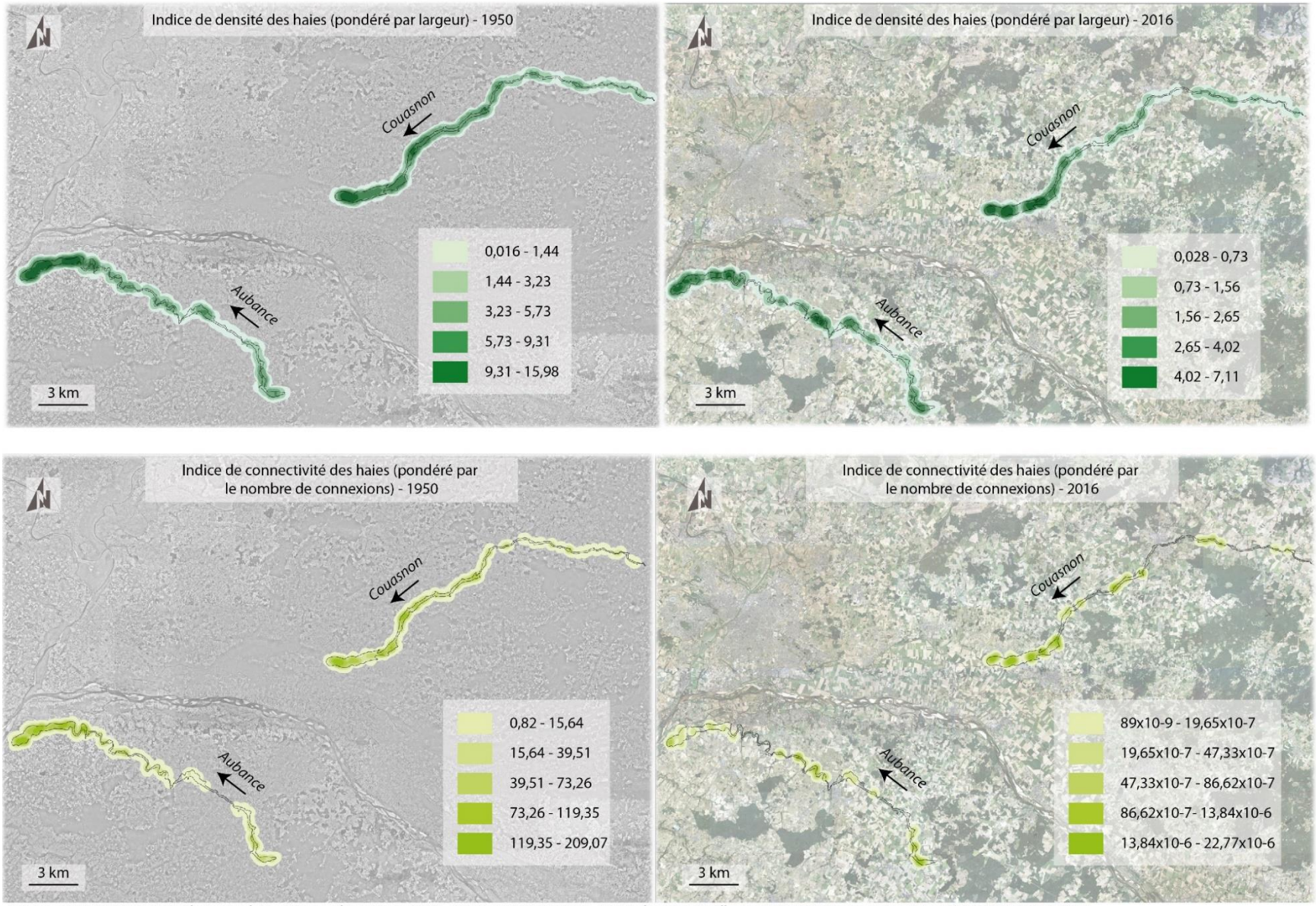


Figure 74. Boites à moustache de densité (1) et de connectivité (2) des haies aux deux dates

Entre 1950 et 2016 la densité de haies diminue de plus de moitié (-55,93% pour l'Aubance, -69,21% pour le Couasnon) quand la connectivité devient quasi-inexistante (inférieure à 0,01). Les valeurs de densités de parcelles et densités de haies sont bien plus éclatées en 1950 pour les deux cas alors que les valeurs et leur dispersion sont bien moindres en 2016 comme l'illustrent les boites à moustaches. Cela indique une homogénéisation des espaces au sein de ces hydrosystèmes que ces trois indicateurs ne permettent plus de caractériser significativement. En s'intéressant à l'évolution du parcellaire et du réseau de haies aux deux dates, la mutation du paysage agricole vers un système plus productif parait évidente pour les deux hydrosystèmes.

Les résultats cartographiques des deux indices de haies aux deux dates sont présentés ci-dessous (les classes sont définies selon la méthode des seuils naturels – dite de Jenks, figure 75).



Sources : BD ORTHO® 2016, photographies aériennes historiques 1950 - ©IGN ; OCS1950-2016 - GP Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS)

Figure 75. Indicateurs de densité et de connectivité des haies en 1950 et 2016 (réalisation : GP)

Ces indices permettent d'établir plusieurs analyses concernant l'évolution des haies pendant cette période. Bien sûr, l'indice de connectivité est dépendant de l'indice de densité des haies, car pour qu'il y ait une connexion encore faut-il qu'il y ait des haies. Que ce soit pour 1950 comme pour 2016, les secteurs en aval présentent globalement les scores les plus élevés, surtout concernant la densité des haies. Pour l'Aubance, la connectivité présente ses meilleurs scores en 2016 sur des secteurs amont (en aval de Brissac, et près de la source à Louerre) quand en 1950 les haies les plus connectées étaient essentiellement en aval, associées aux prairies encore présentes dans la large plaine alluviale.

De manière générale, les deux indices déclinent drastiquement pour les deux vallées entre les deux dates. Cette régression peut s'expliquer par la mutation du paysage rural impulsée par la politique de modernisation de l'agriculture de l'après seconde guerre mondiale où la haie ne bénéficie plus d'un crédit évident et se positionne davantage comme une contrainte pour les agriculteurs. Meynier parlait en ces termes du bocage et de son élément phare, la haie : « *L'enclos, principalement planté, fait perdre de la place pour la culture, directement par la surface occupée, indirectement par l'ombre portée et ceci d'autant plus que les parcelles closes sont petites, 10 % sur grande parcelle (dont 4 directement), jusqu'à 25 % sur petite. Il gêne les manœuvres des charrues, aujourd'hui celles des machines motorisées. Il est long et fastidieux à entretenir, et à élaguer pour éviter qu'il n'envahisse une trop large surface. Il maintient l'humidité sur les chemins, gêne l'écoulement des eaux des champs, retarde trop la fusion des neiges. Il abrite des animaux nuisibles, ennemis de la culture, et sert de réserve aux graines de mauvaises herbes. Aujourd'hui il gêne la visibilité.* » (Meynier 1967 *in* Perichon 2004). Perichon (2004) précise que ce discours reflétait la perception de la haie au sein des services publiques en charge de l'agriculture et de certains agronomes après la seconde guerre mondiale. Pour éviter les contraintes d'entretien (en coûts et en temps), les agriculteurs ont eu tendances à les supprimer et à les remplacer pour délimiter les parcelles (clôtures, barbelés, etc.).

Certains secteurs qui présentent encore quelques haies en 2016 ne réagissent plus du tout à la connectivité, ce qui donne une indication quant à l'arrangement spatial de celles-ci aujourd'hui (le terme de « réseau » de haies n'est alors plus approprié).

Conclusion de chapitre 4

La donnée de talweg de 1950, constituée grâce aux plans de rectification élaborés autour des années 1970, et la donnée d'occupation du sol, émanant des photographies aériennes, permettent d'analyser à travers plusieurs indices les changements qui ont eu lieu sur les deux terrains entre 1950 et 2016. Les effets de l'optimisation de l'exploitation des terres sont particulièrement visibles à travers l'agrandissement du parcellaire, l'arasement des haies et l'expansion des cultures au sein de la plaine alluviale. Les deux fonds de vallée sont concernés par une régression importante des surfaces en herbe (-32%). A l'inverse, l'Aubance voit ses parcelles cultivées progresser (+24%). Le Couasnon est lui aussi concerné par une augmentation des surfaces cultivées (+14%) couplée à un développement des formations boisées (+10%). Il est important de noter que pour les deux terrains, les surfaces en eaux, quasi-inexistantes en 1950, se développent fortement sur les deux terrains. L'analyse révèle aussi une forte augmentation des surfaces de parcelles. Enfin, les haies ont connu une régression drastique entre les deux dates, de 59,23 kilomètres linéaires pour l'Aubance et de 63,3 kilomètres linéaires pour le Couasnon. Si les politiques d'intensification agricole de l'après Seconde Guerre Mondiale ont joué un rôle prépondérant dans les arasements de haies, il est important de préciser que ces destructions avaient déjà lieu dès le début du XXe siècles dans certaines campagnes de l'ouest de la France (Perichon 2005). Si ces signes semblent globalement correspondre à une tendance d'intensification agricole, une dynamique de boisement se révèle en parallèle et témoigne d'autres types de changements d'usages et d'une certaine déprise agricole.

Bien que ces différents indicateurs pris les uns après les autres permettent de caractériser en partie les paysages des deux hydrosystèmes et fournissent des indications quant à leurs évolutions, nous avons cherché à croiser un ensemble de variables aux deux dates pour restituer des trajectoires paysagères et pour pouvoir les expliquer. Pour cela, nous avons dans un premier temps découpé de manière homogène les deux rivières puis à l'aide d'une analyse statistique spécifique, des « faciès paysagers » se sont dégagés au regard de l'arrangement spatial des tronçons découpés et des variables qui les caractérisent. Bertrand et Bertrand (2002) évoquaient les exercices de segmentation en géographie en ces termes : « *le découpage ne doit jamais être considéré comme une fin en soi, mais seulement comme un moyen d'approche par rapport à la réalité géographique. Au lieu d'imposer des catégories préétablies il s'agit de rechercher des discontinuités objectives du paysage* » (p.9, Bertrand et Bertrand 2002). Nous adhérons complètement à cette affirmation et n'attendons de cette segmentation qu'une contribution parmi d'autres nous permettant de comprendre et de caractériser les trajectoires paysagères.

Chapitre 5. Analyse systémique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ligériens

Introduction

Après avoir proposé une première analyse des changements paysagers à l'échelle de l'hydrosystème, qui a permis de révéler des tendances majeures, nous avons voulu proposer une approche qui intègre à la fois les aspects liés à la couverture du sol (parcellaire, types d'occupation du sol, réseau de haies…) et à la morphologie du talweg (longueur, nombre de bras, sinuosité…), croisement assez peu réalisé dans les études sur le paysage des hydrosystèmes. Nous attendons de cette hybridité une caractérisation fine du paysage du fond de vallée aux deux dates, permettant de révéler les changements et de donner une indication quant aux facteurs qui les ont induits. Afin de parvenir à cette approche systémique, une segmentation est réalisée (5.1) le long du linéaire pour obtenir des unités spatiales régulières. Les données produites et collectées sont ensuite transformées en indicateurs géomorphologiques et paysagers et sont agrégées au sein de ces unités spatiales (5.2). Enfin, une analyse systémique permettant de croiser les données caractérisant la plaine alluviale et le talweg est réalisée par le biais d'une analyse factorielle (5.3).

5.1 Segmentation : découpage en « unités spatiales » régulières (= boites d'analyses)

La segmentation d'un objet d'étude en unités spatiales régulières est assez classique en géographie dans les études portant sur les cours d'eau et les fleuves. Si en général celle-ci est directement appliquée à la plaine alluviale (*e.g* A.-J. Rollet 2007; Alber et Piégay 2011; Wiederkehr 2012; Garnier et al. 2014; David 2016) plusieurs raisons nous ont poussés à créer des unités spatiales plus larges. Tout d'abord, les plaines alluviales de l'Aubance et du Couasnon sont particulièrement étroites (en général autour de 160 mètres de large pour un linéaire de plus de 30 kilomètres) ce qui pose un problème quant à la visualisation cartographique des indicateurs à l'échelle globale. Ensuite, certains biefs se trouvent en pied de versant, au-dessus du fond de vallée « naturel », comme cela a pu être observé pour une petite rivière en contexte parisien (Jugie 2018). Ainsi, ces biefs ne sont pas totalement dans l'emprise retenue (atlas des zones inondables de la DDT, 4.2) or il est essentiel qu'ils le soient car certains indicateurs qui leur sont liés seront extraits et agrégés grâce à ces unités spatiales. C'est pourquoi nous avons opté pour des unités spatiales de 350 mètres de large (enveloppe englobant l'ensemble des biefs pour les deux

rivières) et de 400 mètres de long. Plusieurs tests ont été réalisés avec des longueurs plus faibles, mais le nombre d'unités obtenues nous semblait trop important et n'avait pas de sens quant à la « réalité terrain » (sur-estimation de paramètres morphologiques faibles). À l'inverse des unités spatiales aux longueurs plus importantes ont tendance à « lisser » les scores des variables.

La création de boites d'analyse se fait par plusieurs étapes (figure 76). Dans un premier temps, un tracé théorique unique de cours d'eau (sans dérivation) doit être utilisé et n'être constitué que d'une entité unique (1). Des points doivent être ensuite disposés à intervalle régulier (2). Une zone tampon est créée autour du tracé théorique unique, d'un rayon de 350 mètres dans ce cas, pour inclure tous les bras et biefs (3). Des polygones de Voronoi sont générés à partir des points disposés en (2), (4). Ils servent à découper la zone tampon précédemment créée (5) pour obtenir enfin des unités spatiales régulières (6) permettant ensuite de générer et d'agréger les indicateurs spatiaux par la suite.

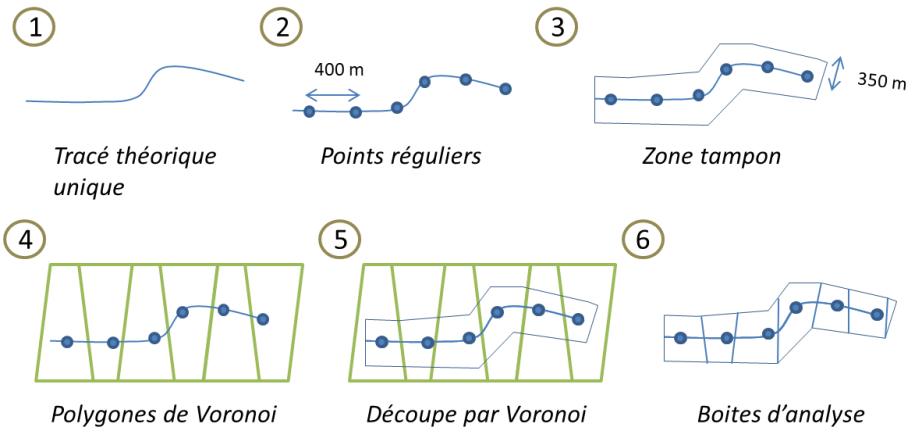


Figure 76. Schéma de construction des unités spatiales régulières (=boites d'analyse) en 6 étapes sous SIG (réalisation : GP)

L'Aubance compte 90 unités spatiales et le Couasnon 87 (figure 77).

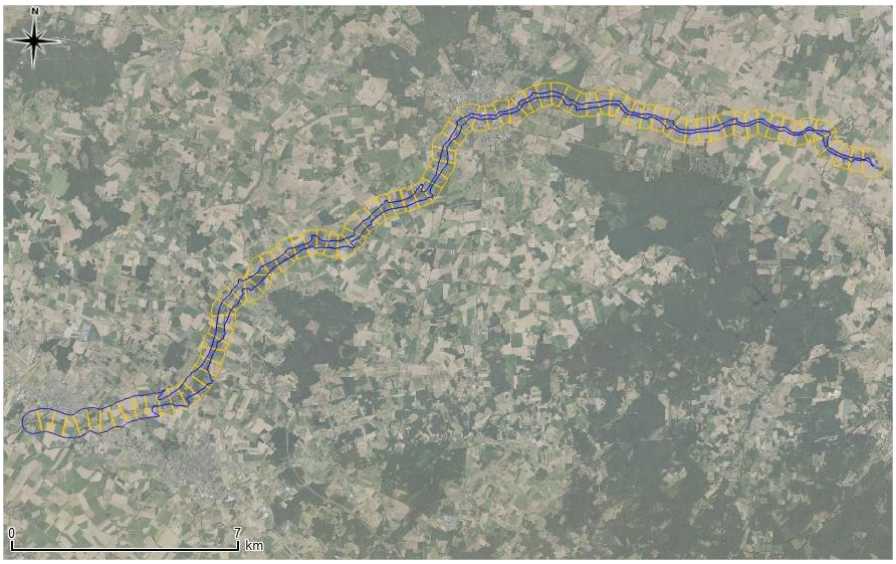


Figure 77. Résultat du découpage du Couasnon en 87 unités spatiales (orange, plaine alluviale en bleu) (Source : IGN®) - réalisation : GP

5.2 Extraction d'indicateurs géomorphologiques et paysagers

De nombreuses variables ont été extraites pour ces hydrosystèmes, traitant de l'occupation du sol, de la morphologie du talweg et de la plaine alluviale. Suite à plusieurs tests, nous en avons retenu 13 (figure 78) afin de caractériser les deux rivières aux deux dates. Pour cela, les variables ont été agrégées aux unités spatiales précédemment créées (« boites »). Celles-ci ont ensuite servi d'individus statistiques dans le cadre d'une analyse multivariée, composée d'une Analyse en Composante Principale (ACP) puis d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Ces méthodes statistiques présentent l'intérêt de dégager des classes d'individus (les « boites ») qui se ressemblent au regard des 13 variables intégrées. Ces résultats permettront de caractériser les deux rivières aux deux dates d'une part, et d'autre part de caractériser les trajectoires paysagères qu'elles ont suivies. Toute la méthode de i. Création des boites ; ii. Extraction des variables ; iii. Analyse statistique multivariée et classification, sont détaillées en annexe par le biais de « chaine de traitements » permettant une utilisation par d'autres chercheurs ou étudiants dans d'autres contextes ou pour une automatisation future (annexes 14-15-16-17).

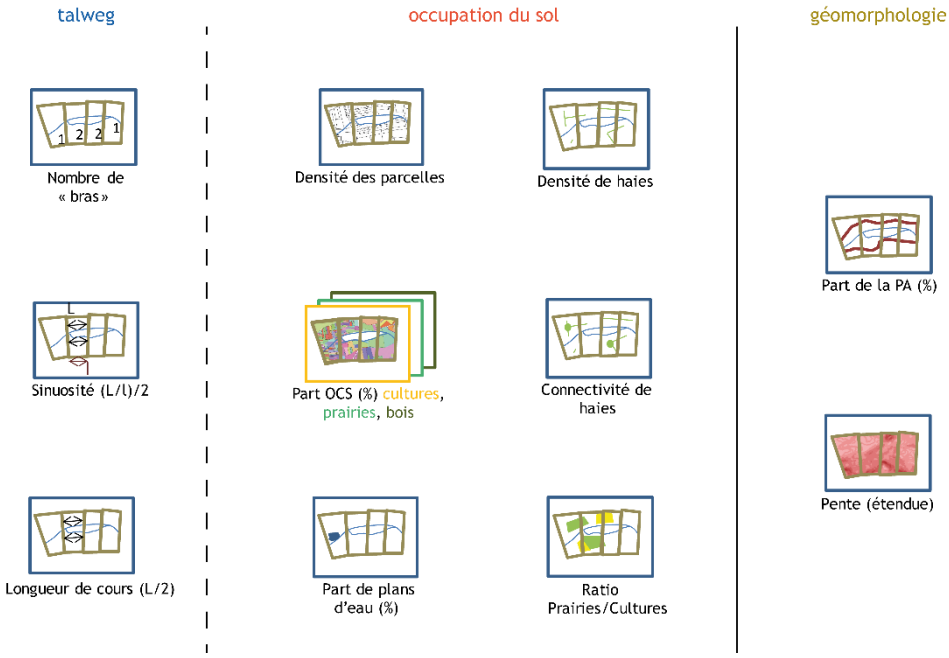


Figure 78. Résumé des 13 variables intégrées à l'analyse statistique multivariée (réalisation : GP)

À noter que ces variables sont utilisées pour caractériser les rivières aux deux dates, à l'exception des deux relevant de la géomorphologie (part de la plaine alluviale et pentes), dont les valeurs ne changent pas entre les deux dates. Le fait que ces deux variables restent identiques aux deux dates peut être problématique et influencer l'analyse factorielle et la classification qui suit. Les pentes ont été extraites sous QGIS depuis un Modèle Numérique de Terrain de 25 mètres de résolution spatiale (BD ALTI® 25 m - ©IGN). Bien que cette résolution soit satisfaisante pour extraire des pentes à cette échelle, il faut noter que nos zones d'étude ne bénéficient pas de données altimétriques plus fines (comme le RGE® ALTI 5 m ou le RGE® ALTI 1 m - ©IGN, relevés par technologie LiDAR) comme on peut en trouver sur la Loire par exemple.

5.3 Analyses statistiques multidimentionnelles (approche factorielle) pour la caractérisation des trajectoires paysagères

L'approche factorielle permet d'appréhender des objets complexes par une démarche analytique. Elle est mobilisée dans le cas de l'étude d'un objet soumis à de nombreux facteurs de natures différentes (naturels, historiques, économiques, politiques, sociaux, culturels…) qui ne pourra pas être complètement exploré, mais dont on se contentera d'une « analyse superficielle, mais éclectique » (Lévy et Lussault 2013). Le principe est d'accumuler et de croiser des variables (« facteurs explicatifs ») agissant sur un objet dont il est censé être la somme ou la résultante. L'objectif est de regrouper les

variables sur des « axes » permettant ainsi de simplifier la visualisation du jeu de données et ses caractéristiques.

5.3.1 Analyse en composante principale (ACP) unique 1950-2016

L'Analyse en Composante Principale, créée en 1901 (Pearson 1901) et introduite en statistique en 1933 (Hotelling 1933) est surtout mobilisée depuis le développement des moyens de calculs (Lebart, Piron et Morineau 2006). L'objectif de cette méthode est de simplifier un jeu de données quantitatives en réduisant leur dimensionnalité tout en préservant au maximum les informations pertinentes (Sewell 2008). La spécificité des statistiques appliquées en géographie est que les données mobilisées intègrent des « individus » statistiques qui sont spatialisés (ont des coordonnées) et cartographiables en tant qu'unités spatiales (Dumolard, Dubus et Charleux 2003). Ils sont généralement eux-mêmes composés de sous-éléments faisant intervenir le jeu d'échelle, notion clé en géographie. L'Analyse en Composante Principale, comme les autres méthodes factorielles, a toute sa place dans les recherches en sciences humaines et sociales comme cela a été démontré dans de nombreux travaux (*e.g* Guerrien et Marc 2003; Paulus 2004; Germaine 2009a).

L'objectif de notre analyse factorielle est de caractériser les deux hydrosystèmes secondaires aux deux dates afin de les comparer et d'identifier leurs évolutions (saisir et expliquer les trajectoires donc). Pour cela, il est nécessaire de réunir au sein d'une même analyse factorielle les individus statistiques des deux rivières aux deux dates. Dans notre recherche, nous avons retenu 13 variables (figure 78) liées aux unités spatiales des deux plaines alluviales en 1950 et en 2016 (*n=177* pour chacune des années). Notre ACP, effectuée sous Rstudio[123] avec le package FactoMiner, a été réalisée sur les 354 individus (Aubance et Couasnon, 1950 et 2016).

La corrélation entre les variables est un prérequis essentiel pour toute ACP. Nous avons choisi d'étudier ces corrélations par date, pour distinguer d'éventuels changements d'inter-relations de nos variables aux deux dates, dans deux périodes aux contextes très différents. Les résultats de cette analyse justifient le bienfondé de l'ACP dans notre cas d'étude, plusieurs corrélations ayant été recensées (représentation graphique des corrélations présentée en annexe 18) :

[123] Le script développé se trouve en annexe 19.

Tableau 15. Tableau des corrélations des individus de 1950 pour l'Aubance et le Couasnon (vert = corrélations positives ; rouge = corrélations négatives)

	pc_pa	nb_L	L_nb	S_nb	pc_bois	pc_herbe	pc_cult	slope_rang	pc_pe	I_RPC	D_Parc	D_haie	C_haie
pc_pa	1,00	-0,15	0,22	0,18	-0,38	0,08	0,31	0,03	0,02	-0,05	0,56	0,71	0,65
nb_L_	-0,15	1,00	-0,64	-0,61	0,17	0,01	-0,14	-0,12	0,10	0,26	-0,06	-0,01	0,03
L_nb_	0,22	-0,64	1,00	0,85	-0,06	0,15	0,08	-0,04	-0,15	-0,14	0,08	0,07	0,10
S_nb_	0,18	-0,61	0,85	1,00	-0,11	0,13	-0,01	0,04	-0,10	-0,12	0,02	0,10	0,11
pc_bois	-0,38	0,17	-0,06	-0,11	1,00	-0,29	-0,35	-0,01	0,02	0,07	-0,33	-0,23	-0,17
pc_herbe	0,08	0,01	0,15	0,13	-0,29	1,00	-0,49	0,03	-0,23	0,08	-0,10	0,25	0,24
pc_cult	0,31	-0,14	0,08	-0,01	-0,35	-0,49	1,00	-0,21	-0,08	-0,15	0,59	-0,06	-0,06
slope_rang	0,03	-0,12	-0,04	0,04	-0,01	0,03	-0,21	1,00	0,12	-0,05	-0,05	0,33	0,27
pc_pe	0,02	0,10	-0,15	-0,10	0,02	-0,23	-0,08	0,12	1,00	0,18	-0,05	0,03	0,09
I_RPC	-0,05	0,26	-0,14	-0,12	0,07	0,08	-0,15	-0,05	0,18	1,00	0,05	0,07	0,07
D_Parc	0,56	-0,06	0,08	0,02	-0,33	-0,10	0,59	0,05	-0,05	-0,05	1,00	0,53	0,54
D_haie	0,71	-0,01	0,07	0,10	-0,23	0,25	-0,06	0,33	0,03	0,07	0,53	1,00	0,83
C_haie	0,65	0,03	0,10	0,11	-0,17	0,24	-0,06	0,27	0,09	0,07	0,54	0,83	1,00

pc_pa = % de plaine alluviale ; nb_l = nombre de bras ; L_nb = longueur de cours/nb_L ; Sinuosité/nb_L ; pc_bois = % de bois ; pc_herbe = % de surface en herbe ; pc_cult = % de cultures ; slope_rang = étendue des pentes ; pc_pe = % de plans d'eau ; I_RPC = Indice de Ration Prairie/Cultures ; D_Parc = Densité de Parcelle ; D_haie = Densité de haie ; C_haie = Connectivité

L'étude des corrélations dévoile certaines logiques paysagères en 1950. Le taux de couverture boisée est plutôt corrélé négativement avec la part de plaine alluviale (=-0,38). Cela signifie qu'en 1950, les secteurs où la plaine alluviale est étroite étaient plutôt occupés par des surfaces boisées. La corrélation positive entre la part de plaine alluviale et la densité de parcelles (=0,56) et les indicateurs liés aux haies (densité et connectivité, respectivement 0,71 et 0,65) révèle une présence d'un réseau de haies de qualité (dense et connecté) dans les secteurs de large plaine alluviale (plutôt en aval donc). Une corrélation négative entre la part de cultures et la part de surfaces en herbe (=-0,49) est également à relever et indique une logique d'opposition entre ces deux types d'occupation du sol. Les fortes densités de parcelles ont tendance à accueillir des cultures (=0,59). On peut interpréter ce résultat comme étant le fait que les parcelles en cultures étaient plutôt petites et étroites comparées aux prairies, et que cela joue dans cet indicateur de densité. De même, une forte densité de parcelles était à relever en 1950 dans les secteurs où la plaine alluviale était large (=0,56). Enfin, une relation de corrélation positive entre la présence de haies denses et connectées et une densité de parcelles importantes est également révélée dans cette analyse des corrélations (respectivement, 0,53 et 0,54).

Des corrélations « logiques » sont également visibles dans ce tableau. Les fortes corrélations négatives existantes entre le nombre de bras et les longueurs et sinuosités de cours s'expliquent par le fait que ces deux derniers indicateurs sont divisés par le nombre de bras. De même, la densité et la connectivité de haies sont fortement corrélées positivement (=0,83), mais cela s'explique par le fait que la connectivité des haies est un indicateur totalement dépendant de la présence de haies.

L'analyse des corrélations de 2016 permet de constater des nouvelles relations de corrélations (ou non) entre les variables.

Tableau 16. Tableau des corrélations des individus de 2016 pour l'Aubance et le Couasnon (vert = corrélations positives ; rouge = corrélation négative)

	pc_pa	nb_L_	L_nb_	S_nb_	pc_bois	pc_herbe	pc_cult	slope_rang	pc_pe	I_RPC	D_Parc	D_haie	C_haie
pc_pa	1,00	-0,06	-0,01	-0,03	-0,33	0,09	0,23	0,03	-0,21	-0,09	0,40	0,69	0,47
nb_L_	-0,06	1,00	-0,64	-0,54	0,16	0,14	-0,26	-0,17	-0,04	-0,02	0,25	0,01	0,24
L_nb_	-0,01	-0,64	1,00	0,71	-0,06	-0,08	0,20	0,07	0,19	0,05	-0,20	-0,03	-0,15
S_nb_	-0,03	-0,54	0,71	1,00	-0,06	-0,06	0,08	0,15	0,47	0,05	-0,22	-0,02	-0,12
pc_bois	-0,33	0,16	-0,06	-0,06	1,00	-0,08	-0,58	-0,04	-0,03	0,07	-0,24	-0,23	-0,19
pc_herbe	0,09	0,14	-0,08	-0,06	-0,08	1,00	-0,54	0,22	-0,16	0,19	0,21	0,13	0,04
pc_cult	0,23	-0,26	0,20	0,08	-0,58	-0,54	1,00	-0,27	0,08	-0,16	0,12	0,12	0,15
slope_rang	0,03	-0,17	0,07	0,15	-0,04	0,22	-0,27	1,00	0,09	0,14	-0,17	0,06	-0,23
pc_pe	-0,21	-0,04	0,19	0,47	-0,03	-0,16	0,08	0,09	1,00	0,00	-0,10	-0,16	-0,16
I_RPC	-0,09	-0,02	0,05	0,05	0,07	0,19	-0,16	0,14	0,00	1,00	0,13	0,00	-0,02
D_Parc	0,40	0,25	-0,20	-0,22	-0,24	0,21	0,12	-0,17	-0,10	0,13	1,00	0,41	0,56
D_haie	0,69	0,01	-0,03	-0,02	-0,23	0,13	0,12	0,06	-0,16	0,00	0,41	1,00	0,62
C_haie	0,47	0,24	-0,15	-0,12	-0,19	0,04	0,15	-0,23	-0,16	-0,02	0,56	0,62	1,00

pc_pa = % de plaine alluviale ; nb_l = nombre de bras ; L_nb = longueur de cours/nb_L ; Sinuosité/nb_L ; pc_bois = % de bois ; pc_herbe = % de surface en herbe ; pc_cult = % de cultures ; slope_rang = étendue des pentes ; pc_pe = % de plans d'eau ; I_RPC = Indice de Ration Prairie/Cultures ; D_Parc = Densité de Parcelle ; D_haie = Densité de haie ; C_haie = Connectivité des haies

En 2016, on retrouve une corrélation positive entre la part de plaine alluviale et les deux indicateurs de haies (densité = 0,69 et connectivité = 0,47) même si celle de la connectivité est moins évidente. La densité de parcelles et la part de plaine alluviale sont moins corrélées qu'en 1950 (0,56 contre 0,40) et la même tendance s'observe entre la densité de parcelles et la densité de haies (0,53 contre 0,41). Cela peut signifier d'une part une taille de parcelles globalement plus importante en 2016, qui fait diminuer de fait l'indice de densité (et cette situation a été décrite précédemment, 4.2.2) et d'autre part révéler la présence d'un type d'OCS non concerné par l'indice de densité (comme les formations boisées). La relation entre la densité et la connectivité des haies est elle aussi affaiblie (0,83 contre 0,62), traduisant l'état récent du réseau de haies, bien plus lacunaire qu'en 1950 (arasement important des haies, et haies restantes ne constituent plus un « réseau », constat également fait précédemment, 4.2.2). Une nouvelle relation entre les types d'occupation du sol apparait : les surfaces boisées sont dorénavant corrélées négativement avec les cultures (=-0,58) quand ces deux types d'OCS pouvaient cohabiter en 1950. On retrouve l'opposition entre les prairies et les cultures (=-0,54) déjà présente en 1950. Curieusement, les plans d'eau (absents des relations de corrélations en 1950) semblent plutôt corrélés avec l'indice de sinuosité (=0,47) et rien ne permet d'émettre une hypothèse quant à cette relation à ce stade de l'analyse.

Première ACP – repérage des individus atypiques

Les ACP ont comme objectif d'expliquer l'inertie, elles peuvent être ainsi fortement influencées par des individus au profil atypique. Ainsi dans ces approches, il est conseillé de réaliser une première ACP dont l'objectif sera de repérer ces éventuels profils atypiques, puis une fois ceux-ci écartés (en les intégrant en tant qu'individus illustratifs par exemple),

de réaliser une seconde ACP qui permettra de synthétiser l'information du tableau de données. Cette première ACP exploratoire a été réalisée et est présentée en figure 79.

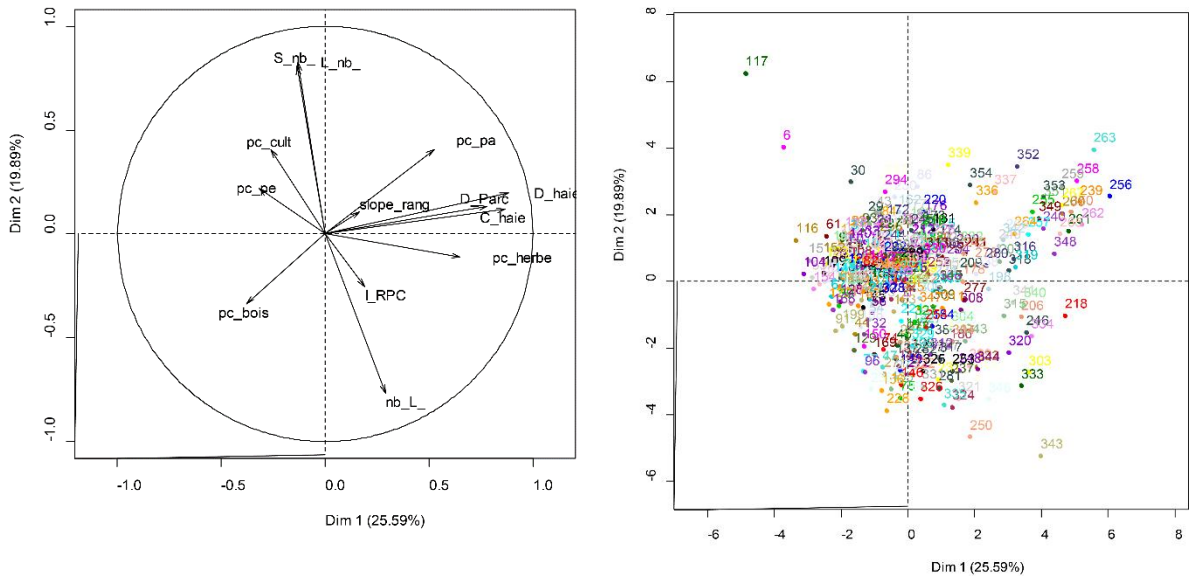


Figure 79. Cercle des corrélations (gauche) et graphe des individus (droite) - Axe 1 et 2

Les résultats de cette première ACP (figure 79) révèlent certains individus isolés. En effet, les individus 6, 343 et surtout 117 sont assez éloignés du nuage constitué des autres individus, sur les deux premiers axes. Nous considérons que la distance des individus 6 et 343 reste raisonnable pour ne pas les écarter de l'analyse. En revanche, l'éloignement de l'individu 117, et ce sur les cinq premiers axes de l'ACP (figure 80), incite à renouveler l'ACP en l'intégrant en tant qu'individu illustratif.

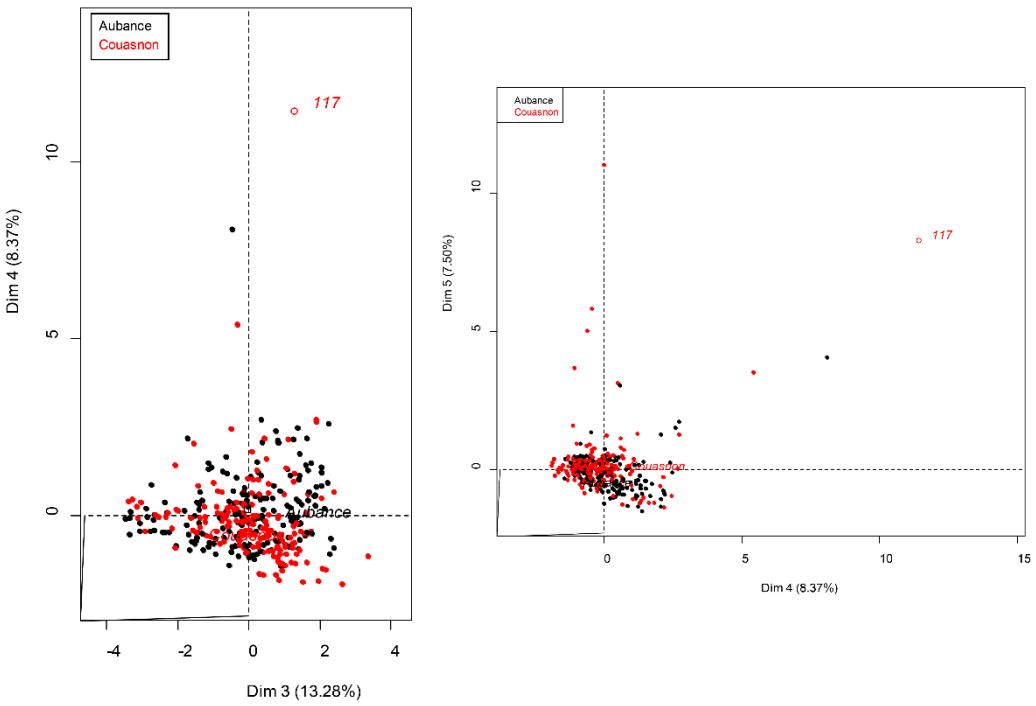


Figure 80. Profil atypique de l'individu 117 sur les axes 3-4 (gauche) et 4-5 (droite)

Tableau 17. Écarts à la moyenne de l'individu n°117 comparé à l'ensemble des individus

	% de plaine alluviale	Nombre de bras	Longueur (/ nb bras)	Sinuosité (/ nb bras)	% bois	% herbe	% culture	Etendue des pentes	% plan d'eau (boite)	Ration prairie/cultur	Densité de parcelles	Densité de haies	Connectivité des haies
Moyennes des individus	33,49	1,62	377,59	1,03	27,68	44,35	18,99	17,36	3,16	74,58	42,77	2,56	23,41
Score de l'individu n°117	4,69	1,00	458,01	2,41	5,62	8,41	76,31	17,42	179,27	0,11	22,67	0,85	0,00
Ecart à la moyenne de l'ind n°117	-28,80	-0,62	80,42	1,38	-22,06	-35,94	57,32	0,06	176,11	-74,47	-20,10	-1,71	-23,41

L'individu n°117 présente un profil atypique lié à des valeurs très éloignées de la moyenne pour de nombreux indicateurs. Pour beaucoup, cela s'explique par le fait que la zone tampon qui définit les unités spatiales s'étend au-delà de la plaine alluviale, or de nombreux indicateurs sont justement liés au fond de vallée. Cet individu subit alors un effet de bord. Les valeurs de pourcentage de plaine alluviale (par boite), les variables d'occupation du sol (du fond de vallée) ou les variables liées aux haies sont ainsi particulièrement éloignées de la moyenne. La variable « pourcentage de plans d'eau » présente elle aussi une valeur très différente pour cet individu comparée à la moyenne, alors que la variable ne se restreint pas aux plans d'eau de la plaine alluviale, mais prend en considération les plans d'eau dans l'emprise des boites. Cette valeur exceptionnelle s'explique par la présence d'un ensemble de plans d'eau importants visibles sur la photographie aérienne de 2016 au nord de la plaine alluviale (figure 81).

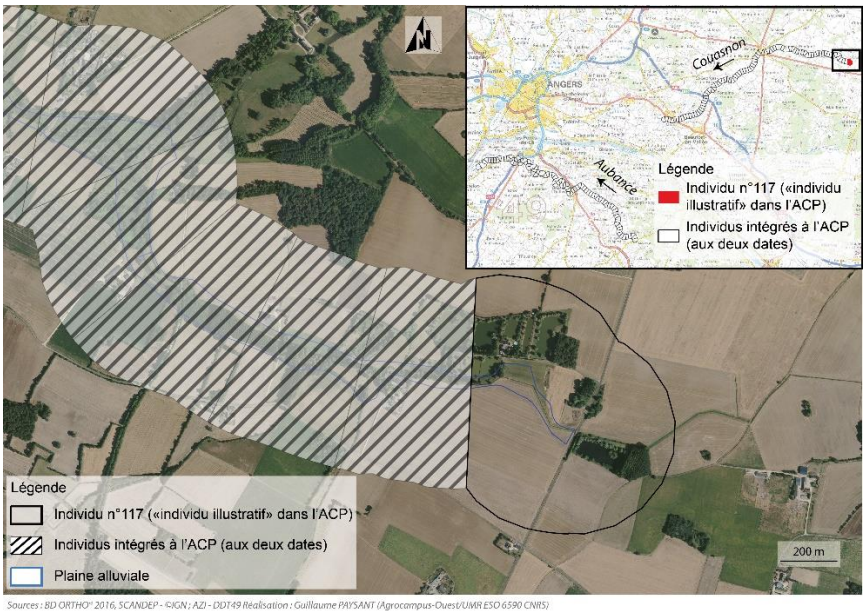


Figure 81. Localisation de l'individu 117, écartée de l'ACP (réalisation : GP)

L'analyse de l'inertie des axes de la nouvelle ACP révèle que les deux premiers axes résument 45,45% de l'information. Les cinq premiers axes résument quant à eux 74,8% de l'information et se distinguent des autres axes qui contribuent individuellement très peu, particulièrement les axes 9 à 13 (moins de 3% de variance chacun, figure 82).

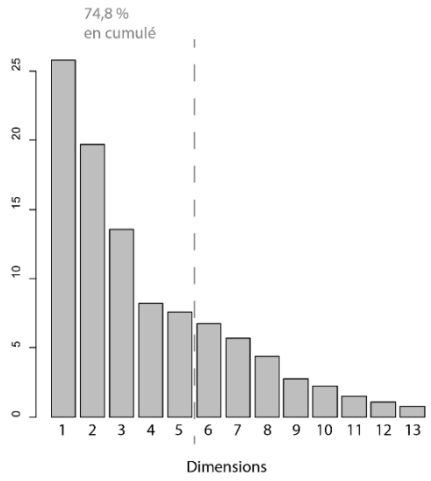


Figure 82. Contribution des axes de l'ACP – 74.4% de l'inertie expliquée par les 5 premiers axes

L'analyse du graphe des individus sur les axes 1 et 2 révèle des spécificités liées aux deux rivières. En effet, les concentrations d'individus sont différentes selon les rivières. Les individus du Couasnon sont assez dispersés sur la droite (axe 1) quand ceux de l'Aubance sont regroupés. À l'inverse les individus du Couasnon sont plutôt concentrés en

bas (axe 2), ceux de l'Aubance sont moins nombreux et moins regroupés. Cela signifie que les individus des deux rivières sont sous des influences différentes puisque des variables différentes contribuent aux axes 1 (en abscisse) et 2 (ordonnées).

Cette contribution des variables à la construction des différents axes est donnée ci-dessous (figure 83).

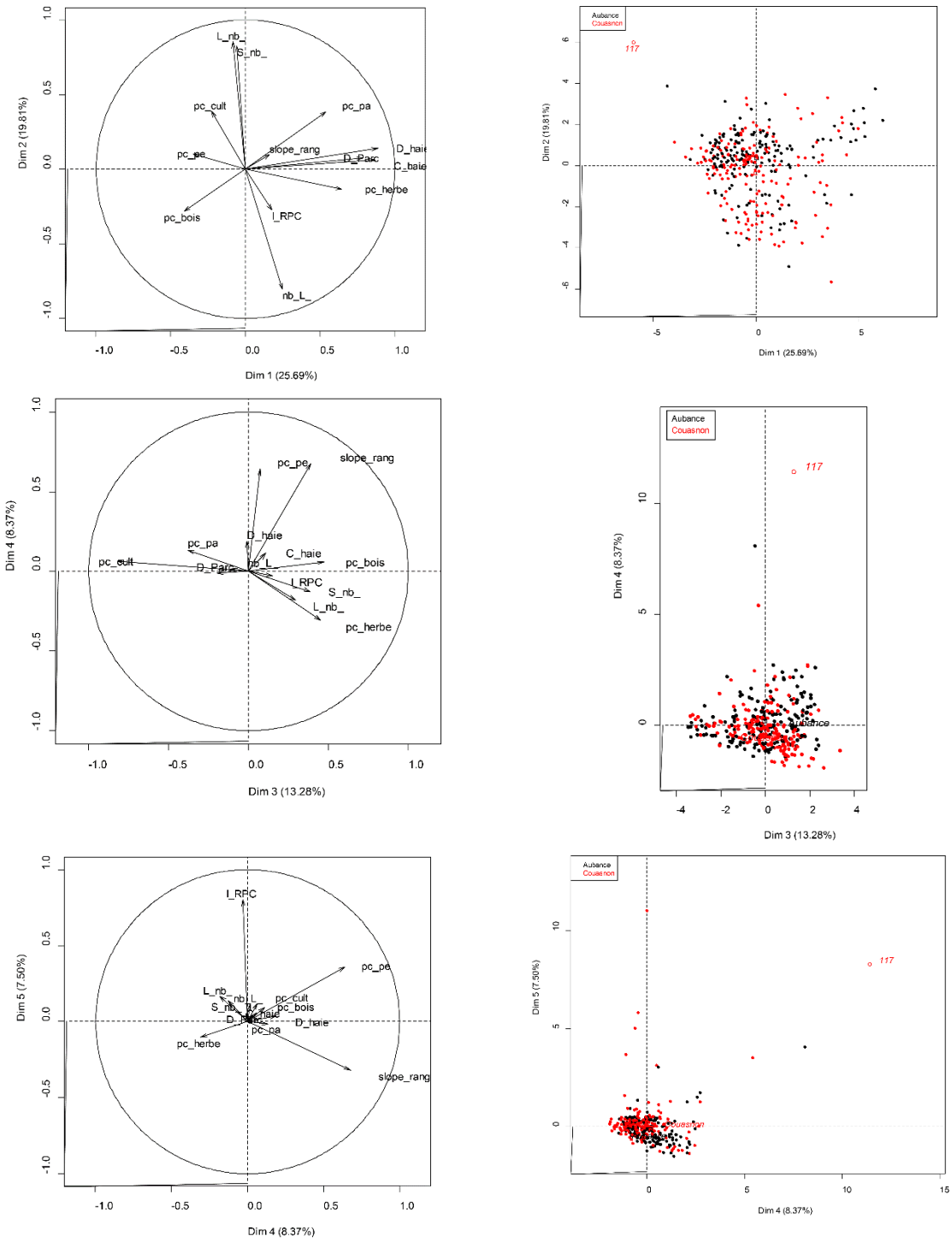


Figure 83. Cercle des corrélations (gauche) et graphe des individus (droite) de l'ACP – axes 1 et 2 (1ère ligne) – 3 et 4 (2e ligne) – 4 et 5 (3e ligne)

Les concentrations des individus de l'Aubance et du Couasnon sont assez différentes sur les 5 premiers axes et confirment ainsi le caractère spécifique de chacune de ces rivières.

L'analyse de la contribution des variables aux différents axes (=dimensions) ainsi que les relations entre variables (association ou opposition) est réalisée à partir du tableau des contributions (ci-dessous, tableau 18) et des cercles de corrélations élaborés précédemment (figure 83) :

Tableau 18. Contribution des variables pour les cinq premiers axes (en vert et gras les plus fortes contributions)

Variables		Contribution (%)				
Type de variables	**Variables**	**Axe 1**	**Axe 2**	**Axe 3**	**Axe 4**	**Axe 5**
Variables liées à l'occupation du sol	Pourcentage de surfaces boisées	5,08	3,09	12,97	0,32	0,35
	Pourcentage de surfaces en herbe	12,46	0,70	11,86	8,74	1,08
	Pourcentage de cultures	1,55	5,85	**38,90**	0,36	1,47
	Pourcentage de plans d'eau	3,63	0,40	0,31	**37,69**	13,18
	Ration Prairies/Cultures	0,92	2,92	1,31	0,08	**65,85**
	Densité de parcelles	**18,50**	0,23	2,25	0,01	0,30
	Densité de haies	**23,56**	0,76	0,00	3,26	0,13
	Connectivité de haies	**22,67**	0,15	0,69	1,17	0,90
Variables de forme	Pourcentage de plaine alluviale	8,69	5,74	8,39	1,65	0,03
	Entendue statistique des pentes	0,79	0,38	8,78	**42,14**	10,51
Variables liées au talweg	Nombre de bras	1,85	**25,13**	0,75	0,02	1,37
	Longueur de cours d'eau (/ nb bras)	0,21	**28,28**	5,05	3,06	2,94
	Sinuosité (/ nb bras)	0,10	**26,37**	8,74	1,50	1,87
Total		**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

- L'**axe 1** est surtout caractérisé par les indicateurs liés aux haies et au parcellaire (densité de parcelles 18,5%, densité de haies 23,56%, connectivité des haies 22,67%),
- Les variables liées aux talwegs contribuent le plus à la construction de l'**axe 2** (nombre de bras 25,13%, longueur 28,23%, sinuosité 26,37%),
- L'**axe 3** révèle les tronçons dans lesquels les cultures sont dominantes (38,90%),
- Le pourcentage de plans d'eau contribue majoritairement à l'**axe 4** avec l'étendue des pentes (37,69% et 42,14%),
- L'indice de « Ratio Prairie/Culture » construit quant à lui l'**axe 5** (65,85%).

Le regroupement, par classification, qui suit permet de distinguer des groupes d'individus en fonction de leur position sur ces différents axes au regard des variables intégrées à l'analyse.

5.3.2 Clustering – Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Un *clustering* (=regroupement) est réalisé grâce à une Classification Ascendante Hiérarchique. La CAH a été réalisée grâce à la méthode Ward (distance euclidienne). Pour résumer, cette méthode cherche à minimiser l'inertie intra-classe et à maximiser l'inertie

inter-classe afin d'obtenir des classes les plus homogènes possible (Barnier et Larmarange 2013).

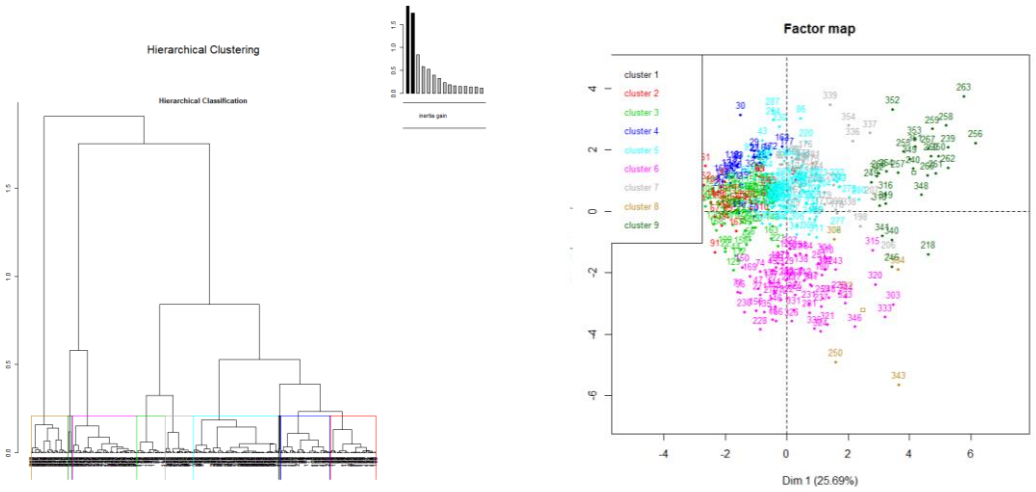


Figure 84. Arbre de la classification hiérarchique (gauche) et classification des individus - vue en 2D (droite)

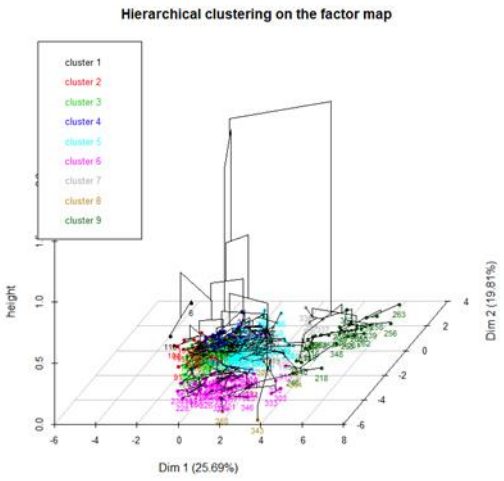


Figure 85. Classification des individus - vue en 3D

La classification aboutie a 9 classes avec le découpage voulu de l'arbre hiérarchique. Ce choix se justifie par le fait qu'il permet d'avoir un nombre de classes raisonnable en garantissant tout de même des spécificités fortes à celles-ci (et donc un « sens » quant à l'interprétation de sa traduction sur le terrain). On remarque que certaines classes concernent peu d'individus (classe 1 et 8 par exemple), ces derniers ayant des caractéristiques qui se retrouvent peu chez les autres individus. Il est tout de même important de créer une classe spécifiquement afin que les classes aient des caractéristiques suffisamment marquées.

Suite à cette classification, l'analyse des écarts à la moyenne des individus dans chacune des classes pour chaque variable permet de caractériser les classes et donc de définir les variables qui les influencent. Le résultat de la classification est intégré dans un SIG afin de spatialiser les classes. Son résultat est cartographié ci-après, avec une segmentation en « faciès paysagers » qui correspond aux caractéristiques des unités et à

leur arrangement spatial. Cette expression de « faciès paysagers » est mobilisée depuis plusieurs décennies en géographie pour désigner des portions de paysage, mais ils ne sont jamais clairement définis.

Le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales définit un « faciès » (en botanique) comme étant l' « Aspect en général, port, physionomie particulière présentée par une association végétale en un point déterminé » (Forest. 1946); p. ext., aspect général d'une plante.[124]

Le dictionnaire Larousse[125] lui donne notamment les sens suivants : « Ensemble des caractères lithologiques et paléontologiques primaires observables dans une roche et considérés du point de vue de sa genèse. » ou encore « Ensemble des caractères minéralogiques et structuraux d'une roche. » et enfin « Ensemble des traits composant un aspect particulier d'une période culturelle préhistorique. ».

Les auteurs mobilisant ce terme pour caractériser le paysage n'en donnent pas de définitions claires pour la plupart (Brossard 1987; Léouffre et Leclerc 1996; Laques 2002; Dérioz 2008) ou le définissent uniquement comme étant un sous ensemble paysager (Mathis 2009) ou constituant un « territoire paysager » (Feltz, Droeven et Kummert 2004), repris par des institutions dans la cadre d'atlas du paysage[126][127]. On retrouve aussi ce terme dans des travaux scientifiques en géographie ayant mobilisé les analyses factorielles et les classifications (Brossard et Wieber 1984; Moreau 2009). Dans ces cas, le faciès paysager correspond à une classe, elle-même caractérisée par diverses variables. Cette mobilisation de ce terme s'approche de notre recherche, mais nous avons fait le choix d'appeler un ensemble cohérent de classes comme « faciès paysagers » dans l'idée que ceux-ci désignent des portions de paysage spécifiques à des caractères particuliers.

5.3.3 Cartographie de la CAH et segmentation en faciès paysagers

L'analyse factorielle, la classification et leur spatialisation révèlent des logiques spatiales dans l'arrangement des classes d'unités spatiales, qui permettent de distinguer des « faciès paysagers ». Ceux-ci correspondent à des espaces continus partageant les mêmes caractéristiques paysagères (au regard des variables intégrées dans notre analyse). Bien que cette délimitation des faciès paysagers soit réalisée de façon manuelle,

[124] Source : http://www.cnrtl.fr/definition/facies [consulté le 10/04/2019]
[125] Source : https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/faci%C3%A8s/32580 [consulté le 10/04/2019]
[126] Source : https://cpdt.wallonie.be/toutes-les-publications-de-la-cpdt/atlas-des-paysages-de-wallonie [consulté le 10/04/2019]
[127] Source : http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/atlas6_-_12_unites_paysageres.pdf [consulté le 10/04/2019]

celle-ci s'est faite de manière assez naturelle au regard des classes et des variables qui les caractérisent. En général, un faciès paysager est défini par une ou deux classes majoritaires (ou seule(s)). Le passage des variables aux faciès paysagers est décrit ci-dessous (figure 86). Les comparaisons de classes et de faciès aux deux dates permettent de caractériser les trajectoires paysagères.

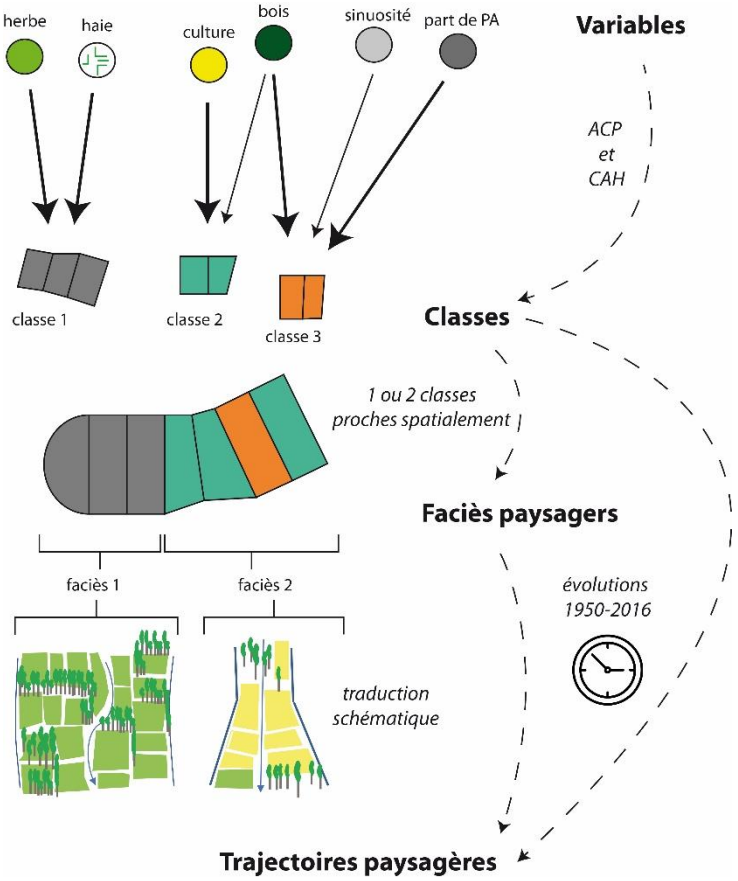


Figure 86. Schéma d'imbrication variables/classes/faciès paysagers pour la caractérisation des trajectoires paysagères (réalisation : GP)

Faciès paysagers issus de l'analyse systémique et spatiale de l'Aubance et du Couasnon en 1950 : deux identités déjà distinctes

L'analyse multivariée met en évidence des hydrosystèmes déjà différents en 1950 (figure 87). Si les classes 5 (plaine alluviale enherbée avec long cours sinueux) et 6 (plaine alluviale avec alternance de bois et de prairies présentant un cours d'eau ramifié) sont parmi les plus représentées pour l'Aubance et le Couasnon en 1950 (ainsi que la 9 dans une moindre mesure), l'Aubance compte 5 faciès paysagers en 1950 quand le Couasnon en compte 4 (figure 88). Il n'y a pas de classes caractérisant significativement une rivière par rapport à l'autre (la classe 3 est seulement représentée pour l'Aubance, mais de façon relative). L'Aubance et le Couasnon partagent globalement les mêmes classes, mais la répartition de celles-ci distingue les deux cas. En effet, l'amont de l'Aubance est caractérisé par une large plaine alluviale à forte densité de parcelles cultivées quand l'amont du Couasnon est quant à lui défini par une plaine alluviale avec alternance de prairies et de bois parcourue par un cours tantôt ramifié tantôt unique, mais sinueux. Ce profil de rivière se retrouve également sur l'Aubance, mais dans sa partie aval, avant de laisser place à une large plaine alluviale à prairies avec haies denses et connectées et un cours d'eau long et sinueux (classe 9). Une partie de l'aval du Couasnon répond également à ces caractéristiques, mais emprunte aussi pour un secteur le profil qui correspond à l'amont de l'Aubance (classe 7 – large plaine alluviale à forte densité de parcelles cultivées).

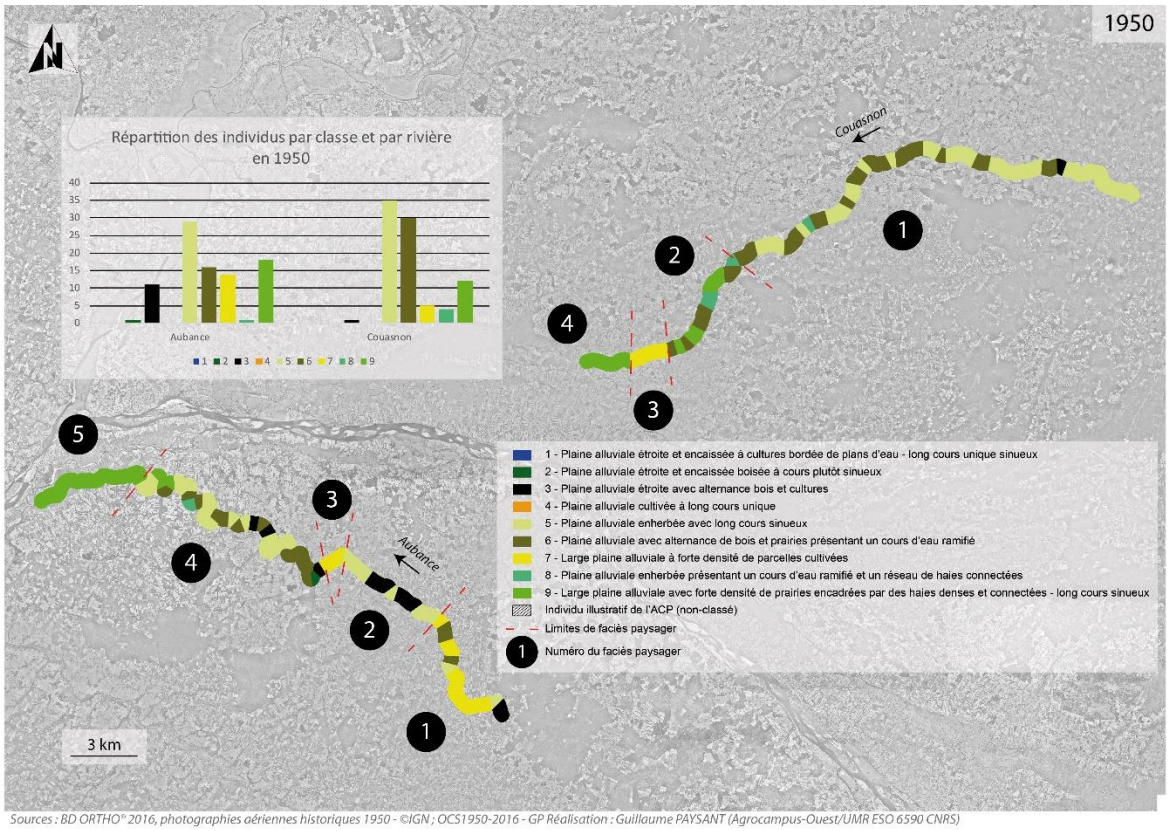


Figure 87. Cartographie et synthèse du résultat de l'ACP et la CAH - segmentation en faciès paysagers (1950) - (réalisation : GP)

La succession des faciès paysagers des deux rivières en 1950 est résumée par les schémas présentés ci-dessous :

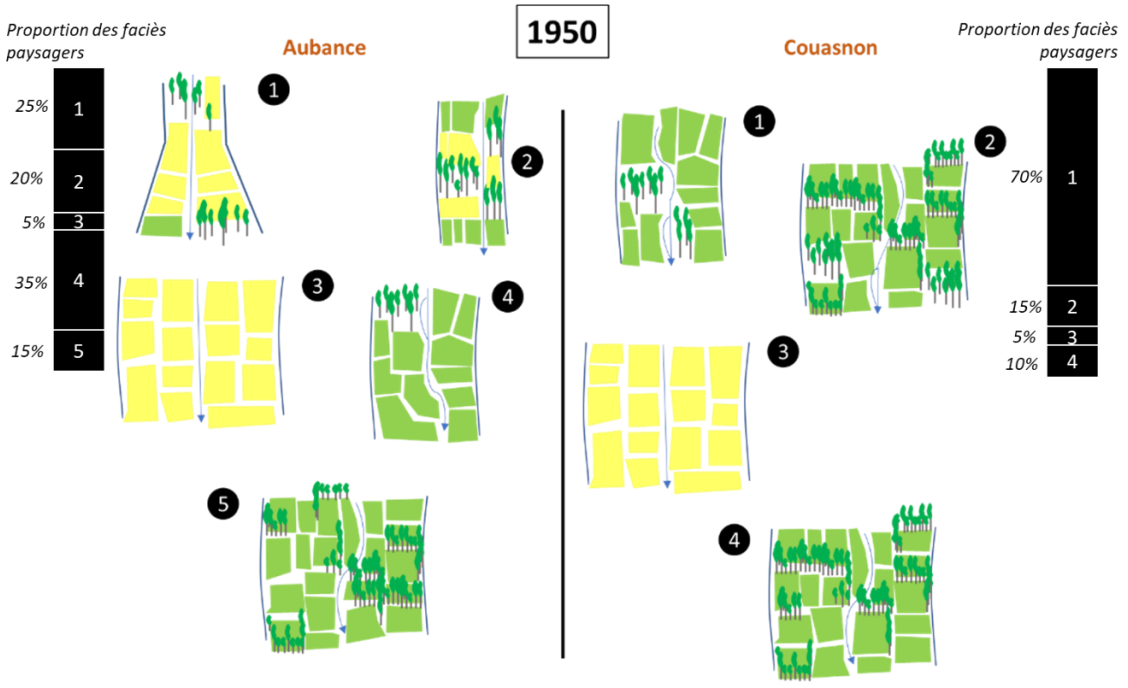


Figure 88. Schéma des faciès paysagers de 1950 (réalisation : GP)

Ainsi, l'amont de l'Aubance est en 1950 dédié à une exploitation des terres tournée vers les cultures quand l'aval est en revanche destiné aux pâtures et à la fauche dans un système bocager. Globalement, l'interface entre ces deux profils est caractérisée par une alternance de bois et de prairies dans lesquelles le cours d'eau se divise ou présente des méandres, selon les secteurs. Le secteur du faciès 3 présente une large plaine alluviale en cultures (en amont de Brissac, à l'endroit de l'ancien étang dont il est fait mention dans les archives du XIXe siècle).

Le Couasnon quant à lui présente un profil en amont qui le caractérise pour plus de moitié de son parcours et qui partage les mêmes caractéristiques que la zone d' « interface » de l'Aubance (prairies et bois, cours ramifié ou sinueux). Ensuite, deux types de secteurs se distinguent en aval avec d'un côté une mise en culture de la large plaine alluviale, de l'autre des surfaces en herbe au sein d'un réseau de haies assez et dense et connecté, plutôt bocager.

Faciès paysagers issus de l'analyse systémique et spatiale de l'Aubance et du Couasnon en 2016 – des spécificités renforcées

La même analyse est effectuée sur l'année 2016 (figure 89). Les classes majoritaires en 1950 sont quasiment absentes en 2016 et ce pour les deux rivières. Cela révèle des mutations importantes de deux fonds de vallée entre les deux dates. Certaines classes sont cette fois plutôt associées au contexte d'une rivière en particulier. En effet, les classes 2, 3 et 4 sont présentes en proportion égale mais c'est bien cette dernière (classe 4 : plaine alluviale cultivée à long cours unique) qui est plutôt caractéristique de l'Aubance de 2016 (24 unités spatiales de cette classe contre 9 pour le Couasnon). Le Couasnon présente un profil différent largement dominé par la classe 3 (plaine alluviale étroite avec alternance de bois et de culture) puis par cinq autres classes qui concernent environ le même nombre d'unités spatiales : les classes 4 et 7 qui concernent un systèmes agricole intensif (cours rectiligne et cultures) ; la classe 2 qui concerne des zones boisées et enfin la classe 5 qui est la seule caractérisée par des surfaces en herbe et un cours sinueux (un profil très représenté en 1950).

Une certaine homogénéisation des paysages a lieu entre les deux dates pour l'Aubance, qui n'est plus composée que de trois faciès paysagers présents en proportions égales. L'amont est constitué d'une plaine alluviale plus moins large avec une alternance de cultures et de formations boisées. Le fond de vallée accueille ensuite un talweg ramifié qui sinue au sein de prairies et de peupleraies pour enfin rejoindre une dominante de prairies avec un chenal unique à méandre. Plusieurs classes qui constituent la partie aval de

l'Aubance en 2016 ne sont pas structurées par l'indicateur de sinuosité, alors que c'était le cas en 1950. Cela peut traduire une rectification du chenal entre les deux dates.

La vallée du Couasnon en 2016 est quant à elle représentée par 5 faciès paysagers. Le premier est caractérisé par une plaine alluviale à cultures et surfaces boisées avec des plans d'eau et un chenal rectiligne. Le second montre un cours d'eau qui parcoure des surfaces en herbe en dessinant des méandres. Le fond de vallée encaissé accueille ensuite essentiellement des peupleraies au pied desquelles le cours d'eau présente une certaine sinuosité. Le quatrième faciès est composé d'une alternance des trois occupations du sol (bois, culture, prairie) et le talweg se divise en plusieurs bras par endroit. Enfin, la confluence est caractérisée par une large plaine alluviale exclusivement dédiée aux cultures, en cohérence avec le Val d'Authion connu pour ses cultures spécialisées (horticulture, semences…,). Une rectification et une simplification du chenal (suppression de ramification) est visible entre les deux dates à l'amont du Couasnon. L'aval semble avoir subi des opérations de rectification, le chenal sinueux de 1950 ayant laissé la place à un tracé rectiligne.

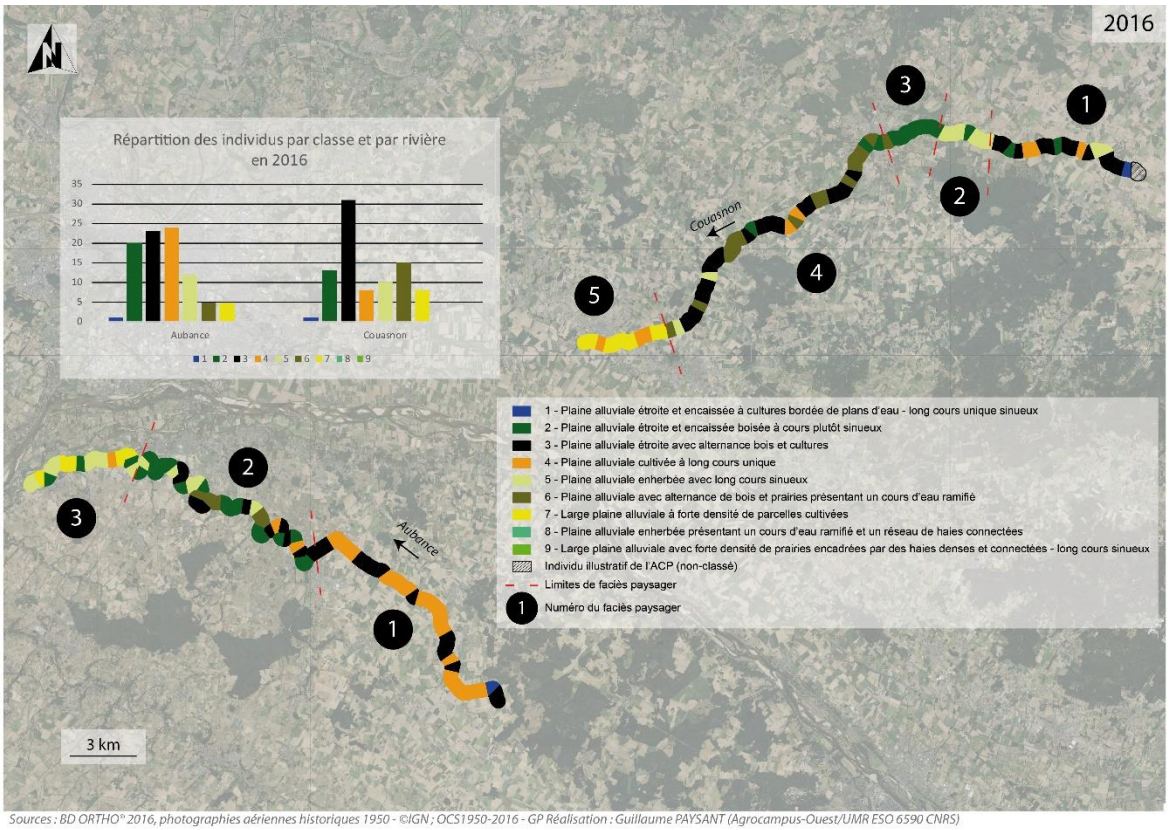


Figure 89. Cartographie et synthèse du résultat de l'ACP et la CAH - segmentation en faciès paysagers (2016) - (réalisation : GP)

Des schémas de synthèse des faciès paysagers des deux rivières en 2016 sont présentés ci-dessous (figure 90).

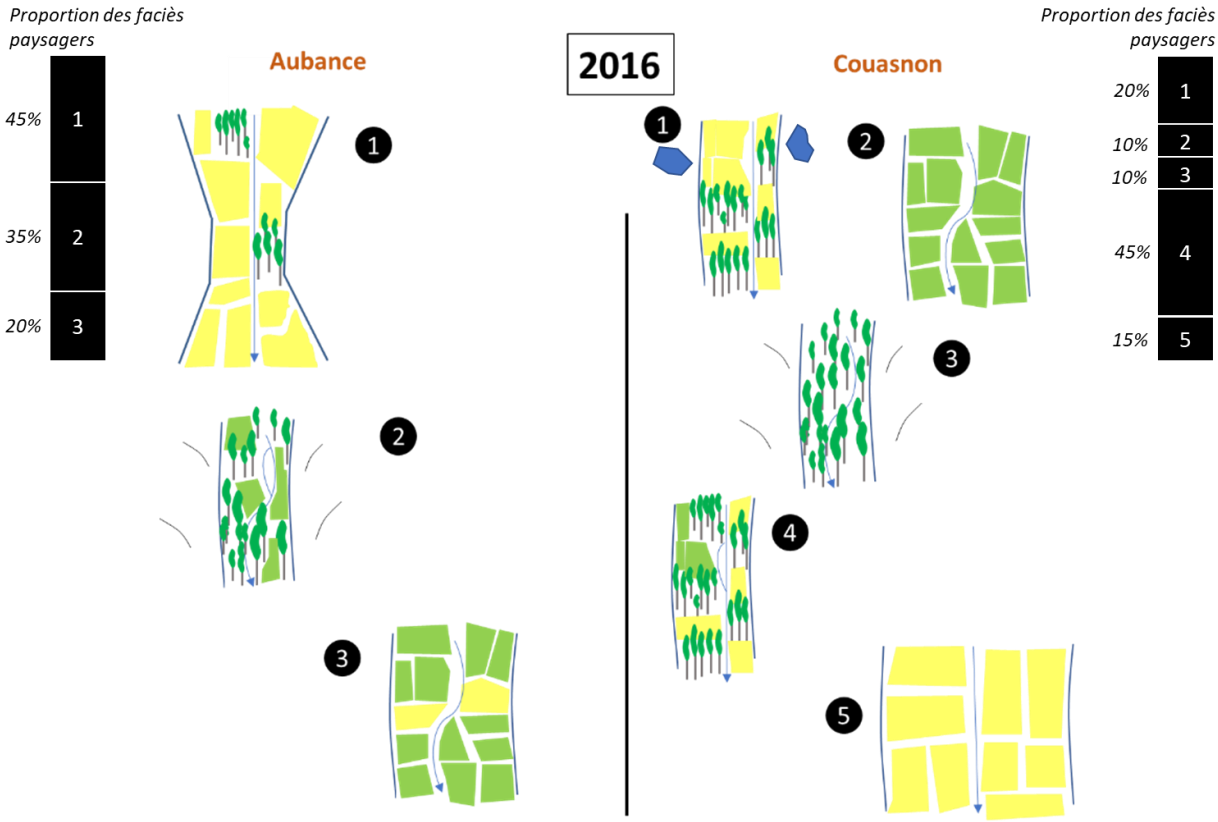


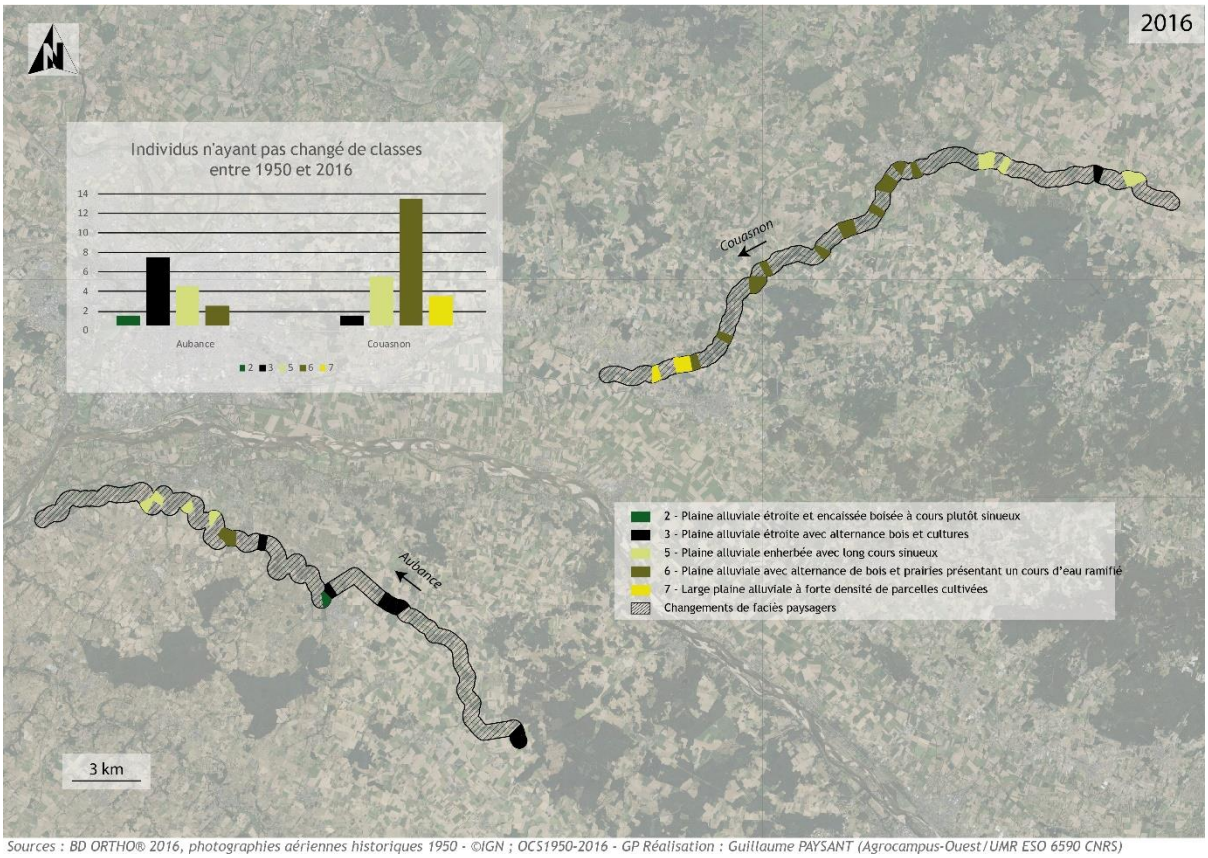
Figure 90. Schéma des faciès paysagers de 2016 (réalisation : GP)[128]

Des dynamiques spécifiques à deux contextes distincts

Une première analyse des dynamiques de ces deux hydrosystèmes secondaires est réalisée par la spatialisation des unités spatiales n'ayant pas changé de classes aux deux dates. La figure suivante (figure 91) montre que seules 36 unités spatiales (sur 177) restent stables entre les deux dates (14 pour l'Aubance, 22 pour le Couasnon, figure 91). Les classes concernées par une stabilité aux deux dates sont différentes d'une rivière à l'autre : Pour l'Aubance, la classe 3 (localisée en amont) est la plus représentée, avec la classe 5 située dans les méandres précédant la large plaine alluviale de la confluence avec la Loire. Concernant le Couasnon, la classe 6 se distingue clairement avec 13 unités

[128] Les figurés de faciès paysagers peuvent laisser penser que la forme de la plaine alluviale ou son encaissement varient aux deux dates. D'une part les limites des faciès ne sont pas les mêmes aux deux dates et couvrent donc des espaces différents. D'autre part, si ces deux variables ne varient pas dans le temps, elles peuvent en revanche ne pas être structurantes dans les classes qui caractérisent les hydrosystèmes en 1950 et le devenir dans les classes qui concernent les paysages de 2016. Dans ce cas, cela est révélateur des changements d'influence de facteurs dans le temps. Par exemple : l'encaissement du fonds de vallée n'est pas structurant en 1950 et l'est pour deux faciès en 2016. Cela peut s'interpréter ainsi : les activités agricoles investissaient tous les types d'espaces en 1950 quand l'intensification agricole a concentré des types d'OCS dans les espaces favorables et délaissés les autres. Un type d'occupation du sol répond alors particulièrement au facteur d'encaissement : les formations boisées.

spatiales de classes identiques en 1950 et en 2016. Celles-ci sont concentrées à mi-parcours (de Baugé-en-Anjou à Fontaine-Guérin) et concernent un fond de vallée occupé par des surfaces boisées et des prairies accueillant une rivière plutôt ramifiée. Les classes 5 et 7 présentent aussi des individus stables, en petit nombre, mais caractéristiques de par leur localisation : 5 unités de la classe 5 caractérisant des secteurs enherbés avec un long cours sinueux en amont, et 3 unités de la classe 7 correspondant à une large plaine alluviale occupée par une forte densité de parcelles cultivées, logiquement localisées en aval.



Sources : BD ORTHO® 2016, photographies aériennes historiques 1950 - ©IGN ; OCS1950-2016 - GP Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS)

Figure 91. Cartographie des unités spatiales stables (n'ayant pas changé de faciès paysagers entre 1950 et 2016) - (réalisation : GP)

Comme précisé précédemment, les changements de classes des unités spatiales sont importants entre les deux dates. Afin de faciliter et de synthétiser de manière efficace ces changements, nous avons fait le choix de nous concentrer sur les changements majeurs. Ainsi la cartographie des changements (figure 92) concerne 6 unités spatiales ou plus. La moyenne des changements étant de 6 et la médiane de 5, cette valeur nous a semblé adaptée à une caractérisation d'une tendance générale.

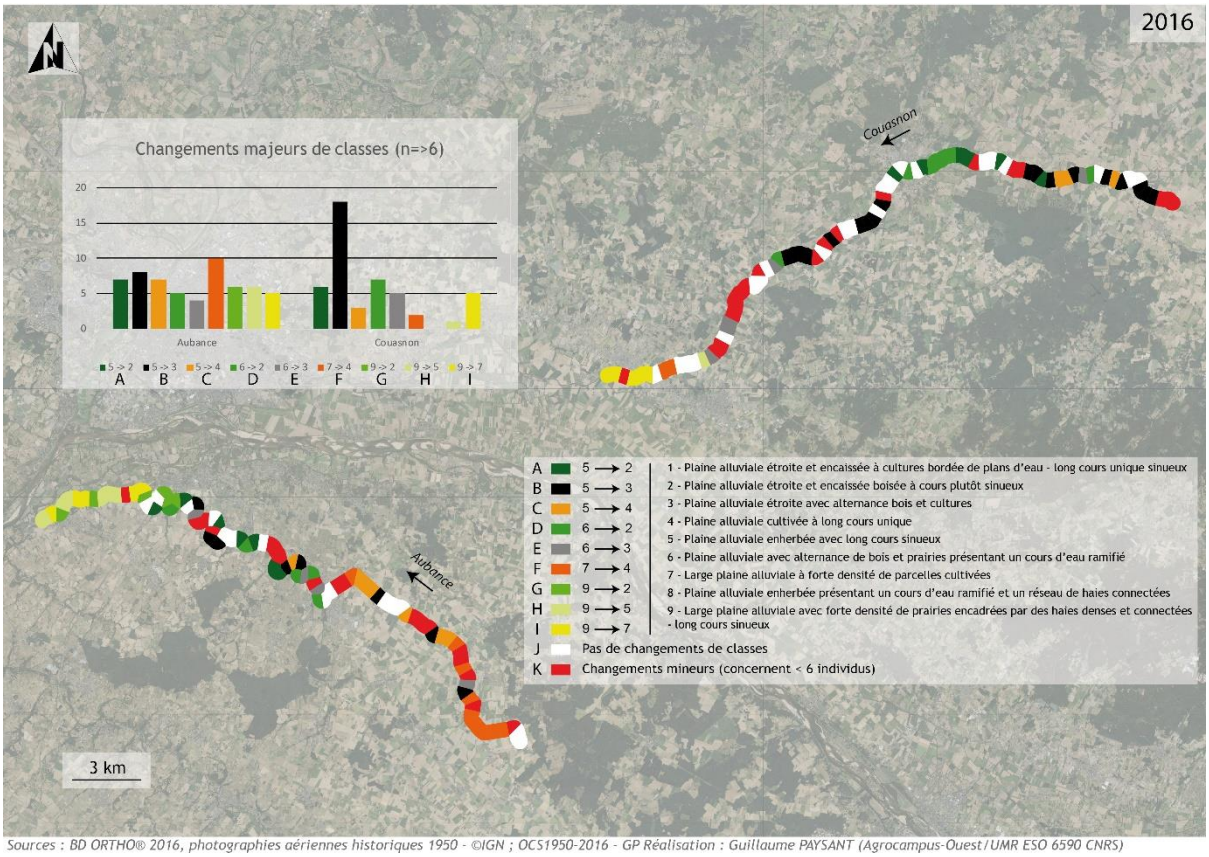


Figure 92. Cartographie des changements majeurs de classes (n=>6) - (réalisation : GP)

Il ressort de cette analyse des tendances fortes pour les deux rivières. En effet les changements de type B (figure 92) sont ceux qui apparaissent majoritairement en partie amont du Couasnon. Ils concernent une augmentation des surfaces boisées accompagnées de cultures (comme la E). Les types A et D sont des changements proches qui convergent vers un boisement important. À noter qu'il vient renforcer un profil paysager déjà axé sur les surfaces boisées, notamment caractérisé par une alternance de bois et de prairies qui perdure entre les deux dates (classe 6, stable entre les deux dates comme démontré précédemment, figure 91). L'aval du Couasnon est quant à lui caractérisé par les changements I et C qui concernent les espaces productifs de cultures.

L'Aubance a suivi des changements bien différents où la dichotomie amont/aval est encore plus marquée que pour le Couasnon. En effet l'amont est majoritairement concerné par les changements C et F qui font apparaitre une classe dédiée aux cultures (la classe 4). Une fois Brissac-Quincé passée, les changements A, B, D sont particulièrement présents et signifie une augmentation des surfaces boisées au détriment d'espaces plutôt ouverts de prairies en 1950. Enfin, les changements H et I sont présents à l'aval et concernent respectivement une préservation des surfaces en herbe (mais où les haies ne sont plus caractéristiques) et une mise en cultures partielle.

L'analyse des changements majeurs a permis de comprendre et localiser certaines évolutions. Au total, les deux hydrosystèmes sont concernés par 23 types de changements (ou transitions) de classes. Afin de prendre un compte l'ensemble des types de changements, tout en simplifiant la lecture des dynamiques, nous les avons regroupées en 4 catégories de trajectoires paysagères : intensification, boisement, conversion en surfaces en herbe et surfaces en herbe vers association de cultures/surfaces boisées. L'intensification est déclinée en trois niveaux d' « ampleur » quand celle du boisement l'est en deux niveaux. De cette analyse des transitions de classes découle la synthèse des trajectoires paysagères (figure 93).

Trajectoire paysagère de l'Aubance : Vers une intensification agricole de l'amont en domaine sédimentaire, une alternance de bois et prairies en zone armoricaine et des prairies « préservées » en zone de confluence

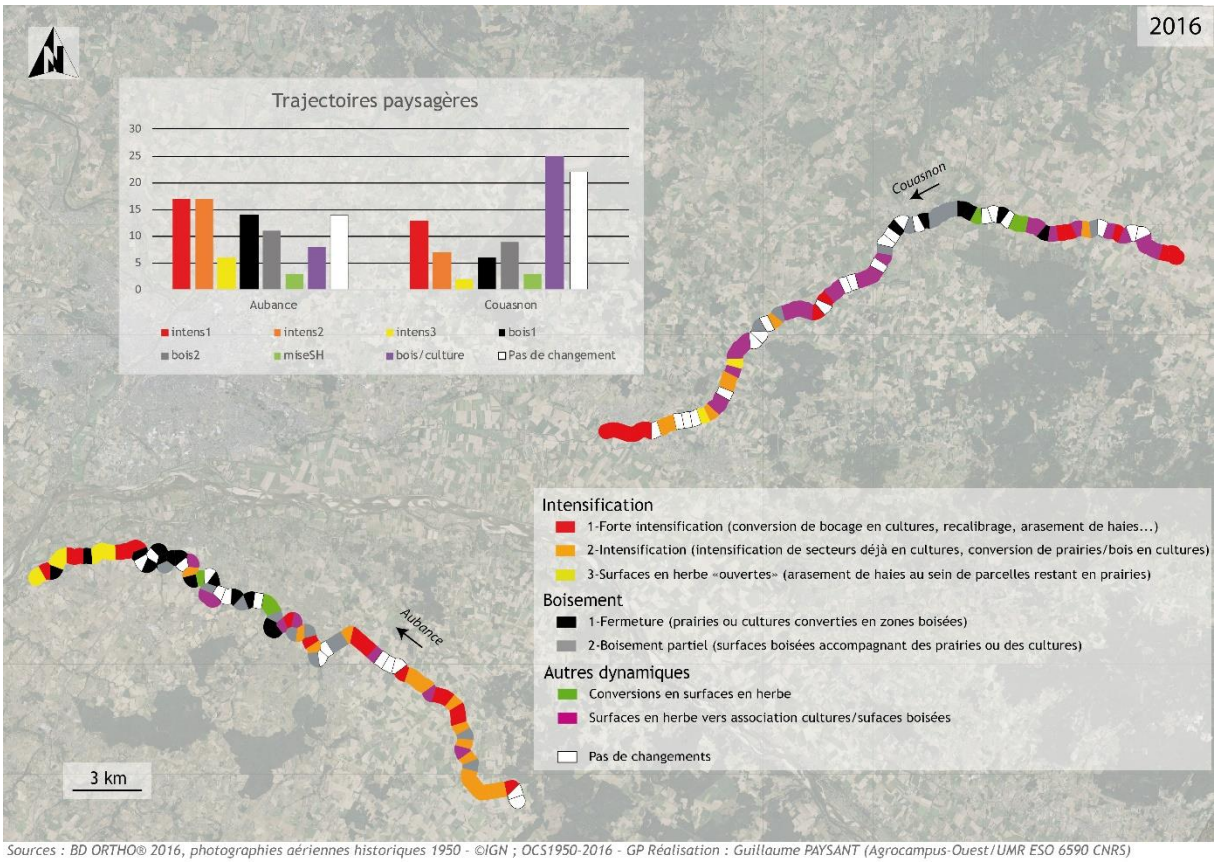
L'Aubance connait deux types d'intensification agricole différents (figure 93). L'amont présentait déjà de nombreuses parcelles en cultures en 1950. Cette tendance s'est renforcée en 2016 avec des parcelles cultivées plus grandes, et plusieurs secteurs qui ont été concernés par des transformations fortes, telles que la conversion d'un système bocager vers un espace de cultures intensives par le biais d'arasement de haies et de rectification du chenal. La partie armoricaine encaissée de l'Aubance est concernée par un boisement voire une fermeture du fond de vallée, dans lequel plusieurs secteurs ont été convertis en surfaces boisées au moins partiellement. Enfin, la partie aval, dans la plaine d'inondation de la Loire, a subi une intensification globalement plus modérée qui s'est surtout traduite par un arasement des haies et la rectification du chenal sur quelques secteurs. Cette zone est la seule dans laquelle de grandes prairies sont maintenues en 2016.

La rupture entre le Bassin Parisien et le Massif Armoricain est particulièrement marquée par la répartition des trajectoires, le secteur en amont de Brissac-Quincé (BP) étant concerné par une optimisation de cultures quand l'aval de Brissac-Quincé (MA) est caractérisé par un boisement puis une certaine stabilité des prairies en place jusqu'à la zone de confluence avec le Louet.

Trajectoire paysagère du Couasnon : Entre dynamique de boisement en amont et mise en cultures de la plaine alluviale en aval

Le Couasnon est surtout caractérisé par une dynamique de boisement sur la quasi-totalité de son linéaire, accompagné d'une mise en cultures toujours plus importante de ses

parcelles. De nombreuses parcelles en herbe sont converties en une association de surfaces boisées et cultures quand elles ne sont pas concernées par une mise en cultures intensives (rectification du chenal et arasement de haies) notamment sur les plateaux sédimentaires du Baugeois. Cette dynamique est accompagnée par l'installation de plans d'eau à proximité de la source. Un secteur particulièrement encaissé en amont de Baugé-en-Anjou se distingue de par sa trajectoire essentiellement définie par un boisement et une fermeture de son fond de vallée. Enfin, une mutation importante est notable en aval où un système bocager a subi une forte intensification au détriment des haies qui étaient encore présentes en 1950 et d'un chenal sinueux qui a été rectifié afin favoriser l'exploitation des terres et la mise en labour.



Sources : BD ORTHO® 2016, photographies aériennes historiques 1950 - ©IGN ; OCS1950-2016 - GP Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS)

Figure 93. Cartographie des trajectoires paysagères - (réalisation : GP)

La trajectoire paysagère traduisant une conversion de certains secteurs vers des surfaces en herbe est très peu représentée (6 unités spatiales sont concernées, 3 pour chaque rivière). Elle ne représente pas une dynamique importante que ces hydrosystèmes connaissent, et les secteurs concernés sont bien spécifiques (dans la vallée encaissée à méandres du Massif Armoricain pour l'Aubance, juste en amont du secteur encaissé de Baugé pour le Couasnon).

Finalement, l'analyse factorielle aboutit à l'identification d'une trajectoire à l'amont de l'Aubance axée sur une optimisation de l'exploitation des terres pour les cultures sur les plateaux sédimentaires du Saumurois. Ces terres particulièrement adaptées aux grandes cultures ont donc étaient spécialisées dans ces productions. La partie caractéristique du Massif Armoricain, avec une vallée encaissée et sinueuse où les coteaux sont dédiés à la viticulture, voit son fond de vallée se fermer par un développement des surfaces boisées. Celles-ci sont synonyme d'une certaine déprise agricole, qui s'explique par leur accès difficile qui ne facilite pas leur exploitation, notamment pour l'élevage. Enfin, la zone de confluence montre l'influence de la plaine alluviale de la Loire, dans laquelle les parcelles sont préservées d'une mise en cultures ou d'une fermeture de son fond de vallée mais où un arasement important de haies a eu lieu. Ces parcelles présentent encore un intérêt pour l'élevage et la fauche et cette position à la confluence avec la Loire entrave la mise en culture (inondations et zonages de protection du patrimoine naturel).

Pour le Couasnon, les dynamiques majoritaires concernent à l'amont un boisement important du fond de vallée qui peut être assimilé à une forme de déprise agricole. Les parcelles qui ne sont plus exploitées sont en friches ou utilisées pour la populiculture, dont l'activité présentait certains avantages financiers. Cette dynamique est associée à une mise en cultures en tête de bassin dans les plateaux sédimentaires du Baugeois. Le secteur encaissé en amont du bourg de Baugé-en-Anjou voit son fond de vallée se fermer de façon importante certainement pour les mêmes raisons que les secteurs encaissés de l'Aubance (difficile d'accès et crise de l'élevage). Enfin, une conversion d'un secteur encore bocager en 1950 en une plaine alluviale productive et sous influence des cultures spécialisées propres au Val d'Authion a été identifiée en aval. Protégé de la Loire par une levée, celui-ci a été adapté pour l'agriculture intensive et il est peu valorisé pour son paysage (Montembault 2004).

De grandes trajectoires concernent ces hydrosystèmes secondaires, mais leurs conditions de mises en place dépendent des contextes géographiques locaux. Si les secteurs encaissés ont eu tendance à se fermer pour les deux rivières, d'autres secteurs de plaines ont vu les surfaces boisées se développer fortement (Fontaine-Guérin pour le Couasnon notamment). A l'inverse les secteurs où la plaine alluviale est plus vaste peuvent être concernés par des trajectoires de même nature (intensification de l'activité agricole) mais aux répercussions très différentes comme l'illustrent les zones de confluences du Couasnon et de l'Aubance.

Conclusion chapitre 5

L'ambition de ce chapitre était de mobiliser au mieux les données recueillies et créées afin d'analyser les trajectoires paysagères des deux hydrosystèmes secondaires.

Pour cela, la nouvelle approche devait compléter l'analyse sectorielle du chapitre 4. Les indicateurs extraits des données à disposition, concernant la couverture du sol de la plaine alluviale (nature de l'occupation du sol, structure du parcellaire, réseau de haies), sa géomorphologie et la morphologie du talweg ont été agrégées au sein d'unités spatiales régulièrement générées le long des deux rivières. Cela a donné la possibilité de cartographier les indicateurs paysagers aux deux dates et leur évolution, et également de croiser des caractéristiques de talweg et de plaine alluviale au sein d'une même analyse factorielle. L'Analyse en Composante Principale et la Classification Ascendante Hiérarchique mobilisées ont permis de caractériser les unités spatiales des deux hydrosystèmes au regard de 13 variables choisies parmi les indicateurs paysagers générés. Les classes constituées ont une identité définie par les caractéristiques communes des unités spatiales qui les composent. La nature de ces classes et leur arrangement spatial permettent de dégager assez facilement des portions de linéaire de plaine alluviale ayant des paysages proches, les « faciès paysagers ». Ces faciès paysagers se positionnent comme des « synthèses » paysagères émanant de l'analyse factorielle, et révèlent les caractéristiques de parties d'hydrosystème. Leur analyse aux deux dates permet de se saisir des évolutions et trajectoires paysagères que ces hydrosystèmes ont suivies. Les changements de classes sont également des éléments pertinents pour caractériser les trajectoires. Celles-ci sont décomposées en 3 types de trajectoires : l'intensification de l'exploitation des terres (en trois niveaux d'impacts) ; le boisement du fond de vallée (identifié comme une fermeture du fond de vallée ou au moins un boisement important) ; et « autres dynamiques » incluant une trajectoire assez anecdotique car très peu représentée et inverse aux tendances générales identifiées « conversions en surfaces en herbe » (quand celles-ci ont plutôt tendance à être en forte régression) qui concerne seulement 3 unités spatiales par rivières. L'autre trajectoire considérée comme « autre dynamique » concerne uniquement des aspects d'occupation du sol et signifie le développement en concomitance des cultures et des surfaces boisées au détriment des surfaces en herbe. Si cette tendance est assez faible pour l'Aubance (8 unités) elle concerne tout de même 25 unités spatiales du Couasnon, globalement réparties sur le premier et le troisième quart du linéaire.

Cette analyse a permis d'identifier des tendances majeures sur le paysage des deux hydrosystèmes, résumées ici : optimisation de l'exploitation des terres (en amont de l'Aubance sur un secteur déjà dédié aux cultures en 1950) ; un développement des surfaces boisées (et parfois une « fermeture ») du fond de vallée qui semble indiquer une déprise agricole ; le remplacement de secteurs bocagers en plaine alluviale adaptée à l'agriculture intensive (aval du Couasnon, sous influence du Val d'Authion).

Ces trajectoires paysagères semblent influencées par le socle géologique, la géomorphologie globale, les politiques agricoles et environnementales, etc.

L'intensification agricole, encouragée par les politiques de développement de l'économie française dans la seconde moitié du XXe siècle, est conditionnée par différents éléments de contexte. En amont de l'Aubance, elle prend la forme d'une optimisation de l'exploitation des terres d'un secteur où le fond de vallée semblait déjà plutôt adapté à la production intensive. A l'inverse, plusieurs secteurs sont concernés par des transformations drastiques des paysages, ceux-ci basculant d'un système bocager extensif à une mise en cultures intensive (en amont de Brissac-Quincé pour l'Aubance, à l'aval du Couasnon). L'influence du val d'Authion semble jouer un rôle important dans cette forte intensification des modes de production à l'aval du Couasnon. L'aval de l'Aubance présente les seuls secteurs pour lesquelles l'intensification passe surtout par un arasement des haies. Cela peut traduire une optimisation du mode de production lié à l'élevage : arasement des haies qui empêche la constitution de parcelles plus grandes pouvant accueillir un bétail plus important pour le pâturage et de mécaniser la fauche. Le fait que ces parcelles ne soient pas mises en labour peut s'expliquer par l'influence de la Loire (zone de confluence : inondations fréquentes, enjeux patrimoniaux liés aux paysages ligériens…). L'approche à l'échelle des secteurs fonctionnels devra compléter ces analyses pour mettre en exergue les facteurs qui ont influencé ces trajectoires qui semblent mêler facteurs naturels (socle géologique, topographie, influence de l'hydrosystème principal…) et anthropiques (politiques d'aménagement et agricoles, systèmes agricoles en place, enjeux patrimoniaux de la Loire…).

CONCLUSION DE PARTIE 2

La partie 2 de ce manuscrit portait sur l'analyse des trajectoires paysagères des deux hydrosystèmes en se concentrant sur l'emprise de la plaine alluviale dans son intégralité. Un des enjeux de cette recherche était de proposer des méthodes d'analyses des hydrosystèmes secondaires, espaces ordinaires subissant généralement une couverture assez faible en données les caractérisant. Dans cette partie, nous avons exposé les données que nous avons choisi de créer (liées au talweg et à l'occupation du sol aux deux dates) et les méthodes retenues pour les exploiter et aboutir à une analyse du paysage permettant de comprendre les facteurs influençant les dynamiques de ces hydrosystèmes.

Ainsi, une première étude de l'évolution de l'occupation du sol à deux dates a permis d'identifier des tendances de changements. À la suite de quoi, des analyses thématiques ont suivi en se concentrant sur les tendances identifiées précédemment : agrandissement du parcellaire, dynamique de boisement, en parallèle d'une forte régression du réseau de haies. Bien qu'enrichissantes, ces analyses thématiques et sectorielles apportent une vision limitée des changements et ne permettent pas toujours une compréhension globale des trajectoires et donc l'identification des facteurs en jeux. C'est pourquoi la suite de notre démarche s'est concentrée sur une analyse factorielle et systémique permettant de croiser nos différentes variables et de caractériser les changements. L'identification de classes, construites à partir de ces variables, et leur arrangement spatial aboutissent à la caractérisation en faciès paysagers. L'étude des changements de classes issues de l'analyse factorielle d'une part, et des changements de faciès paysagers d'autre part, nous ont permis de caractériser les trajectoires paysagères qui diffèrent dans leur nature et dans leur « intensité » entre les deux hydrosystèmes, l'Aubance et le Couasnon, mais également au sein d'un même hydrosystème. Cette analyse des trajectoires nous a permis d'identifier des facteurs qui ont certainement joué un rôle majeur dans ces changements. Ces facteurs sont d'ordres naturels (socle géologique et géomorphologie …) et anthropiques (politique agricole et environnementale, usages, …) et interagissent dans ces espaces. Le poids de la Politique Agricole Commune, qui a profondément marqué le paysage rural, a pu être appréhendé par le biais de cette approche. En revanche, l'influence de nouvelle politique de gestion des rivières, axée sur la préservation de l'environnement à travers la DCE ou la LEMA par exemple, n'est pas particulièrement ressortie de cette analyse. Celle-ci se traduit pourtant sur le terrain par des changements « visibles » tels que le reméandrage ou la suppression d'ouvrages (accompagnée par une intervention sur le lit mineur) ou encore la plantation de haies bocagères dans le cadre des actions du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Ce constat a renforcé notre volonté de nous concentrer sur une échelle

plus grande, complémentaire de celle de l'hydrosystème et guidée par celle-ci. Des secteurs fonctionnels ont été retenus au regard des changements qu'ils subissaient, et de manière à étudier les grandes tendances de trajectoires paysagères de ces hydrosystèmes et leurs conditions de mises en place. Nous attendons de cette analyse plus « locale » un gain de « finesse » dans l'appréhension des processus en jeu, notamment grâce à la mobilisation de méthodes adaptées à des espaces plus restreints. Celles-ci sont volontairement plus « qualitatives » et seront complémentaires de l'approche quantitative menée à l'échelle supérieure.

PARTIE 3. APPROCHE DES TRAJECTOIRES PAYSAGERES A L'ECHELLE LOCALE ET DES CONTROVERSES ENVIRONNEMENTALES LIEES A GESTION DES HYDROSYSTEMES

En haut à gauche : l'Aubance au lieu-dit « Chaussée Albert », Charcé-St-Ellier-sur-Aubance (17/06/2016 – GP) En bas à gauche : coteaux viticoles de l'Aubance au lieu-dit « la Bâte », Saint-Jean-des-Mauvrets (17/06/2016 – GP) ; En haut à droite : Le Couasnon au lieu-dit « Bel-Air », Lasse (03/04/2017 - GP) ; En bas à droite : Le Couasnon à Fontaine-Guerin (03/04/2017 - GP)

Chapitre 6. Analyse à l'échelle locale sur quelques secteurs clés.....223

Chapitre 7. Controverses environnementales et nouveaux modes de gestion des hydrosystèmes secondaires – les cas de l'Aubance et du Couasnon.....260

Introduction de la troisième partie

Si les analyses à l'échelle de l'hydrosystème ont permis de révéler les trajectoires paysagères et d'identifier les facteurs impliqués dans celles-ci, elles ne permettent pas de caractériser finement les dynamiques socio-écologiques de ces paysages. En étudiant les trajectoires à partir de deux états des lieux (1950 et 2016), il n'est pas possible d'identifier les différentes temporalités de mise en place de ces trajectoires et donc d'étudier précisément les contextes de production de ces paysages. De plus, cette analyse quantitative ne peut suffire pour comprendre des objets potentiellement soumis à des facteurs aussi divers et variés. C'est pourquoi dans cette troisième partie, une analyse plus qualitative sera développée. Celle-ci sera complémentaire de la démonstration de la partie 2 et concernera d'abord des secteurs fonctionnels identifiés pour leurs trajectoires paysagères. Les méthodes développées permettront de résoudre certaines lacunes des analyses de la partie 2 : échelle locale d'analyse, décomposition temporelle des trajectoires, intégration du paysage environnant en plus du fond de vallée, prise en compte de facteurs humains structurants (application locale de politiques nationales…). Nous nous interrogerons ensuite sur la place et le poids des politiques et des acteurs de la gestion de l'eau dans l'évolution des hydrosystèmes. A la suite de quoi, deux projets de type « DCE » seront analysés et serviront à illustrer les types de controverses environnementales qu'ils induisent. Enfin, nous nous interrogerons sur la place que tient le paysage dans cette nouvelle gestion et sur l'opportunité qu'il représente pour saisir les problématiques environnementales dans leur globalité, en réunissant « experts » et « riverains ».

Chapitre 6. Analyse à l'échelle locale sur quelques secteurs clés

Introduction

Après avoir caractérisé les trajectoires paysagères à l'échelle des hydrosystèmes et identifié les facteurs principaux qui les ont influencés, nous nous sommes concentrés sur des secteurs fonctionnels. Ceux-ci ont été repérés grâce à l'analyse réalisée à l'échelle supérieure et choisis pour leurs trajectoires paysagères. Les deux trajectoires majeures identifiées sur l'Aubance et le Couasnon sont une intensification des modes de production agricole, se traduisant par une mise en labour plus importante et un aménagement de l'espace permettant d'optimiser l'exploitation des terres (arasement de haies, agrandissement du parcellaire, rectification/reprofilage des cours d'eau…) et à l'inverse une déprise agricole dans des zones particulières (fond de vallée encaissée, plaine alluviale accueillant un cours d'eau ramifié et des terres humides…). Toutefois, l'analyse a montré que les effets de contexte conditionnent leur traduction sur le terrain (en forme et en lieu).

L'enjeu de ce chapitre 6 est de présenter et justifier les secteurs retenus (6.1) puis de proposer une analyse propre à chacun d'entre eux. La méthode retenue est également détaillée tout comme nos attentes vis-à-vis de cette nouvelle approche. En intervenant à une échelle « locale » nous espérons capter des processus de natures différentes de ceux identifiés précédemment (politique locale, stratégie individuelle d'agriculteurs ou d'autres acteurs etc.) et de les relier aux changements observés. L'objectif n'est pas de dresser des trajectoires « types » à l'échelle locale, ni de faire un inventaire de toutes les trajectoires qui concernent ces terrains. Cette démarche propose de caractériser des trajectoires paysagères ayant eu lieu sur l'Aubance et le Couasnon dans leurs contextes spécifiques. Ces caractérisations se positionnent ainsi comme des témoignages des changements possibles et des facteurs qui peuvent les générer ou au moins les influencer. Pour cela, nous nous attachons à décomposer les changements ayant eu lieu entre 1950 et 2016 par le biais d'une démarche exclusivement qualitative, complémentaires de l'approche quantitative mobilisée à l'échelle supérieure. Elle est composée de l'analyse de photographies aériennes au pas de 10 ans (plus ou moins selon leurs disponibilités sur les secteurs visés), de documents d'archives, techniques et réglementaires. La démarche est alimentée par une série d'entretiens semi-directifs (11 au total, réalisés en 2018 et 2019 pour la plupart) menés auprès des professionnels de l'eau, de propriétaires de moulins, de riverains, d'agriculteurs et d'anciens élus (annexe 20).

Cette analyse locale concerne un secteur à l'amont de l'Aubance (6.2) concerné par une intensification de l'exploitation des terres dans une zone déjà partiellement mise en cultures en 1950 ; un secteur médian sur le Couasnon, concerné par un développement

important de la végétation arborescente dans le fond de vallée (6.3) ; et enfin la zone de confluence entre l'Aubance et la Loire (par le Louet, un de ses bras) plutôt préservées de la mise en labour, mais dont les transformations traduisent également une forme d'intensification de l'activité agricole (6.4). Le dernier point du chapitre (6.5) propose une synthèse des trajectoires paysagères saisies à l'échelle locale.

Les trois secteurs retenus sont localisés au sein de la carte des trajectoires paysagères produite à l'échelle supérieure dans le chapitre précédent (figure 94).

Figure 94. Localisation des secteurs étudiés au sein des trajectoires paysagères

6.1 Choix et justification des secteurs clés

Les secteurs faisant l'objet des analyses plus « systémiques » à l'échelle locale ont été choisis au regard des dynamiques principales relevées à l'échelle de l'hydrosystème :

- Intensification agricole, traduite par une augmentation de la taille du parcellaire, une importante mise en cultures des parcelles (au détriment des prairies) et une régression drastique du réseau de haies, accompagnée par des interventions parfois très marquées sur le talweg (rectification/recalibrage)
- Fermeture du fond de vallée, avec le développement important de formations boisées (notamment des peupleraies)

L'ambition de cette analyse est de dresser des portraits de trajectoires paysagères de nos terrains. Au-delà de l'apport en termes de compréhension des dynamiques et facteurs explicatifs en jeu, celle-ci permet également de mettre en exergue la plus-value et la complémentarité avec les analyses présentées précédemment (à l'échelle de la plaine alluviale dans sa continuité).

6.2 Analyse du secteur n°1 : Intensification agricole de l'amont de l'Aubance

Le premier secteur choisi se trouve sur la commune de Louerre, non loin de la source de l'Aubance (figure 95.1). Il est inscrit dans les plateaux sédimentaires du Saumurois et a la particularité de présenter une large plaine alluviale peu encaissée.

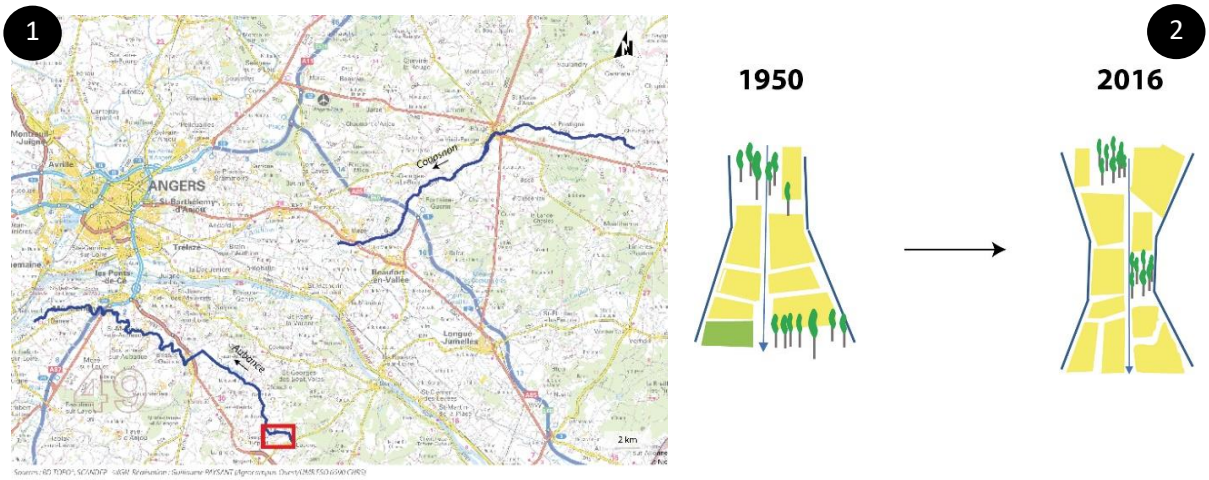
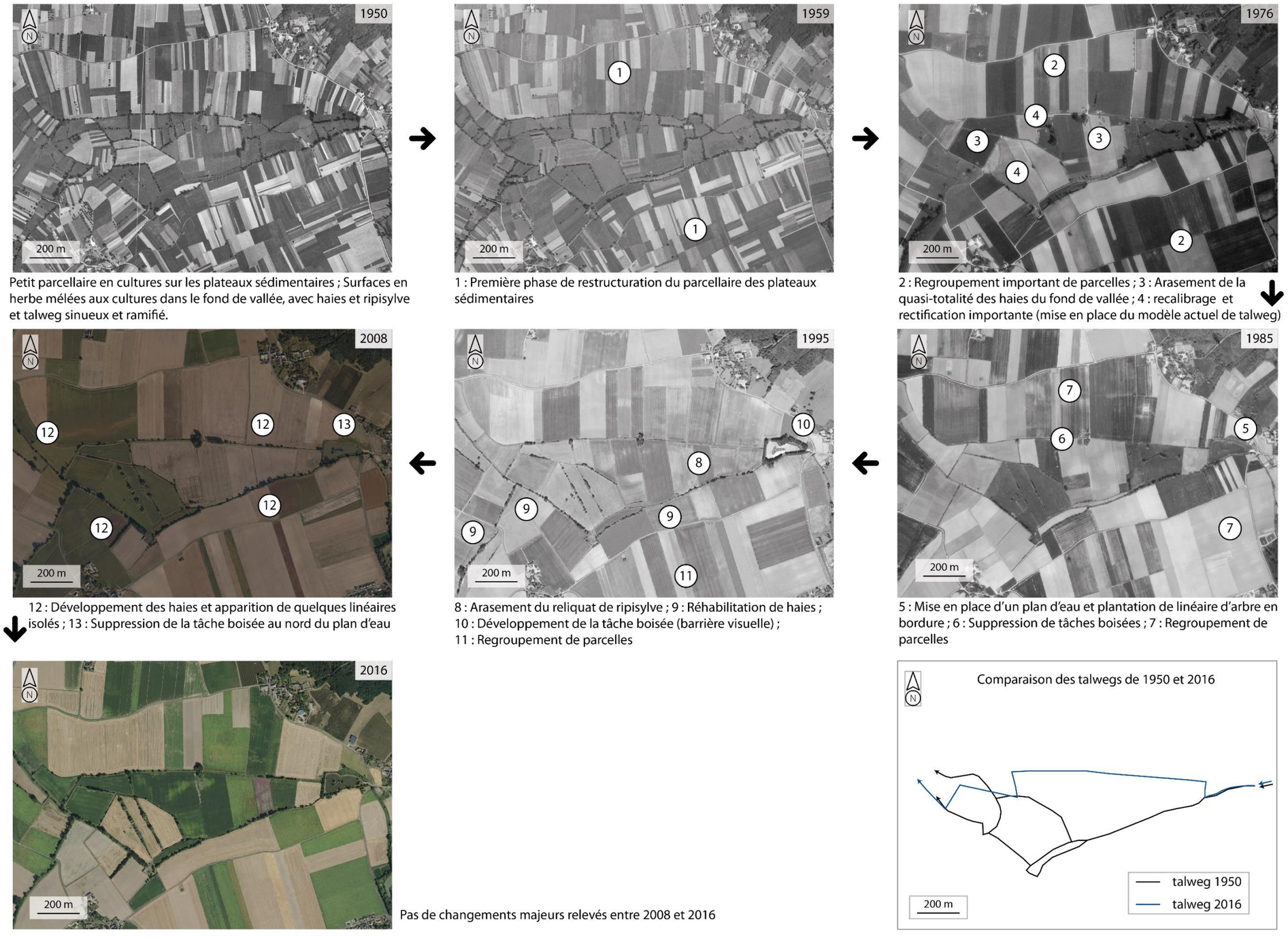


Figure 95. 1. Localisation du secteur 1 ; 2. Faciès paysagers concernés[129] - amont de l'Aubance

La plaine alluviale est dédiée aux cultures au moins depuis 1950, en témoigne sa classe issue de l'ACP et de la CAH (figure 87) « Large plaine alluviale à forte densité de parcelles cultivées ». La trajectoire paysagère à l'échelle de l'hydrosystème révèle que ce secteur a évolué vers une classe définie par une « Plaine alluviale cultivée à long cours unique ». Cette trajectoire indique que le facteur de largeur de la plaine alluviale n'est plus structurant pour la classe de 2016, alors que cette variable a les mêmes valeurs aux deux dates. En revanche, l'occupation du sol liée aux cultures est commune aux deux dates. Ainsi, la trajectoire se résume par une plaine alluviale déjà adaptée aux cultures et dont les changements ont été orientés vers une intensification plus importante encore en 2016

[129] Précautions de lecture : Les deux faciès paysagers représentés ainsi peuvent donner l'impression que la morphologie de la plaine alluviale change entre les deux dates, or ce paramètre ne varie pas entre 1950 et 2016. Cette différence de figurés s'explique par le fait que le schéma de faciès paysagers représente des espaces de tailles diverses aux deux dates. De plus la même variable n'a pas le même poids dans les différentes classes et peut être structurante à une date et ne plus l'être à une autre. Cela donne des indications quant aux facteurs structurants les paysages et à leur changement d'influence dans le temps.

(figure 95.2). La classe de 2016 réagit quant à elle au caractère non-ramifié du talweg (« long cours unique ») témoignant des travaux de rectification/recalibrage ayant eu lieu entre ces deux dates. La décomposition de cette trajectoire permet de caractériser une spécialisation du lit majeur de l'amont de l'Aubance vers la mise en cultures des parcelles (figure 96).



Sources : PVA historiques® - ©IGN (remonterletemps.ign.fr) - Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus Ouest/UMR ESO 6590 CNRS) - 2019

Figure 96. Décomposition de la trajectoire paysagère du secteur amont de l'Aubance (réalisation : GP)

Cette décomposition de la trajectoire paysagère permet de discerner plusieurs étapes de changements, et ainsi d'affiner l'analyse de celle-ci. Les modifications concernent le talweg (déplacement, rectification et recalibrage important du lit mineur), le réseau de haies, la structure du parcellaire, et l'apparition de nouveaux objets liés à l'évolution des usages (plans d'eau).

L'analyse des changements par comparaison de photographies aériennes montre des modifications plutôt faibles du secteur entre 1950 et 1959. En effet, celles-ci se cantonnent aux plateaux sédimentaires et concernent essentiellement un premier regroupement de parcelles. En revanche, la transition entre 1959 et 1976 est surement celle faisant l'état des transformations les plus importantes de ce secteur. Durant cette période, un très fort regroupement de parcelles a été effectué, qui se traduit par un agrandissement important des parcelles (notamment celles des plateaux autrefois en « lanières » perpendiculaires à la rivière), un arasement des haies et de la ripisylve lié au recalibrage et à la rectification afin de dévier le cours de l'Aubance par le nord de la plaine alluviale. Après cela, quasiment aucune haie ne subsiste dans le fond de vallée et de grandes prairies semblent converties en parcelles cultivées. Entre 1976 et 1985 les changements ne sont pas négligeables pour autant. L'agrandissement des parcelles continue sur les plateaux quand un plan d'eau (d'environ 1,3 hectare) est installé à l'est de la plaine alluviale. Un linéaire d'arbres est implanté autour de celui-ci. Plus à l'ouest, deux taches boisées encore visibles en 1976 sont finalement supprimées puisqu'elles n'apparaissent plus sur la photographie aérienne de 1985 (6). Un reliquat de linéaire de haies, ayant échappé à la période d'arasement drastique sur le secteur (1960-1976) est finalement supprimé entre 1985 et 1995 (8). Le linéaire d'arbres implantés en bordure du plan d'eau s'est transformé en un linéaire d'arbres imposants (peupliers ?) et une tache boisée est même visible au nord du plan d'eau. Plusieurs linéaires d'arbres sont réhabilités dans la plaine alluviale (9), notamment le long de l'ancien lit de l'Aubance (au sud de la plaine alluviale) ainsi que le long du petit affluent arrivant par le sud-ouest (le ruisseau du Galardin, à l'ouest de la scène). À noter que les réimplantations de haies sont loin de compenser les pertes de la période 1959-1976. De nouveaux regroupements de parcelles ont eu lieu et sont visibles notamment sur les plateaux au sud de l'Aubance (11). Entre 1995 et 2008, les changements sont assez mineurs. Ils concernent le « réseau » de haies qui continue de se développer (les arbres implantés précédemment ont pris de l'ampleur quand de nouveaux individus sont installés). La tâche boisée du nord du plan d'eau et encore visible en 1995 est finalement supprimée (probable activité de populiculture). Enfin, aucun changement notable n'est à relever sur la période 2008-2016.

Finalement, les changements majeurs de ce secteur concernent la période 1959-1976 durant laquelle le lit de l'Aubance n'a pas seulement été recalibré et rectifié. En effet,

le cours de l'Aubance a été détourné, le faisant passer par le nord de la plaine alluviale quand l'ancien cours s'écoulait au sud de la plaine alluviale et alimentait le moulin de Bellegraine, aujourd'hui détruit (figure 97.A). On note également la présence de tronçons particulièrement rectilignes et intégrants même des coudes de 90° et un partiteur de débit (figure 97.B).

Figure 97. Secteur modifié en amont de l'Aubance – partiteur en rouge A. Carte Etat Major (1820-1866) ; B. Carte IGN actuelle (Source : remonterletemps.ign.fr

Un important dépôt sédimentaire s'observe en amont de l'ouvrage. Du remblai est visible derrière la porte B derrière laquelle aucun écoulement n'a lieu. Malgré le fait que l'eau ne passe pas par-dessus la marche de la porte A, un écoulement est observable en aval de l'ouvrage, ce qui témoigne d'un passage sous l'ouvrage (figure 98). La forte modification du cours d'eau sur ce secteur (déplacement du lit, recalibrage, rectification, partiteur) a été réalisée dans le but « d'assainir » les terres agricoles et de permettre la mise en cultures au sein de la plaine alluviale, ce qui est toujours le cas aujourd'hui (figure 99).

Figure 98. Partiteur de débit sur l'Aubance à Louerre (Source : GP – 05/07/2017)

Figure 99. Cultures de blé de part et d'autre de l'Aubance (Source : GP - 05/07/2017)

La comparaison des profils en travers de l'ancienne Aubance avec celui de l'Aubance actuelle permet de constater les effets des travaux menés dans les années 70 (figure 100).

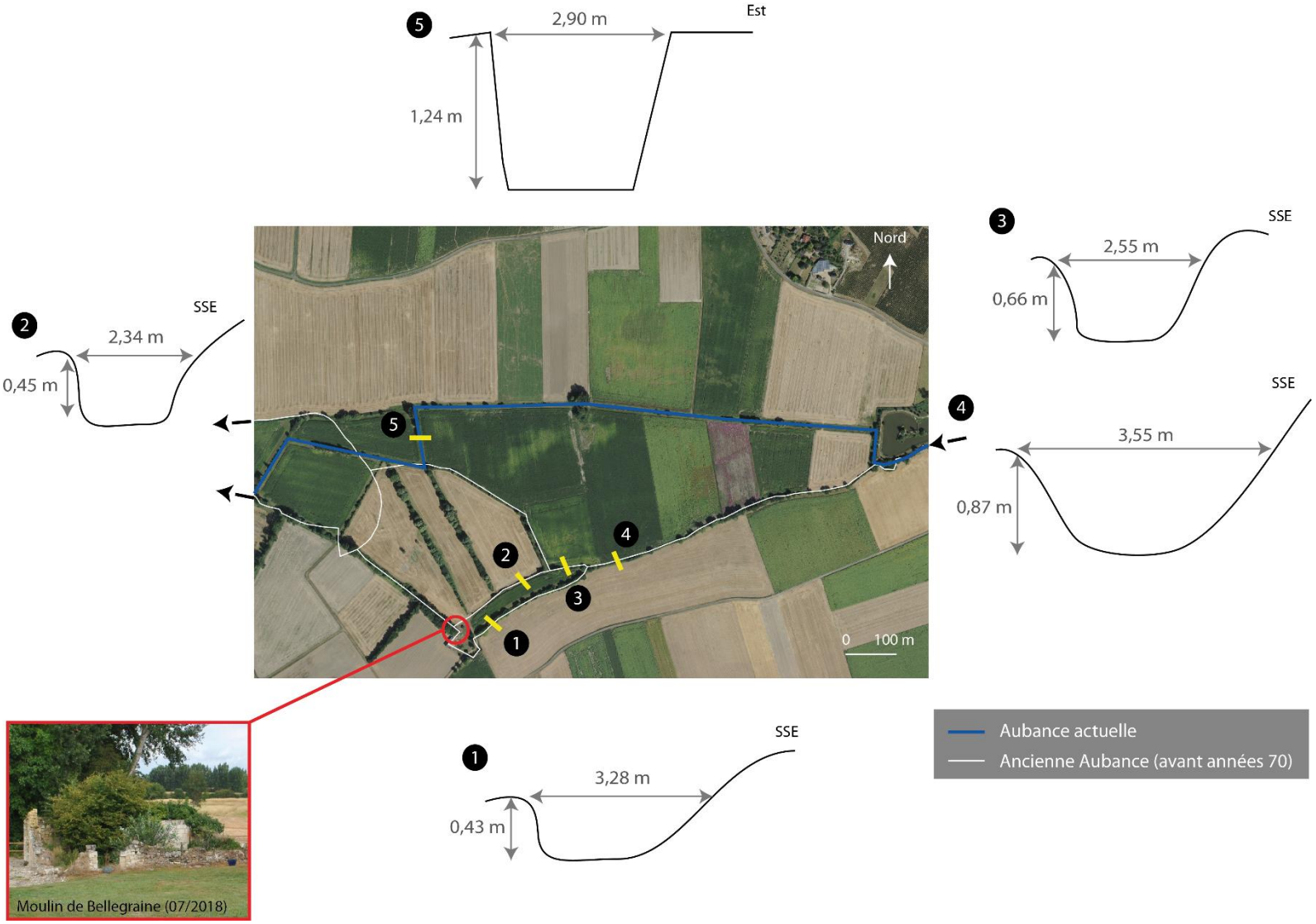


Figure 100. Profils en travers de l'ancienne Aubance et de l'Aubance actuelle (secteur S1) - (réalisation : GP)

Le profil n°4 présente un lit relativement large (3,55 m), mais avec un fond en cuvette. L'ancienne Aubance se divisait en deux bras avant d'alimenter le moulin de Bellegraine. Ceux-ci présentaient des lits moins larges et moins profonds. La nouvelle Aubance héritée des travaux des années 1970 a quant à elle un lit bien plus profond (1,24m), une largeur de plein bord importante (2,90 m) et surtout des rives très abruptes, façonnées de façon à contenir au maximum les écoulements lors des crues et ainsi éviter les débordements.

L'ancienne Aubance est aujourd'hui complètement dissimulée dans une haie dense, mais le lit n'est pas encore complètement comblé (figure 101).

Figure 101. Ancienne Aubance à l'endroit du profil en travers n°2. g. Haie dissimulant l'ancienne Aubance ; d. lit de l'ancienne Aubance (Guillaume PAYSANT)

Malgré que l'analyse factorielle caractérise ce secteur en 1950 de « Large plaine alluviale à forte densité de parcelles cultivées », l'occupation du sol réalisée par photo-interprétation révèle la présence de plusieurs prairies à cette époque. Les entretiens réalisés auprès de deux anciens agriculteurs du secteur ont permis de saisir la façon avec laquelle ils se représentaient le site avant les travaux d' « assainissement » des terres :

> [ancien agriculteur (n°1) en amont de l'Aubance] « *Ici le syndicat de l'Aubance avait fait un plan d'eau pour la commune de Louerre*. *C'était un marais, la commune avait acheté pour faire ça, ça a été fait du temps de mon père ».*

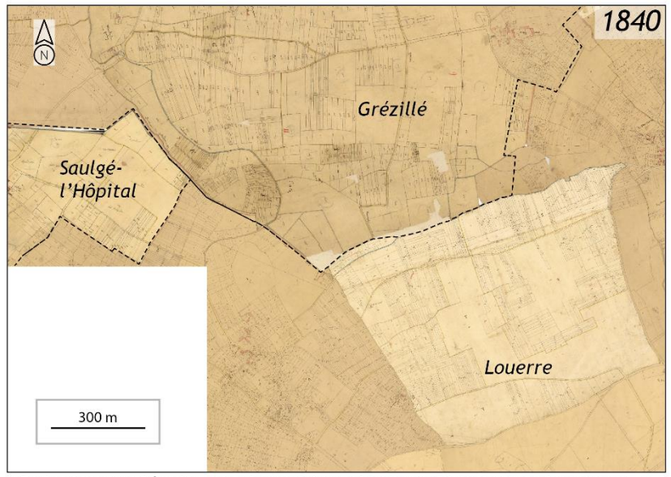
> [autre ancien agriculteur (n°2) en amont de l'Aubance] *« on faisait de la prairie, on pouvait pas faire grand-chose, par la suite on a fait nos expérimentations, nos labours faisaient 10 cm de profondeur mais c'était le commencement, et maintenant ce sont des très bonnes terres. Ça permet d'avoir une terre cultivable plus épaisse, en année de sècheresse*

c'est formidable. C'était surement des marécages par là avant. C'était incultivable avant le remembrement. »

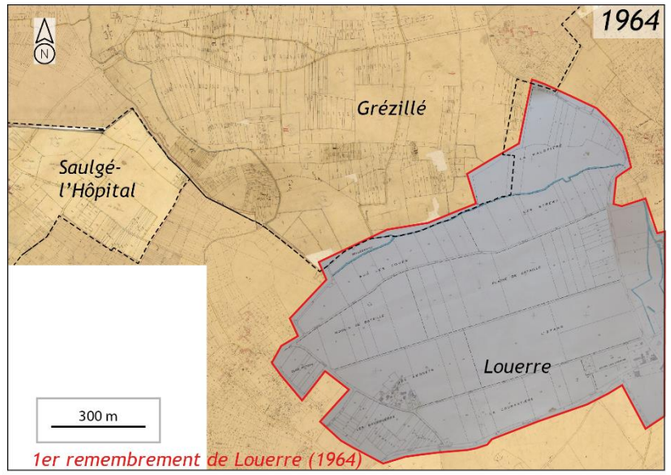
Ces deux témoignages insistent sur le caractère humide du secteur avant les travaux de rectification/recalibrage et avant les remembrements, comme ces derniers sont spécifiquement désignés par un agriculteur comme étant le processus ayant permis de rendre cultivable ces terres. A noter que celles-ci sont perçues aujourd'hui comme de très bonnes terres à exploiter quand le secteur était désigné comme un *« marais »* ou des « *marécages* » pour la période d'avant les années 1960.

Recomposition foncière à travers 3 remembrements (1964, 1966, 1982)

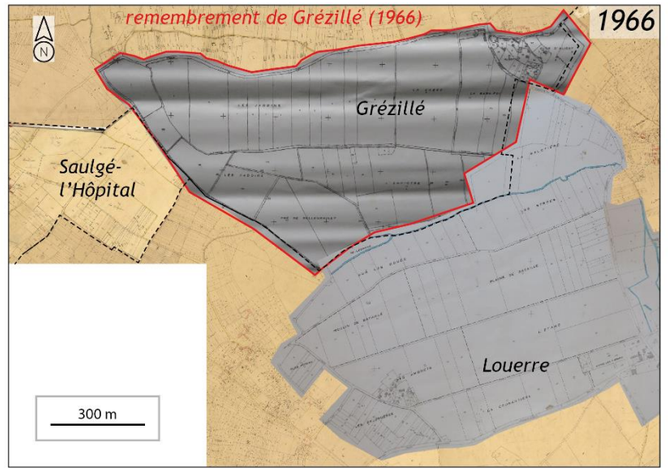
Comme signalé par un ancien agriculteur, plusieurs remembrements ont eu lieu dans la seconde moitié de XXe siècle sur les communes des parcelles riveraines de l'Aubance. La commune de Louerre (aujourd'hui Tuffalun) au sud, en a connu deux (1964 puis 1982) quand la commune de Grézillé (aujourd'hui Gennes-Val-de-Loire) un seul en 1966 (au nord de l'Aubance). La succession de ces recompositions foncières sur le secteur est présentée ci-après (figure 102). Les plans de remembrements ont été collectés dans les archives des communes concernées puis géoréférencées pour permettre leur comparaison.



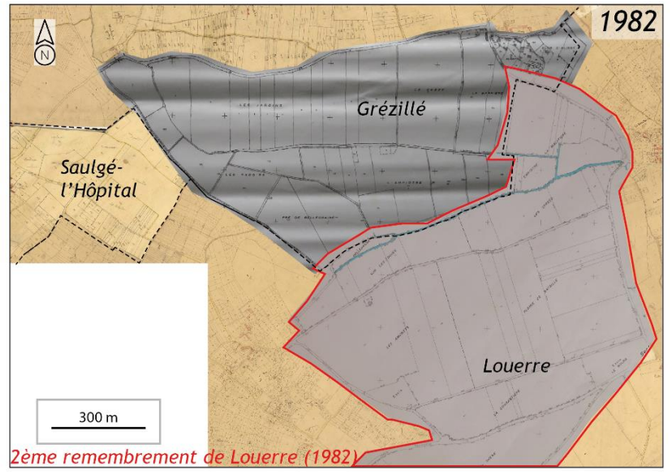
Cadastre napoléonien en vigueur jusqu'aux premiers remembrements



1er remembrement sur la commune de Louerre (représentation partielle)

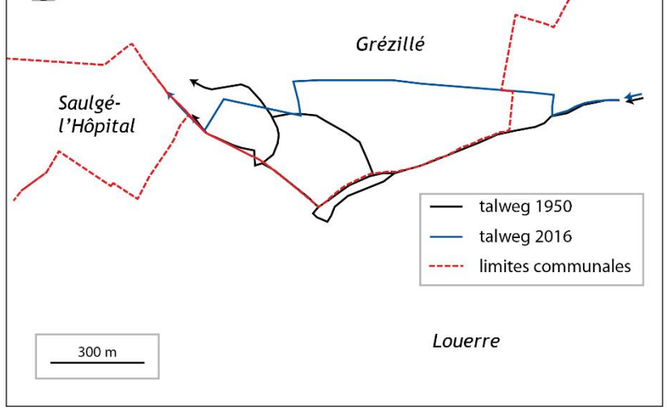


Remembrement sur la commune de Grézillé (représentation partielle)
2 ans après celui de la commune voisine, Louerre au sud.



2 ème remembrement sur la commune de Louerre (représentation partielle)
16 ans après le premier ayant eu lieu sur la même zone

Parcellaire actuel (BD PARCELLAIRE® 2016 - ©IGN)
Identique à celui issu des derniers remembrements (1966 pour Grézillé, 1982 pour Louerre)



L'ancienne aubance servait de limite communale entre Grézillé au nord et Louerre au sud

Sources : Cadastre napoléonien (1807-1840 en Maine-et-Loire) - Archives départementales 49 (fourni par GEOPAL) ; plans de remembrements (archives des communes de Gennes-Val-de-Loire [Grézillé] et Tuffalun [Louerre]) ; BD PARCELLAIRE®, BD TOPO®, BD ORTHO® - ©IGN). Réalisation : Guillaume PAYSANT - 2019 (UMR ESO Angers 6590 CNRS - Agrocampus Ouest/Université d'Angers)

Figure 102. Recomposition foncière des parcelles du bassin de l'Aubance sur le secteur de Louerre/Grézillé (réalisation : GP)

L'augmentation de la taille des parcelles est particulièrement importante, surtout lors des premiers remembrements qui font passer de petites parcelles organisées en « lanières » parallèles en de grandes parcelles longilignes. Lors du second remembrement opéré sur Louerre, les parcelles ont surtout été regroupées par 2 ou 3. Les haies et ripisylves, uniquement présentes dans la plaine alluviale en 1950, ont surtout été arasées lors des premiers remembrements (1964 pour Louerre et 1966 pour Grézillé) et n'ont laissé que quelques rares reliquats, pour la plupart supprimés lors du second remembrement de Louerre en 1982.

Il a quelque fois était possible de numériser les rapports écrits faisant état des travaux à mener dans le cadre des remembrements. C'est le cas pour la commune de Grézillé où le rapport des « travaux connexes au remembrement » de 1966 a été retrouvé. Il dresse les différents travaux à mener sur divers éléments à l'échelle de la commune. Ainsi, ce n'est pas moins de 8 735 mètres de linéaire de haies qui ont été classées comme « à supprimer », 10,83 hectares de taillis marqués comme « à effacer » et 5 940 m³ de fossés et excavations « à combler » (figure 103).

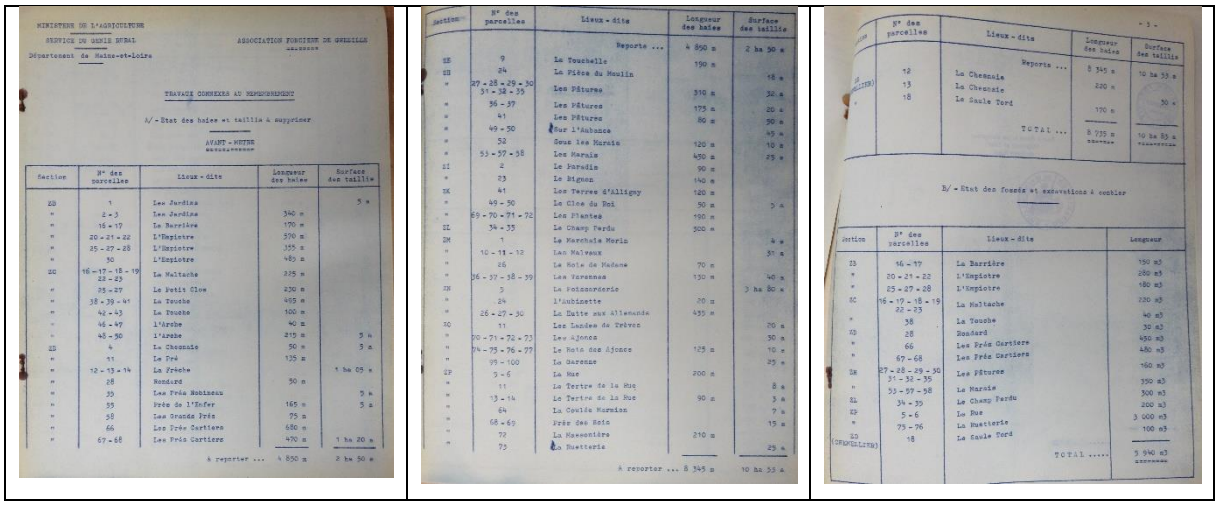


Figure 103. Rapport des "travaux connexes au remembrement" – Ministère de l'Agriculture/Association foncière de Grézillé (Source : Archives de la commune de Gennes Val de Loire)

Quelques haies et corridors rivulaires sont réhabilités entre 1985 et 2010, essentiellement le long de la nouvelle Aubance et de l'ancien cours. La parcelle qui accueille le plan d'eau communal destiné à la pêche fait partie des rares parcelles à ne pas évoluer du cadastre napoléonien à aujourd'hui.

Synthèse des trajectoires paysagères du secteur 1 à l'échelle locale : Adaptation de la plaine alluviale à la mise en cultures

Les trajectoires paysagères ont été modélisées à travers une succession de schémas synthétiques intégrant les changements constatés (figure 104). Le secteur a subi des transformations très importantes en l'espace de 66 ans (1950-2016). Les changements majeurs ont lieu sur la période 1960-1976 où la recomposition foncière a été importante, tant sur les plateaux que dans le fond de vallée. Celle-ci est due aux deux remembrements ayant eu lieu sur les communes de Louerre et de Grézillé dans cet intervalle. Les haies de la plaine alluviale sont arasées et les travaux de rectification/recalibrage et le déplacement et la simplification du lit (plus de ramification) de l'Aubance permettent la mise en cultures de cet espace. Les parcelles riveraines et surtout celles des plateaux sont de plus en plus vastes, permettant une optimisation de leur exploitation, notamment par les machines agricoles. Le nouveau lit de l'Aubance n'est plus connecté au moulin à eau de Bellegraine, lui-même étant en état de ruines. Les berges de la nouvelle Aubance sont particulièrement abruptes et le lit est plus profond, afin de contenir au maximum les écoulements et ainsi limiter les débordements.

Les changements ayant eu lieu sur la période 1976-1985 sont plus modestes et sont globalement engendrés par le second remembrement de Louerre. Plus tardif (1982) celui-ci a permis de regrouper davantage les parcelles des plateaux sédimentaires au sud de la rivière, pour constituer de vastes ensembles plus facilement exploitables. Dans cette période, quelques alignements d'arbres sont également supprimés et un plan d'eau à usage récréatif est mis en place par la commune. C'est un étang de pêche (« plan d'eau de la Dronière ») qui témoigne du développement de l'activité de loisirs sur le secteur.

Enfin, la dernière phase de changements, assez modestes elle aussi, concerne la période 1985-2016. Le système agricole en place est intensif, les parcelles sont exclusivement dédiées aux cultures. Les changements se concentrent sur une réhabilitation partielle d'alignement d'arbres en tant que haie et que ripisylve, et une mise en paysage de l'étang de pêche.

Figure 104. Schémas de synthèse des trajectoires paysagères du site de Louerre/Grézillé en amont de l'Aubance (réalisation : GP)

6.3 Analyse du secteur n°2 : Dynamique de boisement à Fontaine-Guérin sur le Couasnon

Le second secteur se situe sur le cours médian du Couasnon, dans la commune de Fontaine-Guérin (figure 105.1). Il présente une plaine alluviale plutôt large dans laquelle de nombreuses parcelles sont utilisées pour la populiculture. Le cours d'eau se divise en plusieurs bras dans cette zone. Une des particularités du secteur est qu'il accueille le Manoir de Chappe, ainsi que son moulin à eau et son parc, constitué notamment d'un « carré d'eau ».

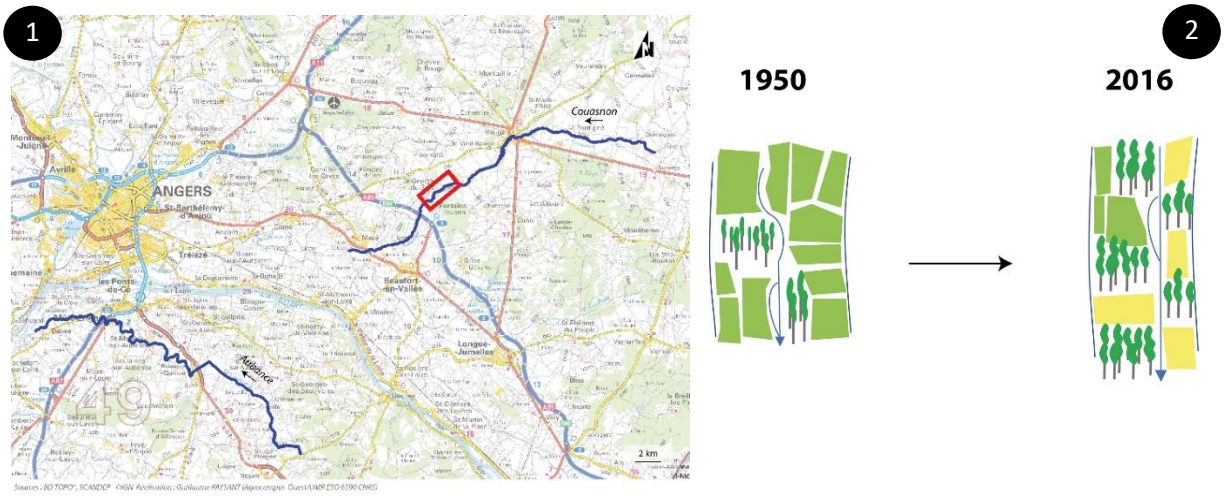
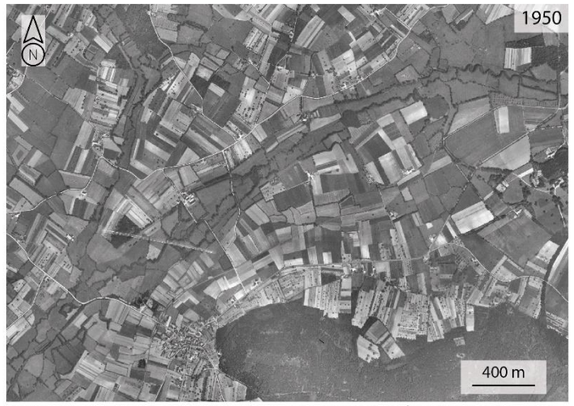
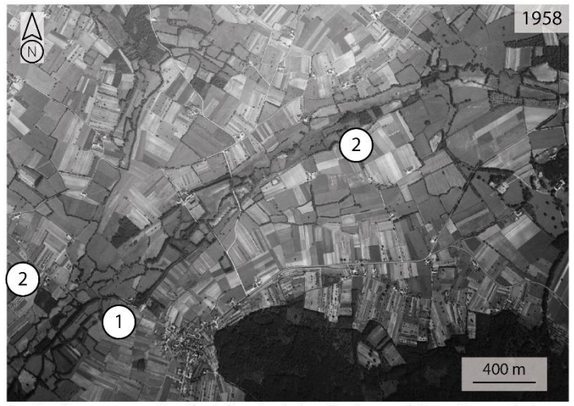


Figure 105. 1. Localisation du secteur 2 ; 2. Faciès paysagers concernés – Couasnon médian

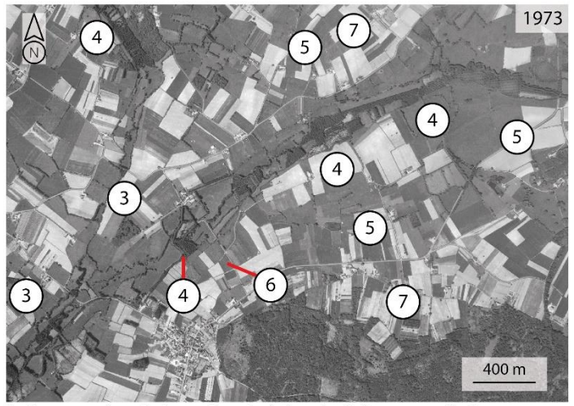
Ce secteur se situe dans le faciès paysager n°4 identifié à l'échelle de l'hydrosystème (5.3, p.192). Il est caractérisé par une plaine alluviale plus ou moins étroite, accueillant des surfaces boisées (peupleraies en majorité) avec une alternance de prairies et de cultures, et un cours d'eau ramifié (classes 3 et 6 en 2016). En 1950, la plaine alluviale était occupée par des surfaces boisées et surtout par des prairies, présentant pour beaucoup d'entre elles un réseau de haies denses et connectées avec un cours d'eau sinueux (classe 6 et 9 en 1950, figure 105.2). L'enjeu de cette analyse à l'échelle locale sera donc de décomposer la trajectoire identifiée qui concerne une fermeture du fond de vallée par la populiculture.



Petit parcellaire en cultures sur les plateaux. Surfaces en herbe dans le fond de vallée où serpente un cours d'eau ramifié. Linéaires de haies et ripisylve bien visible dans le fond de vallée.

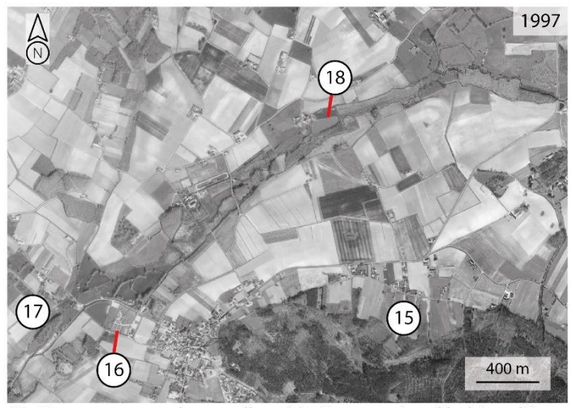


1 : Renforcement des linéaires boisés ; 2 : Appartition d'une tâche boisée ;

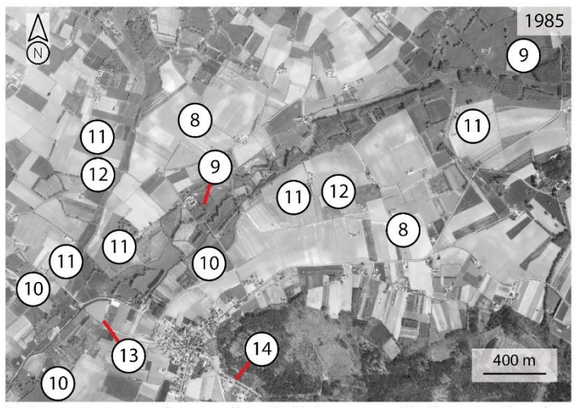


3 : Suppression de la surface boisée ; 4 : Boisement ; 5 : Regroupement de parcelles et arasement de haies ; 6 : Suppression d'un linéaire de haies ; 7 : Disparition des linéaires de fruitiers

19 : Installation d'un plan d'eau ; 20 : Suppression de tâches boisées ; 21 : Nouvelles habitations ; 22 : Boisement ; 23 : Regroupement de parcelles

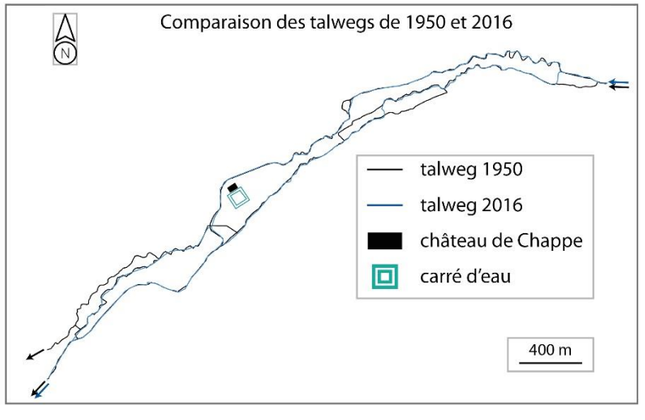


15 : Regroupement de parcelles ; 16 : Construction d'habitats légers (base de loisirs) ; 17 : Boisement ; 18 : Installation d'un plan d'eau ;



8 : Regroupement de parcelles ; 9 : Boisement ; 10 : Suppression d'une tâche boisée ; 11 : Rectification/Recalibrage ; 12 : Effacement de la ripisylve ; 13 : Installation d'un étang ; 14 : Nouvelles habitations

Pas de changements majeurs détectés entre 2008 et 2016



Sources : PVA historiques® - ©IGN (remonterletemps.ign.fr) - Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus Ouest/UMR ESO 6590 CNRS) - 2019

Figure 106. Décomposition de la trajectoire paysagère du secteur de Fontaine-Guérin du Couasnon (réalisation : GP)

Ce secteur est concerné par une dynamique de boisement, qui concerne spécifiquement le fond de vallée. Le site du château de Chappe et son parc paysager s'écartent des dynamiques spatiales du secteur et suivent d'autres logiques d'aménagement.

Une forêt de conifères d'environ 600 hectares (figure 108) se situe à l'est du bourg de Fontaine-Guérin (au sud-est de la scène photographique). Aucun changement majeur de cette formation boisée ne sera identifiable par comparaison des clichés de photographies aériennes. En 1950, les plateaux sont occupés par des cultures organisées au sein de fines parcelles en « lanières ». Des habitations isolées sont réparties le long des routes et les parcelles adjacentes accueillent pour la plupart des arbres fruitiers, notamment à la lisière nord de la forêt. Quelques tâches boisées ponctuent le fond de vallée et la ripisylve, parfois divisée en plusieurs linéaires, révélant ainsi la présence du cours d'eau ramifié qui serpente au sein des prairies. Les petits affluents du Couasnon sont également visibles grâce à l'alignement d'arbres qui longent leur cours, le ruisseau de Rochette (qui suit l'axe nord-sud, à l'est de la scène) et le Brocard (axe sud-est/nord-ouest, à l'est de la photographie). Le château de Chappe domine le carré d'eau déjà présent et se trouve inséré dans un système de surfaces en herbe. En 1958, les linéaires d'arbres sont plus volumineux, témoignant de la croissance de ceux-ci et de leur nouvelle ampleur. Quelques tâches boisées apparaissent déjà dans le fond de vallée, mais de manière assez modeste. En 1973, les changements sont plus conséquents. Certaines taches boisées ont disparu (3) quand d'autres parcelles sont converties en peupleraies (4). Un important regroupement de parcelles à l'est de la scène aboutit à un agrandissement parcellaire conséquent et à la disparition de plusieurs linéaires de haies (5 et 6). Les fruitiers encore présents en 1958 au nord de la forêt de Fontaine-Guérin ne sont plus visibles et le parcellaire a vu sa superficie commencer à croitre. La période 1973-1985 est également concernée par des modifications importantes. Celles-ci concernent un regroupement important du parcellaire au nord comme au sud de la plaine alluviale (8). De nouvelles parcelles sont converties à leur tour en peupleraies, de même que la parcelle se trouvant au centre du carré d'eau du château de Chappe, qui conservait jusque-là sa surface en herbe (9). À l'inverse, quelques taches boisées disparaissent (10), s'expliquant surement par le rythme de la production forestière. Le résultat de travaux de rectification/recalibrage assez importants sont visibles, aussi bien sur le cours du Couasnon que sur ses affluents (Rochette au nord et Brocard à l'est, 11). Ces interventions ont été la plupart du temps accompagnées par la suppression de l'ancienne ripisylve qui bordait autrefois les talwegs (12). Un étang d'environ 1,3 hectare est implanté au sud-ouest de la photographie aérienne (13). Enfin, quelques habitations apparaissent le long de la route partant vers l'est depuis le bourg de Fontaine-Guérin (14). Entre 1985 et 1997, les regroupements de parcelles se poursuivent (15). De l'habitat léger, destiné à de l'accueil touristique, est implanté à proximité du plan d'eau pour former une

base de loisirs. Un autre plan d'eau d'un peu plus d'un hectare est installé plus en amont (18). En 2008, deux nouveaux plans d'eau sont installés (19). L'un au sud-est de la photographie aérienne, l'autre au nord-est, à proximité de l'affluent la Rochette. La parcelle centrale du carré d'eau du château de Chappe n'est plus occupée par une peupleraie et se trouve même aménagée en une allée (un chemin de terre se distingue, bordé de surface enherbée) donnant l'accès au château (figure 107).

Figure 107. Allée du Château de Chappe (Fontaine-Guérin, 01/12/2015, GP)

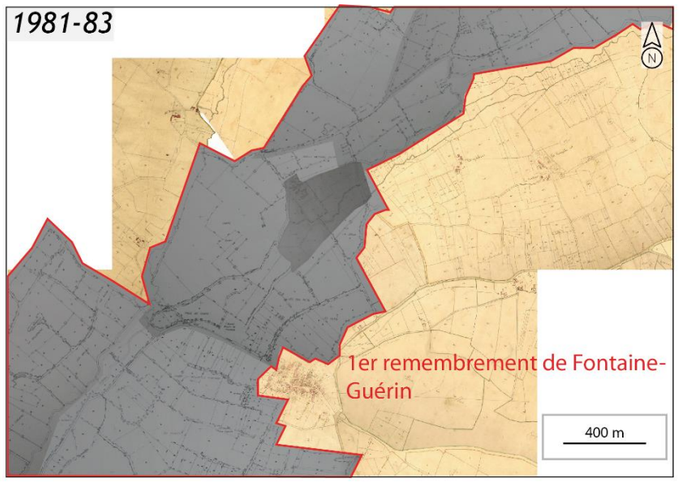
L'habitat se développe à l'est (21) au sein d'un petit hameau. De nouvelles parcelles sont converties en peupleraies (22) et quand d'autres sont agrandies, notamment au sud du Couasnon. Comme pour le secteur de l'Aubance, aucun changement n'est à noter sur la période 2008-2016.

Figure 108. Vue panoramique de la forêt de Fontaine-Guérin (en arrière plan) et de ses alentours depuis le fond de vallée du Couasnon (Fontaine-Guérin, 24/06/2016, GP)

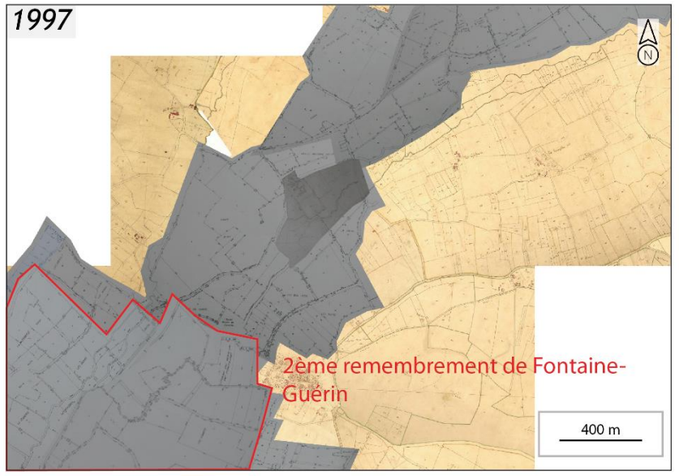
Recomposition foncière à travers 2 remembrements (1981-83, 1997)

Des remembrements ont eu lieu dans la seconde moitié de XXe siècle sur les communes des parcelles riveraines du Couasnon. La commune de Fontaine-Guérin (aujourd'hui Les Bois d'Anjou) en a connu deux. La première phase s'est faite en 1981 et 1983 et concernait des zones différentes de la commune. La suivante était plus tardive (1997) et concernait la partie sud de la commune, en lien avec l'aménagement d'une autoroute. La succession de ces recompositions foncières sur le secteur est présentée ci-après (figure 109). Les plans de remembrements ont été collectés dans les archives de la commune de Fontaine-Guérin puis géoréférencés pour permettre leur comparaison.

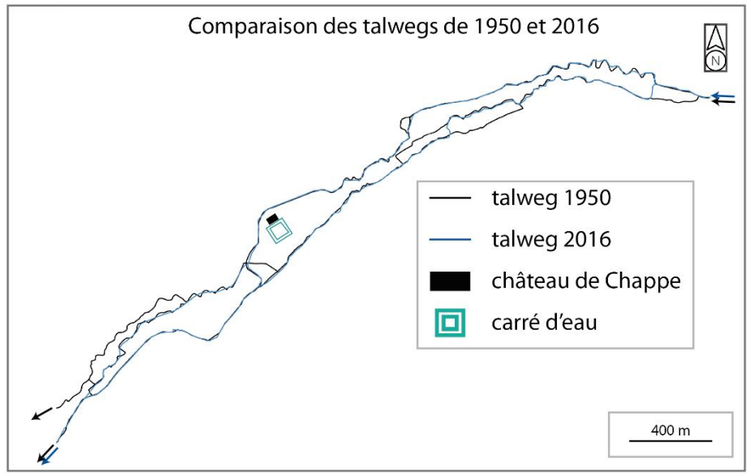
Cadastre napoléonien en vigueur jusqu'aux premiers remembrements



1er remembrement sur la commune de Fontaine-Guérin (représentation partielle)



2ème remembrement sur la commune de Fontaine-Guérin (représentation partielle)



Situation du Couasnon en 1950 et 2016, avec matérialisation du Chateau de Chappe et de son carré d'eau comme repères.

Parcellaire actuel (BD PARCELLAIRE® 2016 - ©IGN)
Proche de celui issu des remembrements

Sources : Cadastre napoléonien (1807-1840 en Maine-et-Loire) - Archives départementales 49 (fourni par GEOPAL) ; plans de remembrements (archives de la commune des Bois d'Anjou [Fontaine-Guérin] ; BD PARCELLAIRE®, BD TOPO®, BD ORTHO® - ©IGN).
Réalisation : Guillaume PAYSANT - 2019 (UMR ESO Angers 6590 CNRS - Agrocampus Ouest/Université d'Angers)

Figure 109. Recomposition foncière des parcelles du bassin du Couasnon sur le secteur de Fontaine-Guérin (réalisation : GP)

La recomposition foncière a été particulièrement forte pendant la première phase de remembrement (1981-1983) où la géométrie des parcelles s'est adaptée aux travaux de reprofilage qui ont concerné le Couasnon et ses affluents quelques années auparavant. Un second remembrement a lieu au sud de la scène, et recompose une nouvelle fois la structure du parcellaire augmentant davantage leur surface. Celui-ci concorde avec la création d'un nouvel axe autoroutier, l'A85 qui traverse la commune (au sud, non visible sur la photographie aérienne) suivant un axe nord-ouest/sud-est. Le parcellaire actuel n'a pas subi de modification depuis les derniers remembrements cités.

Synthèse des trajectoires paysagères du secteur 2 à l'échelle locale : Fermeture du fond de vallée

La décomposition de la trajectoire du secteur de Fontaine-Guérin permet de comprendre plus finement la dynamique de boisement du fond de vallée, de contextualiser l'évolution d'un site particulier (château de Chappe) et de caractériser les changements concernant les plateaux d'une part, et les affluents du Couasnon d'autre part. Les transitions ayant lieu dans les trajectoires paysagères du site sont modélisées en figure 110.

Il n'y a pas de changement majeur jusqu'en 1958. La période 1958-1973 est concernée par une transition faible axée sur une mise en labour et une certaine déprise en parallèle. Elle s'est traduite par : 1. une optimisation agricole sur les plateaux, se traduisant par un regroupement de parcelles, un arasement des haies et une disparition des fruitiers (certainement pour permettre la mise en place de grandes cultures) et 2. des parcelles du fond de vallée qui commencent à être investies de peupleraies. Cette disparition des fruitiers a bien été repérée par les riverains :

> [propriétaire de moulin sur le secteur] « *Il y avait beaucoup de jardins. Les particuliers avaient des jardins et il y avait la rivière pour arroser. Maintenant les jardins sont devenus peut être des champs de cultures* ».

La transition la plus forte a lieu dans la période 1973 et 1985, le regroupement parcellaire s'intensifie à travers le remembrement de 1981-1983 sur les plateaux et le fond de vallée est surtout concerné par les opérations de rectification/recalibrage qui ont lieu non seulement sur le Couasnon, mais également sur ses affluents. Au-delà des changements que cela induit sur les talwegs, les anciennes ripisylves sont supprimées dans le même temps. À l'inverse, de plus en plus de surfaces boisées, interprétées comme des peupleraies, sont installées. Un premier plan d'eau fait son apparition, quand d'autres suivront entre 1985 et 2008 sur le secteur. Celui en bas du schéma (figure 110) est un plan d'eau communal destiné à la baignade et aux activités récréatives, une base de loisirs

se développera autour de celui-ci. Des habitations s'installent à l'ouest de la forêt, à proximité du bourg.

Enfin, la dernière transition de la trajectoire paysagère du secteur a lieu pendant la période 1985-2016. Les modifications sont moins conséquentes, elles concernent un important développement de plans d'eau le long du Couasnon mais également des affluents. Les entretiens menés dans la commune ont révélé que ces plans d'eau sont essentiellement des réserves d'eau constituées par les agriculteurs pour l'irrigation, pour pallier à l'interdiction de puiser de l'eau directement dans la rivière. Toutefois, il y a encore quelques années, il n'était pas rare de constater des prélèvements directement dans le cours d'eau certainement par des agriculteurs pour l'irrigation. Plusieurs propriétaires de moulins constataient les impacts des pompages illégaux (directement dans la rivière) ou conformes (dans une nappe) sur le débit d'eau qui leur revenait en période estivale. Ils notent tout de même une amélioration depuis plusieurs années :

> [propriétaire de moulin sur le Couasnon] « *Quand ils arrosent les maïs… […] même si on ne sait pas où, on le sait immédiatement parce que le niveau baisse. […] Ça n'arrive plus. […] Il doit y avoir des progrès quand même.* »
>
> [autre propriétaire de moulin sur le Couasnon] « *Y'a des étés ou j'avais moins d'eau que cet été, et pourtant il n'a pas plu depuis longtemps. Mais dans le temps, les gens pompaient. […] Alors que maintenant l'interdiction des pompages fait que la rivière est quand même… des fois je me retrouvais avec pratiquement plus d'eau, alors que là c'est bas mais il y a encore de l'eau.* »

D'autres plans d'eau ont également un usage récréatif. La base de loisirs se développe autour du plan d'eau communal pendant cette période et le fond de vallée continue de se fermer. La dynamique de fermeture du paysage par l'implantation de peupliers s'explique par la baisse de l'activité d'élevage dans le secteur et l'impossibilité de cultiver des terres encore humides. Les peupleraies se présentaient comme une alternative intéressante pour valoriser des parcelles inadaptées à la mise en labour :

> [propriétaire de moulin du secteur] *« Avant chacun faisait du foin pour son bétail, maintenant les fermes il y en a plus que deux à Fontaine-Guérin. Chacun avait ses parcelles de prés en bordure de rivière, c'était compliqué de cultiver avec les crues, et puis quand il y avait plus de fermes, pour plus payer d'impôts, on plante des peupliers. Les peupliers pendant un moment ça rapportait pas mal, ça faisait un bon rapport quand même. […] C'était*

> *le moyen le plus facile en bordure d'eau, comme les racines vont loin. On plantait les peupliers en bordure d'eau avant, maintenant c'est interdit mais …»*

Certaines peupleraies sont mal entretenues, la végétation à leur pied se développe grandement et des peupliers peuvent se retrouver couchés dans la rivière. Ce déficit d'entretien peut trouver son explication dans les successions qui comprenaient des lots de parcelles dans lesquelles des peupliers étaient plantées :

> [propriétaire de moulin du secteur] *« Les terres ont tellement été partagées avec les successions, peut-être qu'il y a des gens de l'extérieur qui en ont et qui s'en occupe pas forcément. Et puis on a subi des tempêtes qu'on avait peut-être pas avant. C'est peut-être comme ça qu'on se retrouve avec des peupleraies cassées, et les variétés de peupliers ont changé aussi, qui poussent plus vite mais sont plus fragiles aussi, donc automatiquement on se retrouve avec des casses de peupliers. »*

A noter qu'une importante coupe de peupliers a eu lieu sur le secteur en 2019, il sera intéressant d'observer la trajectoire paysagère future (peupleraie replantée ou réaffectation des terres).

Figure 110. Schémas de synthèse des trajectoires paysagères du site de Fontaine-Guérin sur le Couasnon (réalisation : GP)

6.4 Analyse du secteur n°3 : Préservation partielle des surfaces en herbe en zone de confluence Aubance/Loire

Le troisième et dernier secteur étudié se trouve à l'extrême aval de l'Aubance, à la confluence avec le Louet (un bras de la Loire) dans la commune de Denée. Ce secteur est caractérisé par de grandes parcelles dont beaucoup sont encore maintenues en prairies, le reste se partageant entre peupleraies et cultures.

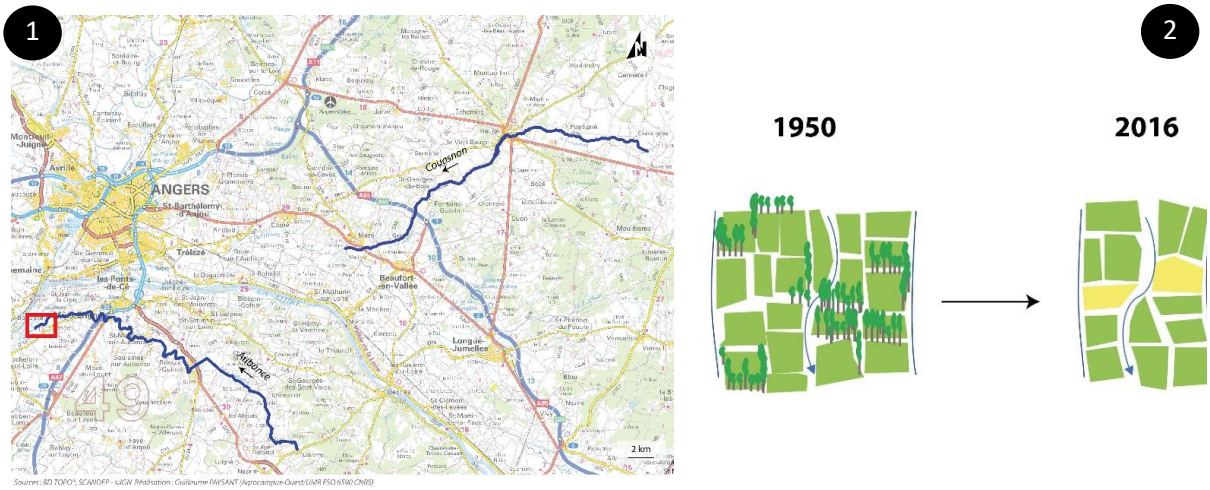
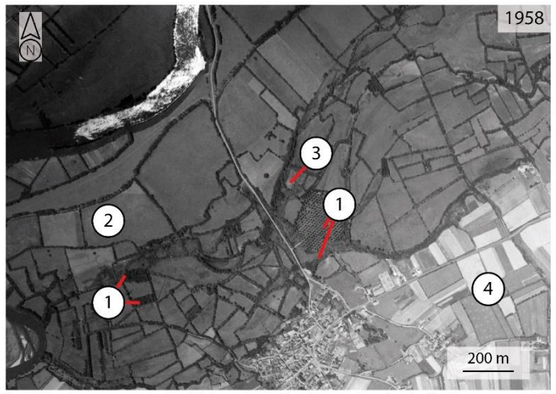


Figure 111. 1. Localisation du secteur 3 ; 2. Faciès paysagers concernés – confluence Aubance/Louet

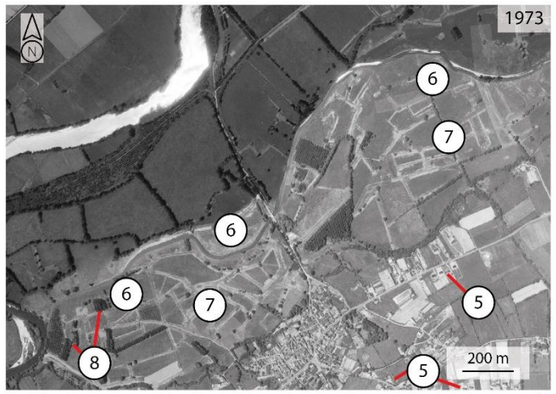
La caractérisation du paysage de 2016 réalisée à l'échelle de l'hydrosystème avec le système des unités spatiales régulières révélait une plaine alluviale plus ou moins large parfois enherbée avec en son sein un long cours sinueux et des parcelles denses mises en cultures (classes 5 et 7). Quelques unités de ce secteur concernent une plaine alluviale étroite et encaissée boisée avec la présence d'un cours sinueux.

En 1950, seule la classe 9 caractérisait le secteur, révélant une large plaine alluviale avec une forte densité de prairies encadrées par des haies denses et connectées, où le cours de l'Aubance serpentait. La trajectoire qui émanait de ce changement de classe était donc caractérisée par une mise en cultures partielles du fond de vallée, le développement de formations boisées (peupleraies) et la suppression d'un réseau de haies autrefois nombreuses et connectées entres-elles. La décomposition de cette trajectoire par comparaison de PVA, au pas d'environ 10 ans, permet de caractériser plus finement les changements, d'identifier leur temporalité, et de s'extraire du fond de vallée pour s'intéresser aux modifications paysagères des versants et hauteurs également.

Grandes prairies encadrées de haies plutôt connectées dans le fond de vallée entre le Louet et le bourg de Denée. Hauteurs (au sud-est) occupées par des parcelles plus étroites majoritairement en cultures.

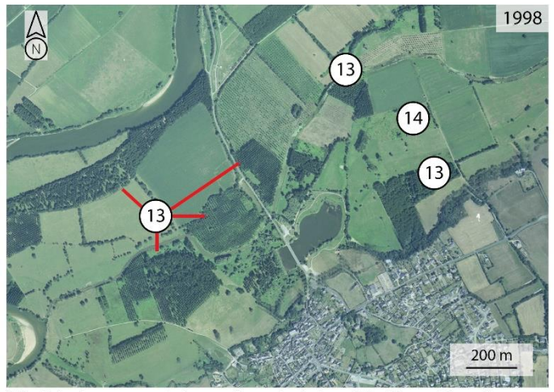


1 : Développement de tâches boisées (peupleraies) ; 2 : Augmentation du volume des haies déjà présentes en 1950 ; 3 : Disparition d'une peupleraie ; 4 : Premiers regroupements de parcelles

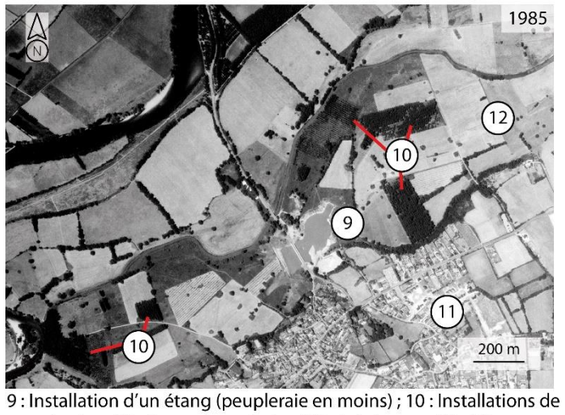


5 : Développement de l'habitat sur les hauteurs, à l'est du bourg ; 6 : Recalibrage/rectification de l'Aubance (suppression de ripisylve) ; 7 : Arasement des haies du fond de vallée ; 8 : Nouvelles peupleraies

15 : Disparition de parcelles boisées ; 16 : Développement des surfaces boisées

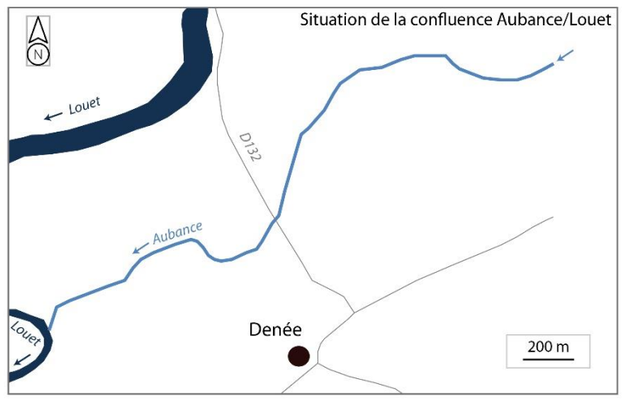


13 : Développement des surfaces boisées ; 14 : Disparition d'une parcelle boisée



9 : Installation d'un étang (peupleraie en moins) ; 10 : Installations de peupleraies ; 11 : Expansion urbaine à l'est du bourg ; 12 : Mises en cultures de certaines parcelles

17 : Rehabilitation partielle de la ripisylve le long de l'Aubance (notamment à l'est de la scène) ; 18 : Disparition de peupleraies ; 19 : Installation de nouvelles peupleraies



Sources : PVA historiques® - ©IGN (remonterletemps.ign.fr) - Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus Ouest/UMR ESO 6590 CNRS) - 2019

Figure 112. Décomposition de la trajectoire paysagère du secteur de Fontaine-Guérin du Couasnon (réalisation : GP)

Plusieurs dynamiques sont observables grâce à ce travail de comparaison de clichés de photographies aériennes. Tout d'abord, le fond de vallée est bien caractérisé par de grandes prairies encadrées de haies connectées. Les parcelles entre le Louet et l'Aubance présentent des surfaces particulièrement importantes. Les versants et les hauteurs (sud-est) sont occupés par le bourg de Denée ainsi que par des parcelles « en lanières » occupées par des cultures. Un petit hameau est détaché, à l'est du bourg.

En 1958, quelques tâches boisées (peupleraies) s'installent dans le fond de vallée (une parcelle de taille importante et trois plus petites). Les haies semblent plus volumineuses. Une peupleraie disparait (3) au centre de la scène. Sur les hauteurs (à l'est de Denée) un premier regroupement de parcelles a lieu. Entre 1958 et 1973, les changements sont particulièrement importants. L'Aubance a fait l'objet d'un recalibrage et d'une rectification importante et la ripisylve qui l'accompagnait a été complètement détruite dans le même temps. De plus, il ne reste quasiment plus aucune haie dans le fond de vallée, celles-ci ayant été arasées, certainement pour permettre un regroupement des parcelles qu'elles délimitaient. Deux petites peupleraies apparaissent à l'ouest de la scène, à proximité du point de confluence entre le Louet et l'Aubance. Sur les hauteurs, l'habitat se développe le long des routes quittant le bourg par l'est. Entre 1973 et 1985, un plan d'eau de plus de trois hectares est installé (9, au centre de la scène). Celui-ci est destiné à accueillir pêcheurs, sportifs et promeneurs. Fonction qu'il remplit toujours grâce à ses circuits de sportifs, de randonnées et à son équipement de détentes (figure 113).

Figure 113. g. Carte des sentiers de randonnées en Loire-Layon, avec présentation de celui-ci de l'étang de Denée ; d. Partie ouest de l'étang de Denée et pont de D132 (Denée, 11/04/2017, GP)

L'Aubance passe à proximité du plan d'eau par le nord et accueille aussi des pêcheurs qui préfèrent pratiquer directement sur le cours d'eau plutôt que dans l'étang.

Figure 114. L'Aubance au niveau de l'étang de Denée, avec pont de la D132 (Denée, 11/04/2017, GP)

Outre l'installation de ce plan d'eau, de grandes peupleraies sont implantées (10) à l'est et à l'ouest de la scène. Dans le fond de vallée, certaines parcelles à l'est sont converties en cultures, et la commune de Denée voit son expansion urbaine s'accélérer vers l'est (11).

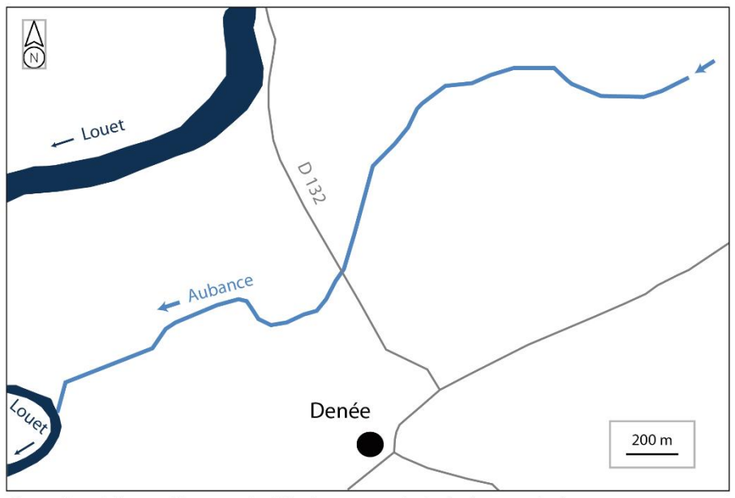
Entre 1985 et 2016, les changements concernent principalement l'exploitation forestière liée à la populiculture, avec la conversion de nouvelles grandes parcelles (13, 16, 19) quand d'autres peupleraies ont été exploitées (14, 15, 18). À noter qu'en 2016, une réhabilitation partielle de la ripisylve de l'Aubance (supprimée entre 1958 et 1973) a lieu notamment sur la partie est de la scène.

Recomposition foncière à travers le remembrement de 1972

Trois remembrements ont eu lieu sur la commune de Denée en (1972, 1995 et 2008). Toutefois, seul le premier d'entre eux (1972) concernait le secteur étudié (figure 115). Si les parcelles qui longent le Louet n'ont pas évolué dans ce cadre, celles qui bordent l'Aubance ont été agrandies de manière non négligeable. La structure du parcellaire qui découle de ce remembrement est proche celle encore en place aujourd'hui. C'est avec ce remembrement que toutes les haies de la plaine alluviale ont été arasées, que l'Aubance a été recalibrée et rectifiée et que la ripisylve a été supprimée.

Cadastre napoléonien en vigueur jusqu'au premier remembrement

Remembrement sur la commune de Denée (représentation partielle)



Situation à la confluence de l'Aubance et de la Loire par le Louet

Parcellaire actuel (BD PARCELLAIRE® 2016 - ©IGN)
Proche de celui issu du remembrement

Sources : Cadastre napoléonien (1807-1840 en Maine-et-Loire) - Archives départementales 49 (fourni par GEOPAL) ; plans de remembrements [archives de la commune de Denée] ; BD PARCELLAIRE®, BD TOPO®, BD ORTHO® - ©IGN). Réalisation : Guillaume PAYSANT - 2019 (UMR ESO Angers 6590 CNRS - Agrocampus Ouest/Université d'Angers)

Figure 115. Recomposition foncière des parcelles du bassin de l'Aubance sur le secteur de Denée (réalisation : GP)

Zone de confluence, sa proximité avec la Loire confère au secteur un intérêt concernant la biodiversité et le paysage. En effet, il est compris dans une ZNIEFF[130] de type 2 et fait partie du réseau européen Natura2000 par le biais de la Directive Oiseaux avec sa ZPS[131] (figure 116). Bien que le premier périmètre ne soit « qu'un inventaire », la ZPS relève bien d'un caractère de protection pour les oiseaux. Cette ZPS est en place depuis 2006 et porte le nom de « Vallée de la Loire de Nantes aux Ponts-de-Cé et ses annexes » (code FR5212002[132]). Les prairies naturelles et le bocage font partie de la mosaïque de milieux favorables aux oiseaux cités dans sa fiche de présentation et la banalisation des milieux aux dépens des prairies naturelles fait partie des principales vulnérabilités identifiées. Le secteur est un « site classé[133] » et il est également concerné par un zonage SPR[134] (Sites Patrimoniaux Remarquables, figure 116). La préfecture du Maine-et-Loire [135] précise que « *sont classés en tant que sites patrimoniaux remarquables, les villes, les villages ou les quartiers dont la conservation, la réhabilitation ou la mise en valeur présente au point de vue historique, architectural, archéologique, artistique ou paysager, un intérêt public. De même, les espaces ruraux et les paysages qui forment avec ces villes, villages ou quartiers, un ensemble cohérent ou qui contribuent à leur conservation peuvent être classés en sites patrimoniaux remarquables.* ». C'est ce dernier périmètre de protection qui est cité par un agriculteur, ancien élu, comme déterminant dans la préservation des prairies en fond de vallée. D'après ses essais, il n'est pas possible de déclarer un changement d'affectation de ces parcelles dans le logiciel PAC à cause de ce zonage. Les élus de la commune de Denée sont allés jusqu'à demander

[130] ZNIEFF : « *Lancé en 1982, l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue 2 types de ZNIEFF : les ZNIEFF de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ; les ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes. » Source : https://inpn.mnhn.fr/programme/inventaire-znieff/presentation [consulté le 18/07/2019]*

[131] ZPS : « *Zones de Protection Spéciales (ZPS), visant la conservation des espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la Directive "Oiseaux" ou qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais à des oiseaux migrateurs ». Source : https://inpn.mnhn.fr/programme/natura2000/presentation/objectifs [consulté le 18/07/2019]*

[132] Source : https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR5212002 [consulté le 18/07/2019]

[133] « Le site de la confluence Maine-et-Loire et les coteaux angevins » - décret en date du 23 février 2010 (art. L341-1 et suivant du code de l'environnement). Source : https://www.valdeloire.org/Actualites/Articles/Tous/Le-site-de-la-confluence-Maine-Loire-et-les-coteaux-angevins-est-classe [consulté le 25/07/2019]

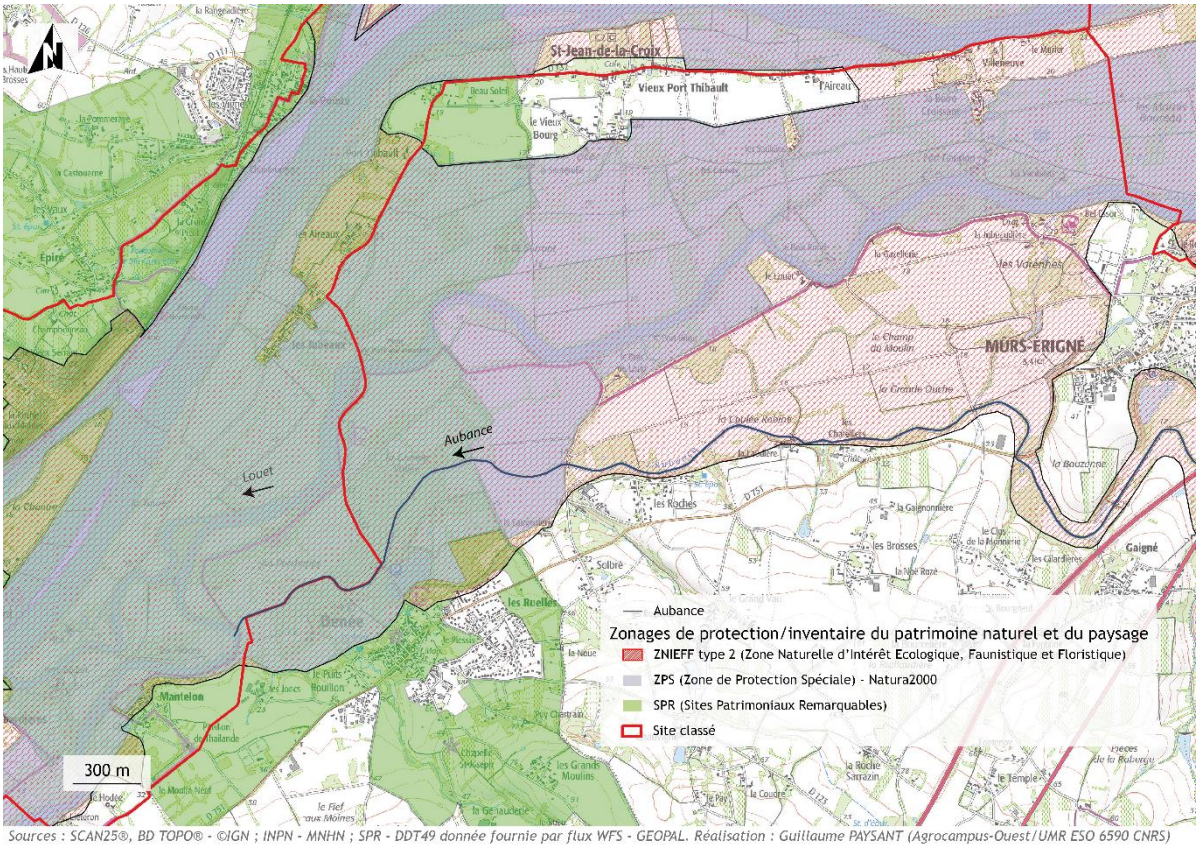
[134] Anciennement ZPPAUP (Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager), servitude d'utilité publique créée par la loi du 7 janvier 1983 (articles 70 à 72) relative à la répartition des compétences entre les communes, les départements, les régions et l'Etat. Remplacées par les AVP (Aires de mise en Valeur de l'architecture et du Paysage) par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010, elles-mêmes remplacées par les SPR (loi n°2016 du 7 juillet 2016 relative à la création, à l'architecture et au patrimoine). Source : http://www.maine-et-loire.gouv.fr/aire-de-mise-en-valeur-de-l-architecture-et-du-a4457.html [consulté le 24/07/2019].

[135] Source : http://www.maine-et-loire.gouv.fr/sites-patrimoniaux-remarquables-a4462.html [consulté le 25/07/2019]

à la commission des sites de Nantes de se prononcer en défaveur des peupliers et ont obtenu gains de cause. Les MAE (Mesures Agro-Environnementales) permettent de soutenir financièrement l'activité des agriculteurs qui maintiennent ces parcelles en prairies.

> [agriculteur en aval de l'Aubance] « *7-8 ans juste avant la mise en place des MAE, il y a eu une déprise des prairies en fond de vallée, il y a eu beaucoup de plantations de peupliers de faites. Les propriétaires se débarrassaient des terres. C'était des gens souvent de l'extérieur qui venaient, qui achetaient ça. C'était subventionné pour planter, c'était subventionné pour élaguer.* »

Ainsi, il semblerait que ce soit bien les effets combinés de ces périmètres de protection, le caractère inondable du site, et les MAE (Mesures AgroEnvironnementales) qui ont permis de préserver le secteur d'une mise en labour et de limiter l'implantation de peupleraies.



Sources : SCAN25®, BD TOPO® - ©IGN ; INPN - MNHN ; SPR - DDT49 donnée fournie par flux WFS - GEOPAL. Réalisation : Guillaume PAYSANT (Agrocampus-Ouest/UMR ESO 6590 CNRS)

Figure 116. Périmètres d'inventaires et de protections du patrimoine naturel et paysager - Secteur de Denée (réalisation : GP)

L'agriculteur interrogé sur le secteur nous confiait tout de même ses craintes quant au maintien à l'avenir de ces parcelles en prairies compte tenu de la baisse de l'élevage. Il n'est pas garanti que les éleveurs en place actuellement trouvent repreneurs pour la même activité une fois qu'ils seront partis en retraite. Cela posera une véritable question quant à la pérennité de ces paysages de confluence. Lui-même disait qu'il n'était pas à exclure qu'il finisse par convertir certaines de ses prairies en peupleraies si jamais il n'arrive pas à trouver de l'aide ou repreneur pour sa ferme. Cette logique rejoindrait celle présentée en 1993 et qui montrait qu'il est rare qu'un agriculteur « libère » des surfaces agricoles pendant sa première phase de vie active agricole (de l'installation jusque vers 50 ans). A l'inverse, à partir de 50 ans environ, les besoins de l'exploitant et de sa famille, ainsi que la force de travail diminuent. S'il n'y a pas de repreneur, une partie des terres et du capital d'exploitation sont disponibles pour d'autres usages, dont la populiculture (Cavailhes et Normandin 1993).

Synthèse des trajectoires paysagères du secteur 3 à l'échelle locale : Des prairies qui résistent à la mise en culture et à la populiculture à la confluence

Ce secteur présente la particularité de posséder de grandes parcelles enherbées dès 1950 entre le Louet et l'Aubance. La période de changements majeurs est 1958-1973 (figure 117) pendant laquelle une transformation conséquente du fond de vallée a lieu. Elle se traduit par d'importants travaux de recalibrage/rectification du cours de l'Aubance, une suppression de sa ripisylve, et un arasement très important des haies qui constituaient un réseau dense et connecté. L'ensemble de ces changements sont très probablement lié au remembrement de 1972.

Entre 1973 et 1985, une transition modérée s'effectue. Elle implique une certaine déprise par l'installation de peupleraies aux dépens d'anciennes prairies et d'une mise en labour de quelques parcelles en amont du secteur. Un grand plan d'eau à usage récréatif (pêche) est installé au bord de l'Aubance. Le bourg de Denée se développe vers l'est.

La dernière transition (1985-2016) a des impacts paysagers assez faibles. Elle repose essentiellement sur la réhabilitation partielle de la ripisylve le long de l'Aubance. Le classement en ZPS (et la présence d'une ZNIEFF dans une moindre mesure), le classement du site et le zonage SPR ont très certainement influencé la trajectoire du secteur notamment dans les choix des gestionnaires à réhabiliter la ripisylve détruite au début des années 1970. L'influence de la plaine alluviale de la Loire a aussi contribué à la préservation du secteur. Les entretiens réalisés sur la commune ont révélé qu'un engagement de l'équipe municipale a été de limiter au maximum l'installation des peupleraies, même si certaines se sont quand même implantées. Toutefois, une activité

d'élevage est nécessaire pour maintenir ces zones en prairies, et un éleveur du secteur émettait des craintes quant à la poursuite de cette activité dans les décennies à venir compte tenu des difficultés que rencontre cette production.

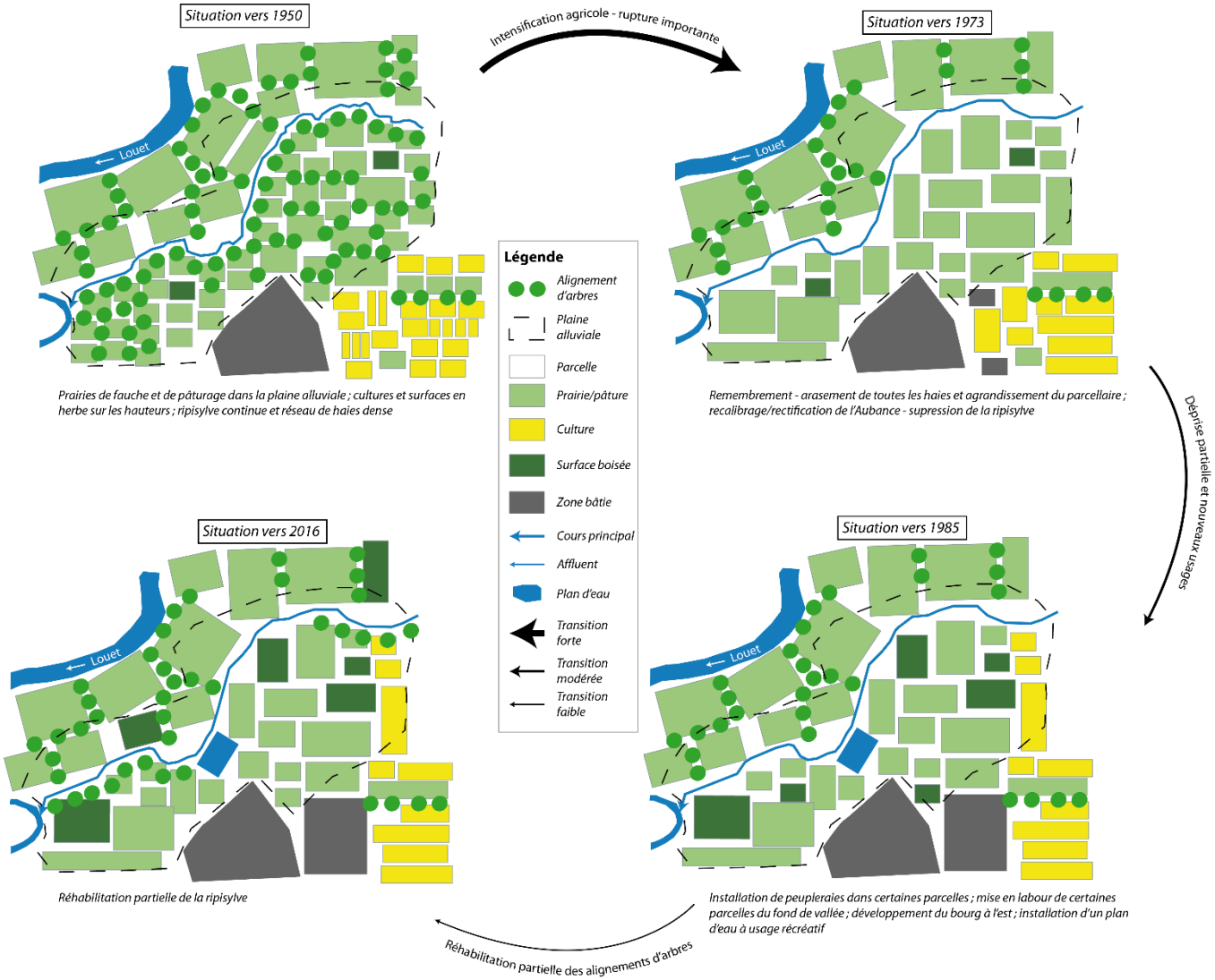


Figure 117. Schémas de synthèse des trajectoires paysagères du site de Denée sur l'Aubance (réalisation : GP)

6.5 Synthèse des trajectoires paysagères à l'échelle des secteurs fonctionnels

L'analyse croisée des trajectoires paysagères des différents secteurs permet de dégager des tendances générales et d'identifier le poids des contextes locaux (figure 118). Cette synthèse révèle tout d'abord que les transitions des trois secteurs partagent des « rythmes » identiques (1960 ; 1972-75 ; 1985 ; 2016). En revanche, la nature et les intensités de changements au sein des transitions diffèrent selon les secteurs et les périodes.

Il existe une période d'intensification agricole générale qui s'appliquent à tous les secteurs quel que soit le contexte local. Cette période, comprise entre 1960-1985, intègre les remembrements qui ont eu lieu sur les différentes communes des secteurs étudiés et les opérations de recalibrages et rectifications des cours d'eau. Ces opérations, issues des politiques nationales de modernisation de l'économie française, ont eu des conséquences similaires sur les trois secteurs : rationaliser le parcellaire, favoriser la mise en labour, rectifier les cours d'eau (simplifier leur tracé et limiter les débordements), araser les haies et les ripisylves… Toutefois, ces transformations s'observent sous différentes formes sur les trois secteurs : les premiers remembrements sont précoces en amont de l'Aubance (dès 1964) ce qui génère une intensification rapide de l'activité agricole sur le secteur 1. A l'inverse, les remembrements tardifs sur la commune de Fontaine-Guérin ont généré une intensification agricole intervenant entre le début des années 1970 et le milieu des années 1980. Au-delà des transformations paysagères liées à ces remembrements, le secteur avait déjà vu un changement fort de son paysage agricole par la suppression des nombreux fruitiers encore présents au début des années 1960. Ce secteur présente la particularité de voir une déprise importante du fond de vallée s'installer par le biais de la plantation de nombreuses peupleraies, à l'inverse des plateaux où l'activité s'est intensifiée dans la production des grandes cultures. Les peupleraies sont souvent décriées par les gestionnaires de la rivière et de ses espaces associés, tandis que certains riverains apprécient l'esthétisme de ces paysages :

> [pépiniériste dans le bassin du Couasnon] *« Moi, je trouve [que le paysage] est assez joli quand même. J'ai une pépinière qui est un peu en surplomb de la vallée, et chaque personne qui vient dans la pépinière a tendance à dire : « oh bah c'est joli, c'est chouette votre point de vue sur la vallée là. » C'est vrai qu'il y a des parcelles qui sont un peu plus grandes qu'il y a quelques années, il y avait plus de haies mais il y a quand même, tout le long du Couasnon déjà tout un écran végétal avec*

> *les peupliers, ensuite bon il n'y a plus beaucoup de haies … […] Mais ça ressemble pas quand même à la Beausse ou dans les landes par endroit, ces grandes surfaces à perte de vue, où il n'y a pas un arbre, rien. Là c'est quand même plus agréable, c'est vallonné* ».

La perception de ces peupliers qui ont investi une grande part du fond de vallée est donc différente selon les individus et leur sensibilité (discours lié à l' « écologie » en tant que science pour les gestionnaires et lié à l'esthétique pour certains riverains et à leur rapport au végétal de manière générale). Les différences de perceptions de ces espaces dédiés à la populiculture étaient déjà signalées dans certaines petites vallées normandes (Germaine 2009a). La morphologie de la vallée était aussi une caractéristique importante citée par les enquêtés de cette étude, que l'on retrouve ici avec l'association du qualificatif « agréable » au caractère « vallonné » de ce paysage.

Le secteur 3 à l'aval de l'Aubance a lui aussi subi une intensification agricole, avec les mêmes effets sur les haies et les cours d'eau que pour les deux autres secteurs, hormis la mise en labour du fond de vallée dont il reste globalement préservé. Une déprise s'observe également sur ce secteur, mais l'ampleur du phénomène est bien moindre que sur le secteur 2 du Couasnon.

Une phase de développement des activités de loisirs est commune aux trois secteurs (début 1970-1985) et relève surtout de stratégies individuelles et des collectivités locales. Elle implique la mise en place de plans d'eau à usages récréatifs, pour la pêche ou pour la baignade (plan d'eau de Fontaine-Guérin). A Fontaine-Guérin, de nombreux plans d'eau sont installés par les agriculteurs au bord du Couasnon et de ses affluents pour constituer des réserves d'eau pour l'irrigation. Enfin, une période de « réhabilitation » s'observe sur les deux secteurs de l'Aubance à partir de la fin des années 1980. Ces transformations restent assez « faibles » et ne modifient pas le paysage de façon drastique mais concernent tout de même l'implantation de ripisylves et de haies bocagères. A noter que ces plantations d'alignements d'arbres ne suffisent pas à compenser tous les arrachages issus des remembrements. Le contexte de confluence avec la Loire, son enjeu environnemental fort traduit par l'installation d'une ZPS (entre autre), ont certainement permis au secteur 3 de rester préservé d'une mise en labour. Le secteur 2 (Couasnon) a la particularité de ne pas être concerné par une « réhabilitation » et la dynamique de fermeture du paysage précoce perdure jusqu'à 2016. Le contexte de tête de bassin à l'amont de l'Aubance a permis au secteur 1 d'être adapté à l'intensification agricole suite aux différents travaux menés et de voir les cultures s'implanter jusque dans le fond de vallée.

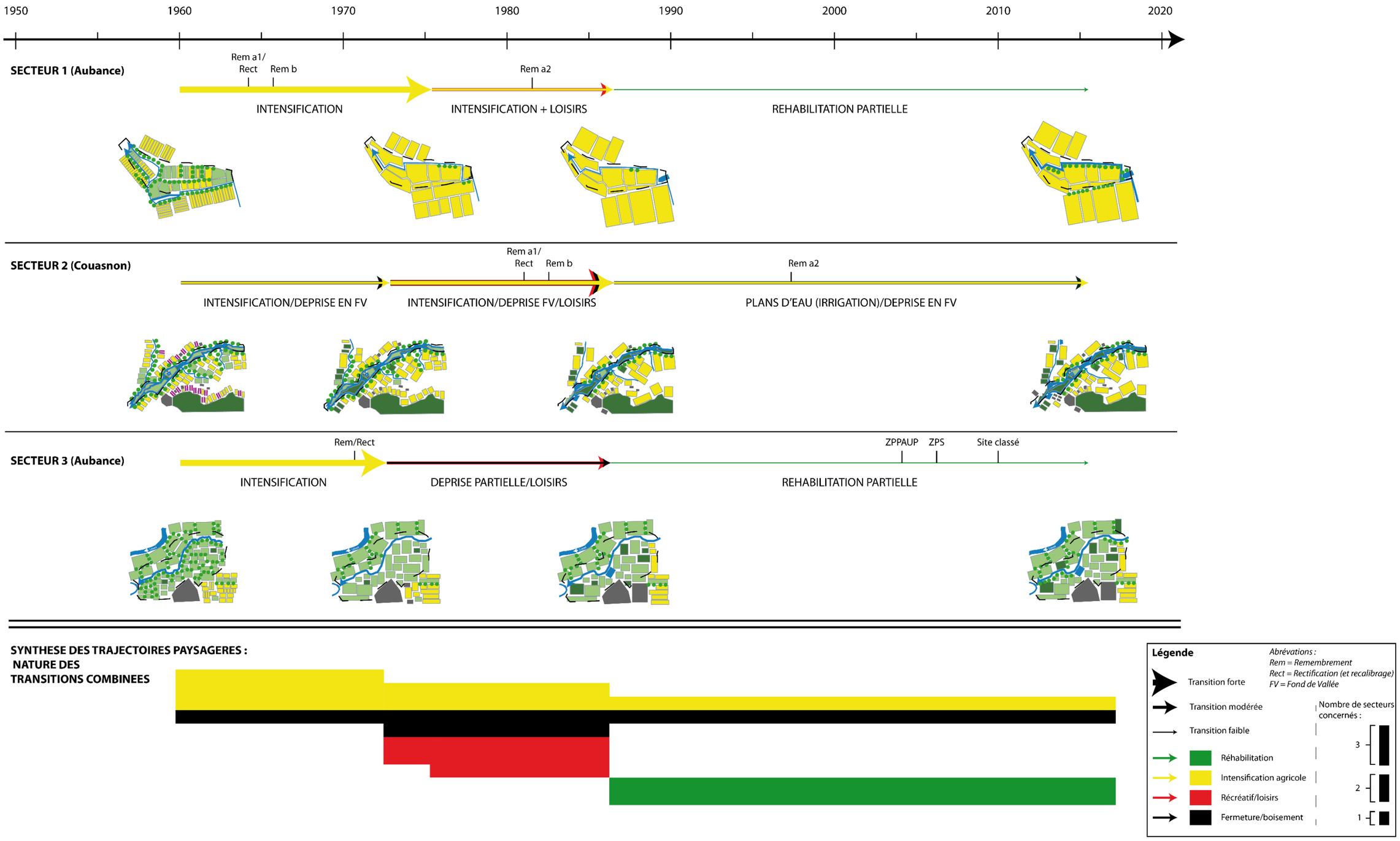


Figure 118. Temporalités et natures des transitions au sein des trajectoires paysagères des 3 secteurs étudiés (réalisation : GP)

Conclusion de chapitre 6

L'analyse à l'échelle locale a permis de décomposer les trajectoires paysagères identifiées à l'échelle de l'hydrosystème, de considérer le contexte d'insertion du secteur, en prenant en compte les versants et les plateaux. Pour cela, une approche exclusivement qualitative a été mise en place et impliquait le croisement de photographies aériennes anciennes (au pas de temps de 10 ans), les plans de remembrements, des données spécifiques (exemple : périmètres d'inventaire/protection du patrimoine naturel de l'INPN), des entretiens semi-directifs avec des riverains et agriculteurs etc. Elle a permis de caractériser la nature et les temporalités des différentes transitions et d'identifier de nouveaux facteurs explicatifs. Ces éléments ont fait l'objet d'une modélisation par chorèmes, qui ont ensuite été réunis et mis en parallèle sur une frise chronologique. Cette dernière permet de dégager des tendances générales et à l'inverse d'identifier ce qui relève de caractères spécifiques au secteur.

De manière générale, les rythmes et les natures des changements des trois secteurs sont proches, mais prennent des formes différentes selon les contextes locaux. Les fortes mutations paysagères ont lieu entre 1960 et 1985 quand les transitions plus récentes ont des impacts paysagers plus modestes. Les facteurs explicatifs impliqués dans ces changements sont autant d'ordres naturels (socle géologique : domaine sédimentaire pour la mise en cultures ; zone de confluence et hydromorphie des sols : prairies maintenues en aval de l'Aubance et peupleraie dans le Couasnon médian) que économiques et politiques (stratégie des municipalités à développer les loisirs : plans d'eau ; remembrements : intensification agricole ; préservation du patrimoine naturel : classement en ZPS, SPR et site classé de l'aval de l'Aubance et maintien des prairies ; crise de l'élevage/avantages financiers des peupliers : encourage l'implantation de peupleraies du secteur 2 ; politique environnementale des SAGE et CTMA conduite par les syndicats de rivières : réhabilitation de haies et de la ripisylve…). Ces facteurs de natures différentes sont généralement liés et contribuent de façon combinée à façonner les paysages tels que nous les connaissons aujourd'hui.

Chapitre 7. Controverses environnementales et nouveaux modes de gestion – les cas de l'Aubance et du Couasnon

Introduction

Les hydrosystèmes secondaires sont en évolution constante, car si leur faible énergie de petits cours d'eau de plaine ne leur assurent pas des ajustements morphologiques importants, ou seulement sur certains secteurs et à des périodes bien particulières (Beauchamp 2018), les aménagements dont ils ont été l'objet, au moins depuis le Moyen-Age, ont eu des impacts forts sur leur morphologie et leur fonctionnement hydro-sédimentaire et sur le paysage du fond de vallée de manière générale. Les politiques de l'eau actuelles, tournées vers la préservation de la biodiversité, la reconquête d'une bonne qualité du milieu aquatique et de l'eau, modifient à leur tour les hydrosystèmes. Les interventions sur le lit mineur, la suppression d'ouvrages hydrauliques, sont autant d'éléments qui influencent ces objets. La nature de ces interventions, leurs desseins, ou encore le choix de leur localisation interrogent. Ces interventions sont « délicates » car elles ont tendance à susciter de vives réactions de la part des riverains et usagers, qui se sentent lésés dans leur pratique (étiage jugé plus sévère en été par exemple) et leur représentation de la rivière (voire de « leur » rivière).

La dimension politique est donc importante dans cette gestion de l'eau, et les évolutions de la réglementation, les nombreux bouleversements liés à des restructurations d'institutions, à de nouvelles stratégies d'Etat, à de nouvelles missions attribuées à certains organismes, impactent également plus ou moins directement la gestion des rivières, à l'échelle nationale, mais également aux échelles locales.

Dans ce chapitre, nous avons choisi d'évoquer des changements structurels pouvant selon nous avoir un impact sur la gestion des rivières et donc sur le paysage des hydrosystèmes. Nous évoquons les évolutions des institutions impliquées dans la gestion des rivières (7.1), le rôle « clé » des techniciens de rivières dans la mise en œuvre de ces politiques (7.2) dont le profil et le parcours peuvent avoir un impact non-négligeable. Nous abordons deux cas de restauration des continuités écologiques/renaturation (un par rivière) pour évoquer les controverses environnementales qui peuvent résider dans ces actions (7.3). Enfin, nous nous interrogeons sur les dernières décisions prises au plus haut niveau de l'Etat concernant la gestion des rivières (7.4) et sur leur (in-)adéquation avec les objectifs annoncés. Pour finir, nous nous interrogeons sur la qualité du suivi des opérations de restauration des continuités écologiques et sur la place que le paysage pourrait tenir dans ce cadre (7.5), comme concept et espace dont la vision serait partagée entre acteurs, riverains et usagers. Ces questionnements et remarques permettent ensuite d'aborder les perspectives de recherche qui pourraient en découler.

Ce chapitre repose sur l'analyse et le croisement d'entretiens (annexe 20), d'articles de loi et décrets, d'éléments de documentation technique, articles de presse régionale, etc. Les nombreux articles consacrés aux politiques de l'eau publiés dans *Actu-environnement*[136] ont été intégré à l'analyse. Edité par Cogiterra, il se positionne comme l'un des principaux médias traitant exclusivement de l'environnement (au sens large). Il présente notamment l'intérêt de réaliser une veille importante sur l'évolution de la réglementation environnementale. Les entretiens, onze menés de façon « semi-directive », ont été réalisés auprès des acteurs du terrain en lien avec l'eau : techniciens de rivières, agent de l'AFB, ingénieur de la Fédération Départementale de pêche, agriculteurs, propriétaires de moulins, riverains, anciens élus, membres d'association…. Nombre d'entre-eux ont « plusieurs casquettes », élément qui a été pris en considération pour mettre en perspective les propos recueillis.

7.1 Évolution des structures de gestion des rivières : vers des « méta-structures » ?

L'organisation de la gestion et de l'utilisation de l'eau est très territorialisée et ce dès les XVIIIe et XIXe siècles, avec des solidarités informelles entre différents groupes d'usagers constitués autour de l'aménagement de versants ou de plaine alluviale. Les dimensions sociales, territoriales et environnementales ont commencé à émerger à partir des années 1960-1970 et se sont traduites en outils institutionnels avec la loi sur l'eau de 1964 (échelle nationale) et le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE, à l'échelle locale) et la Directive Cadre sur l'Eau (2000, échelle européenne) (Ghiotti 2006). Les préoccupations actuelles voient l'enjeu écologique prendre une place particulièrement importante et médiatisée, mais le contexte de déficit public de l'Etat rend les moyens alloués assez modestes comparés aux objectifs annoncés. Ainsi le 11 septembre 2017, les présidents de comités de bassins et les directeurs des agences de l'eau (qui dépendent à la fois du Ministère de l'Environnement et du Ministère des Finances) ont été informés par le ministre de l'Environnement en place, M.Nicolas Hulot, qu'un plafond sur les redevances (qui financent les agences de l'eau) serait mis en place. Ont été annoncé dans le même temps une augmentation de 150 à 200 millions d'euros de prélèvement des budgets des agences de l'eau en faveur de l'Agence Française pour la Biodiversité ainsi qu'un nouveau prélèvement pour l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. Ces annonces interviennent alors que le champ de compétences des agences a été élargi à la thématique de la biodiversité et que la GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Préventions des

[136] Source : https://www.actu-environnement.com/contact/ [consulté le 09/07/2019]

Inondations) a été confiée aux collectivités. Les agences de l'eau, principaux financeurs des actions liées à l'eau, se voient donc amputées de 20% de leur budget tel que prévu par les lois de finances[137]. Cette réduction non négligeable de moyens a généré une « levée de boucliers » de la part des agences, et le vote de leur budget a été reporté une voire deux fois, pour protester contre ces mesures qui s'attaquent au principe de « l'eau paye l'eau », officiellement pour attendre la version finale de la loi de finances de 2018[138] (qui fixe notamment le montant des redevances qu'elles sont autorisées à lever). Ainsi, pour 2018, les agences de l'eau ont été autorisées à prélever 2,28 milliards d'euros et devaient reverser un montant global de 200 millions d'euros comme contribution à la réduction des déficits publics (contre 175 millions en 2017) et devaient supprimer dans le même temps 48 Équivalents Temps Plein (ETP, sur les 1 668 employés en 2017). La plupart des agences ont été obligées de combler cette perte en puisant dans les fonds de leur trésorerie.

Il a été décidé que pour 2019-2024 le plafond des redevances serait fixé à 2,105 milliards d'euros (au-delà, les fonds seront versés à l'Etat), mais qu'en contrepartie les agences ne contribueraient plus à la réduction des déficits publics. Les pertes de 20% du budget des agences correspondent à une pleine année de fonctionnement sur l'ensemble des programmes[139]. Ces coupes budgétaires interviennent alors que les agences multiplient les interventions curatives comme préventives en vue de répondre aux objectifs de la DCE dont la dernière échéance est fixée en 2027 et alors que la France n'est pour l'instant pas à la hauteur des attentes européennes dans ce domaine. Des contestations des comités de bassins envers l'Etat et sa politique de réduction du budget lié à l'eau ont été émises en insistant sur les impacts locaux que ces dispositions auraient[140]. Enfin, un arrêté interministériel publié le 14 février 2019 au journal officiel a annoncé les contributions des agences de l'eau aux budgets de l'AFB (243 millions d'euros) et de l'ONCFS (37 millions d'euros), identiques à 2018, mais dont la clé de répartition entre agences diffère. Elle se base désormais sur le potentiel économique du bassin hydrographique pondéré par l'importance relative de sa population rurale. Cette nouvelle règle avantage les agences de Adour-Garonne, Loire-Bretagne et Rhin-Meuse et pénalise celles de Artois-Picardie, Rhône-Méditerrannée-Corse, Seine-Normandie. À noter que les prélèvements pour financer l'AFB et l'ONCFS ne seront bientôt plus distincts, les deux entités ayant vocation à fusionner au

[137] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/agences-eau-budget-ponction-Etat-AFB-ONCFS-loi-finances-2018-29658.php4 [consulté le 09/05/2019]
[138] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/agence-eau-budget-2018-2019-30474.php4 [consulté le 09/05/2019]
[139] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/agence-eau-budget-2018-2019-30474.php4 [consulté le 09/05/2019]
[140] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/comites-bassin-budget-agences-eau-ponction-opposition-31663.php4 [consulté le 09/05/2019]

1er janvier 2020 pour former l'Office français de la biodiversité[141]. Cette création fera suite à la Stratégie nationale pour la biodiversité et au Plan biodiversité, dévoilée le 4 juillet. Les avantages de cette fusion avancés par l'Etat sont la simplification de l'organisation (une seule stratégie environnementale, plus lisible), une coordination sur les différents volets environnementaux (climat, eau, biodiversité), la création d'agences régionales, et un « renforcement de l'action territoriale » en donnant plus de pouvoirs aux inspecteurs de l'environnement afin de « constater plus efficacement les infractions environnementales et qu'elles soient ainsi mieux sanctionnées »[142]. Même si l'appui à la mise en œuvre des politiques de l'eau est un des objectifs annoncés, cette restructuration interroge quant aux moyens alloués à cette thématique (financement par les agences de l'eau) et sur les nouveaux jeux d'acteurs qui émergeront de cette restructuration. Sera-t-elle réellement bénéfique à la gestion de l'eau notamment à l'échelle locale, ou cette mesure sert-elle surtout à donner plus de visibilité à une action environnementale pour laquelle les budgets alloués et les moyens humains sont revus à la baisse pour compenser le déficit public ?

À l'échelle locale, une récente restructuration des syndicats de rivières a eu lieu dans les années 2015-2016 et a eu pour conséquences la fusion de plusieurs syndicats issus d'un même grand bassin hydrologique. Les objectifs annoncés de ces fusions sont de créer des structures plus « professionnalisées », avec plus de moyens (mutualisés). Ainsi, le 1er janvier 2016, les syndicats du Layon, de l'Aubance et du Louet et du Petit Louet ont fusionné pour créer le Syndicat Mixte Layon Aubance Louets par arrêté préfectoral du 24 novembre 2015[143]. Le nouveau syndicat issu de cette fusion a désormais la charge de plusieurs rivières : l'Aubance, l'Hyrôme, le Layon, le Louet et le Petit Louet, le Lys. Le nouveau territoire du syndicat couvre cent communes (contre 20 pour le Syndicat de rivière de l'Aubance) avec un budget de 1,3 million d'euros et un effectif de sept salariés[144].

Le 1er janvier 2015, le Syndicat Mixte pour l'Aménagement du Couasnon a fusionné avec le Syndicat Intercommunal du Bassin du Lathan (SIBL), le Syndicat Intercommunal pour l'Entretien du Lathan et de ses affluents (SIELA) département d'Indre-et-Loire, le Syndicat Intercommunal du Haut Lathan (SIHL) et le Syndicat Mixte Loire Authion (SMLA) pour former le Syndicat Mixte du Bassin versant de l'Authion et de ses Affluents

[141] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/contributions-agences-eau-operateurs-biodiversite-32902.php4 [consulté le 09/05/2019]
[142] Source : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/nouvelle-etape-creation-loffice-francais-biodiversite [consulté le 09/05/2019]
[143] Source : https://www.eau-anjou.fr/autres-pages/annuaire-des-acteurs/?tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[protagonist]=180&tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[word]=&tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[searchCategory]=&tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[action]=show&tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[controller]=Protagonist&cHash=24a6daeaf9c5ecb2a5f5df49e8457801 [consulté le 03/05/2019]
[144] Source : https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/brissac-quince-49320/laubance-suivra-son-cours-dans-un-nouveau-syndicat-3933062 [consulté le 03/05/2019]

(SMBAA)[145]. En parallèle de ces fusions, les territoires à la charge des techniciens de rivières, fer-de-lance de l'aménagement et de la gestion des cours d'eau, sont toujours en augmentation. Les chargés de mission passant d'une rivière à gérer à deux voire plus. Ces agents ayant une position très stratégique dans la gestion des rivières, nous nous sommes penchés sur leur profil et parcours, émettant l'hypothèse que ceux-ci jouaient un rôle dans la manière avec laquelle les cours d'eau sont gérés.

Un essai de cartographie des acteurs impliqués dans la gestion de l'Aubance et du Couasnon est présenté ci-dessous, avec la nature des relations décelées entre eux (figure 119).

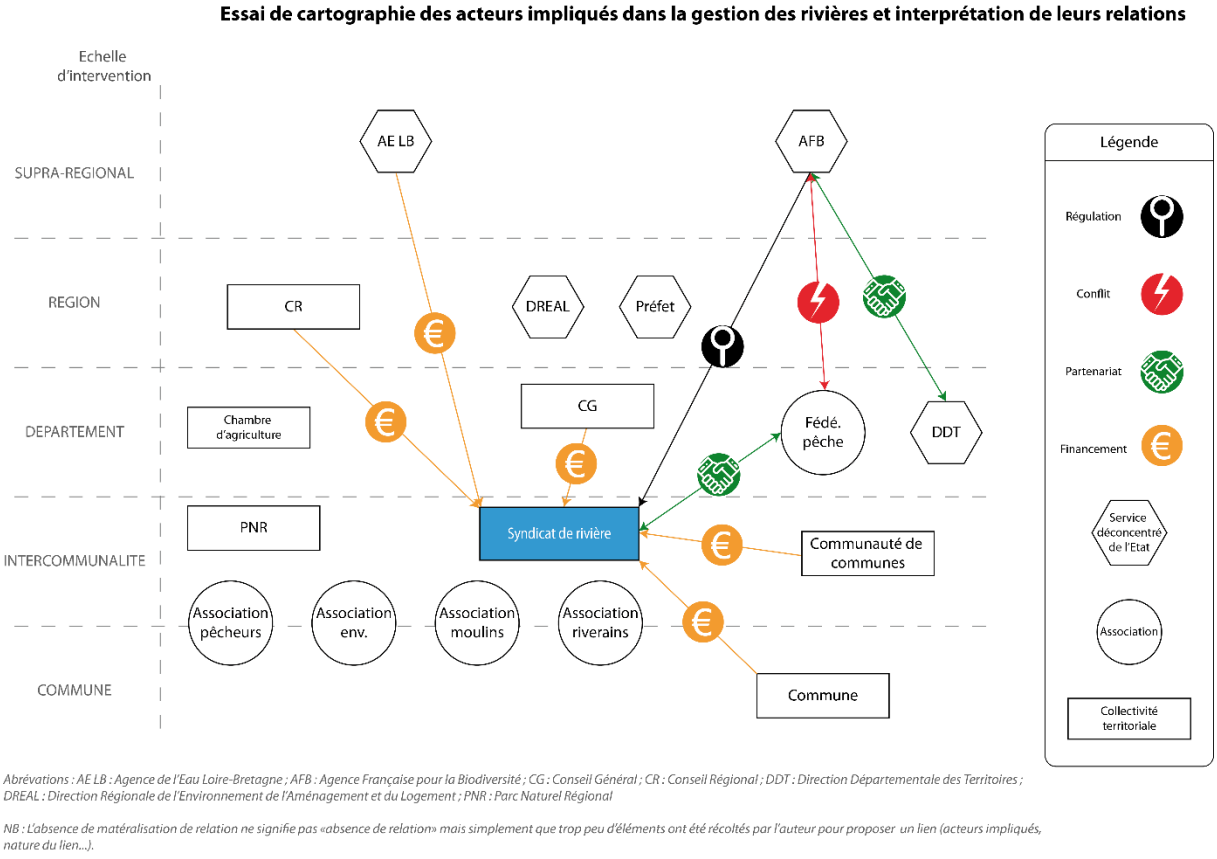


Figure 119. Essai de cartographie des acteurs impliqués dans la gestion des rivières et interprétation de leurs relations (réalisation : GP)

Cette cartographie contient certainement de nombreuses imprécisions quant au recensement des acteurs impliqués dans la gestion de ces cours d'eau. La nature des

[145] Source : https://www.eau-anjou.fr/autres-pages/annuaire-des-acteurs/?tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[protagonist]=64&tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[word]=&tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[searchCategory]=&tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[action]=show&tx_oxcsdirectory_oxcsdirectory[controller]=Protagonist&cHash=715369380019c243a29ce7dc3e42ecb0 [consulté le 03/05/2019]

relations entre ces acteurs est également « réductrice » mais elle correspond à une perception des liens qui fait suite à divers entretiens semi-directifs avec les acteurs en question et à la lecture de documents techniques.

Des tensions ont été décelées entre agents de la Fédération de pêche 49 et de l'Agence Française de la Biodiversité sans pouvoir affirmer si celles-ci sont uniquement dues à la nature de leurs missions, pas toujours compatibles, ou à un facteur humain et relationnel. Les tensions se manifestent par la remise en cause de l'expertise de part et d'autre (et de la légitimité de cette expertise ?).

Les partenariats reposent sur plusieurs constats. Comme souvent, la Fédération de pêche 49 est partenaire technique des syndicats de rivières dans plusieurs de leurs actions. L'AFB et la DDT ont des bureaux très proches « physiquement » (à la Cité Administrative d'Angers) et leurs collaborations semblent fortes quand bien même celles-ci ne sont pas nécessairement si automatiques « officiellement ».

L'AFB exerce un rôle de régulation auprès du syndicat de rivière (et de la Fédération de pêche 49) notamment par le biais des dossiers réglementaires obligatoires à monter par le syndicat en amont de nombreuses actions sur la rivière.

Les relations « financement » représentent des participations financières à plusieurs actions du syndicat de rivière, variables (notamment en proportions) selon les opérations en question.

Cette analyse devra faire l'objet d'un travail plus approfondi afin d'aboutir à une cartographie finale des acteurs et de leurs relations qui pourra alimenter la réflexion quant aux facteurs impliqués dans la gestion des cours d'eau.

Critiques du « local » à propos de l'évolution de la politique de l'eau

Le sujet de la gestion de l'eau est sensible, notamment à l'échelle locale, ce qui fait que certains (anciens ou non) agriculteurs ne préfèrent pas s'exprimer sur le sujet (entretien réalisé en mai 2019), par précautions. A propos de la gestion de l'eau à l'échelle locale :

> [ancien producteur de semences dans le bassin de l'Aubance] *« Je n'ai jamais fait partie de cela. Il y a eu quelques délégués, les aménagements c'est souvent politique. Je veux pas dire ma façon de penser là-dessus, souvent que ça vire d'un côté ou de l'autre on défait ce que l'autre a fait, c'est pas facile à comprendre ».*

Cette remarque concerne les contradictions de gestion qui ont lieu lors de certains renouvellements d'élus.

Des usagers évoquent aussi négativement le « faire et défaire », mais à propos de l'évolution des dernières politiques publiques (à l'échelle nationale notamment déclinées localement) en matière de gestion des rivières comme dans la presse locale sur ces terrains. Le cas du plan d'eau de Chalonnes-sur-Loire (bassin du Layon) présenté plus tôt dans le manuscrit illustre particulièrement bien ces critiques (1.3.3 et annexe 10).

Un ancien élu du syndicat de rivière du Couasnon s'interrogeait également sur le sens de la politique actuelle de l'eau, particulièrement onéreuse :

> [ancien élu du syndicat de rivière du Couasnon] « *Il fallait pas y toucher avant. C'est trop tard, il vaut mieux modifier les installations existantes pour permettre le passage* de l'eau. […] *On investit beaucoup d'argent pour corriger les erreurs de l'époque… c'est un peu du gaspillage ».*

L'application « systématique » de la politique de l'eau, axée sur la restauration des continuités écologiques, et son inadéquation avec les cours d'eau qu'ils connaissent est parfois dénoncée. Au-delà de la politique européenne elle-même critiquée, c'est son application nationale qui est remise en cause :

> [éleveur de vaches laitières en aval de l'Aubance] *« Il y a toujours eu avec la politique de l'eau qui est plus ou moins européenne et aggravée par la France, je dis bien aggravée, il a fallu enlever tous les barrages pour restaurer l'écoulement des eaux mais l'Aubance c'est une rivière qui ne fournit pas assez d'eau pour qu'elle s'écoule d'un bout à l'autre. Depuis que les barrages sont enlevés, il n'y a plus d'eau à partir de Murs-Erignée, l'été elle est sèche […] ».*

Le même agriculteur faisait preuve de compréhension quant à la logique générale de cette politique de l'eau mais regrettait le choix de certains secteurs et les contradictions que ces projets génèrent parfois :

> *« C'est pas possible on peut le faire dans certaines zones tout en gardant des zones humides, ça il y a pas de problème, mais bon je prendrais quand même l'exemple du lac de Ribou qui a quand même été fait à Cholet là-bas ce serait aujourd'hui ça se ferait pas, mais ils l'ont classé Natura*

> *2000 alors faudrait savoir, c'est que des contradictions.* [A propos de l'aval de l'Aubance] *Il y a eu des maïs surtout par en haut, en bas il y en a pas c'est que la prairie. Avant la mise en place des MAE il y a une déprise totale des prairies de vallée, il y a eu beaucoup de plantation de peupliers »*

Le cas cité par l'agriculteur concerne un lac artificiel mis en eau en 1958 et dont l'usage premier est l'approvisionnement en eau potable des habitants de l'agglomération de Cholet. Se sont développées depuis nombre d'activités de loisirs (planches à voile, canöe, pédalo, voile, randonnée… »[146]. Celui-ci ne fait en revanche pas partie du réseau Natura 2000. Une confusion a du être faite avec le lac de Rillé, qui se trouve à la frontière entre le Maine-et-Loire et l'Indre-et-Loire. C'est lui aussi un lac artificiel, d'une superficie de 250 hectares, créé en 1977 comme réservoir d'eau pour les agriculteurs situés en aval, et qui accueille lui aussi des activités récréatives[147] (pédalos, canoë-kayak, planche à voile…). La Ligue pour la Protection des Oiseaux y a recensé plus de 250 espèces, ce qui justifie en partie son intégration au réseau Natura 2000. L'agriculteur dénonçait par là le fait que le résultat d'une retenue d'eau (ce que la politique de l'eau actuelle « combat » pour des raisons écologiques) est finalement plébiscité pour son intérêt environnemental. Ce genre de controverses ne facilite pas la compréhension des objectifs visées par ces politiques et de leurs « bienfaits ».

La complexification des procédures pour gérer la rivière est elle-aussi la cible de critiques, aussi bien de la part des techniciens de rivières que des riverains. Les agents de la DDT semblaient admettre eux aussi, à demi-mots, lors de nos échanges qu'ils étaient conscients que cela contraignait l'action. Les usagers et riverains, anciens élus pour certains, témoignent de l'entrave que représente ces nouvelles démarches dans la gestion du cours d'eau. Un agriculteur nous informait qu'auparavant le maire de la commune prenait la décision et faisait intervenir lui-même (sur les fonds propres de la collectivité) une entreprise pour restaurer un écoulement sur la rivière (notamment quand un « bouchon » de sable l'entravait). Ces pratiques ne sont plus possibles et nécessitent de passer par le syndicat de rivière, de réaliser des études pour évaluer les impacts de l'intervention etc.

[146] Source : https://www.anjou-tourisme.com/fr/diffusio/visites/lac-de-ribou-cholet_TFOPCUULACRIBOU [consulté le 01/07/2019]
[147] Source : http://www.rille.fr/crbst_10.html [consulté le 01/07/2019]

Le même agriculteur dénonçant l'énergie et le coût de ces obligations administratives :

> *« Tu enlèves les études et le personnel, tout le pognon se barre là et y'a pas grand-chose de fait. On perd du temps, on perd une rivière. Problème, il y a pas d'eau. Y'avait des barrages, pas d'écoulement, mais il y avait du poisson. Il y avait un responsable le plus proche, qui avait une clé, et il gérait ça* [un orage, il fallait l'abaisser] *»*

Le déclin de la « pratique de la rivière »

Les acteurs rencontrés implantés depuis plusieurs décennies sur leur site et qui ont pu ainsi suivre les évolutions du paysage du fond de vallée et des pratiques sont unanimes quant au constat à poser, que ce soit dans le bassin du Couasnon ou de l'Aubance : les pêcheurs autrefois fortement représentés sont en fort déclin.

> [éleveur de vaches laitières en aval de l'Aubance] *« Du temps des barrages c'était plein de pêcheurs d'un bout à l'autre, maintenant plus personne. Quand l'eau baisse, ça s'assèche, c'est régulier de voir des tas de poissons crevés mais on laisse faire, c'est normal. Ça c'est quand il y a pas de gens qui sont passés avant, il y a des coups de seine de donnés, on le voit. C'était jamais arrivé du temps des barrages [les poissons morts]. Je ne suis pas un pro des barrages mais on a pas le choix, si on veut de l'eau dedans, il faut la retenir. »*

> [pépiniériste dans le bassin du Couasnon] « *des pécheurs, sur le Couasnon on en voit plus beaucoup. Peut-être révélateur qu'il n'y a plus grand-chose. Mais d'autres disent qu'il y a encore mais il faut savoir* [faire et où ?]. *Il y a une époque, dès qu'il y avait un pont sur une route, il y avait un pécheur sur le pont ou au pied du pont. Maintenant très peu.»*

Parmi les causes d'un certain déclin de ce loisir, des riverains indiquent que la privatisation des berges, associée au développement de la végétation aquatique, ne facilite pas ces pratiques :

> [propriétaire de moulin dans le bassin du Couasnon] *« Dans le temps il y avait plus de pêcheurs qui étaient des gens de la commune, mais*

> *maintenant il y en reste quelques-uns mais peut-être un peu moins. Avec les nénuphars la rivière est moins pêchable, et la rivière est privée donc l'accès aux pécheurs, ça permet de limiter aussi. On n'a pas forcément envie de voir les pécheurs arriver chez soi. Comme y'a plus forcément de respect, on a pas envie. »*

Le piégeage, associé à la chasse ou non, était également une pratique répandue il y a encore quelques dizaines d'années. Les ragondins et les rats musqués, deux espèces classées invasives en provenance d'Amérique du Sud pour le premier, du nord pour le second, étaient visées pour la revente lucrative de leur fourrure ainsi que pour les « récompenses » intéressantes que les fédérations de chasse attribuaient contre les preuves d'élimination de ces « nuisibles » (les queues). Ce piégeage est lui aussi en raréfaction, cette remarque ayant été faite lors d'une réunion publique de l'Aubance comme lors d'entretiens menés :

> [piégeur de l'Aubance] « *il y avait des ragondins qui étaient piégés, à l'époque il y avait beaucoup plus de bénévoles qu'aujourd'hui. Aujourd'hui il faut toujours le faire mais il y a plus que des gars comme nous qui le faisons voilà ».*

Les « *gars comme nous* » ainsi décrits sont certainement des « anciens » qui pratiquaient déjà « *à l'époque* », soit quelques décennies auparavant.

Perceptions de l'évolution des structures de gestion par les usagers/riverains/professionnels

Plusieurs riverains et agriculteurs regrettent les changements de gestion décelés aux échelles locales et qui concernent une activité moindre des syndicats de rivières. Cela peut révéler une répartition de l'action sur plusieurs cours d'eau (suite aux regroupements des syndicats) ou de l'accaparement de l'attention du syndicat pour un cours d'eau au détriment des autres dont il a la charge :

> [éleveur de vaches laitières dans le bassin de l'Aubance] *« Le nouveau* [syndicat de rivière]*, ils en ont que pour le Layon ».*

Parmi les éléments de discours qui ressortent des entretiens, la question des regroupements des syndicats de rivières, et des communes et communauté de communes,

tiennent une place importante et sont parfois avancés avant même que l'entretien ne soit volontairement orienté sur le sujet. Les riverains et usagers de l'eau ne semblent pas satisfaits des effets de ces regroupements qui ont tendance à « éloigner » les techniciens de rivières du terrain et donc des acteurs autres qu'institutionnels (agriculteurs, riverains…).

L'efficacité des regroupements des syndicats est plus que remise en cause :

[Ancien agriculteur en amont de l'Aubance] *« ça grossit, mais sur le terrain qu'est-ce qu'on voit, pas grand-chose... »*

[éleveur et ancien élu dans le bassin de l'Aubance] « *Regrouper, tous ces regroupements, comme les communes, les com-com, y'a plus de boulot de fait, les gens se plaignent, c'est très bien, j'ai toujours été contre. On fait aucune économie. On recrute que des ingénieurs, techniciens, …* »

et qui rajoute :

« nous on faisait notre petit truc […]. Ils vont pas voir les gens, alors qu'il faut travailler avec les gens ! »

L'éloignement causée par les regroupements est appuyé par un autre agriculteur qui émet l'hypothèse que ces restructurations déstabilisent les services des collectivités qui n'assurent plus tous les services de la même manière qu'avant ces fusions, au moins de façon temporaire :

[Ancien agriculteur en amont de l'Aubance] *« la revue sur la rivière, pas eu depuis les dernières élections, les gens ont tellement été perturbés par les regroupements de communes, le temps que ca se mette en place… »*

Un certain « turn-over » a parfois lieu dans les syndicats de rivières, des élus d'une part, comme dans tout organisme publique, mais également des techniciens de rivières. Celui-ci n'est pas toujours lié aux restructurations des syndicats, mais ces dernières ont tendance à aggraver ce phénomène. C'est notamment le cas du bassin de l'Aubance sur lequel au moins 3 techniciens se sont succédés en 10 ans. Ce changement perpétuel semble être mal reçu par les riverains et usagers et une certaine « perte de contact » est décelée à travers les retours par entretiens :

> [éleveur de vaches laitières en aval de l'Aubance] « [je l'ai] *jamais vu* [le nouveau technicien]*, non jamais ça fait presque un an* ! ».

La même remarque émane d'un autre agriculteur, situé cette fois à l'amont du cours d'eau :

> [ancien agriculteur en amont de l'Aubance] *« Ca fait x temps que je n'ai plus de contact. C'est le problème, ça a souvent changé, il y en avait un qui était très bien, un gars de Grézillé. Quand j'ai quitté, c'était lui qui était en place à ce moment […] »*

A noter que le fait que l'ancien technicien soit issu d'un village proche semble avoir une importance particulière. Cela doit notamment contribuer à la reconnaissance de la connaissance des enjeux locaux.

La stabilité des femmes et hommes en place localement est plébiscitée pour une action pérenne et cohérente sur la durée :

> [Ancien agriculteur en amont de l'Aubance] « [à propos du président du syndicat] *Mais il est en place depuis longtemps c'est bien, c'est bien les gens qui restent en place, parce qu'ils sont sur la même lignée de décision, alors que là ça change souvent, les élus, le temps de se remettre dans le bain, ils votent mais ils ne savent pas pour quoi. »*

Le manque de connaissance thématique de certains nouveaux élus est mis en avant et s'oriente même sur le déficit de légitimité à prendre des décisions concernant des espaces peu maitrisés :

> [éleveur de vaches laitières en aval de l'Aubance] « *Il y a des élus pleins de bonnes volontés, mais ils ne connaissent pas. Niveau rivière ils ne vont pas m'apprendre. […]. Et je pratique tout le temps, je pratique tout le temps, donc ils ne vont pas m'apprendre. La Loire je la connais comme si je l'avais faite. »*

Les problèmes induits par la rotation importante des élus ont aussi été mentionnés par le technicien de rivière du Couasnon, reconnaissant qu'il était un peu « *problématique d'être obligé de recommencer le travail d'explications* [avec les élus,

après les élections]*, de pourquoi on fait les choses, d'y passer beaucoup de temps alors qu'il faudrait passer beaucoup plus de temps avec les riverains ».*

Le discours des usagers et riverains tend aussi à regretter les actions passées des syndicats, alors très orientées sur l'entretien de la végétation de bord de rivière et dont la gestion se faisait au contact des riverains concernés.

> [Ancien agriculteur en amont de l'Aubance] *« A une époque avec le syndicat de l'Aubance, tous les ans, il y avait une visite de tous les ouvrages [hydrauliques] pour noter tous les inconvénients, les gens ont dû changer et puis… y a plus rien. On cassait la croute à St-Mélaine, et on visitait tous les ouvrages… Un élu avait attrapé une anguille lors de ces moments… (souvenirs) »*

L'évocation de ces souvenirs, jugés « positifs », confirme les regrets quant à une époque où les liens agriculteurs/élus/syndicats de rivières étaient plus forts, avec des périodes privilégiées croisant « terrain » et moments « conviviaux » qui permettaient au syndicat d'expliquer sa démarche, de « prendre la température » auprès des agriculteurs/élus et de considérer l'avis des « anciens ».

7.2 La place du technicien de rivière

Afin de saisir les enjeux et le contexte de gestion et d'évolution des deux rivières, plusieurs rencontres avec des acteurs concernés par les rivières ont eu lieu tout au long de la thèse. Ainsi, des rencontres avec les techniciens de rivière, des agents de l'AFB (ex-ONEMA), de la DDT, de la Fédération de pêche 49, Agence de l'eau Loire-Bretagne, propriétaire de moulin à eau, agriculteurs, propriétaire terrien ont été réalisées à divers moments de la thèse, selon les besoins et les avancements dans la réflexion pour caractériser les trajectoires et les contextualiser.

Les techniciens de rivière ont été particulièrement au centre de notre attention. Cette profession est à part dans la gestion des rivières, tant ces agents ont un rôle crucial à jouer dans la gestion de la rivière, au « carrefour » des différents acteurs et enjeux qui y sont liés. Les techniciens de rivière, au même titre que les animateurs de bassin versant (Richard-Ferroudji 2008) et/ou les chargés de mission milieux aquatiques, se retrouvent « à l'interface » des enjeux environnementaux, sociaux et économiques (Anquetil, Koerner et Boudes 2018) et sont ainsi les premiers confrontés aux différentes représentations et

usages de la rivière. Cette position fait que les attentes en termes de compétences sont nombreuses en ce qui concerne un technicien de rivière. Celui-ci doit être capable d'apporter une expertise quant aux fonctionnalités écologiques et hydrologiques de la rivière, piloter des projets d'aménagement (et tout ce que cela implique : chiffrage et suivi de travaux…), faire le lien avec les élus (en tant qu'expert), les différents acteurs publics et privés (bureau d'étude, institutions d'Etat comme les DDT, l'AFB, les Agences de l'eau) et usagers (agriculteurs, pêcheurs, promeneurs, riverains…) et ainsi présenter des compétences dans l'animation, la sensibilisation et la négociation. Il doit également présenter une certaine autonomie liée aux outils informatiques, à la manipulation de données géographiques (SIG-cartographie), rester en veille sur la réglementation et les nouvelles techniques/technologies, réaliser des relevés de terrains, des travaux d'entretien (tronçonnage, entretien de la végétation…) et rédiger des rapports et demandes auprès des autorités. Pourtant, dans les offres d'emplois de technicien de rivière, le niveau d'étude demandé est rarement au-delà de bac+2 alors qu'il serait légitime d'imaginer des attentes importantes quant aux formations à accumuler permettant d'être compétent dans des domaines aussi diversifiés. Les salaires des techniciens de rivières sont la plupart du temps définis par le statut de « technicien » dans la grille de la fonction publique territoriale (catégorie B), et les contrats sont parfois des CDD à renouveler (12 ou 24 mois). Une rapide recherche d'offres d'emplois récentes de techniciens de rivières sur le reseau-tee[148] a permis de confirmer la diversité des compétences demandées et le statut parfois précaire lié à ces emplois (sur 6 offres, 2 sont des CDD de 12 et 24 mois, 3 requiert un niveau d'étude bac +3, une offre concerne un niveau bac, et deux où le niveau d'étude attendu n'est pas précisé).

7.2.1 Méthodologie d'enquêtes et enseignements sur le profil des techniciens rivières

Devant ce constat de particularité, nous nous sommes concentrés sur les techniciens de rivières de nos sites d'étude, à la fois comme « personne ressource » incontournable pour saisir le fonctionnement de ce territoire d'eau, et également pour saisir leur profil et essayer de faire le lien avec les modes de gestion. Les échanges avec les techniciens de rivières ont été organisés en trois grandes étapes, décrites ci-après (figure 120). Un agent de l'Agence Française pour la Biodiversité et un de la Fédération de pêche 49 ont également été enquêtés dans le cadre d'une rencontre conforme à l'étape 3 de la méthodologie présentée ci-après. Ce choix se justifie par la place particulière qu'ils tiennent

[148] Source : https://www.reseau-tee.net [consulté le 07/05/2019]

dans la gestion (le premier dans l'aspect réglementaire des dossiers que les techniciens doivent monter, le second de par sa position de partenaire technique privilégié des techniciens rivières et se trouve particulièrement impliqué dans les opérations de RCE). La dernière étape (n°3) consistait en un entretien semi-directif enregistré. L'avantage que présente l'entretien semi-directif est de ne pas trop orienter les réponses de l'interlocuteur et de valoriser la parole et les formulations employées, l'objectif étant d'intervenir le moins possible pour laisser l'enquêté s'exprimer. Dans ce cadre, l'analyse est davantage qualitative et tient plus de l'analyse de discours.

Figure 120. Méthodologie en 3 étapes suivie dans la conduite des entretiens avec les techniciens rivières (réalisation : GP)

La démarche (étape 1, figure 120) consistait à se présenter au technicien de rivière et lui exposer les objectifs et la démarche de la recherche. Cela notamment dans le but de lui permettre d'identifier ce que l'on peut attendre de lui dans ce cadre et d'avoir son ressenti quant à la recherche menée. Les techniciens ont d'ailleurs rapidement affirmé qu'ils n'étaient jamais au courant des recherches qui étaient en cours alors que cela pouvait les intéresser, et même qu'ils avaient peu (et même pas) de retours quant aux entretiens qu'ils pouvaient accorder aux quelques étudiants qui les contactaient. Ils regrettaient de ne pas connaitre les résultats de ces études. Suite à cela, nous nous sommes engagés à

leur communiquer nos résultats, et même à leur partager des données (produites ou recueillies dans le cadre de cette recherche), rendant dans le même temps nos demandes de documents, archives, données SIG, etc. plus légitimes. Ce premier entretien permettait également d'avoir une première vision sur les projets en cours, les conflits possibles avec les acteurs de terrains et de tester la perception de la pertinence de cette recherche auprès des « acteurs de terrain ». Pendant ce laps de temps, des données en tout genre ont été recueillies, avec la difficulté de cibler celles qui allaient être pertinentes ou non (un certain flou réside en début de thèse quant à la direction que la recherche prendrait). Enfin, nous en profitions pour demander à assister, comme observateur extérieur, à une ou plusieurs réunions publiques liées à la gestion des rivières. Cela nous a été accordé pour les deux rivières, dans des réunions aux visées différentes.

Les réunions publiques (étape 2) ont permis de comprendre les contextes différents dans lesquels la gestion s'organise et d'identifier la place des techniciens au sein de ce réseau d'acteurs.

Dans le cadre de l'Aubance, la réunion était celle de la « commission Milieux Aquatiques » du Syndicat Layon, Aubance, Louets » qui s'est tenue le 27 avril 2016 et réunissait, en plus des responsables et agents du syndicat, les élus des communes concernées. La création du syndicat était encore récente (1er janvier 2016, suite aux différentes fusions, 7.1) ainsi l'ordre du jour de la réunion ne comportait pas de discussions quant aux projets d'aménagement en cours. Un rappel des missions et compétences du syndicat a ouvert la réunion, suivi d'une présentation des actions en cours et prévues pour l'année 2016 (études et travaux « milieux aquatiques »). Un point sur le fonctionnement des commissions « milieux aquatiques » (structures et rôles) a ensuite été fait, suivi de la constitution des groupes thématiques. Plusieurs représentants du syndicat de rivière, dont la technicienne de rivière en poste à ce moment-là, faisaient face aux élus présents. Il n'y a pas eu de débat particulier, celle-ci tenait davantage de la « réunion d'information » que d'un moment d'échanges et de débats. Un point particulier concernant le groupe thématique « nuisibles » a été abordé. Il a été souligné que les personnes contribuant à ce groupe, essentiellement des chasseurs également piégeurs agréés, étaient peu nombreuses et que cette tâche était particulièrement pénible et chronophage. Elle nécessite d'aller relever tous les jours les pièges, soit pour libérer un animal non nuisible pris dedans, ou pour abattre les animaux ciblés (surtout ragondin et rat musqué). Les responsables du syndicat ont insisté sur l'importance de ces actions et ont remercié les personnes se dévouant pour les assurer.

Pour le Couasnon, la réunion publique concernée était le « comité de pilotage Contrat Territorial Milieux Aquatiques du bassin du Couasnon » qui s'est tenu le 23/02/2016. À la différence de la réunion de l'Aubance, celle-ci réunissait en plus de

quelques élus, de nombreux partenaires techniques et financiers. Ainsi se trouvaient autour de la table des représentants de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, des agents de l'ONEMA (maintenant AFB), des représentants d'associations de pêcheurs, de riverains, DDT, Chambre d'agriculture, Fédération de pêche 49, Conseil Général, Conseil Départemental, etc. Le technicien de rivière du Couasnon assurait seul l'animation de la réunion, et le constat a vite était fait de la forte connaissance mutuelle entre les acteurs, et du respect qui lui était porté. Lors des échanges sur les opérations d'aménagement, le technicien répondait la plupart du temps seul, avec assurance, et sans être mis en défaut par les acteurs autour de la table. Ce sentiment d'une certaine « maitrise » de l'assemblée et d'une bonne reconnaissance vis-à-vis des acteurs présents s'est renforcé lors du « pot convivial » qui a suivi. Ces moments sont souvent des temps privilégiés pour avoir des informations « en off » où les acteurs sont plus détendus et abordables et sortent parfois de leur posture qu'ils se doivent d'adopter en réunion. Ainsi, un élu d'une commune est venu spontanément me parler, me sachant étudiant, pour se renseigner sur mon sujet de recherche et pour me dire l'estime qu'il portait au technicien de rivière.

Les enseignements tirés de ces réunions publiques reposent surtout sur la très bonne intégration du technicien du Couasnon et l'estime que semblent lui porter les acteurs présents. Ce sentiment a été renforcé lors des entretiens menés auprès d'autres acteurs de l'eau, un propriétaire de moulin ayant affirmé à propos de ce technicien de rivière :

> [propriétaire de moulin dans le bassin du Couasnon] *« [c'est] un garçon hyper consciencieux, incroyable, je crois qu'il fait vraiment tout ce qu'il peut pour faire bien ».*

Une certaine autonomie d'action s'était aussi fait ressentir lors de la demande de participation en tant qu'observateur à une réunion publique. Le technicien semblait prendre la décision de lui-même d'accepter ma présence, quand la technicienne de l'Aubance a demandé à ce qu'un courrier émanant des directeurs de cette recherche soit rédigé en ce sens à destination de son supérieur, le directeur du Syndicat de l'Aubance.

Une série d'entretiens semi-directifs (étape 3) ont ensuite été conduits en mai et juin 2018 envers plusieurs acteurs de l'eau : Agence Française pour la Biodiversité, Fédération de pêche 49, technicien de rivière du Couasnon et technicien de rivière de l'Aubance. L'objectif de ces entretiens était de faire s'exprimer les acteurs sur leur profil (formation initiale, autre métier exercé, historicité), leur rapport à la rivière (pratiques, usages, connaissance), leur point de vue sur le contexte d'évolution (jugement de valeur sur la trajectoire paysagère du fond de vallée, sur la gestion de la rivière et des ouvrages, les conflits inter-acteurs, évolution future). Tous ces entretiens ont fait l'objet d'un enregistrement audio, condition indispensable pour pouvoir valoriser correctement les

matériaux recueillis et éviter les lacunes incontournables issues d'une « simple » prise de notes (Beaud et Weber 1997). Conformément aux conseils de ces deux auteurs, l'enregistreur a toujours été placé de façon à ce qu'il ne soit pas trop en évidence et ainsi que les enquêtés puissent facilement « l'oublier » pendant l'entretien.

Une fois les informations sur les acteurs en question recueillies (étape 3.A), une présentation des premiers résultats de recherche leur a été faite (étape 3.B). Celle-ci intervient en second temps afin de ne pas dénaturer les propos que pourraient tenir les acteurs sur leurs perceptions des changements. En effet, ils pourraient être tentés d'ajuster leur discours en fonction des résultats présentés. Après avoir présenté succinctement les terrains d'étude, les résultats concernaient une restitution des évolutions des paysages à trois échelles : le bassin versant (par bloc-diagrammes à deux dates) ; l'hydrosystème (cartographie diachronique de l'occupation du sol, de quelques indicateurs et de la spatialisation des classes issues de l'analyse factorielle) ; de secteurs (comparaison de clichés aériens au pas de 10 ans pour décomposer les changements). L'enregistrement était encore en cours pendant la présentation des résultats ce qui a permis de recueillir leur réaction devant ceux-ci. Ils n'étaient pas tous à l'aise avec la cartographie des classes issues de l'analyse factorielle, car peu habitués à utiliser ce genre de méthode. Les retours ont été plutôt très positifs quant aux résultats présentés. Le technicien du Couasnon notamment approuvait la présentation du Couasnon et les dynamiques repérées. Cela est bon indicateur sur la véracité du tableau dressé de ces paysages sachant qu'il est en poste depuis plus de 10 ans et a une connaissance fine de son territoire. L'agent de l'AFB était quant à lui plutôt sensible à la comparaison des clichés aériens réalisée à l'échelle des secteurs fonctionnels, révélant qu'ils cherchaient des moyens d'accéder à ce genre de comparaisons plus facilement.

Suite au « reproche » des techniciens de rivières quant aux absences de retours des entretiens qu'ils peuvent accorder (présenté précédemment) et dans un rapport de « donnant-donnant », nous semblant plus « sain » et légitimant ainsi nos demandes de rendez-vous, un ensemble de données leur a été transmis (étape 3.C). Celles-ci concernaient des documents anciens récoltés dans les autres archives (AD, archives de la police de l'eau…), les plans parcellaires géoréférencés, et des articles scientifiques dont ils n'ont pas toujours accès, volontairement orientés sur les approches sociales de la gestion des rivières. Ce choix d'articles a été guidé par le constat que leur formation initiale est généralement axée sur l'aspect hydro-biologique de la rivière tout comme la documentation que leurs partenaires et les bureaux d'études leur fournis. Bien qu'ils aient déjà beaucoup de rapports et finalement peu de temps à y consacrer pour les assimiler (remarques notamment faites par le technicien de l'Aubance) nous nous sommes dit que

la lecture de ces articles pourrait favoriser la prise en compte de la dimension sociale dans la gestion des cours d'eau.

7.2.2 Des profils de techniciens de rivières très différents – une approche du métier qui l'est tout autant

Ces entretiens semi-directifs et l'analyse de discours ont permis de dresser le profil des deux techniciens de rivières, et de cerner leurs sensibilités quant à leurs (diverses) missions, ainsi qu'à capter leur vision de la gestion des rivières. Leur profil est résumé ci-dessous (tableau 19) :

Tableau 19. Profils des deux techniciens de rivières enquêtés

Syndicat	Syndicat Layon, Aubance, Louets	Syndicat Authion, Couasnon, Lathan
Cours d'eau à gérer	Layon, Aubance	Couasnon et ses affluents
Ancienneté	2,5 ans sur l'Aubance (+ 7,5 ans sur le Layon)	11,5 ans sur le Couasnon
Profession des parents	Agriculteurs	Agriculteurs
Formation initiale/parcours	BTP (Bâtiment Travaux Publics) puis concours internes de la fonction publique	BTSA GPN (Gestion et Protection de la Nature – Gestion des Espaces Naturels) – premier poste
Spécialités	Devis/suivis des chantiers	Approche fonctionnelle (écologie) et sensibilité à la gestion/animation réseau d'acteurs
Regrets/prise de recul quant à l'évolution du poste	- lourdeurs administratives (dossiers réglementaires) - pas convaincus par les modèles RCE (diffusés par ONEMA) - terrains à charge de plus en plus vaste	- lourdeurs administratives (dossiers réglementaires) - semble convaincu par les modèles RCE mais approche pragmatique de l'application terrain - terrains à charge de plus en plus vaste

Les deux techniciens de rivières présentent des profils assez différents. En effet lors des deux entretiens ils ont tous les deux évoqué spontanément le fait d'être « fils d'agriculteurs » et l'avantage que cela présente dans le contact avec ces derniers sur le terrain, car ils comprennent les contraintes inhérentes à la profession. Hormis ce point commun, leurs profils se distinguent notamment par leur formation initiale. Si le technicien

de rivière du Couasnon se destinait à travailler dans l'environnement suite à son BTSA GPN, le technicien de l'Aubance a accédé au poste par effet d'évolution de carrière (concours internes à la fonction publique) et vient du monde du BTP (Bâtiment Travaux Publics). Il est légitime d'imaginer que leurs sensibilités à leurs différentes missions divergeront et cela s'est confirmé lors des entretiens. Le technicien du Couasnon, en place depuis longtemps (plus de 11 ans) semble plutôt convaincus par les modèles de gestion et de restauration des continuités écologiques prônés par les institutions de l'Etat (notamment l'AFB), mais a une approche pragmatique quant à son application sur le terrain :

> [technicien de rivière du Couasnon] « *[…] la position du bassin du Couasnon, et qui s'applique aussi un peu sur les autres cours d'eau du coin, on sait que des opérations très ambitieuses de restauration géomorphologiques qui vont avoir des incidences assez importantes sur les parcelles riveraines, on essaye plutôt de les mettre en place sur des zones sans enjeux, ou faibles, comme les peupleraies, zones de friches, il y a des parcelles qui sont laissées à l'abandon* »
>
> Et de poursuivre sur les espaces en cultures :
>
> « *[…] sur les zones où il y a un usage très important avec drainage, irrigation, zones de cultures, on va proposer plutôt des actions qui sont un compromis entre enjeux environnementaux et les enjeux économiques présents. Faire du reméandrage sur les zones de cultures… on va se retrouver avec des débordements donc c'est très compliqué de faire accepter ».*

Ainsi, les espaces pouvant être propices à des travaux importants de restauration des continuités écologiques et de renaturation sont ciblés quant aux enjeux économiques présents. Cette approche révèle une stratégie d'intervention dans des « territoires d'ententes » (Montembault et Caillault 2017), c'est-à-dire des zones où les différents acteurs concernés retirent un intérêt à ces travaux ou du moins ne sont pas pénalisés.

On aurait pu penser que les actions de restauration/renaturation devraient être menées dans des secteurs « dégradés », où les fonctionnalités écologiques sont les plus faibles. Or, les interventions sur le lit mineur sont tellement sujettes à conflits entre les acteurs, riverains et usagers que c'est bien le « contexte social » qui guide prioritairement les zones de travaux. Ce point interroge plus largement sur les objectifs de ces interventions et les états visés. Cherche-t-on à rétablir un état passé et perdu ? ou créer un état inédit, mais que l'on sait plus bénéfique sur le plan environnemental ? La question du paysage de référence se pose à nouveau (Le Floc'h et Aronson 1995).

Le technicien de l'Aubance partageait les mêmes réticences, en commentant une photo d'une petite rivière à méandres se trouvant dans un manuel sur la restauration des continuités écologiques et en affirmant qu'il n'était pas possible d'aller voir un agriculteur pour négocier de mettre en place de genre de rivière dans une parcelle cultivée. Par son discours il semblait moins convaincu par les modèles de rivière à méandres et générant des débordements et déplorait surtout le changement rapide de paradigme :

> [technicien de rivière de l'Aubance] *« […] avant on faisait comme ça, là on nous demande de faire ça, et puis dans 10 ans on nous dira de faire autrement…[…] ».*

Ce discours sur le revirement de modèle dans un court laps de temps (rectification/recalibrage pour limiter les débordements contre renaturation et reméandrage pour générer des débordements) est revenu plusieurs fois dans les entretiens, aussi bien avec les agriculteurs, qu'avec d'anciens élus locaux ou de fonctionnaires d'état qui partageaient les retours qu'ils avaient vis-à-vis de ces actions.

La différence de parcours entre les deux techniciens rivières se traduit par leur conception de leur métier et l'intérêt pour leurs missions variées. Ainsi, celui de l'Aubance évoque son profil qui diffère par rapport à celui des autres techniciens. Il signale que :

> [technicien de l'Aubance] « *[…] les techniciens que je connais ils ont fait que de la végétation. Aujourd'hui ça va beaucoup moins vite parce que ça va dans des contrats de restauration morphologique. Et les techniciens « ancienne génération », ils en ont jamais fait. Ils sont formatés écologie mais quand il faut mettre une pelleteuse dans la rivière, ils ne savent pas comment faire ».*

Au-delà de son expertise dans le domaine, il insiste sur les économies qu'il fait réaliser à sa structure, grâce à sa capacité à estimer les coûts des différentes tâches des travaux :

> *« hier soir ils ont économisé 140 000€, sauf que les autres techniciens de rivières, des « purs », bah ils vont pas réussir à détailler. Le prix des BE* [bureau d'étude] *ça correspond au prix des grosses boutiques, quand moi je réécris le dossier en reprenant ligne par ligne en appelant tous ceux que je connais, je sais à peu près les prix… […] c'est de l'argent public hein ? C'est des impôts ! »* et en ajoutant *« en 2 réunions, 3 chantiers, c'est 250 000 € d'économies, alors j'y passe des jours (euh des heures), mais voilà, moi c'est mon travail ».*

Les deux techniciens de rivières déplorent tous les deux le virage très administratif que leur métier a pris au fil du temps, et de l'agrandissement de leur territoire d'intervention, qui réduit ainsi le temps qu'ils peuvent passer « sur le terrain ».

Le technicien de rivière du Couasnon confie :

> [technicien de rivière du Couasnon] « *en l'espace de 10-11 ans, c'est aussi parce qu'on confie un secteur géographique qui est de plus en plus grand, au départ j'avais plus le temps d'aller sur le terrain, de passer du temps, même des fois je prenais la tronçonneuse, avec le riverain je faisais l'arbre qui était tombé à travers le cours d'eau, ça m'arrivait de faire des petites protections de berge en génie végétal avec le propriétaire, c'est un peu dommage parce qu'on perd peut être un peu de lien… ».*

Le technicien de rivière de l'Aubance quant à lui déplorait le temps qu'il lui fallait pour aller d'un site à l'autre de ses rivières[149], sachant que le Layon et l'Aubance dont il a la charge suivent un parcours respectivement de 90 km (et un bassin de 1 070 km²) et 35 km (pour un bassin de 205 km²). Cette perte du temps à consacrer pour le terrain n'est pas anodine dans la relation avec les riverains, agriculteurs et usagers et l'explication de l'action. Un agriculteur de l'Aubance a d'ailleurs souligné lors d'un entretien qu'il n'avait toujours pas rencontré le nouveau technicien en charge de la rivière (celui du Layon qui a récupéré l'Aubance en plus) alors que cela fait plus de deux ans qu'il est en place. À noter que l'agriculteur en question faisait part de ses nombreuses insatisfactions quant aux actions des syndicats et aux récentes orientations prises (fusion des syndicats, perte de contacts avec les agents, incompréhensions sur certaines actions…). Le technicien du Couasnon quant à lui doit désormais s'occuper des affluents tributaires du Couasnon en plus du cours d'eau principal.

Enfin, les deux agents en charge des deux cours d'eau déploraient avec des termes très proches le temps que leur prenaient les dossiers réglementaires notamment réclamés par l'AFB, particulièrement rigides et rendant les démarches extrêmement longues (ils évoquaient environ 3 ans entre la demande de travaux et la réalisation effective de ceux-ci).

Les relations entre acteurs ont pu être appréhendées à travers les entretiens. Si de forts partenariats existent entre certains (Fédération Départementale de pêche et technicien de rivière ; agent de l'AFB et agent de la DDT) de conflits importants ont pu être identifiés.

[149] Source : http://www.eau-anjou.fr/territoires/par-bassin-versant/aubance [consulté le 21/05/2019]

Ceux-ci semblent relever à la fois de problèmes de « personnes » (une certaine inimitié) et de problèmes plus « institutionnels » résidant dans les politiques portées par les organismes et les contraintes imposées (dossiers réglementaires de l'AFB imposés aux syndicats de rivières et à la fédération de pêche). Ces deux sources de problèmes interpersonnels s'alimentant certainement l'une et l'autre. Ces tensions s'exprimaient d'un camp à l'autre par le dénigrement des connaissances et de la légitimité en tant qu'expert à s'exprimer sur des problèmes liés à la fonctionnalité des hydrosystèmes (comme précisé précédemment).

7.3 Projets de restauration des continuités écologiques/renaturation sur l'Aubance et le Couasnon : controverses et conflits

7.3.1 Suppression conflictuelle d'un ouvrage de régulation des eaux au moulin – projet mené sans l'accord des usagers de l'eau

Un projet de restauration des continuités écologiques a eu lieu en 2007 sur un secteur situé entre les communes de Vauchrétien et Saint-Jean-des-Mauvrets (Aubance) (Montembault et Caillault 2017). Le site se trouve en aval de Brissac-Quincé, dans une zone dont le faciès a été caractérisé comme étant en 2016 une plaine alluviale encaissée accueillant un cours d'eau ramifié et à méandres s'écoulant au sein de formations boisées et de surfaces en herbes (figure 121).

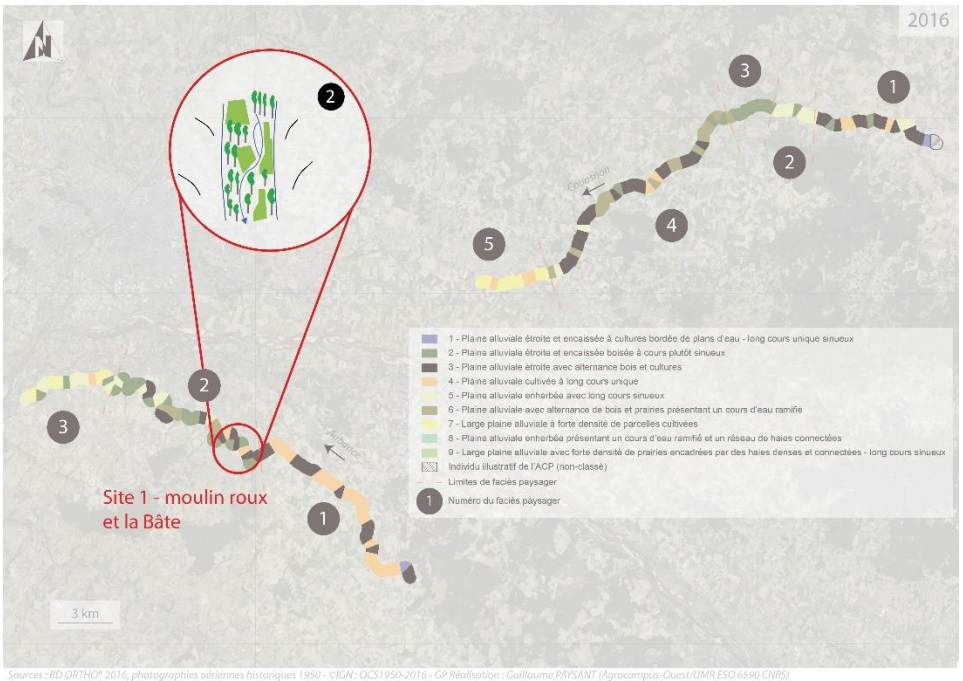


Figure 121. Localisation du moulin roux et de la Bâte à Vauchrétien (réalisation : GP)

Un ouvrage de régulation des eaux se trouvant au moulin roux (cercle rouge, figure 122) a été vandalisé en 2007. Celui-ci permettait d'alimenter deux plans d'eau privés au lieu-dit « la Bâte » (pointillés rouges sur figure 122 et photo figure 123).

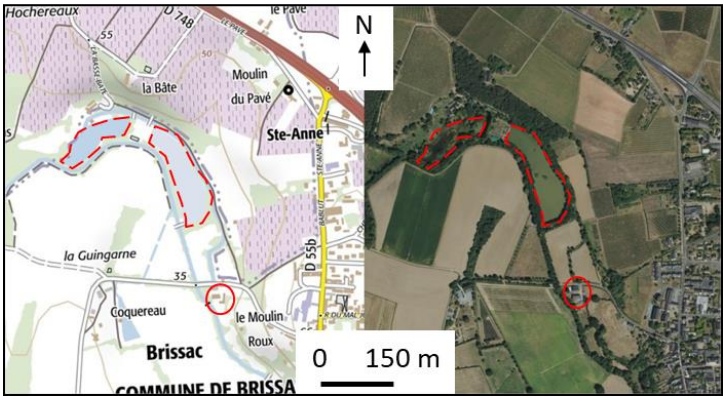


Figure 122. Plans d'eau et moulin roux – Aubance (Source : d'après http://remonterletemps.ign.fr/) - (réalisation : GP)

Figure 123. L'Aubance et les étangs au lieu-dit "la basse Bâte" (Vauchrétien, 22/01/2018, GP)

Suite à cela, le propriétaire de la Bâte a demandé au Syndicat Mixte du Bassin de l'Aubance (aujourd'hui Syndicat Layon Aubance Louets) de rétablir le fonctionnement de l'ouvrage pour que ses plans d'eau soient toujours alimentés en eaux. Le Syndicat de l'Aubance a missionné dans le même temps la Fédération de Maine-et-Loire pour la pêche et pour la protection des milieux aquatiques pour une étude de faisabilité pour la restauration de Moulin Roux.

Figure 124. L'Aubance au moulin roux, visible en arrière plan (Vauchrétien, 14/05/2019, GP)

Les travaux qui en ont découlé n'ont pas conduit au rétablissement de l'ouvrage de régulation des eaux et avaient pour objectifs de « favoriser le fonctionnement hydro-sédimentaire et biologique de l'Aubance » (Tribunal Administratif de Nantes 2012). Le propriétaire des plans d'eau a alors porté plainte contre le syndicat de rivière (maitre d'ouvrage) et la Fédération de Maine-et-Loire pour la pêche et la protection des milieux aquatiques (maitre d'œuvre) en faisant appel à son « droit d'eau ». Ce « droit d'eau » confère au propriétaire d'un ouvrage, dont l'existence d'une prise d'eau est établie antérieurement à la suppression des privilèges de 1789, le droit de recevoir un débit d'eau permettant de jouir de la force motrice ainsi disponible. Ce droit « fondé en titre » concerne les cours d'eau non-domaniaux qui sont soit l'objet d'une aliénation comme bien national, soit dont l'existence est prouvée d'avant l'abolition des droits féodaux avec prises d'eau avérées à l'époque. Dans ce cas précis, il est fait mention dans le dictionnaire historique, géographique et biographique de Maine-et-Loire de Celestin Port (1878) de l'existence de ce moulin au XIVe siècle. Cette preuve matérielle conforte le propriétaire des plans d'eau dans sa demande d'avoir un débit d'eau suffisant pour les alimenter. Le tribunal administratif de Nantes a notamment pris en compte le fait que le propriétaire de la Bâte entretien régulièrement le lit de la rivière qui traverse sa propriété, ainsi que la buse qui l'alimentait et la digue ainsi que les éléments de son moulin. Ainsi, aucun élément ne tendait à faire croire à un renoncement de sa part quant à son droit d'eau. Le tribunal administratif de Nantes a donné raison au propriétaire de la Bâte en 2012 en condamnant le Syndicat de l'Aubance et la Fédération de pêche du Maine et Loire a payé les frais d'expertises et un dédommagement au propriétaire. Cette affaire a continué de 2007 à

2016[150], après que les différents partis aient fait appel de la décision de justice. Le Syndicat refusant notamment la remise en état de l'ouvrage de régulation, le tribunal s'est une fois de plus exprimé et a conforté les décisions rendues en 2012, mais en considérant que le droit d'eau reconnu en 2012 « n'induit pas un droit au maintien des circonstances de toute nature conditionnant la présence de l'eau à l'endroit où se trouve le moulin de la Basse Bâte »[151].

Ce cas d'étude souligne l'application délicate de la DCE sur le terrain, par deux acteurs majeurs de la gestion des cours d'eau (syndicat de rivière et fédération de pêche). Le manque de négociation quant au projet de restauration du site de la Bâte entre les acteurs en charge de la gestion et l'aménagement de la rivière et le propriétaire riverain a cristallisé les tensions quant aux usages et représentations de la rivière. Cela souligne l'importance de 1. Adhésion des riverains et parties prenantes aux actions entreprises sur les cours d'eau ; 2. De l'effort de communication et de concertation qui doit être fait par les structures de gestion de rivières. Le Syndicat de rivière et la Fédération de pêche de Maine-et-Loire ont ignoré les usages dont il était fait en réalisant des travaux de restauration incompatibles avec l'alimentation en eaux des étangs. Cette affaire révèle aussi le « poids » du droit féodal (et donc ancien) sur le droit moderne, où la législation européenne, transposée dans le droit national, ne domine pas les spécificités nationales et les protections des droits à l'échelle locale.

TRIBUNAL ADMINISTRATIF
DE NANTES

N° 0903426

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

M. Guy JAMET

AU NOM DU PEUPLE FRANÇAIS

M. Rosier
Rapporteur

Le Tribunal administratif de Nantes

(5ème chambre)

M. Gille
Rapporteur public

Audience du 9 février 2012
Lecture du 1er mars 2012

67-03-01-02-035
C

Vu la requête, enregistrée le 8 juin 2009, présentée pour M. Guy JAMET, demeurant Moulin de la Basse Bâte, lieu dit l'Houssis à Saint Jean des Mauvrets (49320) par la SCPA Beucher-Debetz-Hanf et associés ; M. JAMET demande au Tribunal :

1°) d'enjoindre au Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement du Bassin de l'Aubance (SIABA), devenu par arrêté préfectoral du 9 août 2010, le Syndicat Mixte du Bassin de l'Aubance (SMIBA), et à la Fédération de Maine-et-Loire pour la pêche et la protection des milieux aquatiques, in solidum, de procéder à une remise en état d'un ouvrage public de régulation des eaux dans son état antérieur, sous astreinte de 100 euros par jour de retard à compter de l'expiration d'une période d'un mois faisant suite à la notification de la décision à venir ;

2°) de condamner le SMIBA et la Fédération de Maine-et-Loire pour la pêche et la protection des milieux aquatiques à lui verser la somme de 10 000 euros au titre de ses préjudices avec intérêt légal à compter de la demande préalable ;

3°) de condamner le SMIBA et la Fédération de Maine-et-Loire pour la pêche et la protection des milieux aquatiques à lui verser la somme de 1 200 euros au titre des frais d'expertise avec intérêt légal à compter de la demande préalable ;

4°) de condamner solidairement le SMIBA et la Fédération de Maine-et-Loire pour la pêche et la protection des milieux aquatiques à lui verser la somme de 3 000 euros en application de l'article L. 761-1 du code de justice administrative ;

Figure 125. Rapport de séance pour le cas des étangs de la Bâte - Tribunal administratif de Nantes (2012)

À noter que la Fédération Française des Associations de sauvegarde des Moulins diffusait jusqu'à il y a peu cette décision de justice, parmi d'autres, sur son site internet, et constitue un recueil des différentes affaires ayant été jugées suite à des conflits quant à l'usage de l'eau. Cela marque l'organisation de groupes d'acteurs au sein d'institutions afin de protéger ce patrimoine face à la législation dominante qui prône une gestion et un aménagement « écologique » des cours d'eau dans lesquelles les ouvrages en travers de toutes sortes ne sont pas souhaités. La Fédération qui réunit les associations de

[150] Source : https://juricaf.org/arret/FRANCE-COURADMINISTRATIVEDAPPELDENANTES-20160603-15NT00150 [consulté le 21/05/2019]
[151] Source : https://juricaf.org/arret/FRANCE-COURADMINISTRATIVEDAPPELDENANTES-20160603-15NT00150 [consulté le 21/05/2019]

sauvegarde et d'amis des moulins, affiche sa volonté « de dialogue avec les instances nationales et territoriales »[152].

Ce secteur est finalement l'objet d'une étude sur la faisabilité d'une remise en écoulement de l'ancien bras de l'Aubance au lieu-dit la Basse-Bâte dans le cadre du programme d'actions du Contrat Territorial Layon Aubance Louets 2017-2021[153].

7.3.2 Le reméandrage de Singé (commune de Pontigné – Couasnon) : une renaturation caricaturale en terrain favorable

En amont du Couasnon, sur la commune de Pontigné (au lieu-dit Singé) d'importants travaux de reméandrage ont eu lieu sur un secteur qui avait été rectifié pendant la période de modernisation de l'agriculture et de l'assainissement des terres des années 1970-1980. Ce site est compris dans le faciès paysager composé en 2016 d'une rivière plutôt sinueuse au sein de parcelle en herbe (figure 126).

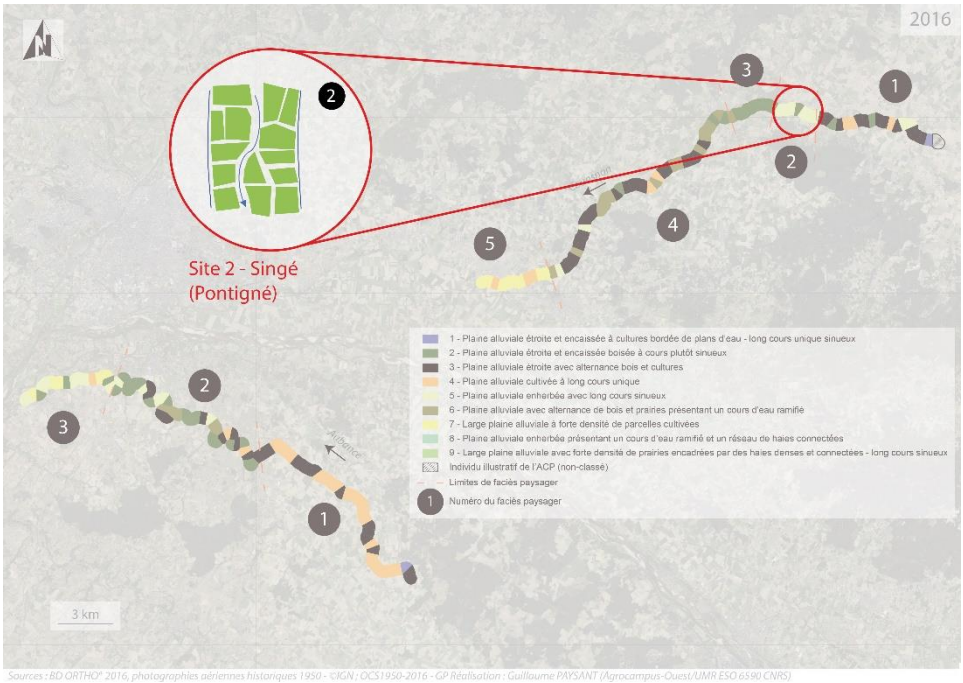


Figure 126. Localisation du secteur réaménagé de Singé, à Pontigné (réalisation : GP)

En 1979, juste avant que le site ne fasse l'objet de travaux de rectification et de recalibrage comme une grande partie du linéaire, un moulin était alimenté par un bras du

[152] Source : https://www.moulinsdefrance.org/la-ffam/historique/ [consulté le 21/05/2019]
[153] Source : https://layonaubancelouets.fr/wp-content/uploads/2018/11/CR-Bureau-10-10-2018.pdf [consulté le 21/05/2019]

Couasnon quand ce dernier formait en parallèle trois méandres successifs au sein d'une prairie avant de continuer son parcours vers l'ouest (figure 127).

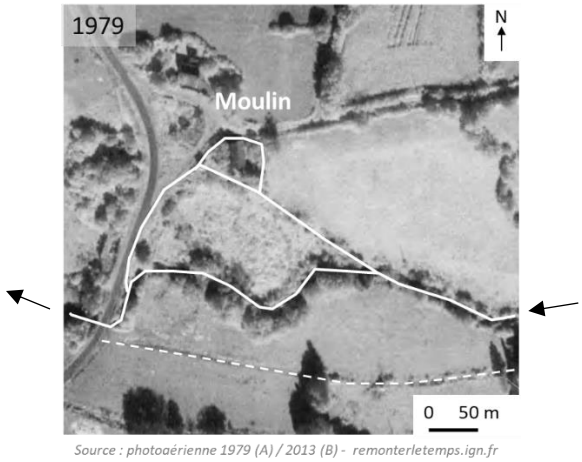


Figure 127. Situation du site de Singé en 1979 – Couasnon (réalisation : GP)

Sur les images de 1983, on constate que de lourds travaux de rectification/recalibrage ont eu lieu, ayant eu pour conséquence de déconnecter le moulin du système hydrologique et de limiter les inondations dans la prairie riveraine. Ce système a duré environ 30 ans avant d'être l'objet d'une « renaturation ».

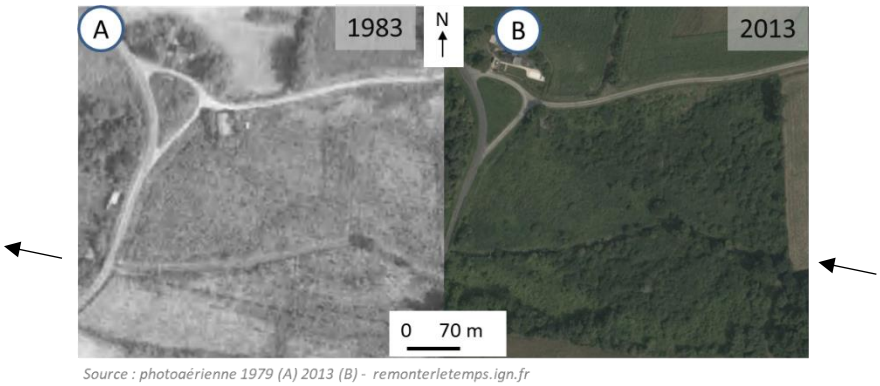


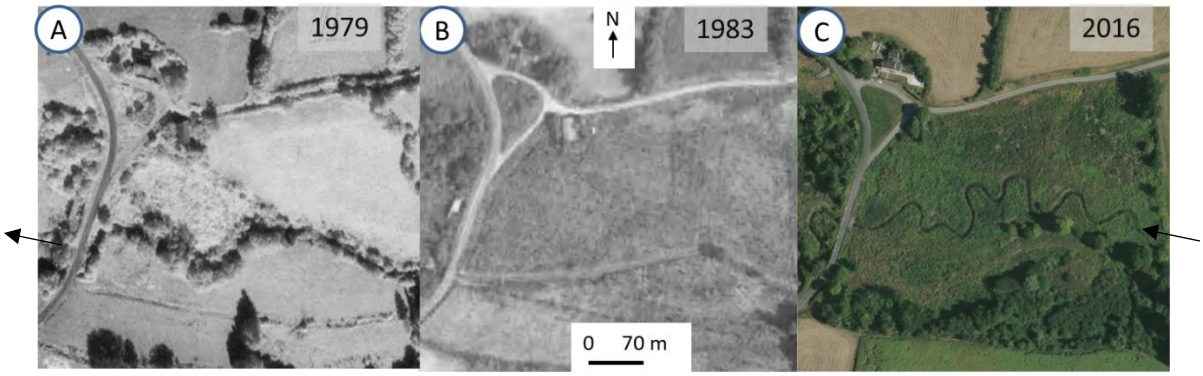
Figure 128. Travaux de rectification sur le secteur de Singé : A.1983 ; B. 2013 (©IGN - remonterletemps.ign.fr) - (réalisation : GP)

En 2015 des travaux de reméandrage sont menés par le Syndicat de rivière en charge de Couasnon, épaulé par la Fédération de pêche 49. Ces travaux se posent complètement en opposition à toutes les actions menées dans les années 1970-1980 (figure 129).

Les objectifs de ces travaux sont de recréer volontairement des débordements au sein de la parcelle concernée, dans un but de régulation des crues et d'épuration « naturelle » de l'eau. Cette zone est également créée dans le but d'être plus favorable à la biodiversité.

Figure 129. Travaux de renaturation sur le Couasnon (Sources : SMBAA, GP)

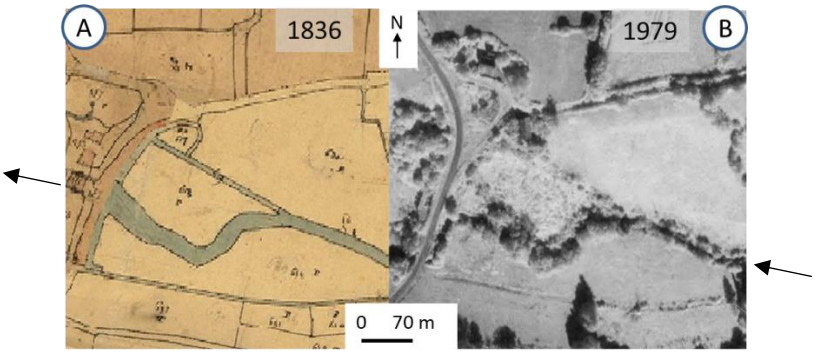
Trois types de rivières, de modèles « antagonistes » se succèdent sur un même site en l'espace de 35 ans suite à deux phases de travaux (1980 et 2015). Le premier état encore en place en 1979 était à visée productive, où la rivière était mise à profit pour sa force motrice avec son rattachement au moulin. La prairie que le Couasnon traversait alors devait être soumise aux débordements (on distingue une végétation plus haute sur l'îlot central entre le moulin et le cours du Couasnon). Le second état de 1983 était là aussi à visé productif, mais axé sur la parcelle cette fois-ci, où les travaux de rectification/recalibrage ont certainement eu pour effet de limiter les inondations sur le secteur (mais d'accélérer les eaux et donc potentiellement aggraver les débordements en aval, 1.2). Le moulin n'a plus sa fonction de production, comme la plupart des moulins à eau de la région après la seconde guerre mondiale et pendant la seconde moitié du XXe siècle. Il est alors déconnecté du système hydrologique et transformé en habitation. Enfin, le troisième état mis en place en 2015 par les travaux de reméandrage n'est plus qu'à visée écologique. La parcelle, convertie en peupleraie, accueille désormais une production compatible avec les débordements. L'ancien moulin à eau n'est pas reconnecté à la rivière et conserve sa fonction d'habitation.



Source : photoaérienne 1979 (A) 1983 (B) 2016 (C) - remonterletemps.ign.fr

Figure 130. Évolution du Couasnon sur le secteur de Singé : A.1979 ; B.1983 ; C .2016 (©IGN – remonterletemps.ign.fr) - (réalisation : GP)

Cette intervention sur le talweg est déconnectée d'un état passé, et pose question quant à l'état de référence considéré dans ce type de travaux (évoqué précédemment : 1.3.1) et notamment sur l'opportunité qui s'offrait alors de restaurer la rivière telle qu'elle était depuis au moins 180 ans, comme en témoigne le cadastre napoléonien (dressé en 1836 dans le Maine-et-Loire, figure 131).



Source : Cadastre napoléonien 1836 (A) photographie aérienne 1979 (B) - remonterletemps.ign.fr - GEOPAL

Figure 131. A.Cadastre napoléonien (1836, GEOPAL) ; B.Photographie aérienne historique du site de Singé (1979, ©IGN) - (réalisation : GP)

De plus, le technicien de rivière en charge du Couasnon a affirmé lors d'un entretien mené dans le cadre de cette recherche que ces travaux de reméandrage avaient pu être effectués grâce à une négociation menée avec le propriétaire terrien lequel n'avait pas trouvé ce projet incompatible avec son intention de reconvertir la parcelle en peupleraie (figure 132). Cette « renaturation » a donc eu lieu par opportunité sur un site où l'usage

du sol n'est pas le plus défavorable à ce type de projet (impossible à mettre en place dans une parcelle de cultures de blés, maïs, ou autres…).

Figure 132. Vue sur le secteur de Singé ayant fait l'objet d'une "renaturation". De jeunes peupliers sont visibles en arrière-plan (Singé, commune de Pontigné, 24/07/2018, GP)

On remarque que le tracé à méandres que l'on distingue sur la photographie aérienne de 2016 n'est plus visible à cause de la végétation particulièrement développée sur le site dû à la saison (juillet) et à la gestion de la parcelle (peu ou pas d'entretien).

La Presse Quotidienne Régionale (PQR) est un matériau encore peu exploité, et bien qu'elle ait des limites non-négligeables (les renseignements peuvent être partiels et partiaux, le recueil des informations est fait sans le chercheur…) elle reste le principal, et presque le seul, vecteur d'informations quant à la vie locale (Lay et Rivière-Honegger 2009). Sa mobilisation peut permettre de saisir l'évolution des représentations du patrimoine naturel (Comby et Lay 2014) ou encore d'identifier les causes retenues selon les époques quant au déclenchement ou à l'aggravation des phénomènes qui touchent les sociétés comme les inondations (Lay et Rivière-Honegger 2009).

Dans le cas des travaux de renaturation qui ont eu lieu à Singé, l'article du *Courrier de l'Ouest* (19/02/2015) permet de constater le flou qui réside dans les intentions de l'intervention sur le cours d'eau. En titrant « Le Couasnon retrouve ses méandres » tout lecteur peu averti aurait tendance à comprendre que des méandres que le Couasnon a perdus (au fil du temps donc) ont été restaurés, or comme il a été démontré par la comparaison des clichés aériens, les travaux ont créé un Couasnon dont la morphologie est originale et déconnectée d'un état passé (figure 133).

Pontigné Le Couasnon retrouve ses méandres

19.02.2015 18:08

#ENVIRONNEMENT (/RUBRIQUE/ENVIRONNEMENT) #PONTIGNÉ (/LOCALISATION/PONTIGNE)

Afin de faciliter l'écoulement d'eau du Couasnon, d'importants travaux sont en train d'être réalisés sur ce cours d'eau à Pontigné.

En cas d'inondation, le Couasnon pourra envahir certaines zones humides qui joueront le rôle d'éponge.

Pour cela, le Couasnon a été dévié de son lit mis en place dans les années 1970 - 1980 en serpentant à travers des zones humides. Il a été rallongé de 177 mètres.

Figure 133. Article du "Courrier de l'ouest" sur la "renaturation" du Couasnon à Singé (Source : Courrier de l'Ouest)

Le contenu (très succinct) de l'article prête lui-même à la confusion. Il y est écrit que *« Afin de faciliter l'écoulement d'eau du Couasnon, d'importants travaux sont en train d'être réalisés sur ce cours d'eau à Pontigné. En cas d'inondation, le Couasnon pourra envahir certaines zones humides qui joueront le rôle d'éponge. ».* L'écoulement de l'eau ne se retrouve pas « facilité » par ces travaux, car cela signifierait augmenter la vitesse d'écoulement, ce qui était justement l'objectif annoncé des travaux de rectification de la deuxième moitié de XXe siècle. Cette explication est de plus contradictoire avec l'information qui suit concernant le rôle d'éponge que pourra jouer la zone humide en cas d'inondation. L'objectif est alors de contenir au maximum l'eau (et donc ne pas faciliter son écoulement justement). La suite de l'article, plus factuelle et moins explicative, est davantage dans le vrai « *Pour cela, le Couasnon a été dévié de son lit mis en place dans les années 1970-1980 en serpentant à travers des zones humides. Il a été rallongé de 177 mètres.* » L'usage de l'adjectif « serpenté » est assez bien choisi compte-tenu des méandres particulièrement marqués (voire exagérés) qui ont été tracés sur secteur réduit. Les travaux se placent bien en opposition aux dernières interventions qui ont eu lieu sur la rivière dans les années 1970-1980.

Pendant un entretien avec le technicien du Couasnon, il a été révélé succinctement que les journalistes avaient tendance à déformer les propos recueillis (sans préciser si cela était fait intentionnellement ou non) au moment où était évoquée l'utilisation des informations recueillies pour cette recherche. Ce petit article de presse illustre particulièrement bien les problèmes inhérents à la transmission des informations entre les maitres d'ouvrages et les journalistes et les inconvénients que cela peut poser quant à l'information livrée (et interprétée) aux lecteurs, citoyens, riverains.

7.4 Une prise de conscience tardive de l'Etat quant aux controverses et incohérences liées aux politiques de l'eau actuelles

Les enjeux que concentrent les cours d'eau, de tout gabarit, sont divers et des antagonismes existent. Ainsi, si la politique nationale de l'eau s'est fixée des objectifs clairs quant aux démantèlements des ouvrages en travers (en classant les ouvrages par priorité) et à la restauration morphologique des rivières, ceux-là ne sont pas toujours cohérents avec les objectifs fixés par d'autres institutions d'Etat, comme les Ministères de la Culture, de l'Economie etc. Ainsi, le développement des énergies renouvelables et notamment l'hydroélectricité (qui nécessite indéniablement la présence d'ouvrages en travers), la production aquacole ou encore la conservation/préservation du patrimoine culturel, paysager, historique, et le développement des pratiques de loisirs et sports nautiques ne sont pas toujours évidents à concilier avec le mode de gestion « écologique » de la rivière.

Les cours d'eau ont été classés en deux listes au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement[154]. Le classement en liste 1, dont font partie les cours d'eau en bon état écologique, a comme objectif de préserver de la dégradation et de préserver la fonctionnalité des cours d'eau à forte valeur patrimoniale. Cela comprend l'interdiction de construction de nouveaux obstacles à la continuité écologique d'une part, et une RCE menée à long terme sous forme de travaux, modifications d'ouvrages…[155]

Le classement en liste 2, ciblant les rivières à restaurer, oblige la mise en place de mesures correctrices de leurs impacts sur la continuité écologique des ouvrages existants, et cela dans un délai de 5 ans. Cette liste fixe donc des objectifs de résultats avec date d'échéance. Une circulaire du Ministère de l'Ecologie publiée le 18 février 2013 précise que les moyens mis en œuvre doivent tenir compte « des principes d'utilisation des meilleures techniques disponibles ainsi que de proportionnalité des corrections demandées au regard de l'impact de chaque ouvrage et de proportionnalité des coûts par rapport aux avantages attendus »[156]. Enfin la circulaire précise qu'il est attendu des services de l'Etat une vigilance importante pour assurer « la plus grande coordination possible » entre les travaux nécessaires pour répondre aux obligations du classement des cours d'eau et les dispositions

[154] Source : https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000006833151&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20130219&fastPos=4&fastReqId=1807983931&oldAction=rechCodeArticle [consulté le 22/05/2019]

[155] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/cours-eau-classement-liste-ouvrages-travaux-lit-mineur-17849.php4 [consulté le 22/05/2019]

[156] Source : http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2013/02/cir_36497.pdf [consulté le 22/05/2019]

relevant des autres périmètres législatifs tels que Natura 2000 ou encore le SRCE (Schéma Régional de Cohérence Écologique).

Les premiers arrêtés de classement avaient été publiés en 2012-2013 pour l'ensemble des bassins et les petits producteurs d'hydroélectricité avaient déjà fait part de leur inquiétude quant à l'inadéquation de cette réglementation avec leur activité, elle-même promue par la politique de développement des énergies renouvelables. Le syndicat « France Hydro Électricité » avait déposé un recours justifié selon lui par des consultations publiques réalisées à la légère, où les élus n'avaient pas conscience de tous les enjeux concernés. Il avait aussi dénoncé le fait que le classement des cours d'eau ne reposait pas selon lui sur les critères de la DCE ou de la loi sur l'eau, mais sur le fait que le classement de nombreux cours d'eau épargnait à l'administration l'instruction des dossiers de projet alors que celle-ci est en sous-effectif[157].

Le classement des cours d'eau ne s'est donc pas fait sans créer des contestations émanant de plusieurs acteurs, et le rythme de « restauration » ne permet pas d'atteindre l'objectif de 15 000 ouvrages traités en 2020. Une mission d'information parlementaire estimait en 2016 que pour que cet objectif soit atteint, le rythme de restauration devait être six fois plus élevé qu'actuellement[158]. Des listes d'ouvrages prioritaires sont établies par l'Etat dont les objectifs sont d'éviter le dépassement des délais (notamment les cinq ans supplémentaires accordés) soit de « *résorber les dépassements de délais effectifs selon un principe de réalité* ». Il est assuré qu'ils s'intégreront dans le cadre de l'objectif national de restauration de la continuité de 50 000 kilomètres de cours d'eau en 2030 fixé par le Plan Biodiversité[159].

Dans une note technique « relative à la mise en œuvre du plan d'action pour une politique apaisée de restauration de la continuité écologique des cours d'eau »[160] datant du 30 avril 2019, l'Etat produit des lignes directrices afin de prioriser les actions de restauration par bassin en limitant les situations conflictuelles. Il considère ainsi quatre types de cours d'eau prioritaires : les cours d'eau accueillant des espèces qui se déplacent entre eaux douces et la mer pour effectuer leur cycle biologique (amphihalin), les sections de cours d'eau dont la non-atteinte des objectifs environnementaux est liée à la présence d'ouvrages ou à leur morphologie, les sections de cours d'eau où le gain écologique serait le plus fort avec le moins d'interventions, les espaces accueillant des espèces protégées, patrimoniales ou des

[157] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/petite-hydroelectricite-classement-rivieres-17474.php4 [consulté le 23/05/2019]
[158] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/Restauration-cours-eau-Etat-lignes-directrices-prioriser-33421.php4 [consulté le 23/05/2019]
[159] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/Restauration-cours-eau-Etat-lignes-directrices-prioriser-33421.php4 [consulté le 23/05/2019]
[160] Source : http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2019/05/cir_44619.pdf [consulté le 23/05/2019]

frayères. La circulaire cible également des types d'ouvrages devant être particulièrement au centre de l'attention des gestionnaires : ceux dont l'influence concerne le linéaire le plus important ou contribuant au taux d'étagement du cours d'eau, ceux entravant l'accès des poissons aux frayères ou aux habitats et les ouvrages sans usages et/ou abandonnés[161].

Afin d'aider aux compromis, notamment entre enjeux environnementaux et enjeux de patrimoine historique et culturel, l'Etat propose une grille d'analyse des ouvrages hydraulique élaborée conjointement par le Ministère de l'Environnement et le Ministère de la Culture. Celle-ci doit permettre d'intégrer tous les aspects liés aux ouvrages hydrauliques dans la mise en œuvre d'un projet de restauration. De plus, afin d'apporter une prise en compte plus importante du volet économique, la circulaire signale qu'un référent parmi les services de l'Etat (comme dans les services énergies des DREAL) sera identifié pour chaque bassin. Malgré la mise en place de ses dispositifs, et bien qu'ils témoignent d'une prise de conscience de la complexité quant à concilier des politiques publiques contradictoires, les projets de suppression d'obstacles à l'écoulement restent difficiles à mener sur le terrain. Les échanges entre les différents services devraient permettre de trouver des compromis quant aux « priorités » mais ne résolvent pas la question de l'acceptation sociale vis-à-vis des riverains et usagers des cours d'eau concernés. Cette question doit toujours être traitée par les institutions en charge de mener ses interventions, notamment les syndicats de rivières.

7.5 La question du (mauvais) suivi des opérations de RCE – le paysage oublié ?

Un des enjeux des projets de RCE réside dans le suivi des impacts des travaux menés. L'AFB a diffusé sur son portail technique une méthode appelée « Suivi Scientifique Minimal » (SSM) suite au constat que les suivis d'opération de restauration hydromorphologique des cours d'eau sont souvent peu ou mal mis en œuvre : mauvaise construction du suivi, absence d'état initial, durée limitée. Ces observations ont été faites dans le cadre de plusieurs études de synthèse et retours d'expérience en France et à l'étranger[162]. Ce guide[163], issu d'un partenariat entre l'AFB, les agences de l'eau et l'IRSTEA, est à destination de « toute personne désireuse de mettre en place un suivi sur son projet de restauration hydromorphologique : maître d'ouvrage (collectivités, gestionnaires de milieux, …), bureaux d'études… ». Il est précisé que ce suivi peut être mis en place sur des cours d'eau permanents, de largeur mouillée d'au moins 1 mètre et

[161] Source : https://www.actu-environnement.com/ae/news/Restauration-cours-eau-Etat-lignes-directrices-prioriser-33421.php4 [consulté le 23/05/2019]
[162] Source : https://professionnels.afbiodiversite.fr/fr/node/361 [consulté le 23/05/2019]
[163] Source : https://professionnels.afbiodiversite.fr/fr/node/473 [consulté le 23/05/2019]

prospectables à pied, hors emprise de retenue (Agence Française pour la Biodiversité 2019). Les indicateurs sont déclinés selon deux échelles d'analyse : le linéaire et la station. Pour chacune des actions de RCE/renaturation menées sur un cours d'eau (reméandrage, suppression d'obstacle en travers, contournement de plan d'eau, remise dans le talweg, reconstitution du matelas alluvial, modification de la morphologie du lit) la place du paysage est réduite à un suivi photographique avant/après travaux permettant d'illustrer les variations des autres facteurs dans un contexte global d'évolution du paysage. Il est aussi précisé que les photos peuvent servir dans la communication car c'est « un outil visuel puissant de l'évolution du milieu et de son paysage appréhendable par tous » (AFB 2019 p.121). Le paysage tient une place relative dans la grille d'analyse préconisée pour le suivi des opérations de restauration des continuités écologiques. La question de l'échelle se pose, car l'analyse se limite au site ayant accueilli l'opération et ne prend pas en compte l'insertion dans un paysage plus global (l'échelle d'une vallée par exemple). Le paysage est réduit à une dimension visuelle et générale, sans caractérisation des éléments qui le composent et des processus qui le génèrent. Une véritable analyse paysagère s'intéresserait à l'échelle supérieure et chercherait à caractériser la communauté végétale, les aménagements anciens et contemporains, leurs rôles, les usages ayant lieu sur le site et intégrerait les perceptions de cet espace par les usagers et riverains. L'évolution ayant aboutie à l'état actuel aurait également été approchée permettant de capter un plus grand nombre de facteurs impliqués dans la dynamique du paysage.

De manière générale, le paysage est rarement cité et/ou pris en compte par les gestionnaires comme enjeux important ou prioritaire ou bien comme entrée d'une action de RCE, la réglementation DCE à l'origine de ces modes de gestion se focalisant sur la biodiversité et la qualité morphologique et physico-chimique du cours d'eau. Le paysage apparait peu dans les rapports et documents faisant état des actions effectuées (ou à mener) sur l'Aubance et le Couasnon par les organismes en charge de leur gestion. Pour l'Aubance par exemple, le diagnostic du SAGE 2012 (SMBL-SMBA 2012) ne comprend que 5 mentions de termes se référant au paysage[164] (pour un document de 114 pages). Les mobilisations de ces termes se font dans la définition des objectifs[165], dans la présentation du cadre particulier des ZHIEP (Zone Humide d'Intérêt Environnemental Particulier, sans précision quant à la place du paysage ou ce qu'il comprend) et pour évoquer des aspects fonctionnels du bocage (lutte contre le ruissellement et l'érosion des sols, un volet uniquement « physique »).

[164] La recherche a été configurée sur le terme « paysage », sans « respecter la casse », qui permet d'atteindre les mentions des termes « paysage », « paysager », « paysagère ».

[165] « amélioration de la qualité biologique de l'eau, préservation et restauration du patrimoine biologique paysager » et « amélioration de la qualité de l'eau, et restauration des fonctions biologiques et paysagère du bocage »

Le rapport d'activité 2016 du Syndicat Mixte du Bassin de l'Authion et de ses Affluents, qui gère le Couasnon, cite les objectifs et intérêts d'une forme de renaturation ayant eu lieu sur un secteur de la rivière par la mise en place de banquettes alternées sur le Couasnon. Le paysage fait partie des domaines cités « *l'aspect paysager se retrouve amélioré* » (SMBAA 2016) mais de manière très succincte et peu détaillée, et en fin de liste après les aspects liés à la quantité d'eau (débit d'étiage) et aux aspects environnementaux (autoépuration et oxygénation des eaux, développement de plantes aquatiques favorables à la biodiversité et à la qualité de l'eau). Le paysage (ici réduit à sa dimension esthétique liée au cadre de vie) tient la même place pour d'autres opérations de gestion ayant eu lieu sur le Couasnon. Bien que cet argument ne soit pas le premier cité, il présente tout de même l'avantage d'apparaitre, ce qui n'est pas le cas pour les justifications des opérations de même nature qui concernaient d'autres cours d'eau du bassin versant (gérés par d'autres agents). Cela peut refléter la sensibilité et les objectifs de chaque technicien de rivière, qui ne perçoivent peut-être pas les enjeux inhérents au paysage et se concentrent uniquement sur les aspects de quantité d'eau et de biodiversité/continuités écologiques.

Le paysage n'apparait pas comme une thématique à part entière et faisant l'objet d'ambition particulière (loin du « projet de paysage »). Cette remarque rejoint celle faite par un ingénieur paysagiste rencontré qui signalait que le terme « paysage » n'apparaissait quasiment pas dans les appels d'offre liés aux projets de RCE ou de renaturation des rivières.

On peut regretter que le paysage n'ait qu'une place secondaire dans les projets de RCE/renaturation et leur suivi. C'est pourtant une entrée qui prend en compte la dimension physique (végétation, géomorphologie…) et idéelle liée aux représentations et perceptions. La modification du fonctionnement hydromorphologique du cours d'eau suite aux travaux effectués aura nécessairement des impacts paysagers causés par la modification de la morphologie du lit, le développement de la végétation rivulaire et de la plaine alluviale, etc. De plus, ces travaux ambitionnent généralement de générer des débordements dans les parcelles riveraines, ce qui entrainera nécessairement un changement dans la communauté végétale qui se développera. La dimension esthétique (intégrée au concept de paysage) est également considérée et permettrait d'agir sur l'image renvoyée aux usagers et d'anticiper ou d'évaluer les différentes perceptions pouvant créer des débats/conflits. La perception de la nature peut être différente selon son activité, son parcours et ses connaissances liées aux sciences naturelles, sa sensibilité personnelle et/ou artistique, comme cela a été montré dans des contextes divers (Cottet, Rivière-Honegger et Piegay 2010). La construction d'une vision commune et concertée permettrait d'arbitrer les tensions (Rivière-Honegger, Cottet-Tronchère et Morandi 2015) et de faire réussir plus concrètement les actions de restauration en considérant au maximum les usages et le

spectre des perceptions. L'apparence du milieu après travaux va considérablement influencer la façon avec laquelle l'intervention va être reçu par la population. Comme cela a notamment été montré dans le cadre de restaurations de bras morts sur le fleuve Rhône et sur l'Ain à travers une enquête de perception (Cottet, Rivière-Honegger et Piegay 2010). Les opérations de restauration des continuités écologiques ne doivent alors pas se limiter au talweg mais intégrer l'environnement proche au sein d'une « stratégie paysagère » (Cottet et al. 2014). La prise en compte des dimensions sociale et temporelle au sein des projets de gestion peut se faire entre autre par une mobilisation des riverains et usagers au sein d'un processus de concertation (Germaine et Barraud 2013b). Cela aurait comme bénéfice d'impliquer les citoyens dans le devenir de « leur » rivière et d'accroitre leur appropriation de leur territoire par ce biais. Ces échanges nécessaires entre les acteurs de la gestion et les habitants et usagers pourraient également corriger l'éloignement ressenti par la plupart des enquêtés sur les deux terrains qui se creuse entre eux et les agents des institutions. Enfin, cette prise en compte du paysage « concerté » permettrait de passer outre le discours techniciste excluant les « non-spécialistes » de la réflexion quant au devenir des petites rivières de leur territoire (Lespez, Germaine et Barraud 2016).

Conclusion de chapitre 7

L'aménagement des rivières impacte de nombreux usages et les représentations et les perceptions de ces espaces par leurs protagonistes sont aussi différentes que la nature de leurs activités. La politique « environnementaliste » actuelle de gestion de l'eau, accès sur la restauration des continuités écologiques et donc la suppression des ouvrages en travers, se heurte aux visions rattachées aux autres enjeux, économiques mais aussi liés à la préservation du patrimoine historique et culturel. Ce décalage s'est notamment confirmé lorsque lors d'un passage dans les services des inventaires du patrimoine, un(e) chargé(e) de mission a affirmé que « *ceux qui défendent la suppression des ouvrages sont des gens qui n'ont rien compris et n'ont aucune culture* ». Le discours inverse a été entendu plusieurs fois de la part de certains agents d'institutions chargées de la gestion des rivières et qui évoquent le manque de connaissance « scientifique » quant au domaine de l'écologie et du fonctionnement des rivières des personnes chargées du patrimoine. Devant une telle opposition, chacun relevant les lacunes du camp opposé, l'Etat a finalement pris conscience qu'il était nécessaire de croiser les regards sur les projets de restauration afin de permettre une gestion « apaisée » de la rivière. Ces nouveaux dispositifs ont aussi, et surtout, comme visé l'accélération des démantèlements d'ouvrages afin que la France finisse par respecter les prérogatives européennes fixées par la DCE. Cela nécessite une cohérence d'ensemble vis-à-vis des politiques publiques des différents ministères faisant la promotion d'usages

de la rivière complètement antagonistes : production d'hydroéléctricité promeut dans le cadre du développement durable et la transition énergétique, production aquacole ou activités nautiques pour le développement économique locale, préservation du patrimoine historique et culturel qui concerne les ouvrages et les moulins à eau et se positionnent ainsi en opposition au concept de « continuités écologiques » défendu par le Ministère de l'Environnement… Le profil des agents en charge de mener cette gestion peut également fortement impacter la manière avec laquelle cette gestion et menée, et reçue par les riverains et usagers. Les élus locaux en charge des questions de l'eau ont eux aussi très certainement une influence sur le devenir des hydrosystèmes, même si cet aspect n'a pas pu être abordé dans le cadre de ce travail. Les projets de RCE et de renaturation pris en exemples illustrent à la fois le contexte « délicat » d'application de la DCE sur le terrain, l'incompréhension ou l'inadéquation avec certains usages, et les lieux où ces projets sont mis en œuvre. Censés rendre leur fonctionnalité aux hydrosystèmes ils sont finalement « réduits » à être mis en place dans des « terrains favorables » (sur les plans économiques et sociales). Le « paysage », en considérant le matériel et l'idéel, et portant des valeurs « esthétiques » que les « non-experts » peuvent s'approprier, pourrait être une dimension et une échelle de construction des projets cohérentes pour réunir « experts » et « usagers » dans des démarches concertées et intégrées. Leurs chances de réussite pourraient ainsi être davantage assurées.

CONCLUSION DE PARTIE 3

L'analyse à l'échelle locale a permis de « compléter » l'analyse à l'échelle de l'hydrosystème. En élargissant l'espace pris en compte (fond de vallée, versants, hauteurs), en décomposant les temporalités d'observations, et en intégrant de nouvelles données (plans de remembrements, secteurs de protection du patrimoine, entretiens semi-directifs …), l'analyse géo-historique a permis de mieux caractériser les trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires et d'identifier davantage de facteurs impliqués. L'analyse a montré que les secteurs fonctionnels réagissaient différemment (dans les formes et dans les temporalités) aux politiques menées, de développement agricole d'abord, puis environnementale. Si des tendances générales sont bien observées (intensification de la production agricole, développement des usages récréatifs à travers les plans d'eau, « réhabilitation partielle », etc.), leurs déclinaisons sur le terrain est bien influencée par des effets de contexte. Cela renforce notre idée selon laquelle une place importante doit être accordée à l'échelle locale et aux contextes spécifiques.

La gestion actuelle, environnementaliste, est menée par des agents aux profils divers. Ce paramètre influera forcément sur la manière avec laquelle les projets seront menés (leurs natures, leurs desseins …), comme d'autres facteurs humains non explorés (ou trop peu) dans cette recherche (profils des élus, liens entre les organismes…). Les entretiens semi-directifs nous ont renseigné sur la perception des usagers et riverains des « fusions » conduisant à des méta-structures. Celles-ci ont tendance à « éloigner » la gestion et l'action des territoires. Les retours nous ont montré que l'action est moins expliquée, semble plus diffuse. Le caractère administratif assez rigide qui encadre les actions semble finalement entraver la gestion en imposant des démarches lourdes et longues (pour les techniciens de rivières) et complexifiant les opérations. Un ancien élu a même parlé de « *perte de pouvoir* » du local au profit des agents des services de l'Etat. Devant les conflits que cette gestion a tendance à amener, il nous semble que c'est justement des relations étroites, de l'information et de la concertation qui pourraient garantir une réussite de ces projets.

CONCLUSION GENERALE

PRINCIPAUX RESULTATS

Rappel du contexte de recherche

Les petites rivières de faible énergie s'écoulant dans les plaines et bas plateaux de l'ouest de la France sont l'objet de recherches depuis maintenant plusieurs années (*e.g* Lespez et al. 2005; Barraud 2007; Germaine 2009a; Viel 2012; Beauchamp 2018). Bien que parfois qualifiés d'« ordinaires », ces hydrosystèmes secondaires sont néanmoins soumis à des enjeux de gestion sur différents plans : économique, social, environnemental… Les projets de « restauration des continuités écologiques » concernent aussi bien les cours d'eau de petit gabarit et de faible énergie que les grands fleuves. Ils exigent, pour être véritablement réussis, une prise en compte et une connaissance approfondie de l'évolution de ces territoires et du contexte social dans lesquels ils sont menés. Ce contexte géographique « historique » n'est pas toujours bien maitrisé, la faute à une richesse archivistique plus faible sur les espaces communs (ils sont l'objet de moins d'attention) et à un manque de moyens (matériel et humain) des structures en charge de la gestion des rivières.

Dans le cadre de cette recherche, nous nous sommes interrogés sur les trajectoires paysagères que ces objets avaient suivi ces 70 dernières années, compte tenu des politiques d'aménagements du territoire qui se sont succédées sur ce laps de temps (PAC et DCE notamment) et de l'évolution des usages des rivières. Les gestionnaires de ces espaces sont confrontés à des problématiques de gestion parfois complexes, la plupart du temps sans avoir un réel recul sur l'évolution de leur territoire. C'est pourquoi cette recherche a eu comme ambition de répondre à la problématique annoncée en introduction :

Comment l'étude des trajectoires paysagères peut nous éclairer sur les effets des usages et des politiques d'aménagement du territoire sur les hydrosystèmes secondaires ?

A travers cette recherche axée sur le paysage des hydrosystèmes secondaires, une analyse comparative de deux terrains aux contextes géographiques distincts a été menée. Elle a été, entre autres, l'occasion de se confronter aux problèmes méthodologiques qui se présentent lorsque l'on s'intéresse à l'évolution du paysage de petites rivières « ordinaires ». Cette analyse diachronique, qui passe ici par une approche géo-historique, nécessite d'avoir accès à des documents anciens afin de reconstituer les paysages passés et de les confronter aux paysages actuels pour identifier les facteurs étant intervenus dans la formation de leur état actuel et tenter de guider leur gestion future. Avec cette étude

des trajectoires paysagères des petites rivières de l'ouest de la France durant ces dernières décennies et des facteurs qui les ont influencés, cette recherche apporte une contribution à la compréhension des relations Natures/Sociétés qui s'y rapportent.

Des données et méthodes alimentant une approche géo-historique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires et des petites rivières de l'ouest de la France

Ce travail s'est d'abord focalisé sur la dimension matérielle du paysage et avait pour objectif de caractériser sa morphologie. Il nécessitait de trouver et sélectionner les données pertinentes à l'étude de cours d'eau aussi « petits » et « ordinaires ». Les recherches dans les différentes archives nous ont montré que les fonds disponibles étaient assez restreints par rapport à des cours d'eau majeurs et emblématiques. De plus, certaines données « de référence » ne peuvent pas toujours être mobilisées car elles sont produites à une échelle trop petite. A l'échelle de l'hydrosystème, les plans de rectification des années 1970 associés aux photographies aériennes historiques de l'IGN de 1950 ont permis de produire des données précises et inédites sur ces terrains. Celles-ci caractérisent la morphologie du talweg et l'occupation du sol. Ces données ont été le support d'analyses spatiales menées sous environnement SIG qui ont permis de révéler les spécificités de ces deux terrains et d'avoir un premier regard sur les évolutions paysagères (1950-2016).

Afin de dépasser l'analyse sectorielle reposant sur une collection d'indicateurs analysés un à un, nous avons cherché à les intégrer pour croiser les métriques caractérisant le talweg et celles portant sur la plaine alluviale. Les indicateurs ont été agrégés au sein d'unités spatiales régulières créées préalablement le long du cours d'eau et de sa plaine alluviale. L'approche systémique a été réalisée grâce à une analyse factorielle (Analyse en Composante Principale) qui a été suivie d'un regroupement par Classification Ascendante Hiérarchique. Ces analyses mélangeaient les unités spatiales dans leurs états en 1950 et en 2016 permettant de les comparer et de suivre leur trajectoire. Les classes qui en ont été issues ont permis de caractériser le paysage des deux hydrosystèmes à ces deux dates, de les comparer l'un et l'autre et d'évaluer leur dynamique. La démarche a aussi permis de dégager des portions de paysages homogènes, appelés ici « faciès paysagers » formant les caractéristiques de ces hydrosystèmes. Le suivi des transitions de classes des unités spatiales entre 1950 et 2016 et les changements de faciès paysagers ont permis de comprendre les trajectoires paysagères et d'identifier un certain nombre de facteurs impliqués dans ces changements.

Suite à cette approche quantitative à l'échelle de l'hydrosystème, nous avons fait le choix de nous intéresser à trois secteurs en particulier concernés par des trajectoires

paysagères nous paraissant pertinentes à décomposer pour la compréhension fine des temporalités des changements et des facteurs impliqués restant à identifier. Cette échelle d'analyse locale a été traitée de manière qualitative, complémentaire de l'approche réalisée à l'échelle supérieure. Elle intégrait la photo-interprétation des changements sur photographies aériennes historiques prises tous les 10 ans à partir de 1950. Cette analyse a été complétée par l'apport des plans de remembrements collectés au sein des archives des communes concernées, et d'entretiens semi-directifs menés avec des agriculteurs, des riverains ou encore des propriétaires de moulins. Cette analyse a permis de distinguer les temporalités des changements, la nature des trajectoires pour chaque période, et de mettre en exergue les facteurs impliqués qui n'avaient pas été identifiés (ou ne pouvaient pas l'être) à l'échelle de l'hydrosystème. Ces trajectoires ont été modélisées sous forme de chorèmes, résumant les changements du paysage et leur nature. Une frise comparative et synthétique a permis de resituer et croiser les trajectoires paysagères des trois secteurs mis en parallèle pour dégager de grandes tendances.

Des trajectoires paysagères soumises à des facteurs de natures diverses et intervenant à différentes échelles

A l'échelle de l'hydrosystème, la démarche a permis de caractériser le paysage de l'Aubance et du Couasnon en 1950 et en 2016 pour identifier et expliquer la trajectoire paysagère ayant eu lieu durant cette période. Ces deux terrains avaient été choisis car ils semblaient avoir des gabarits similaires tout en évoluant dans des contextes géographiques différents. L'analyse a d'abord permis de confirmer cette hypothèse, le paysage de ces deux hydrosystèmes étant différent en 2016, comme nous l'avions supposé. La géomorphologie et l'influence de l'hydrosystème principal auquel ils sont directement rattachés (Loire pour l'Aubance, Authion pour le Couasnon) semblent jouer un rôle majeur dans la production de ces paysages.

Les trajectoires paysagères qui concernent ces deux hydrosystèmes reposent sur des tendances identiques, mais leurs conditions de mise en place sont dépendantes des contextes locaux. Les deux tendances majeures perceptibles à cette échelle entre 1950 et 2016 sont : une intensification des modes de productions agricoles dans les terrains « favorables » et à l'inverse une certaine déprise agricole dans les zones plus difficiles à exploiter. On peut lire à travers ces transformations l'influence de la PAC qui a favorisé une exploitation plus « rationnelle » des terres et encouragé l'abandon des terres « moins propices agronomiquement et socialement à l'agriculture » (Cavailhes et Normandin 1993). L'enfrichement et surtout la populiculture représentent les formes de déprises agricoles qui voient le jour entre 1950 et 2016 sur ces deux terrains. Ils conduisent à une

fermeture importante de certains secteurs du fond de vallée, comme cela avait notamment été signalé dans les petites vallées bas-normandes (Germaine 2009) ou en contexte angevin (Montembault 2002). A l'inverse, l'intensification de la production agricole a conduit au recalibrage et à la rectification des petits cours d'eau (pour maitriser les volumes d'eau et limiter les débordements) au regroupement parcellaire et à l'arrachage des haies et de la ripisylve. Ces haies représentaient à l'après Seconde Guerre mondiale un coût et du temps d'entretien que les agriculteurs n'étaient plus prêts à assumer et ne correspondaient pas au nouveau modèle économique agricole. Elles se positionnaient davantage comme des obstacles à la rationalisation du parcellaire et à l'intensification des modes de production (mécanisation notamment). Ainsi les petites rivières et leurs paysages ont radicalement changé en un peu plus de 60 ans sous l'impulsion des grandes politiques d'aménagement. Les plateaux sédimentaires sont les zones où les rivières ont été les plus modifiées pour permettre la mise en place de grandes cultures. Les secteurs encaissés moins accessibles et adaptés à l'intensification (aval de Brissac-Quincé pour l'Aubance, amont de Baugé-en-Anjou pour le Couasnon) ou ceux dont les terres restent humides et ne permettent pas la mise en labour (Fontaine-Guérin pour le Couasnon) sont ceux pour lesquels les surfaces en herbes ont été quelques peu préservées et surtout où les peupleraies se sont développées. Les zones de confluences révèlent l'influence de l'hydrosystème principal dans lequel ces petites rivières sont inscrites. Le contexte de la Loire a tendance à encourager le maintien des prairies en aval de l'Aubance quand celui de l'Authion a favorisé l'intensification de l'aval du Couasnon.

Suite à ces premiers constats, trois secteurs ont été retenus pour faire l'objet d'une analyse plus fine à l'échelle locale. Cette analyse qualitative ne se cantonne plus seulement à la plaine alluviale mais contextualise les changements au sein de l'espace environnant. Les tendances identifiées étaient l'intensification agricole d'une zone favorable et déjà partiellement en cultures (secteur 1 en amont de l'Aubance) ; une fermeture importante du paysage de fond de vallée (secteur 2 à Fontaine-Guérin pour le Couasnon) ; une zone dans laquelle les prairies ont été maintenues (secteur 3 – zone de confluence Aubance/Loire). L'analyse des photographies aériennes espacées de 10 ans avec intégration des plans de remembrements et alimentée d'entretiens semi-directifs a permis d'étudier plus finement les processus de production des paysages actuels de ces secteurs. Dans l'organisation de l'intensification agricole, les remembrements font partie des facteurs majeurs impliqués dans les changements fonciers, l'arasement des haies et les travaux sur les talwegs. Toutefois, l'analyse montre que les changements paysagers liés à l'intensification agricole ne sont pas toujours la conséquence des remembrements. Sur le secteur 2 à Fontaine-Guérin par exemple, plusieurs regroupements de parcelles ont lieu avant les premiers remembrements. De même, toutes les petites parcelles de fruitiers encore présentes en 1950 sur les hauteurs et les versants sont converties en de plus

grandes parcelles de cultures céréalières. La période de forte intensification agricole par remembrements s'accompagne sur le secteur par une déprise importante en fond de vallée, qui n'a pas pu être suffisamment « assainis » pour permettre sa mise en labour. Ce sont alors des peupleraies qui y sont installés, trop peu d'éleveurs étant encore en activités pour maintenir ces parcelles en prairies. L'évolution de la réglementation, et notamment l'interdiction de puiser de l'eau directement dans la rivière pour l'irrigation a contraint les exploitants à constituer des réserves d'eau à cette fin. Ces initiatives « individuelles », pouvant être encadrées par des organismes tels que les Chambres d'Agriculture, marquent le paysage de ce secteur, les plans d'eau étant très représentés. Certains d'entre eux servent également de plans d'eau récréatif (pêches, loisirs…). Le secteur 1 en amont de l'Aubance tient pour particularité que le cours d'eau a été rectifié, recalibré et même déplacé pour permettre la mise en labour de la plaine alluviale. Ces interventions ont été efficaces en ce sens, ces parcelles étant particulièrement adaptées aux grandes cultures et très fertiles d'après les agriculteurs interrogés. Le secteur 3 en aval de l'Aubance et en zone de confluence avec la Loire a aussi connu un remembrement. Toutefois, les conséquences de celui-ci n'ont pas été les mêmes que pour les deux autres secteurs étudiés. Si les haies et la ripisylve ont été détruites dans ce cadre, les prairies ont été maintenues grâce aux caractéristiques naturelles du site (inondations) et aussi et surtout grâce à tout un arsenal juridique. Les peupleraies s'y sont développées partiellement mais leur progression a été contrainte par les zonages de protection du patrimoine naturel, culturel et paysager (ZPS, SPR, site classé, ZNIEF dans une moindre mesure…) et par le soutien de l'activité d'élevage par les Mesures Agro-Environnementales. L'engagement local de la part d'élus de la commune contre les peupleraies a semble t-il aussi joué un rôle dans cette préservation des surfaces en herbe.

La synthèse des trajectoires paysagères des trois secteurs permet de distinguer des grandes périodes : une intensification agricole importante entre 1960 et 1985 ; de nouveaux usages des hydrosystèmes liés aux activités récréatives qui marquent le paysages des trois secteurs entre 1970-1985 (plans d'eau) ; une « réhabilitation » partielle (haies, ripisylve) rendue possible par les politiques environnementales et les actions des structures territoriales (syndicat de rivières, communes…) ainsi que par les initiatives individuelles d'agriculteurs. L'analyse à l'échelle des secteurs montre que ces grandes tendances se traduisent sur le terrain avec des formes, des temporalités et des intensités différentes. Finalement cette analyse a permis de mettre en exergue un ensemble de facteurs d'origines naturelles (géologie et topographie, hydrographie…) et anthropiques (périmètres de protection, grandes politiques agricoles et d'aménagement, actions locales, …) impliqués dans la genèse des paysages actuels. A travers l'étude de ces dynamiques socio-écologiques, elle insiste sur ce qui contribue à la formation des paysages et pourra alimenter la réflexion quant aux projets d'aménagements futurs. Par exemple, le paysage

de l'aval de l'Aubance est actuellement complètement dépendant de l'élevage. Pour assurer son maintien, il serait indispensable d'encourager cette activité en veillant à ce que les agriculteurs qui contribuent à ces paysages soient soutenus et puissent trouver de jeunes éleveurs pour prendre leur suite.

Une gestion des cours d'eau « délicate » et controversée

La nouvelle politique de l'eau a tendance à ne pas être comprise ou du moins admise par plusieurs usagers de la rivière, comme l'analyse de la presse locale et les entretiens ont pu le montrer. L'argument écologique, même lorsqu'il est intégré, n'est jamais placé comme prioritaire devant les autres enjeux potentiels (irrigation, débit d'étiage, pêche, esthétisme/cadre de vie…). Cela peut révéler un manque d'information (et d'explication) des institutions envers les citoyens dans le cadre de ces projets, et surtout un manque de concertation et d'intégration des citoyens dans ces processus. La question des leviers de mobilisation des usagers et riverains se pose également, comme le montre la remarque d'un technicien de rivière faisant part de la faible participation aux enquêtes publiques de certains projets, même quand celles-ci font l'objet d'une « publicité » large et variée.

L'analyse de projets de renaturation/RCE sur l'Aubance et le Couasnon a permis de mettre en exergue toute la complexité liée à la gestion des rivières, aussi « ordinaires » et petites soient-elles. L'exemple de la suppression d'un ouvrage de régulation des eaux sur l'Aubance (le Moulin Roux à Saint-Jean-des-Mauvrets) démontre l'importance de l'adhésion des riverains à ces projets et de la nécessité de les impliquer dans ces démarches. Cette suppression avaient eu des conséquences pour des plans d'eau privés, et même si l'action du syndicat de rivière et de la fédération départementale de pêche se faisait au nom de la DCE, le « droit d'eau » a été reconnu comme prioritaire et non respecté par les actions des gestionnaires. Le Tribunal de Nantes avait fini par donner raison au propriétaire lésé après plusieurs années de conflits et de démarches juridiques.

Le cas de Singé sur le Couasnon a été sélectionné car il représente une renaturation par reméandrage assez « caricaturale ». Bien que le Syndicat de rivière et la Fédération Départementale de pêche le présente comme un site « test », l'« exagération » des méandres constitués suite aux travaux peut interroger sur les modèles de rivières qui font références dans les structures en charge de la gestion et de l'aménagement de celles-ci. A noter que ce type de travaux est seulement possible en « terrain d'entente », les gestionnaires étant forcés de faire preuve de pragmatisme dans le choix des secteurs à restaurer. Les travaux de rectification-recalibrages de la seconde moitié du XXe siècle sont souvent identifiés comme source de dégradation des rivières. Pourtant, les opérations de « restauration » ne peuvent avoir lieu que sur les sites où cela est possible (pas de forts

enjeux agricoles et accord du propriétaire foncier). Ces lieux ne correspondent pas nécessairement aux secteurs où la fonctionnalité hydromorphologique et écologique a été particulièrement dégradé par les travaux des années 1970.

Une demande sociale de reconnexion entre les gestionnaires et les habitants – les méta-structures remises en cause

Les structures en charge de l'aménagement du territoire, de l'environnement et notamment des rivières sont l'objet depuis quelques années d'une restructuration importante. Elle se traduit par des fusions d'entités guidées entre autres par la décentralisation (loi n°2015-991 du 7 août 2015 – acte III de la décentralisation) et une politique de mutualisation de moyens en vue d'économies dans un contexte de déficit public important. Ces restructurations ont lieu à toutes les échelles d'intervention : de l'Etat (création de l'AFB par fusion des agences des aires marines protégées, de ATEN, de l'ONEMA et des Parcs Nationaux de France, et donnant bientôt naissance à l'Office français de la Biodiversité après intégration de l'ONCFS) ; des syndicats de rivières (fusions en 2015-2016 pour l'Aubance et le Couasnon) ; des communes (« communes nouvelles »), etc. La Direction Générale des Collectivités Locales (DGCL) a publié en 2017 des statistiques concernant les communes nouvelles. Elle précise que 517 communes nouvelles ont été créées en deux ans, issues de la fusion de 1 760 communes. Ces regroupements concernent principalement les communes ayant entre 1 000 et 10 000 habitants et la majorité des communes nouvelles créées se situent dans le quart nord-ouest de la France[166]. La création de ces communes nouvelles a été encouragée par les incitations financières issues de la loi du 16 mars 2015 relative à l'amélioration du régime de la commune nouvelle et par celles de la loi de finances pour 2016.

Si les restructurations effectuées à l'échelle de l'Etat semblent moins perceptibles par les riverains, habitants et usagers de la rivière, celles qui concernent les syndicats de rivières et les communes le sont particulièrement. Les entretiens semi-directifs menés auprès de riverains, propriétaires de moulins à eaux, agriculteurs (encore en activité ou non) dont certains sont d'anciens élus, ont révélé une désapprobation assez générale de ces fusions. Avant même que le sujet ne soit abordé lors de l'entretien, plusieurs personnes interrogées s'exprimaient à ce propos pour évoquer leur scepticisme sur l'efficacité de ces nouvelles structures plus grandes. Ils témoignaient même parfois de leur mécontentement, assurant qu'ils n'avaient depuis plus de contacts avec les agents des structures concernées par ces réorganisations, que ceux-ci n'étaient plus en lien avec le terrain, avec les gens. Le

[166] Source : https://www.vie-publique.fr/actualite/alaune/collectivites-517-communes-nouvelles-creees-par-fusion-1760-communes.html [consulté le 12/08/2019]

fonctionnement passé était alors souvent évoqué comme plus « simple » dans ses démarches mais aussi plus efficace, avec des effets directs et visibles sur le terrain (et donc appréhendables par les riverains et usagers), à l'inverse de l'action de ces dernières années.

Les techniciens de rivière reconnaissaient eux aussi lors des entretiens pouvoir consacrer de moins en moins de temps au terrain, en raison d'un territoire à gérer de plus en plus conséquent et de démarches administratives toujours plus lourdes (demandes d'autorisation pour réaliser les travaux en rivières auprès de l'AFB). Les restructurations à l'échelle de l'Etat ont plus d'impacts pour les structures territoriales (syndicats de rivières, fédérations de pêche…) qui sont en lien direct avec les organismes concernés par les fusions (AFB) ou par les baisses de moyens (Agences de l'eau). Ces changements impacteront nécessairement la gestion des rivières et leur paysage dans le même temps.

Le paysage n'est pas l'entrée choisie par les gestionnaires pour mener les projets d'aménagement et tient une place modeste dans le suivi des projets actuels de restauration des continuités écologiques (indicateurs plutôt morphologiques, chimiques et écologiques). Ceux-ci sont davantage tournés vers les questions de biodiversité, qui sont rarement bien appréhendés et prioritaires pour les habitants (Cormier 2011), ou de fonctionnement hydromorphologique. Le « paysage » nous semble pourtant pertinent pour traiter de ces questions, et d'autres, tout en facilitant les échanges entre habitants, usagers, gestionnaires, « experts », intégrant les questions matérielles et idéelles.

Enfin, nous sommes conscients des limites de ce travail de recherche, et il convient de les reconnaitre. Tout d'abord, notre approche du paysage par l'hydrosystème nous a encouragé à nous focaliser exclusivement sur la plaine alluviale à l'échelle des deux linéaires. Pourtant la prise en compte des dynamiques sur les versants et les interfluves est très instructive et pourrait renforcer l'analyse à l'échelle des processus. Cette possibilité avait initialement été écartée devant le temps que nécessitait la création de ces données fines sur l'espace environnant. Cela pourrait toutefois faire l'objet d'un travail futur. Ensuite, les entretiens menés auraient pu être plus nombreux, afin de conforter les discours recueillis et d'en saisir de nouveaux et là aussi ce travail pourra toujours être alimenté. De même, pour les profils des techniciens (et des élus) dans la gestion, qui pourront être davantage étudiés afin de caractériser plus précisément leur impact sur la gestion des hydrosystèmes et donc sur l'évolution du paysage du fond de vallée. Enfin, il nous semble qu'une analyse fine du processus de gestion de projet de RCE au sein des structures en charge des cours d'eau (syndicat de rivière, fédération départementale de pêche 49, AFB…)

pourrait apporter des éléments importants dans la compréhension des leviers de ces actions.

PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Ce travail d'identification et d'explication des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ouvre des perspectives de recherches dans plusieurs domaines. Ces perspectives concernent à la fois l'identification de nouveaux facteurs explicatifs des trajectoires paysagères, le suivi de la gestion des rivières ou encore les apports d'un recul historique plus important pour davantage explorer le poids des héritages dans les paysages actuels. La transmission de ces résultats dans la « sphère opérationnelle » devra faire l'objet d'une attention particulière afin qu'ils puissent nourrir les réflexions quant à la gestion future, en accord avec nos ambitions initiales.

Compléter la connaissance des trajectoires paysagères de l'Aubance et du Couasnon

- **Enrichir la compréhension des modes de production des paysages en mobilisant l'analyse locale pour d'autres secteurs et d'autres trajectoires**

Trois secteurs ont été sélectionnés au regard de leurs trajectoires paysagères identifiées à l'échelle de l'hydrosystème pour faire l'objet d'une analyse à l'échelle locale et ainsi caractériser de manière plus complète leur évolution et les facteurs impliqués dans ces changements.

Il serait pertinent de continuer ces analyses à l'échelle locale sur d'autres secteurs qui mériteraient également que l'on s'y intéresse de manière plus approfondie (figure 134). Le secteur potentiel n°1 concerne la partie amont du Couasnon. Il constitue le paysage encaissé qui a connu une dynamique de boisement (voire de fermeture) juste en amont de Baugé-en-Anjou. S'y intéresser permettrait de caractériser la trajectoire de fermeture du paysage, ses conditions de mise en place et les facteurs en jeu.

Le secteur potentiel n°2 concerne cette fois la partie aval du Couasnon. Celui-ci est concerné par une trajectoire paysagère liée à l'intensification agricole dans le contexte particulier du Val d'Authion. Une portion de ce secteur était encore bocagère en 1950 et cette analyse permettrait d'évaluer l'influence des productions de l'Authion dans ces changements et d'identifier les autres facteurs qui ont concouru à cette transformation.

Le secteur potentiel n°3 se trouve sur le cours médian de l'Aubance et intègre la zone de l'ancien étang de Brissac (en amont de Brissac-Quincé) et la partie juste en aval du bourg. Cette analyse permettrait de caractériser la dynamique d'un secteur concerné par deux tendances contradictoires : une intensification agricole, parfois forte, et un boisement. Cela donnerait la possibilité de caractériser les facteurs qui permettent à deux dynamiques aussi antagonistes de cohabiter dans une zone assez restreinte.

Le secteur potentiel n°4 est concerné par une fermeture très importante de son fond de vallée près duquel les coteaux sont occupés par la production viticole. Cette analyse fournirait les clés de compréhension quant à une déprise en fond de vallée dans un contexte agricole encore non-étudié dans le cadre de cette recherche. Celle-ci pourrait notamment être mise en parallèle avec la dynamique de boisement de Fontaine-Guérin (sur le Couasnon) dans un contexte agricole et géomorphologique très différent.

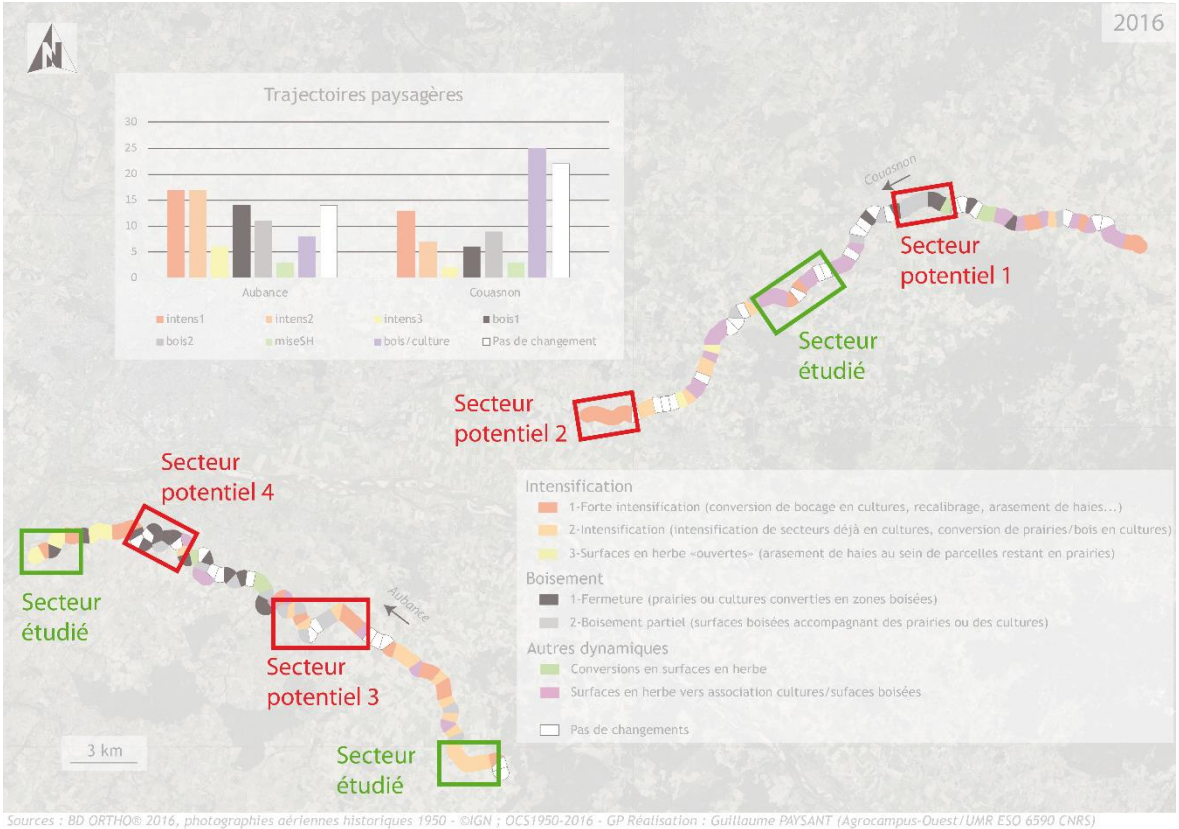


Figure 134. Secteurs potentiels pour une analyse à l'échelle locale des trajectoires paysagères (réalisation : GP)

- **Suivre l'évolution des paysages des secteurs concernés par des projets de restauration des continuités écologiques/renaturation**

Au-delà des cas cités dans la partie de la thèse qui y est consacrée (7.3) avec le reméandrage à Singé pour le Couasnon et le conflit lié aux plans d'eau de la Basse-Bâte

pour l'Aubance, il serait pertinent de s'intéresser aux projets actuels et futurs de RCE ou de « renaturation ». Par exemple, un cas très actuel concerne le réaménagement de l'Aubance sur la commune de Saint-Mélaine-sur-Aubance, sur un terrain communal (figure 135).

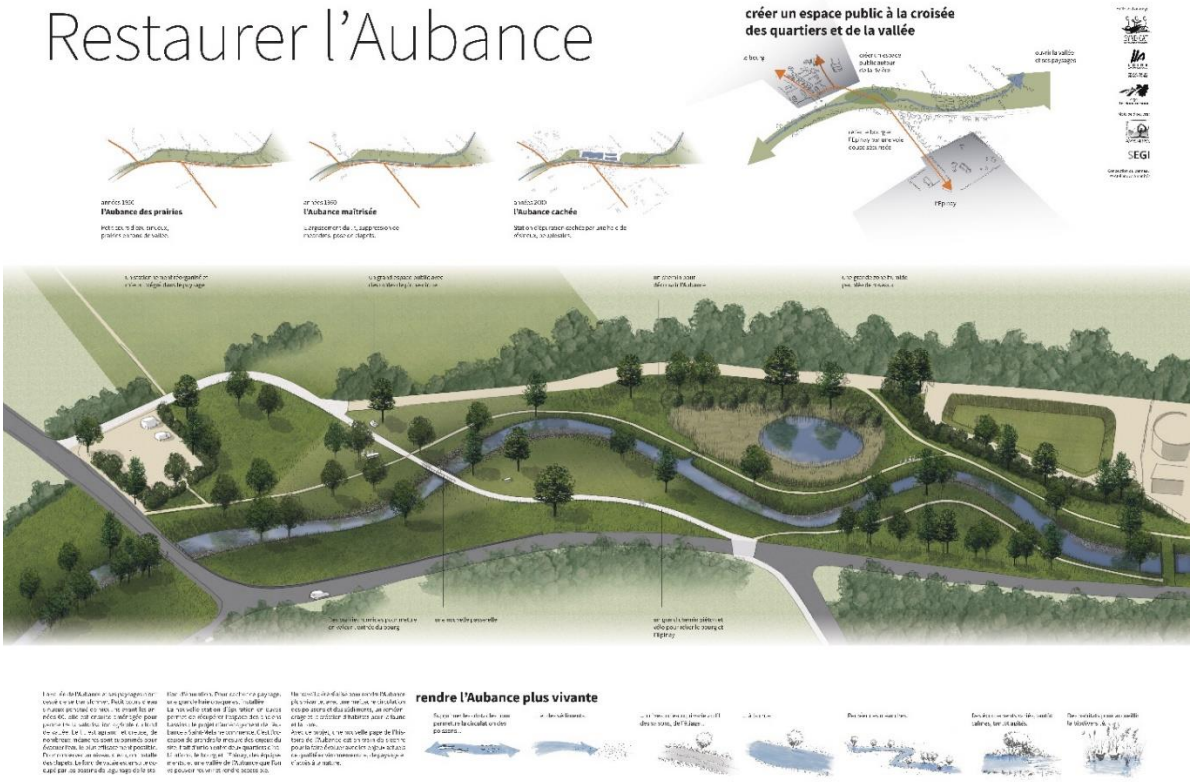


Figure 135. Panneau du projet de restauration de l'Aubance à Saint-Mélaine-sur-Aubance

Ce projet de RCE est particulier puisqu'il concerne une entrée de bourg et est en lien avec des travaux portant sur une station d'épuration (figure 136). Ce contexte particulier revêt d'importants enjeux locaux (mise en valeur du bourg de la commune, aménagement d'espaces récréatifs pour les habitants, valorisation du site de l'ancienne station d'épuration…) et se trouve de fait être assez différent du cas de reméandrage de Singé. La gestion de ce site implique la suppression d'un clapet, la création de méandres (figure 137), l'installation de banquettes minérales, fosses et radiers, le retalutage de berges, la mise en place d'une zone d'expansion de crues, la pose d'une passerelle pour la traversée piétonne donnant accès aux infrastructures sportives adjacentes… Enfin, les travaux concernent également la plantation, l'enherbement et l'aménagement du site autant pour favoriser la biodiversité que pour améliorer le cadre de vie et en faire un espace

récréatif agréable. Le montant total des travaux s'élève à 147 000 €[167] (HT) payés grâce au financement de la part de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, du Conseil Régional PdL, de la commune de Saint-Mélaine-sur-Aubance, de la Communauté de Communes Loire Layon Aubance et du Syndicat Layon Aubance Louets[168].

Figure 136. Photographies aériennes obliques (prises par drone) du secteur de l'Aubance en cours de restauration ; g. Avril 2018 ; d. Novembre 2018 (Saint-Mélaine-sur-Aubance, Source : Syndicat Layon Aubance Louets[169])

Figure 137. Création de méandres pendant les travaux de restauration (Saint-Mélaine-sur-Aubance, 19/11/2018, GP)

[167] Ajouter à cela l'étude initiale de 2016 portant sur la continuité écologique, la restauration morphologique et paysagère de l'Aubance à l'entrée de bourg de la commune (pour un montant de 18 600 €) et dont découlent les travaux récents.

[168] Source : https://layonaubancelouets.fr/project/saint-melaine-sur-aubance-des-travaux-impressionnants-sur-laubance/ [consulté le 28/07/2019]

[169] Source : https://layonaubancelouets.fr/project/saint-melaine-sur-aubance-des-travaux-impressionnants-sur-laubance/ [consulté le 21/05/2019]

Des secteurs canalisés ont également été retravaillés et renforcés pendant phase de travaux comme en témoignent les clichés ci-dessous (figure 138) :

Figure 138. g. L'Aubance canalisée à Saint-Mélaine-sur-Aubance avant les travaux (18/11/2015, GP) ; d. Pendant les travaux (15/05/2019, GP)

Plusieurs aspects seraient particulièrement intéressants à étudier dans ce cas : le processus de construction du projet (parties prenantes, processus décisionnel, part de la concertation ou de l'implication des riverains/usagers, objectifs visés des travaux…) et dans sa mise en œuvre et son suivi (état des lieux avant/après travaux, insertion/cohérence dans le paysage environnant, gages de réussite des opérations).

Elargir la fenêtre temporelle d'analyse afin d'identifier d'autres héritages

L'analyse géo-historique pourrait s'intéresser à une période antérieure à 1950. Cette analyse permettrait d'identifier d'autres héritages qui ont eux-aussi certainement structurés les paysages actuels des hydrosystèmes secondaires. La mobilisation de nouvelles données pourrait notamment rendre possible l'analyse des paysages plus anciens.

- **Caractériser les « paléo-chenaux » de l'Aubance et du Couasnon – vestige des paysages passés**

Mobiliser de nouvelles données prochainement disponibles comme le LiDAR pourrait permettre d'appréhender la microtopographie. Cela facilitera l'identification des paléo-chenaux (en complément de ceux repérés par PVA grâce à l'hydromorphie du sol, 4.2.1, p.157), de les caractériser et d'analyser leurs rôles actuels. Un suivi piézométrique permettrait par exemple d'identifier les conditions de leur réactivation, leur lien avec la nappe phréatique et le cours actuel. Ceux-ci pourraient être l'objet de véritables projets

de « restauration » à vocation écologique, avec une signalétique pour la mise en valeur du site et de son histoire auprès du public (sentier pédagogique par exemple…).

- **Analyse géo-historique des trajectoires paysagères depuis le XIXe siècle**

GEOPAL a récemment mis à disposition le cadastre napoléonien géoréférencé pour l'ensemble des Pays de la Loire. Cette ressource précieuse pourrait servir de base à une analyse des trajectoires paysagères de ces hydrosystèmes secondaires en remontant davantage dans le temps. Ce genre de travail a été mené pour des petits fleuves côtiers normands (Lespez et al. 2005; Beauchamp 2018) et pourrait permettre d'identifier les héritages antérieurs à 1950 et de nouveaux facteurs étant intervenus dans les dynamiques.

Etudier les trajectoires paysagères d'autres contextes paysagers

Les hydrosystèmes secondaires sont largement représentés dans l'ouest de la France. Il serait intéressant d'analyser les trajectoires de ces objets qui évoluent dans d'autres paysages. Compte tenu du poids des contextes locaux (ex : terrain d'entente, poids de certains élus/techniciens, influence de l'hydrosystème principal à la confluence, …) dans les modes de production de ces paysages, ces analyses permettraient de nourrir la compréhension des trajectoires possibles et d'identifier et de hiérarchiser les facteurs (de nouveaux ?) qui les influencent.

- **Explorer les trajectoires paysagères d'autres hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France**

La donnée BD CARTHAGE donne une idée des cours d'eau ayant des longueurs équivalentes à l'Aubance et au Couasnon. Bien que ce simple indicateur ne permette pas d'affirmer que ces cours d'eau sont semblables aux rivières étudiées, il semble qu'ils sont « potentiellement » plus proches d'elles sur le plan morphologique. Cela est d'autant plus le cas en se concentrant sur leur zone géographique, le Grand Ouest ou la Loire moyenne. 280 petits cours d'eau sont de la même catégorie que l'Aubance et le Couasnon (3 : longueur = 25-50 km) dans le Grand Ouest, 173 en Loire moyenne. En comprenant les cours d'eau encore plus courts de tête de bassin (cat. 1 et 2), le nombre de petites rivières et ruisseaux à étudier gonfle davantage.

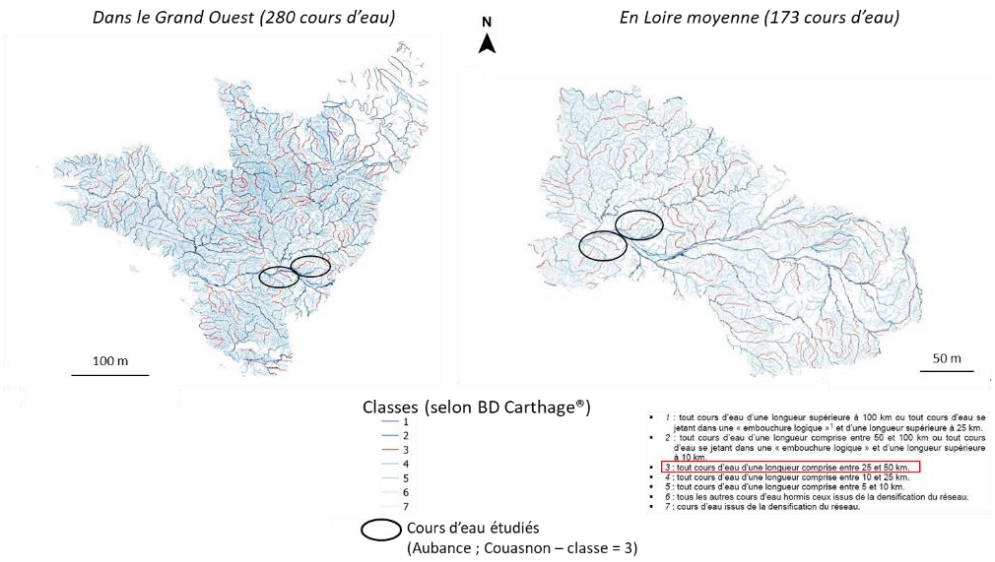


Figure 139. Cours d'eau de classe 3 de la BD CARTHAGE dans le Grand Ouest et en Loire moyenne (réalisation : GP)

L'analyse des trajectoires paysagères d'autres hydrosystèmes secondaires serait facilitée par le fait que nous avons veillé à ce que notre démarche soit la plus « transparente » possible et reproductible, notamment grâce au partage des chaines de traitements SIG disponibles en annexes (14, 15, 16, et 17) et au code R (19) pour ce qui est de l'analyse statistiques multivariée. Les autres approches (recherches archivistiques, entretiens semi-directifs, comparaison de PVA historiques et actuelles etc.) nous semblent suffisamment détaillées dans le manuscrit pour être elles aussi facilement appréhendées.

- **Intégrer un secteur canalisé du Couasnon pour comprendre le poids de ce facteur dans l'évolution des formes, des usages et des perceptions de la rivière**

L'étude d'hydrosystèmes évoluant dans des contextes urbains permettrait d'apporter un éclairage sur l'évolution des paysages, des usages et de leur relation dans ce contexte particulier. Le Couasnon présente par exemple deux secteurs urbains intéressants : sa portion à Baugé-en-Anjou, et son « canal » à Beaufort-en-Vallée.

En effet, dans sa partie aval, le Couasnon se divise en deux cours distincts. À environ 700 mètres en aval du bourg de Gée, le « canal du Couasnon » (figure 140) de 6,4 km de long, prend la direction sud et traverse Beaufort-en-Anjou pour finalement rejoindre l'Authion au « Gué d'Anjan » (figure 141). L'autre tronçon du Couasnon continue quant à lui son parcours en passant entre les bourgs de Mazé-Milon au nord et Beaufort-en-Anjou au sud avant de se jeter dans l'Authion. Le Couasnon sans son tronçon de Beaufort-en-Anjou est communément appelé « Couasnon naturel », en opposition au « canal du Couasnon ».

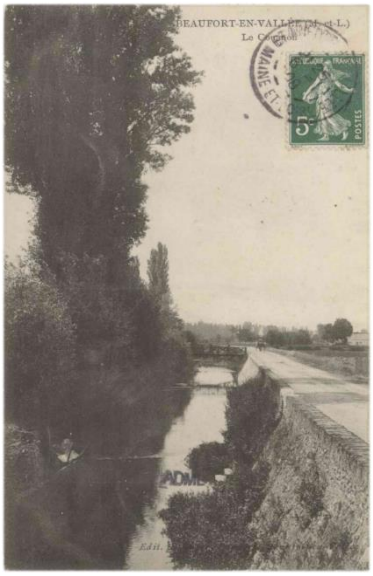
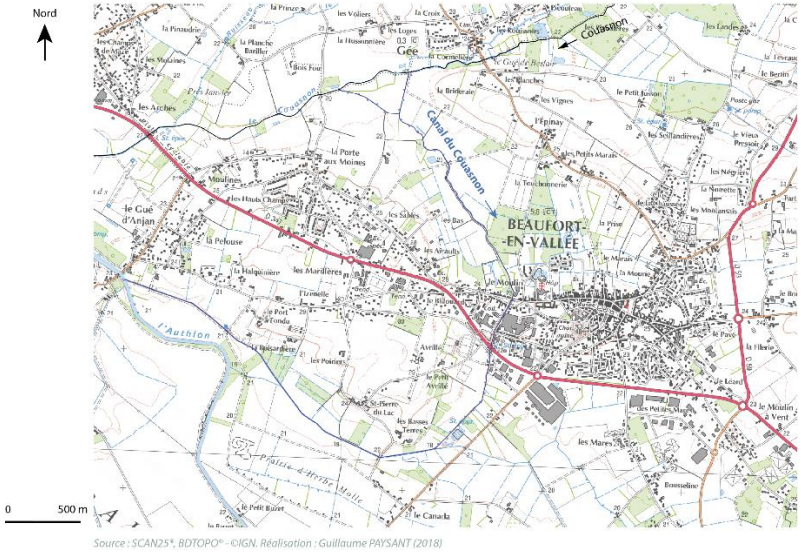


Figure 140. Le Couasnon canalisé dans la commune de Beaufort-en-Vallée (Prise de vue d'avant 1907) Source : AD49



Le canal du Couasnon présente un cours particulièrement rectiligne, où chaque berge est faite de hauts murets en pierres (figure 140). Ce canal permettait notamment d'alimenter un lavoir dont des vestiges subsistent (figure 142), et un moulin à eau.

Figure 141. Canal du Couasnon à Beaufort-en-Vallée (réalisation : GP)

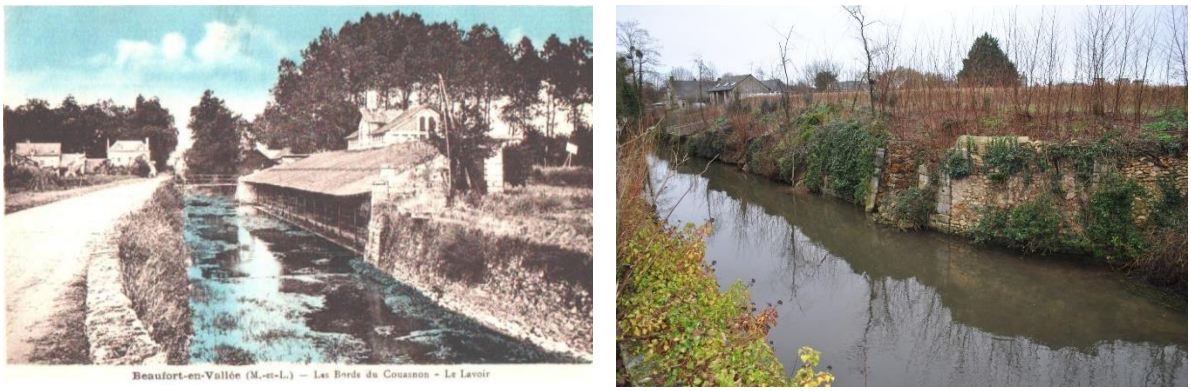


Figure 142. Lavoir de Beaufort-en-Vallée g. Non-datée ; d. 2018 (Source : DELCAMPE, Guillaume PAYSANT)

La mention de « Canal du Couasnon » est signalée sur la carte postale ancienne ci-dessous (figure 143). Une comparaison avec un cliché récent permet de constater un changement d'usage (un homme lavant son cheval dans le canal dans la CPA) et d'entretien (la végétation envahit les berges en pierres dans la photo de 2018).

Figure 143. "Canal du Couasnon" à Beaufort-en-Vallée. g. : avant 1907 d. : 2018 (Source : DELCAMPE, Guillaume PAYSANT)

Il faut également signaler que de nombreux détritus (bouteilles de verres, plastiques divers, etc.) stagnent dans ce secteur du canal du Couasnon. Un exemple est présenté ci-contre avec un amas de bouteilles de vin vides visibles depuis le pont de la figure 143 (figure 144).

Figure 144. Le canal du Couasnon pollué à Beaufort-en-Vallée - 24/05/2018 (Source : GP)

Le syndicat de rivière considère que le Couasnon « naturel » est le cours d'eau sans cette dérivation. C'est pourquoi nous avons exclu de nos analyses le Couasnon canalisé, installé en dehors de la plaine alluviale et du bassin versant du Couasnon et présentant une mobilité de lit et des échanges avec l'espace riverain quasi nulle depuis son installation.

La question se pose donc de l'intégration des portions de rivière canalisée dans les analyses. Leur potentiel de divagation est par définition très proche de 0 et les débordements sont plus rares du fait de l'empierrement des rives. Si les échanges entre le cours d'eau et son espace environnant sont de fait limités, il serait intéressant d'étudier l'impact des dernières grandes politiques d'aménagement et des nouveaux usages dans ce type de contexte. Cela permettrait éventuellement de caractériser des trajectoires paysagères différentes de celles de cette étude et d'identifier de nouvelles logiques d'évolutions liées à de nouveaux facteurs. De plus le contexte urbain d'une partie du canal serait un nouveau paramètre à tester sur ces petites rivières.

BIBLIOGRAPHIE

Adam, Philippe et Jean-rené Malavoi. 2007. « Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau. » *Direction de l'eau, des Milieux aquatiques et de l'agriculture*: 64.

Agence de l'eau Loire-Bretagne. 2016. « Les mesures pour l'eau en Loire aval et côtiers vendéens. » *Sdage et Sage en Loire-Bretagne*. https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home/le-sdage-2016-2021/programme-de-mesures-dans-les-te/sous-bassin-loire-aval-et-cotier.html.

———. 2018. « Les Sage du bassin Loire-Bretagne. » *Sdage et Sage en Loire-Bretagne*. https://sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr/home/les-sage/quest-ce-quun-sage/les-sage-du-bassin.html.

Agence Française pour la Biodiversité. 2019. « Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau. » : https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/guide-pour-l-elaboration-de-suivis-d-operations-de-restauration-hydromorphologique-en-cours-d-eau0.

Alber, Adrien et Hervé Piégay. 2011. « Spatial disaggregation and aggregation procedures for characterizing fluvial features at the network-scale: Application to the Rhône basin (France). » *Geomorphology* 125 (3): 343-360. doi:10.1016/j.geomorph.2010.09.009. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X10004022.

Alexandre, Frédéric et Alain Génin. 2016. « De la marginalisation à une science de l'environnement interdisciplinaire. » In *Manifeste pour une géographie environnementale*, Presses de SciencesPo, 279-304. Paris

Amoros, Claude et Geoff Petts. 1993. *Hydrosytèmes fluviaux*. Sous la dir. de MASSON EDITEUR

Anderson, James R, Ernest E Hardy, John T Roach et Richard E Witmer. 1976. *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data*. Arlington

André, Joël, Lucie Chabal et Claude Raynaud. 1997. « Habitat et environnement autour de l'étang de l'Or au premier millénaire. Approches pluridisciplinaires. » *Revue archéologique de Narbonnaise* 30 (1): 85-116. doi:10.3406/ran.1997.1488. http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ran_0557-7705_1997_num_30_1_1488.

Anquetil, Virginie, Elsa Koerner et Philippe Boudes. 2018. « La restauration hydromorphologique des cours d'eau ou la difficile articulation des référentiels environnementalistes et territoriaux. » *Géocarrefour* 92 (92). Association des amis de la Revue de Géographie de Lyon. doi:10.4000/geocarrefour.10540. http://journals.openedition.org/geocarrefour/10540.

Antoine, Annie. 2000. *Le paysage de l'historien - Archéologie des bocages de l'Ouest de la France à l'époque moderne*, PUR-Presse. Rennes

Antoni, Jean-Philippe. 2006. « Calibrer un modèle d'évolution de l'occupation du sol urbain. L'exemple de Belfort. » *Cybergeo: European Journal of Geography* 347: 19. https://journals.openedition.org/cybergeo/2436?file=1.

Arnaud-Fassetta, G. 1998. « Dynamiques fluviales holocènes dans le delta du Rhône. » Aix-Marseille 1.

Aronson, J, C Floret, E Le Floc 'h, C Ovalle et R Pontanier. 1995. « Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. » In *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait?*, sous la dir. de John Libbey Eurotext, John Libbe, 11-29. Paris http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-09/010004775.pdf.

Astrade, Laurent. 1996. « La Saone en crue : dynamique d'un hydrosystème anthropisé. » *http://www.theses.fr*. Thèse de doctorat de l'Université Paris 4. http://theses.fr/1996PA040076.

Barbault, Régis. 2000. *Écologie générale - Structure et fonctionnement de la biosphère* - Dunod Sciences Sup. https://www.dunod.com/sciences-techniques/ecologie-generale-structure-et-fonctionnement-biosphere.

Barjot, Dominique. 2002. « Préface. » In *La politique d'aménagement du territoire - racines, logiques et résultats*, PUR, 5. Rennes

Barnier, Julien et Joseph Larmarange. 2013. « Introduction à l'analyse d'enquête avec R. » https://github.com/larmarange/intro-r/blob/c171fbaea2e7d561016fb4136c457f6f39febeb2/intro.pdf.

Barraud, Régis. 2007. « Vers un" tiers-paysage"? Géographie paysagère des fonds de vallées sud-armoricaines. Héritage, évolution, adaptation. » Thèse de doctorat de l'Université de Nantes. http://hal.univ-nantes.fr/tel-00202359/.

———. 2011. « Rivières du futur, wild rivers ? » *VertigO* (Hors-série 10). Les éditions en environnements VertigO. doi:10.4000/vertigo.11411.

http://vertigo.revues.org/11411.

Barraud, Régis, Nathalie Carcaud, Hervé Davodeau, David Montembault et Claire Pordoy. 2013. « Les épis de la Loire armoricaine, un héritage à la patrimonialité incertaine. » *Norois* (228): 39-52. doi:10.4000/norois.4729. http://norois.revues.org/4729.

Barraud, Régis, Olivier Constantin, Guillaume Charruaud et Antoine Charrier. 2009. « Restauration écologique et paysagère des rivières à seuils : contexte social et culturel - retour d'expériences (bassins de la Sèvre nantaise et du Thouet, Ouest de la France). » *Ingénieries*: 17-30. http://www.set-revue.fr/sites/default/files/articles-eat/pdf/DG2009-PUB00027500.pdf.

Barraud, Régis et Marie-Anne Germaine. 2017. *Démanteler les barrages pour restaurer les cours d'eau - Controverses et représentations*, Editions Quae.

Barraud, Régis et Claire Portal. 2013. « Les petites vallées des Pays de la Loire. Du paysage pittoresque aux nouvelles interprétations patrimoniales : permanences et tensions contemporaines. » *Norois* (228). Presses universitaires de Rennes: 11-26. doi:10.4000/norois.4717. http://journals.openedition.org/norois/4717.

Bassett, Thomas J. et Alex W. Peimer. 2015. « Dossier : "À propos des relations natures/sociétés" – Political ecological perspectives on socioecological relations. » *Natures Sciences Sociétés* 23 (2). EDP Sciences: 157-165. doi:10.1051/nss/2015029. http://www.nss-journal.org/10.1051/nss/2015029.

Baud, Dominique et Emmanuel Reynard. 2015. « Géohistoire d'une trajectoire paysagère dans la plaine du Rhône valaisan. Analyse du secteur entre Riddes et Martigny (1840-1965). » *Norois* (237). Presses universitaires de Rennes: 15-31. doi:10.4000/norois.5761. http://journals.openedition.org/norois/5761.

Beauchamp, Axel. 2018. « Impacts des aménagements hydrauliques sur les systèmes fluviaux bas-normands depuis 2000 ans - Approches géomorphologique et géoarchéologique. » Université de Caen Normandie.

Beaud, Stéphane et Florence Weber. 1997. *Guide de l'enquête de terrain*, La Découverte. Paris

Beier, Paul et Brian Brost. 2010. « Use of Land Facets to Plan for Climate Change: Conserving the Arenas, Not the Actors. » *Conservation Biology* 24 (3): 701-710. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01422.x. http://doi.wiley.com/10.1111/j.1523-1739.2009.01422.x.

Bélizal, Édouard de, Véronique Fourault-Cauët, Marie-Anne Germaine et Élise Temple-Boyer. 2017. *Géographie de l'environnement*, Armand Colin : https://www.armand-

colin.com/geographie-de-lenvironnement-9782200616304.

Benjaminsen, Tor A et Hanne Svarstad. 2009. « Qu'est-ce que la « political ecology » ? » *Natures Sciences Sociétés* 17 (1). Les Ulis: EDP Sciences: 3-11. https://www.cairn.info/load_pdf.php?ID_ARTICLE=NSS_171_0003.

Benz, Ursula C., Peter Hofmann, Gregor Willhauck, Iris Lingenfelder et Markus Heynen. 2004. « Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. » *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 58 (3-4). Elsevier: 239-258. doi:10.1016/J.ISPRSJPRS.2003.10.002. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924271603000601.

Berger, C, M Schulze, D Rieke-Zapp et F Schlunegger. 2010. « Rill development and soil erosion: a laboratory study of slope and rainfall intensity. » *Earth Surface Processes and Landforms* 35 (12): 1456-1467. https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:3774.

Berque, Augustin. 1987. « Milieu et motivation paysagère. » *Espace géographique* 16 (4). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 241-250. doi:10.3406/spgeo.1987.4266. https://www.persee.fr/doc/spgeo_0046-2497_1987_num_16_4_4266.

———. 1990. *Médiance, de milieux en paysage*, Reclus. Montpellier

Bertrand, Claude et Georges Bertrand. 2002. *Une géographie traversière: l'environnement à travers territoires et temporalités*, 1. éd. Collection « Parcours et paroles. » Paris: Arguments.

Besse, Jean-Marc. 2009. *Le goût du monde - Exercices de paysage*, Actes Sud/.

Biggs, Trent Wade, Thomas Dunne et Takashi Muraoka. 2006. « Transport of water, solutes and nutrients from a pasture hillslope, southwestern Brazilian Amazon. » *Hydrological Processes* 20: 2527-2547. https://pdfs.semanticscholar.org/69cc/d269be774f4399050a1f1a1c0744b96f8fdd.pdf.

Blaise, J. 1986. « Notice explicative de la feuille Thouarcé à 1/50 000e. » Orléans: http://ficheinfoterre.brgm.fr/Notices/0484N.pdf.

Borg, D, I Rutherfurd et M Stewardson. 2007. « The geomorphic and ecological effectiveness of habitat rehabilitation works : Continuous measurement of scour and fill around large logs in sand-bed streams. » *Geomorphology* 89 (1-2): 205-216.

Bortoli, Dolorès De et Pascal Palu. 2000. « Politiques et cultures de l'eau. Les dynamiques

sociales locales et la gestion de l'eau. » : https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/halshs-00785707.

Bouleau, G et C Barthelemy. 2007. « Les demandes sociales de restauration des rivières et leurs traductions scientifiques et politiques. » *Techniques Sciences Méthodes* numéro 2: 9. doi:10.1051/tsm/200702068. https://astee-tsm.fr/articles/tsm/pdf/2007/02/tsm200702p68.pdf.

Bouleau, Gabrielle. 2009. « La contribution des pêcheurs à la loi sur l'eau de 1964. » *Économie Rurale* 309: 9-21. doi:10.4000/economierurale.261. http://economierurale.revues.org/261.

———. 2014. « The co-production of science and waterscapes: The case of the Seine and the RhÔne Rivers, France. » *Geoforum* 57. doi:10.1016/j.geoforum.2013.01.009.

Bouleau, Gabrielle, Pierre-Luc Marchal, Michel Meybeck et Laurence Lestel. 2017. « La construction politique de la commune mesure de la qualité des eaux superficielles en France : de l'équivalent-habitant au bon état (1959-2013). » *Développement durable et territoires* (Vol. 8, n°1). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». doi:10.4000/developpementdurable.11580. http://journals.openedition.org/developpementdurable/11580.

Bousquet, F. et Denis Gautier. 1999. « Comparaison de deux approches de modélisation des dynamiques spatiales par simulation multi-agents : les approches "spatiale" et "acteurs" » *Cybergeo*. doi:10.4000/cybergeo.2389. http://cybergeo.revues.org/2389.

Braudel, Fernand. 1949. *La Méditerranée et le monde méditérranéen à l'époque de Philippe II*, Armand Col. Paris

Bravard, Jean-Paul. 2012. « L'hydrosystème fluvial : genèse et devenir théorique et opérationnel d'un concept. »

Bravard, Jean-Paul et M Magny. 2002. *Les fleuves ont une histoire, paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Errance. Paris

Bravard, Jean-Paul et François Petit. 1997. *Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial*. Sous la dir. de Armand Colin, Armand Col. :https://orbi.uliege.be/handle/2268/38099.

Briffaud, Serge. 1994. *Naissance d'un paysage. La montagne pyrénéenne à la croisée des regards. XVIe-XIXe siècles*, Archives des Hautes-Pyrénées

Broc, Numa. 1982. « Roger Dion (1896-1981). » *Annales de géographie* 91 (504). Persée

- Portail des revues scientifiques en SHS: 205-217. https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1982_num_91_504_20102.

Brooks, Shane et P Lake. 2007. « River restoration in Victoria : change is in the wind, and none too soon. » *Restoration Ecology* 15 (3): 584-591.

Brossard, Thierry. 1987. « Paysage visible et simulation numérique. » *Bulletin de l'Association de géographes français*: 13.

Brossard, Thierry, Gérard Desservy et Daniel Joly. 1998. « Le GPS comme source de données géographiques à grande échelle: Réalisation d'un test au Svalbard. » *L'Espace géographique*. Editions Belin. doi:10.2307/44380718. https://www.jstor.org/stable/44380718.

Brossard, Thierry, Daniel Joly et Pascal Pierret. 1993. « Déprise agricole et fermeture des paysages. » *Mappemonde* 3: 17-21. file:///C:/Users/gpaysant/Downloads/Deprise-Mappemonde1993-3.pdf.

Brossard, Thierry et Jean-Claude Wieber. 1984. « Le paysage : trois définitions, un mode d'analyse et de cartographie. » *Espace géographique* 13 (1). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 5-12. doi:10.3406/spgeo.1984.3887. https://www.persee.fr/doc/spgeo_0046-2497_1984_num_13_1_3887.

Brunet, Roger. 1974. « Analyse des paysages et sémiologie. Éléments pour un débat. » *Espace géographique* 3 (2): 120-126. doi:10.3406/spgeo.1974.1460. http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/spgeo_0046-2497_1974_num_3_2_1460.

———. 1986. « La carte-modèle et les chorèmes. » *Mappe Monde* 4.

Brunet, Roger, R Ferras et H Thery. 1993. *Les mots de la géographie*, Belin.

Buisson, Elise, Renaud Jaunatre, Baptiste Regnery, Marthe Lucas, Jean François Alignan, Alma Heckenroth, Isabelle Muller, Ivan Bernez, Isabelle Combroux, Stéphanie Moussard, Thibaut Glasser, Simon Jund, Samuel Lelièvre, Sandra Malaval, Marie Pierre Vécrin-Stablo et Sébastien Gallet. 2018. « Promoting ecological restoration in France: issues and solutions. » *Restoration Ecology* 26 (1): 36-44. doi:10.1111/rec.12648.

Bureau, Arnaud. 2006. « Diagnostic patrimonial des moulins à eau en Pays des Vallées d'Anjou. » : https://bibliopole.maine-et-loire.fr/fileadmin/culturepatrimoine/patrimoine/inventaire/Diagnostic_Moulins_reduit.pdf.

Burel, Françoise. 2010. « Projet Diva Corridor : continuités écologiques et politiques publiques. » Rennes: https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiMp-2IjMndAhULhxoKHWj5D8kQFjAAegQICRAC&url=https%3A%2F%2Fwww6.inra.fr%2Fprogramme-diva%2Fcontent%2Fdownload%2F3329%2F32923%2Fversion%2F1%2Ffile%2Fdiva%2520burel.pdf&usg=AOvVaw2tdcX1.

Burel, Françoise et Jacques Baudry. 1999. *Ecologie du paysage: concepts, méthodes et applications*. Paris: Technique & Documentation.

Burnouf, Joëlle et Philippe Leveau. 2004. *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres : pratiques sociales et hydrosystèmes.*, CTHS. Paris

Caillault, S., F. Mialhe, C. Vannier, S. Delmotte, C. Kêdowidé, F. Amblard, M. Etienne, N. Bécu, P. Gautreau et T. Houet. 2013. « Influence of incentive networks on landscape changes: A simple agent-based simulation approach. » *Environmental Modelling & Software* 45. Elsevier: 64-73. doi:10.1016/J.ENVSOFT.2012.11.003. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815212002745.

Caillault, Sébastien. 2011. « Le feu, la brousse et la savane. Modélisation spatiale de la dynamique des paysages soudaniens (Burkina Faso). » https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00625721v2/document.

———. 2016. « Les échelles du feu de la brousse - une exploration géographique des dynamiques environnementales à l'ouest du Burkina Faso. » In *Manifeste pour une géographie environnementale : géographie, écologie, politique*, 305-323. Paris: Presses de Sciences Po.

———. 2018. « Ecologie du paysage. » *Hypergeo.eu*.

Cairns, J Jr. 1991. « The status of the theoretical and applied science of restoration ecology. » *Environmental Professionnel* 13: 1-9.

Le Calvez, Caroline et Emmanuelle Hellier. 2017. « Expérimenter la continuité écologique sur une masse d'eau fortement modifiée, ou la mise au jour de tensions entre les représentations de l'Aulne canalisée. » In *Démanteler les barrages pour restaurer les cours d'eau - Controverses et représentations*, Editions Q, 115-128.

Capdepuy, Vincent et Géraldine Djament-Tran. 2012. « Qu'est-ce que la géohistoire ? » *Carnet de géohistoire recherches à l'interface de la géographie et de l'histoire*.

[Carnet de géohistoire]. https://geohistoire.hypotheses.org/68.

Carcaud, Nathalie, Régis Barraud, Céline Clauzel et Issa Dia. 2009. « Les paysages fluviaux et leur évolution : des objets de recherche porteurs de projets. » In *Les géographies de l'eau : Processus, dynamique et gestion de l'hydrosystème*, L'Harmattan, 101-133. Paris:

Carcaud, Nathalie, Sébastien Caillault et Guillaume Paysant. 2019. « La rivière et sa mise en paysage dans les parcs et jardins : étude de cas dans l'Ouest français. » In *Géohistoire de l'environnement et des paysages*, CNRS Editions, 279-289. : https://www.cnrseditions.fr/catalogue/geographie-territoires/geohistoire-de-l-environnement-et-des-paysages/.

Carcaud, Nathalie, M Garcin, Lionel Visset, J Musch et Joëlle Burnouf. 2002. « Nouvelle lecture de l'évolution des paysages fluviaux à l'Holocène dans le bassin de la Loire moyenne. » In *Les fleuves ont une histoire, paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*, Errance, 71-84. Paris:

Cavailhes, Jean et D Normandin. 1993. « Déprise agricole et boisement : état des lieux, enjeux et perspectives dans le cadre de la réforme de la PAC. » *Revue Forestière Française* XLVIII-6 (1): 547-562.

CETE de l'Ouest - Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées d'Angers. 2006. « Atlas des Zones Inondables du Couasnon. » : http://www.maine-et-loire.gouv.fr/IMG/pdf/rapportatlas_couasnon.pdf.

Claret, Cécile. 1997. « Role de l'interface riviere-nappe dans la regulation des flux de nutriments. Importance des peuplements microbiens et de la biodiversite des invertebres interstitiels comme descripteurs de l'effet des amenagements. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université Savoie Mont Blanc. http://theses.fr/1997CHAMS012.

Clavel, Benoît et Christophe Cloquier. 2004. « Contribution des sources documentaires et archéologiques à l'étude des pratiques halieutiques fluviales médiévales et modernes dans le bassin de la Somme. » In *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture.*, CTHS, 201-210. Paris

Claverie, Bernard. 2010. « Pluri-, inter-, transdisciplinarité : ou le réel décomposé en réseaux de savoir. » *Projectics / Proyéctica / Projectique* 4 (1): 5. doi:10.3917/proj.004.0005. http://www.cairn.info/revue-projectique-2010-1-page-5.htm.

Cleyet-Merle, J.-J. 1990. *La préhistoire de la pêche*. Paris

Cognard, François. 2015. « Géohistoire de la Nouvelle-Zélande : unité territoriale et intégration à l'espace-monde. » *M@ppemonde* 1 (117).

Comby, Emeline et Emeline. 2013. « Les discours de presse sur les reconquêtes du Rhône lyonnais (Le Progrès, 2003-2010). » *Géocarrefour* (1). Association des amis de la Revue de Géographie de Lyon: 31-43. doi:10.4000/geocarrefour.8917. http://journals.openedition.org/geocarrefour/8917.

Comby, Émeline et Yves-François Le Lay. 2014. « Communiquer sur le patrimoine naturel. Discours de presse locale dans les Ramières de la Drôme, Rhône-Alpes (1981-2008). » *Développement durable et territoires* (Vol. 5, n°2). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». doi:10.4000/developpementdurable.10254. http://journals.openedition.org/developpementdurable/10254.

Conseil de l'Europe. 2000. « Convention européenne du paysage. » Florence: https://rm.coe.int/168008062a.

Corbonnois, Jeannine, Mathieu Bonnefond, Valentin Chardon, Stéphane Rodrigues, Philippe Jugé, José Cali, Jérome Verdun, Elisabeth Simonetto, Wilfrid Tchekpo, Eric Labergerie et Guillaume Faucheux. 2016. « Détermination des conditions de la dynamique fluviale d'une rivière aménagée de basse énergie, à partir de secteurs du Loir (Bassin de la Loire aval). » *Géomorphologie : relief, processus, environnement* 22 (4). Groupe français de géomorphologie: 345-361. doi:10.4000/geomorphologie.11559. http://journals.openedition.org/geomorphologie/11559.

Corbonnois, Jeannine et A.J. Rollet. 2011. « Dynamique des cours d'eau à faible énergie. Exemple de l'Huisne. » In Séminaire technique *Le transport solide : principes et expériences sur le bassin ligérien*. Vierzon: https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01067787.

Cormier, Laure. 2011. « Les Trames vertes: entre discours et matérialités, quelles réalités? » Thèse de l'Université d'Angers http://hal.univ-nantes.fr/tel-00640049/.

Cormier, Laure, Fabienne Joliet et Nathalie Carcaud. 2012. « La biodiversité est-elle un enjeu pour les habitants ? » *Développement durable et territoires* (Vol. 3, n° 2). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». doi:10.4000/developpementdurable.9319. http://journals.openedition.org/developpementdurable/9319.

Cornier, Thierry. 2002. « La végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou : essai de modélisation de l'hydrosystème. » *http://www.theses.fr*. Tours.

http://theses.fr/2002TOUR4021.

Cottet, Marylise, Marie Augendre, Mathilde Bozonnet, Vincent Brault, Dimitri Magnet, Jeannice Marchand, Dad Roux-michollet, M-L Trémélo, H Tronchère et L Vaudor. 2014. « Traquer le regard, vers une caractérisation des bénéfices sociaux induits par les travaux de restauration. » : https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01098183/document.

Cottet, Marylise, Anne Rivière-Honegger et Hervé Piegay. 2010. « Mieux comprendre la perception des paysages de bras morts en vue d'une restauration écologique : quels sont les liens entre les qualités esthétique et écologique perçues par les acteurs ? » *Norois* (216). Presses universitaires de Rennes: 85-103. doi:10.4000/norois.3408. http://norois.revues.org/3408.

David, Mélodie. 2016. « Dynamique fluviale de la Garonne à l'anthropocène : trajectoire d'évolution du tronçon fluvial compris entre les confluences de l'Ariège et du Tarn (Garonne toulousaine, 90 km). » Université Toulouse le Mirail - Toulouse II. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01358114.

Davodeau, Hervé. 2013. « PATRA Patrimoines et trajectoires paysagères des vallées ligériennes. » : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00788750.

Debril, Thomas, Gaël Plumecocq et Olivier Petit. 2016. « Objectivation négociée et gestion contestée de l'environnement. » *Développement durable et territoires* (Vol. 7, n°3). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». doi:10.4000/developpementdurable.11512. http://journals.openedition.org/developpementdurable/11512.

Dechezleprêtre, Thierry. 2005. « La basse vallée de la Seine au second âge du fer : une approche du territoire. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université Paris 1. http://theses.fr/2005PA010698.

Degorce, Jean-Noël. 1991. « Les milieux humides dans la Loire. »Thèse de l'Université de Saint-Étienne. http://theses.fr/1991STET2014.

Depoilly, Doriane et Simon Dufour. 2015. « Influence de la suppression des petits barrages sur la végétation riveraine des cours d'eau du nord-ouest de la France. » *Norois. Environnement, aménagement, société* 237: 51-64. https://norois.revues.org/5786.

Dérioz, Pierre. 2008. « L'approche paysagère : un outil polyvalent au service de l'approche opérationnelle et interdisciplinaire des problématiques environnementales. » In *Interdisciplinarité et gestion environnementale : Partage*

d'expériences autour de la psychologie environnementale, 24. Nîme

Descola, Philippe. 2004. « Le sauvage et le domestique. » *Communications* 76: 17-39. doi:10.3406/comm.2004.2157. https://www.persee.fr/doc/comm_0588-8018_2004_num_76_1_2157.

Despointes, Franck Huyghues. 2008. « Des barrages au patrimoine mondial : la Loire comme objet d'action publique. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Tours. http://theses.fr/2008TOUR1805.

———. 2009. « La Loire, espace d'une gouvernance environnementale ? » *VertigO* (Hors série 6). Les éditions en environnements VertigO. doi:10.4000/vertigo.9160. http://journals.openedition.org/vertigo/9160.

Devictor, Vincent. 2007. « La Nature Ordinaire face aux perturbations anthropiques. Impact de la dynamique temporelle et de la fragmentation spatiale des paysages sur les communautés. » http://www.theses.fr/2007PA066682. Thèse de l'Université de Paris

Dion, Roger. 1961. *Histoire des levées de la Loire*, chez l'auteur. Paris

———. 1990. *Le paysage et la vigne. Essais de géographie historique*, Payot. Paris

Downward, Stuart et Kevin Skinner. 2005. « Working rivers : the geomorphological legacy of English freshwater mills. » *Area* 37 (2): 138-147.

DREAL PdL. 2015a. « Les plaines et coteaux du Saumurois. » *Atlas de paysages des Pays de la Loire*. http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-plaines-et-coteaux-du-saumurois-a543.html.

———. 2015b. « Les plateaux du Baugeois. » *Atlas de paysages des Pays de la Loire*. http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/les-plateaux-du-baugeois-a531.html.

Le Dû-Blayo, Laurence. 2018. « Landscape Atlases in France and Wallonia. » In *Routledge Handbook of Landscape Character Assessment Current Approaches to Characterisation and Assessment*, sous la dir. de Graham Fairclough, Ingrid Sarlöv Herlin, et Carys Swanwick, 294.

Dubrulle-Brunaud, Carole. 2007. « Les sédiments fins dans un système macrotidal actuel (continuum Seine-Baie de Seine) : caractérisation géochimiques et minéralogiques, identification des sources. » *http://www.theses.fr*. Rouen. http://theses.fr/2007ROUES074.

Dufour, Simon. 2005. « Contrôles naturels et anthropiques de la structure et de la

dynamique des forêts riveraines des cours d'eau du bassin rhodanien (Ain, Arve, Drôme et Rhône). » Université Jean Moulin - Lyon III. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00012155.

———. 2015. « Sur la proposition d'une géographie physique critique. » *L'Information géographique* 79 (3): 8. doi:10.3917/lig.793.0008. http://www.cairn.info/revue-l-information-geographique-2015-3-page-8.htm.

———. 2017. « Une approche géographique de la végétation et de la gestion biophysique des hydrosystèmes fluviaux - éléments épistémologiques, thématiques et opérationnels. » Mémoire d'HDR (vol 1) - Université Rennes 2/UMR LETG 6554:

Dufour, Simon, Anne Julia Rollet, Margot Chapuis, Mireille Provansal et Romain Capanni. 2017. « On the political roles of freshwater science in studying dam and weir removal policies: A critical physical geography approach. » *Water Alternatives* 10 (3): 853-869. http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol10/v10issue3/385-a10-3-11/file.

Dumolard, Pierre, Nathalie Dubus et Laure Charleux. 2003. *Les statistiques en géographie*, Belin. Paris

Dumont, Annie, Marion Foucher, Ronan Steinmann, Catherine Lavier, Philippe Moyat et Jean-Pierre Garcia. 2014. « Évolution des ponts et du lit mineur de la Loire, entre La Charité-sur-Loire et la Chapelle-Montlinard. » *Développement durable et territoires* (Vol. 5, n°3). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». doi:10.4000/developpementdurable.10630. http://journals.openedition.org/developpementdurable/10630.

Dupuy, Lionel. s.d. « Co, multi, inter, ou trans-disciplinarité ? La confusion des genres... » *Certificat International d'Ecologie Humaine*. Consulté le 24 octobre 2018. https://web.univ-pau.fr/RECHERCHE/CIEH/documents/La confusion des genres.pdf.

Dzana, Jean Guy. 1997. « Le lit de la seine de bar a montereau : etude morphodynamique ; role des amenagements. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Paris 1. http://theses.fr/1997PA010595.

Edelblutte, Simon. 2003. « Géohistoire des paysages industriels d'une vallée vosgienne L'exemple de la Haute Vallée de la Moselotte à la Bresse. » *Revue Géographique de l'Est* 43 (3). https://journals.openedition.org/rge/2360.

Elissalde, Bernard. 2017. « Territoire. » *Hypergeo.eu*. www.hypergeo.eu/spip.php?article704#.

Feltz, Claude, Emilie Droeven et Magali Kummert. 2004. *Les territoires paysagers de*

Wallonie. Sous la dir. de Ministère de la Région wallonne. : Ministère de la Région wallonne. https://orbi.uliege.be/handle/2268/15161.

Fisher, P.F. et S. Pathirana. 1990. « The evaluation of fuzzy membership of land cover classes in the suburban zone. » *Remote Sensing of Environment* 34 (2). Elsevier: 121-132. doi:10.1016/0034-4257(90)90103-S. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/003442579090103S.

Fleurant, Cyril, Johnny Douvinet et Daniel Delahaye. 2013. « Introduction to the Thematic Issue: "Quantitative Hydro-Geomorphology." » *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement* 19 (1). Groupe français de géomorphologie: 3-6. http://geomorphologie.revues.org/10080.

Le Floc'h, Edouard et James Aronson. 1995. « L'écologie de la restoration. Définition de quelques concepts de base. » *Nature, Sciance, Sociétés* 3 (Hors série): 29-35. https://www.nss-journal.org/articles/nss/pdf/1995/05/nss199503sp29.pdf.

Foltête, Jean-Christophe, Céline Clauzel et Gilles Vuidel. 2012. « A software tool dedicated to the modelling of landscape networks. » *Environmental Modelling & Software* (38): 316-327.

Foody, Giles M. 2002. « Status of land cover classification accuracy assessment. » *Remote Sensing of Environment* 80 (1). Elsevier: 185-201. doi:10.1016/S0034-4257(01)00295-4. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425701002954.

Forman, Richard T.T. et Michel Godron. 1981. « Patches and Structural Components for a Landscape Ecology. » *BioScience* 31 (10): 733-740. https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/31/10/733/241583.

Fortuné, Madeleine. 1988. « Usages passés et écologie de la Garonne. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Toulouse, INPT. http://theses.fr/1988INPTA09A.

Franchomme, Magalie, Sylvie Servain-Courant et Bertrand Sajaloli. 2014. « De l'approche géohistorique à l'élaboration de nouveaux outils de sensibilisation et de prévention du risque inondation. » *Développement durable et territoires* (Vol. 5, n°3). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». doi:10.4000/developpementdurable.10560. http://journals.openedition.org/developpementdurable/10560.

François, E, J Amsallem et M Deshayes. 2010. « L'intégration du principe de continuité écologique dans les schémas de cohérence territoriale (SCOT) - Analyse de 21

expériences de SCOT. » *Sciences Eaux & Territoires* 3: 110-114. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00556723/document.

Franklin, S. E. et M. A. Wulder. 2002. « Remote sensing methods in medium spatial resolution satellite data land cover classification of large areas. » *Progress in Physical Geography* 26 (2): 173-205. doi:10.1191/0309133302pp332ra. http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/0309133302pp332ra.

Frossard, Pierre-André, B Lachat et L Paltrinieri. 1998. « Davantage d'espace pour nos cours d'eau. » In *Contribution à la protection de la nature en Suisse*, sous la dir. de Pro Natura, 48. : Pro Natura. http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300057208.

Gaillard, Stéphan. 1999. « L'Aube : dynamique morphosédimentaire holocène et fonctionnement actuel d'un hydrosystème à faible énergie. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Paris 4. http://theses.fr/1998PA040319.

Gallet, S, R Jaunatre, J-F Alignan, A Heckenroth, I Muller, I Bernez, I Combroux, T Glasser, S Jund, S Lelièvre, S Malaval, S Moussard, M-P Vécrin-Stablo et E Buisson. 2017. « L'écologie de la restauration en France. Dynamique actuelle et rôle d'un réseau multi-acteurs. » *Naturae* 7: 1-11.

Garguet-Duport, Bruno. 1994. « Fusion d'images et télédétection en écologie du paysage : application à l'étude structurale d'un corridor fluvial alpin. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université Joseph Fourier (Grenoble). http://theses.fr/1994GRE10159.

Garnier, Aline, Simon Dufour, Laurent Lespez, Sébastien Caillault et Daniel Delahaye. 2014. « Analyse spatiotemporelle de la dynamique fluviale d'un cours d'eau sahélo-soudanien entre 1967 et 2007. Le cas du Yamé au pays Dogon (Mali, Afrique de l'Ouest). » *Revue internationale de géomatique* 24 (3): 279-306. doi:10.3166/rig.24.279-306. http://rig.revuesonline.com/article.jsp?articleId=19699.

Gastaldy, Jacques. 1976. *Le remembrement agricole et rural*, OCEP.

Gautier, Emmanuèle, Joëlle Burnouf, Nathalie Carcaud, François Chambaud et Manuel Garcin. 2008. « Les interrelations entre les sociétés et le fleuve Loire depuis le Moyen-Age. » In *Protéger, restaurer et gérer les zones alluviales*, Cachan, 83-97. : TEC & DOC.

Gautier, Emmanuèle et Pierre Pech. 2016. « La reconstruction d'une "géographie naturaliste." » In *Manifeste pour une géographie environnementale*, Les Presse,

325-343. : Les Presses Sciences Po.

Geffray, Olivier et Loïc Ménanteau. 2004. « Géographie de l'inondation des marais de la basse-Loire : l'exemple de la crue de l'hiver 2000-2001. » *Norois* (192). Presses universitaires de Rennes: 11-28. doi:10.4000/norois.852. http://journals.openedition.org/norois/852.

Germaine, Marie-Anne. 2009a. « De la caractérisation à la gestion des paysages ordinaires des vallées dans le Nord-Ouest de la France. Représentations, enjeux d'environnement et politiques publiques en Basse-Normandie. » Université de Caen Basse-Normandie. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00440948/.

———. 2009b. « Vers l'identification des enjeux liés aux « paysages ordinaires » des petites vallées du nord-ouest de la France : l'exemple de la vallée de la Seulles (Calvados). (Towards an identification of stakes related to "ordinary landscapes " in small valleys of. » *Bulletin de l'Association de géographes français* 86 (1): 12-31. doi:10.3406/bagf.2009.2651. http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bagf_0004-5322_2009_num_86_1_2651.

Germaine, Marie-Anne et Régis Barraud. 2013a. « Restauration écologique et processus de patrimonialisation des rivières dans l'Ouest de la France. » *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement* (Hors-série 16). http://vertigo.revues.org/13583.

———. 2013b. « Les rivières de l'ouest de la France sont-elles seulement des infrastructures naturelles ? Les modèles de gestion à l'épreuve de la directive-cadre sur l'eau. » *Natures Sciences Sociétés* 21 (4): 373-384. doi:10.1051/nss/2014003. http://www.nss-journal.org/10.1051/nss/2014003.

———. 2017a. « Introduction. » In *Démanteler les barrages pour restaurer les cours d'eau - Controverses et représentations*, sous la dir. de Editions Quae, Editions Q, 13-23. Versailles: Editions Quae.

———. 2017b. « Les modes d'habiter en fond de vallée modifiés par la restauration écologique. Exemple des propriétaires de moulins dans la vallée du Léguer (Côtes-d'Armor). » In *Démanteler les barrages pour restaurer les cours d'eau - Controverses et représentations2*, Quae, 97-114. Versailles: Editions Quae.

Germaine, Marie-Anne et Anne Puissant. 2008. « Extraction d'indices paysagers et analyse quantitative des paysages de "vallées ordinaires" à partir de données images : L'exemple de la Seulles (Calvados, France). » *Cybergeo*. CNRS-UMR Géographie-cités 8504. doi:10.4000/cybergeo.19123.

http://journals.openedition.org/cybergeo/19123.

Germaine, Marie-Anne, Anne Puissant et Cyrille Barnérias. 2008. « Intérêt des données images SPOT 5 et des systèmes d'informations géographiques pour l'extraction et l'identification des formations végétales arborées en milieu bocager. Exemples bas-normands. » *Revue Forestière Française* (5): 641-656. doi:10.4267/2042/28077. http://hdl.handle.net/2042/28077.

Gervais, Thierry. 2001. « Un basculement du regard. » *http://journals.openedition.org/etudesphotographiques* (9). Société française de photographie. https://journals.openedition.org/etudesphotographiques/916.

Ghiotti, Stéphane. 2006. « Les Territoires de l'eau et la décentralisation. La gouvernance de bassin versant ou les limites d'une évidence. » *Développement durable et territoires* (Dossier 6). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». http://developpementdurable.revues.org/1742.

Giret, Alain. 2015. *Le bassin de la Loire : un carrefour de navigation fluviale*, ANTYA.

———. 2018. *Les crues sur la Loire et ses affluents 1856-2016*, L'Harmattan

Gosme, Cyril. 2005. « Paysage. » *Hypergeo.eu*. www.hypergeo.eu/spip.php?article284#.

Gourmelon, Françoise, Michel Etienne, Mathias Rouan, Christian Kerbiriou, Marie Charles, Frédéric Bioret, Frédérique Chlous-Ducharme, Yvon Guermeur et Harold Levrel. 2008. « Éléments de prospective environnementale dans une réserve de biosphère. » *Cybergeo*. CNRS-UMR Géographie-cités 8504. doi:10.4000/cybergeo.20343. http://journals.openedition.org/cybergeo/20343.

Gourmelon, Françoise, Thomas Houet, Christine Voiron-Canicio et Thierry Joliveau. 2011. « La géoprospective, apport des approches spatiales à la prospective. » *Espace Geographique* (2): 97-98. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00750968/.

Gramond, Delphine. 2014. « Géohistoire environnementale : contours sémantiques et conceptuels. Discussions sur les héritages et patrimoines reconnus aux zones humides fluviales. » *Développement durable et territoires* (Vol. 5, n°3). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». doi:10.4000/developpementdurable.10585. http://journals.openedition.org/developpementdurable/10585.

Grant, Gordon. 2001. « Dam removal: Panacea or Pandora for rivers? » *Hydrological Processes* 15 (8): 1531-1532. doi:10.1002/hyp.473. http://doi.wiley.com/10.1002/hyp.473.

Grataloup, Christian. 1978. « Géographie physique, écologie, espace social. Les enfants du divorce. » *Espaces Temps* 9 (1). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 113-123. doi:10.3406/espat.1978.3011. https://www.persee.fr/doc/espat_0339-3267_1978_num_9_1_3011.

———. 1984. « Géographie historique: l'avenir du passé. » *Espaces Temps* 26 (1). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 62-66. doi:10.3406/espat.1984.3218. https://www.persee.fr/doc/espat_0339-3267_1984_num_26_1_3218.

Gravelius, H. 1914. « Flusskunde. » *Goschen'sche Verlagshandlung*.

Guerrien, Marc et Marc. 2003. « L'intérêt de l'analyse en composantes principales (ACP) pour la recherche en sciences sociales. » *Cahiers des Amériques latines* (43). Institut des hautes études de l'Amérique latine: 181-192. doi:10.4000/cal.7364. http://journals.openedition.org/cal/7364.

Hilal, Mohamed, Jean Cavailhès, Thierry Brossard, Daniel Joly et P François. 2008. « Les métriques paysagères utilisées pour déterminer le prix des paysages: » 1-33.

Horton, Robert. 1945. « Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. » *GSA Bulletin* 56 (3). GeoScienceWorld: 275-370. doi:10.1130/0016-7606(1945)56[275:edosat]2.0.co;2. https://sci-hub.tw/https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/56/3/275/4075/erosional-development-of-streams-and-their?redirectedFrom=fulltext.

Hotelling, Harold. 1933. « Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components. » *Journal of Educational Psychology* 24 (6-7): 417-441;498-520.

Houet, Thomas. 2006a. « Modélisation prospective de l'occupation du sol en zone agricole intensive dans la France de l'Ouest. » *Norois* (198). Presses universitaires de Rennes: 35-47. doi:10.4000/norois.2025. http://norois.revues.org/2025.

———. 2006b. « Occupation des sols et gestion de l'eau : modélisation prospective en paysage agricole fragmenté (Application au SAGE du Blavet). » Université Rennes 2. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00389835.

Houet, Thomas et Françoise Gourmelon. 2014. « La géoprospective – Apport de la dimension spatiale aux démarches prospectives. » *Cybergeo*. CNRS-UMR Géographie-cités 8504. doi:10.4000/cybergeo.26194. http://journals.openedition.org/cybergeo/26194.

Houet, Thomas, Laurence Hubert-Moy et Cyril Tissot. 2011. « Fine scale spatialised prospective modelling -a methodological approach. Application to water

management in Brittany. » 21: 67-93. doi:10.3166/rig.21hs.67-93>. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00617502.

Hubert-Moy, L., A. Cotonnec, L. Le Du, A. Chardin et P. Perez. 2001. « A comparison of parametric classification procedures of remotely sensed data applied on different landscape units. » *Remote Sensing of Environment* 75 (2): 174-187. doi:10.1016/S0034-4257(00)00165-6.

Hublin, Jean-Jacques, Abdelouahed Ben-Ncer, Shara E. Bailey, Sarah E. Freidline, Simon Neubauer, Matthew M. Skinner, Inga Bergmann, Adeline Le Cabec, Stefano Benazzi, Katerina Harvati et Philipp Gunz. 2017. « New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of Homo sapiens. » *Nature* 546 (7657): 289-292. doi:10.1038/nature22336. http://www.nature.com/articles/nature22336.

Hugerot, Thérèse, Laurent Astrade, Estelle Ployon et Christophe Gauchon. 2017. « Reconstituer les trajectoires paysagères par photo-interprétation semi-automatisée et télédétection : géohistoire d'un cône de déjection torrentiel en vallée de Maurienne (Savoie). » *VertigO* (Volume 17 Numéro 2). Les éditions en environnements VertigO. doi:10.4000/vertigo.18620. http://journals.openedition.org/vertigo/18620.

Ioana-Toroimac, Gabriela. 2014. « Protection et restauration de la plaine inondable du Danube (Roumanie) : de l'état des lieux au cas du lac Suhaia. » *Développement durable et territoires* (Vol. 5, n°3). Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». doi:10.4000/developpementdurable.10550. http://journals.openedition.org/developpementdurable/10550.

Jacob-Rousseau, Nicolas. 2009. « Géohistoire/géo-histoire : quelles méthodes pour quel récit ? » *Géocarrefour* 84 (4). Association des amis de la Revue de Géographie de Lyon: 211-216. doi:10.4000/geocarrefour.7496. https://journals.openedition.org/geocarrefour/7598.

Jenness, J. 2006. « Topographic Position Index (tpi_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.3a. »

Joliet, Fabienne, Véronique Beaujouan et Marta Jacob. 2004a. « Quelle naturalité du paysage ligérien ?: La Loire du Maine-et-Loire. » *Norois* (192): 85-94. doi:10.4000/norois.921. http://norois.revues.org/921.

———. 2004b. « Quelle naturalité du paysage ligérien ? » *Norois* (192). Presses universitaires de Rennes: 85-94. doi:10.4000/norois.921. http://norois.revues.org/921.

Joliveau, Thierry. 1994. « La gestion paysagère de l'espace rural : questions, concepts, méthodes et outils / Landscape management of rural space : questions, concepts, methods and tools. » *Revue de géographie de Lyon* 69 (4). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 325-334. doi:10.3406/geoca.1994.4274. https://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1994_num_69_4_4274.

———. 1996. « Gérer l'environnement avec des S.I.G. Mais qu'est-ce qu'un S.I.G. ? / Managing environment with G.I.S. But what is a G.I.S. ? » *Revue de géographie de Lyon* 71 (2). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 101-110. doi:10.3406/geoca.1996.4333. https://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1996_num_71_2_4333.

———. 2003. « Analyse des paysages dans un contexte d'aménagement. L'intérêt des outils géomatiques. » *Géoévénement*: 7. http://thierry.joliveau.pagesperso-orange.fr/Biblio/Geoevenement 2003.pdf.

———. 2004. « Géomatique et gestion environnementale du territoire. Recherches sur un usage géographique des SIG. » Université de Rouen.

Joliveau, Thierry et B Etlicher. 1998. « Les SIG pour une gestion environnementale des territoires. Éléments de méthodes à partir de deux expériences. » *Revue internationale de géomatique* 8 (3): 91-104.

Jousseaume, Valérie. 2004. « La Loire. Sociétés, risques, paysages, environnement. » *Norois* (192). Presses universitaires de Rennes: 148. doi:10.4000/norois.71. https://journals.openedition.org/norois/71.

Jousseaume, Valérie, Julie Landrein et Denis Mercier. 2004. « La vulnérabilité des hommes et des habitations face au risque d'inondation dans le Val nantais (1841-2003). » *Norois* (192). Presses universitaires de Rennes: 29-45. doi:10.4000/norois.866. http://journals.openedition.org/norois/866.

Jugie, Marion. 2018. « Trajectoires hydrogéomorphologique d'un petit cours d'eau périurbain francilien. Aménagement, "désaménagement" ? » Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. http://www.lgp.cnrs.fr/spip/spip.php?article35.

Jung, Martin. 2013. « LecoS - A QGIS plugin for automated landscape ecology analysis: » 10. https://peerj.com/preprints/116v2.pdf.

———. 2016. « LecoS — A python plugin for automated landscape ecology analysis. » *Ecological Informatics* 31: 18-21. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.11.006.

Kergomard, Claude. 2002. « La télédétection aéro-spatiale : une introduction. » Paris: http://www.geographie.ens.fr/IMG/file/kergomard/Teledetection/CTeledetection.pdf.

Kern, K. 1992. « Rehabilitation of streams on south-west Germany. » In *River conservation and management*, John Wiley, 321-335.

Labarthe, Baptiste. 2016. « Quantification des échanges nappe-rivière au sein de l'hydrosystème Seine par modélisation multi-échelle. » *http://www.theses.fr*. Paris Sciences et Lettres. http://theses.fr/2016PSLEM090.

Laganier, Richard, G. Arnaud-Fassetta et Monique Dacharry. 2009. « Introduction. » In *Les géographies de l'eau : Processus, dynamique et gestion de l'hydrosystème*, L'Harmatta, 11-21. Paris

Lalanne, G. 1976. « La restauration des rivières gasconnes : un aménagement qui doit respecter l'environnement. » *Revue d'information de la compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne* 37: 5-18.

Landon, Norbert. 1999. « L'évolution contemporaine du profil en long des affluents du Rhône moyen. Constat régional et analyse d'un hydrosystème complexe, la Drôme. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Paris 4. http://theses.fr/1998PA040295.

Lane, E.W. 1955. « The importance of fluvial morphology in hydraulic Engineering. » *Journal of the Hydraulics Division* 81 (745).

Laques, Anne-Elisabeth. 2002. « Paysages et modèles paysagers : des indicateurs géographiques pour l'analyse des dynamiques spatio-temporelles d'un front pionnier. (le cas de Sao Félix do Xingu (Brésil, Etat du Para). » In *Objets et indicateurs géographiques*, 12.

Lave, Rebecca, Matthew W. Wilson, Elizabeth S. Barron, Christine Biermann, Mark A. Carey, Chris S. Duvall, Leigh Johnson, K. Maria Lane, Nathan McClintock, Darla Munroe, Rachel Pain, James Proctor, Bruce L. Rhoads, Morgan M. Robertson, Jairus Rossi, Nathan F. Sayre, Gregory Simon, Marc Tadaki et Christopher Van Dyke. 2014. « Intervention: Critical physical geography. » *Canadian Geographer* 58 (1): 1-10. doi:10.1111/cag.12061. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cag.12061.

Le Lay, Yves-François et Frédérique Permingeat. 2008. « Spécificité territoriale et petits arrangements avec la loi : la place des usages locaux dans l'entretien de la rivière (XIXe-XXe siècles). » *Géocarrefour* 83 (1). Association des amis de la Revue de Géographie de Lyon: 45-55. doi:10.4000/geocarrefour.4522. http://journals.openedition.org/geocarrefour/4522.

Le Lay, Yves-François et Hervé Piégay. 2007. « Le bois mort dans les paysages fluviaux

français : éléments pour une gestion renouvelée. » *Espace géographique* 36 (1): 51. doi:10.3917/eg.361.0051. http://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2007-1-page-51.htm.

Lay, Yves-François Le et Anne Rivière-Honegger. 2009. « Expliquer l'inondation : la presse quotidienne régionale dans les Alpes et leur piedmont (1882-2005). » *Géocarrefour* 2009 (Vol. 84/4). Association des amis de la Revue de Géographie de Lyon: 259-270. doi:10.4000/geocarrefour.7555. http://journals.openedition.org/geocarrefour/7555.

Lebart, Ludovic, Marie Piron et Alain Morineau. 2006. *Statistique exploratoire multidimentionnelle - Visualisation et inférence en fouilles de données*. Sous la dir. de Dunod, 4ème. :

Lecoeur, Yves. 2011. « La Loire moyenne naviguée au XIXe siècle : représentations, réglementation et aménagement. » *VertigO* (Hors-série 10). Les éditions en environnements VertigO. doi:10.4000/vertigo.11371. http://journals.openedition.org/vertigo/11371.

Leopold, Luna B. et Thomas Jr. Maddock. 1953. « The Hydraulic Geomtry of Stream Channels and Some Physiographic Implications. » *Geological Survey Professional Paper 252*: 57.

Léouffre et Leclerc. 1996. « Dynamique paysagère et évolution des risques d'incendie. L'exemple d'une vallée des Préalpes. » In *La forêt paysanne dans l'espace rural*, 153-167. : https://prodinra.inra.fr/?locale=fr#!ConsultNotice:124281.

Lepart, J., P Marty et O Rousset. 2000. « Les conceptions normatives du paysage. Le cas des Grands Caussses. » *Nature Sciences Societes* 8 (4): 16-25.

Lespez, L. 2013. « Les dynamiques environnementales des petits cours d'eau bas-normands depuis le Néolithique : Quelles leçons pour aujourd'hui dans le cadre de la DCE ? » In *SAGE VIRE*, 30. : https://f-origin.hypotheses.org/wp-content/blogs.dir/791/files/2013/10/Lespez-SAGE-VIRE.pdf.

Lespez, L., J.M. Cador, V. Carpentier, M. Clet-Pellerin, Marie-Anne Germaine, E. Garnier et C. Marcigny. 2010. « Trajectoire des paysages des vallées normandes et gestion de l'eau, du Néolithique aux enjeux de la gestion contemporaine. » *Paysages et Environnement*. Presses Universitaire de Franche-Comté. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00292308.

Lespez, L., Emmanuel Garnier, Jean-Michel Cador et Déborah Rocard. 2005. « Les aménagements hydrauliques et la dynamique des paysages des petits cours d'eau

depuis le XVIIIe siècle dans le nord-ouest de la France : l'exemple du bassin versant de la Seulles (Calvados). » *Aestuaria* 7: 89-109. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00292315/.

Lespez, L., V. Viel, A.J. Rollet et D. Delahaye. 2015. « The anthropogenic nature of present-day low energy rivers in western France and implications for current restoration projects. » *Geomorphology* 251: 64-76. doi:10.1016/j.geomorph.2015.05.015. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X1500269X.

Lespez, Laurent et Marie-Anne Germaine. 2016. « La rivière désaménagée ? Les paysages fluviaux et l'effacement des seuils et des barrages de l'Europe de l'ouest et de l'Amérique du Nord-est. » 67: 223-254. https://www.researchgate.net/publication/305465123_La_riviere_desamenagee_Les_paysages_fluviaux_et_l'effacement_des_seuils_et_des_barrages_de_l'Europe_de_l'ouest_et_de_l'Amerique_du_Nord-est.

Lespez, Laurent, Marie-Anne Germaine et Régis Barraud. 2016. « L'évaluation par les services écosystémiques des rivières ordinaires est-elle durable ? » *VertigO - La revue électronique en sciences de l'environnement* Hors-série (August): 22. doi:10.4000/vertigo.17443. http://vertigo.revues.org/17443.

Leveau, Philippe. 2004. « Le Rhône et les romains, "terrassiers infatigables, hydrauliciens habiles". La géoarchéologie et le renouvellement d'un paradigme. » In *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres : pratiques sociales et hydrosystèmes.*, CTHS, 85-91. Paris

Lévêque, Christian. 2016. *Quelles rivières pour demain ? Réflexions sur l'écologie et la restauration des cours d'eau*. Editions Quae.

Lévêque, Christian et Sander Van der Leeuw. 2003. *Quelles natures voulons-nous? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement*. Sous la dir. de Christian Lévêque et Sander Van der Leeuw. Paris: Elsevier. http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010032648.

Lévy, Jacques et Michel Lussault. 2013. *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*. Belin.

Lillesand, T.M et R.W Kiefer. 1987. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Editions JohnWiley and Sons, 2ème. New-York

Lissak, Candide. 2012. « Les glissements de terrain des versants côtiers du Pays d'Auge

(Calvados) : morphologie, fonctionnement et gestion du risque. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Caen. https://www.theses.fr/2012CAEN1654.

Luginbühl, Yves. 1994. *Méthode pour des atlas de paysages : identification et qualification*, La Défense. : http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DEFAULT/doc/IFD/I_IFD_REFDOC_0221443/methode-pour-des-atlas-de-paysages-identification-et-qualification.

———. 2009. « Note de synthèse sur les indicateurs de paysage. » *SINP LADYSS*.

———. 2012. *La mise en scène du monde. Construction du paysage européen*. CNRS éditions.

Magnier, Elodie. 2013. « Neige artificielle et ressource en eau en moyenne montagne : impacts sur l'hydrosysteme. Exemple des Préalpes du Nord (France, Suisse). » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Paris 4. http://theses.fr/2013PA040139.

Malavoi, Jean-René. 1998. « Bassin Rhône-Méditérranée-Corse. Guide technique N°2 : Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau. » Lyon

Malavoi, Jean-René et Jean-Paul Bravard. 2010. *Eléments d'hydromorphologie fluviale*. Comprendre pour agir. : Onema Vincennes.

Malavoi, Jean-René et Yves Souchon. 1996. « Dynamique fluviale et dynamique écologique. » *La Houille Blanche* n°67 (d): 98-107. doi:10.1051/lhb/1996076. file:Z:%5CCommun%5CBiblio%5Cpdf%5CAnnexes hydro%5Cdynamique_fluviale.pdf.

Maldiney, Marie-Anne. 1994. « Caractéristiques physiques des particules en suspension dans un fleuve canalisé : exemple de la Seine. » *http://www.theses.fr*. Toulouse, INPT. http://theses.fr/1994INPT026H.

Mandelbrot, B. 1995. *Les objets fractals*. Paris. Flammarion.

Manivit, J, S Rioult, S Debrand-Passard, R Brossé, J Louail, T Collet et R Giordano. 1991. « Notice explicative de la feuille Le Lude à 1/50 000e. » Orléans http://ficheinfoterre.brgm.fr/Notices/0425N.pdf.

Martin, Brice, Nicolas Holleville, Benjamin Furst, Florie Giacona, Rüdiger Glaser, Iso Himmelsbach et Johannes Schönbein. 2015. « La géohistoire des inondations au service de l'évaluation critique du zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation : l'exemple de Thann (Haut-Rhin, France). » *Belgeo* (1). National

Committee of Geography of Belgium / Société Royale Belge de Géographie. doi:10.4000/belgeo.15926. http://journals.openedition.org/belgeo/15926.

Martin, Laurent Stéphane. 2001. « Fonctionnement écologique de la Seine à l'aval de la station d'épuration d'Achères : données expérimentales et modélisation bidimensionnelle. » *http://www.theses.fr*. Thèse, Paris, ENMP. http://theses.fr/2001ENMP1081.

Marty, Pascal, Jacques Lepart et Paul Caplat. 2006. « Géographie et écologie des paysages : quelles relations ? (Geography and landscape ecology : which relationships ?). » *Bulletin de l'Association de géographes français* 83 (3): 355-367. doi:10.3406/bagf.2006.2521. http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bagf_0004-5322_2006_num_83_3_2521.

Mas, Jean-François, Melanie Kolb, Thomas Houet, Martin Paegelow et Maria Teresa Camacho Olmeda. 2011. « éclairer le choix des outils de simulation des changements des modes d'occupation et d'usages des sols. Une approche comparative. » *Revue internationale de géomatique* 21 (3): 405-430. doi:10.3166/rig.15.405-430. http://geo.revuesonline.com/article.jsp?articleId=16568.

Mathis, Denis. 2009. « Géohistoire agraire d'un pays lorrain : le Saulnois. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Nancy 2. http://www.theses.fr/2009NAN21021.

Mazoyer, Marcel et Laurence Roudart. 2002. *Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine*, Seuil.

Mcgarigal, SA Cushman, MC Neel et E Ene. 2002. « FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. » *Comp.software prog.* : https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html.

McRae, B.H, V.B Shah et T.K Mohapatra. 2013. « Circuitscape 4 User Guide. » *The Nature Conservancy*.

Melun, Gabriel. 2012. « Evaluation des impacts hydromorphologiques du rétablissement de la continuité hydro-sédimentaire et écologique sur l'Yerres aval. » Université Paris-Diderot - Paris VII. http://hal.ird.fr/tel-00980911v2.

Mermet, L. 2005. *Etudier les écologies futures, un chantier ouvert pour les recherches prospectives environnementales*. Sous la dir. de Peter Lang. Bruxelles: Ecopolis.

Meugé, J. 1990. « A la recherche des Moulins sur l'Aubance. » *Bulletin de l'A.M.A.*

Meurer, Mauricio. 2008. « De l'hydro-écorégion au tronçon fluvial : recherche méthodologique. Le cas du bassin versant de l'Ivai, Etat du Parana, Brésil. » Université Lumière Lyon 2. http://theses.univ-lyon2.fr/documents/lyon2/2008/meurer_m#p=0&a=TH.front.2.

Meybeck, Michel et Charles Vörösmarty. 2005. « Fluvial filtering of land-to-ocean fluxes: from natural Holocene variations to Anthropocene. » *Comptes Rendus Geoscience* 337 (1-2): 107-123. doi:10.1016/j.crte.2004.09.016. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1631071304002743.

Meynier, A. 1967. *Les Paysages agraires*, Armand Colin Paris

Millares, A, Z Gulliver et M.J Polo. 2012. « Scale effects on the estimation of erosion thresholds through a distributed and physically-based hydrological model. » *Geomorphology* 153-154: 115-126. http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201500209257.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. « Ecosystems and human well-being : synthesis. » Washington, D. C.

Ministère de l'Ecologie du Développement durable et de l'Energie. 2015. « Les Atlas de paysages - Méthode pour l'identification, la caractérisation et la qualification des paysages. » : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Les Atlas de paysages%2C Méthode pour l%27identification%2C la caractérisation et la qualification des paysages.pdf.

Miquelis, Anne. 1996. « Facteurs de contrôle des populations zooplanctoniques en milieu fluvial (La Seine) : relations fleuve-annexes hydrauliques. » *http://www.theses.fr*. Aix-Marseille 3. http://theses.fr/1996AIX30030.

Montembault, David. 2002. « Les vallées face à l'appropriation urbaine : des mutations de l'occupation du sol dans les grandes vallées proches d'Angers aux nouveaux paysages. » Angers. http://www.theses.fr/2002ANGE0058.

———. 2004. « L'histoire comparée du Val d'Authion et de la Loire armoricaine en Anjou. » *Norois* (192). Presses universitaires de Rennes: 47-62. doi:10.4000/norois.880. http://journals.openedition.org/norois/880.

Montembault, David et Sébastien Caillault. 2017. « L'Aubance et le Layon, évolutions paysagères de deux vallées en contexte viticole. » In *Démanteler les barrages pour restaurer les cours d'eau - Controverses et représentations*, sous la dir. de Editions Quae, Editions Q, 77-93. Versailles: Editions Quae.

Morandi, Bertrand. 2014. « La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action. Eléments de recherche applicables. » ENS Lyon. http://www.theses.fr/2014ENSL0932.

Morandi, Bertrand et Hervé Piegay. 2011. « Les restaurations de rivières sur Internet : premier bilan. » *Natures Sciences Sociétés* 19. EDP Sciences: 224-235. doi:10.1051/nss/2011145. https://www.nss-journal.org/articles/nss/pdf/2011/03/nss110046.pdf.

Morandi, Bertrand et Hervé Piégay. 2017. *Restauration de cours d'eau en France : comment les définitions et les pratiques ont-elles évolué dans le temps et dans l'espace, quelles pistes d'action pour le futur ?*

Moreau, Myrtille. 2009. « Dynamique des paysages végétaux depuis la fin du Petit âge glaciaire au Spitsberg, 79° N : analyse intégrée de la reconquête végétale des marges proglaciaires. » Publibook. https://www.theses.fr/2005CLF20009.

Moscovici, Serge. 2002. *De la nature. Pour penser l'écologie*, Métailié.

Moss, Michael R. 2000. « Interdisciplinarity, landscape ecology and the `Transformation of Agricultural Landscapes'. » *Landscape Ecology* 15 (3). Kluwer Academic Publishers: 303-311. doi:10.1023/A:1008144402408. http://link.springer.com/10.1023/A:1008144402408.

Mougenot, Catherine. 2011. « Interdisciplinarité. » In *Raconter le paysage de la recherche*, Edition Qu, 73-95. Indisciplines. Versailles: Editions Quæ. https://www.cairn.info/load_pdf.php?ID_ARTICLE=QUAE_MOUGE_2011_01_0073.

Mullens, J.B. 2003. « An examination of dam removal in New England. » In *The New England St Lawrence Valley Geographical Society*, 51-62. :

Muller, Pierre. 2000. « La politique agricole française: l'État et les organisations professionnelles. » *Économie rurale* 255 (1). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 33-39. doi:10.3406/ecoru.2000.5153. https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_2000_num_255_1_5153.

Najeh Ben Cheikh, Mohamed. 1998. « Effet du contraste de la masse volumique sur le déplacement et l'infiltration de substances non réactives en milieu poreux saturé. » *http://www.theses.fr*. Vandoeuvre-les-Nancy, INPL. http://theses.fr/1998INPL106N.

National Research Council. 1992. « Restoration of Aquatic Ecosystems : Science, Technology, and Public Policy. » *National Academies Press*: 576.

———. 2002. « Riparian Areas : Functions and Strategies for Management. » Washington,

D. C.

Navarro, Oscar. 2010. *L'eau comme enjeu : territoire, identité et conflits d'usages - le cas de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombie)*. Editions universitaires européennes.

Nienhuis, R. H. et R. S E W Leuven. 2001. « River restoration and flood protection: Controversy or synergism? » *Hydrobiologia* 444: 85-99.

Ollivier, Chloe. s.d. « Caractérisation et spatialisation de la recharge effective de la zone non saturée des hydrosystèmes karstiques. Application au bassin de recherches d'expérimentation et d'observation de Fontaine de Vaucluse-LSBB. » *http://www.theses.fr*. Consulté le 25 juillet 2018. http://theses.fr/s136532.

ONEMA. 2010. « Le reméandrage. »

———. 2012. « L'effacement total ou partiel d'obstacles transversaux. »

Ormaux, Serge et Laurent Couderchet. 2002. « La place de l'environnement et du paysage dans la politique française d'aménagement du territoire : bilan et méthodologies. » In *La politique d'aménagement du territoire - racines, logiques et résultats*, PUR, 235-247.

Palmer, Margaret A et Emily S Bernhardt. 2006. « Hydroecology and river restoration: Ripe for research and synthesis. » *Water Resour. Res* 42: 3-7. doi:10.1029/2005WR004354. http://www.palmerlab.umd.edu/Publications/Palmer and Bernhardt 2006_Water Res Res.pdf.

Paulus, Fabien. 2004. « Coévolution dans les systèmes de villes : croissance et spécialisation des aires urbaines françaises de 1950 à 2000. » *http://www.theses.fr*. Thèse de l'Université de Paris 1. http://www.theses.fr/2004PA010696.

Paysant, Guillaume. 2014. « Trame Verte et Bleue au PNR des Marais du Cotentin et du Bessin : des échelles locales à une analyse territoriale. » Rennes: Mémoire de master 2 SIGAT de l'Université Rennes 2.

Paysant, Guillaume, Sébastien Caillault et Nathalie Carcaud. 2016. « L'Aubance et le Couasnon, géohistoire de cinq décennies d'anthropisation de deux affluents ligériens. » In *Workshop transdisciplinaire « Regards croisés sur l'Anthropocène. »* Angers: https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-01402120.

———. 2018. « Approche géographique du paysage des hydrosystèmes secondaires ligériens - du terrain à l'analyse spatiale. » In *Colloque international « Eau(x) et Paysage(s). »* Blois

Pearson, Karl. 1901. « On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. »

Philosophical Magazine 2 (11): 559-572.

Perichon, Samuel. 2004. « L'impossible reconstruction des bocages détruits. » *Espace géographique* 33 (2): 175. doi:10.3917/eg.332.0175. http://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2004-2-page-175.htm.

———. 2005. « Les représentations sociales associées au bocage. Analyse des relations agriculteurs/territoire en Haute-Bretagne. » *Bulletin de la Société géographique de Liége* 46: 71-80. http://popups.ulg.ac.be/0770-7576/index.php?id=1957&file=1.

Périgord, Michel, Pierre Donadieu et Régis Barraud. 2012. *Le paysage*, Armand Colin. Paris:

Petillon, Pierre-Yves. 1986. « Roderick Nash, Wilderness and the American Mind. » *Annales* 41 (1). EHESS: 88-91. https://www.persee.fr/doc/ahess_0395-2649_1986_num_41_1_283259_t1_0088_0000_002.

Petit, François, Geoffrey Houbrechts, Alexandre Peeters, Eric Hallot, Jean Van Campenhout et Anne-Cécile Denis. 2015. « Dimensionless critical shear stress in gravel-bed rivers. » *Geomorphology* 250: 308-320. doi:10.1016/j.geomorph.2015.09.008. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169555X15301446.

Petit, Olivier et Bruno Romagny. 2009. « La reconnaissance de l'eau comme patrimoine commun : quels enjeux pour l'analyse économique ? » *Mondes en développement* 145 (1): 29. doi:10.3917/med.145.0029. http://www.cairn.info/revue-mondes-en-developpement-2009-1-page-29.htm.

Philippe, M-A. 1983. « La prise en compte de l'environnement dans les exploitations agricoles, l'exemple du marais poitevin. » Université François Rabelais - Tours.

Philippe, Marc-André et Nadine Polombo. 2009. « Soixante années de remembrement. » *Etudes foncières* 140: 43-49. doi:10.0183-5912. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00433025/document.

Pichot, Daniel et Dominique Marguerie. 2004. « Approche pluridisciplinaire sur l'aménagement des petits cours d'eau par les sociétés médiévales dans l'ouest de la France (VIIe-XIIe siècle). » In *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres : pratiques sociales et hydrosystèmes*, CTHS, 111-125. Paris

Piegay, Hervé. 1996. « C. Amoros, G.-E. Petts, Hydrosystèmes fluviaux. » *Revue de géographie de Lyon* 71 (4). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 286-286. https://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1996_num_71_4_4357.

Piegay, Hervé, O Barge, J. P. Bravard, Norbert Landon et Jean-Luc Peiry. 1996. « Comment délimiter l'espace de liberté des rivières ? » In *Colloque de la Société Hydrotechnique de France : L'eau, l'homme et la nature*, 275-284. Paris

Pinchemel, Philippe. 1950. « L'étude des réseaux hydrographiques. » *Bulletin de l'Association de géographes français* 27 (208). Persée - Portail des revues scientifiques en SHS: 72-80. doi:10.3406/bagf.1950.7308. https://www.persee.fr/doc/bagf_0004-5322_1950_num_27_208_7308.

Ponts et Chaussées - service Hydraulique. 1866. « Réglement général de l'Aubance : Rapport de l'ingénieur ordinaire. »

Pornon, Henri. 2011. *SIG : La dimension géographique du système d'information*, Dunod. Paris

Port, Célestin. 1874. *Dictionnaire de Maine-et-Loire (Tome I : A-C)*. Sous la dir. de H.Siraudeau et cie. Angers

Reulier, Romain, Daniel Delahaye, Sébastien Caillault, Vincent Viel, Johnny Douvinet et Abdelkrim Bensaid. 2016. « Mesurer l'impact des entités linéaires paysagères sur les dynamiques spatiales du ruissellement : une approche par simulation multi-agents. » *Cybergeo*. doi:10.4000/cybergeo.27768. http://cybergeo.revues.org/27768.

Rhoads, Bruce L. et Michael V. Miller. 1991. « Impact of flow variability on the morphology of a low-energy meandering river. » *Earth Surface Processes and Landforms* 16 (4): 357-367. doi:10.1002/esp.3290160408.

Ribeiro, Guilherme. 2012. « La genèse de la géohistoire chez Fernand Braudel : un chapitre de l'histoire de la pensée géographique. » *Annales de géographie* 686 (4): 329. doi:10.3917/ag.686.0329. http://www.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2012-4-page-329.htm.

Richard-Ferroudji, Audrey. 2008. « Les animateurs de bassin versant pièces maîtresses des dispositifs de gestion territoriale de l'eau. » Montpellier: http://www.gesteau.fr/sites/default/files/ABV_Richard_2008.pdf.

Rivals, Claude. 2000. *Le moulin et le meunier. Mille ans de meunerie en France et en Europe*, Empreinte. Roques sur Garonne

Rivière-Honegger, Anne, Marylise Cottet-Tronchère et Bertrand Morandi. 2015. *Connaître les perceptions et les représentations: quels apports pour la gestion des milieux aquatiques ?* Comprendre pour agir. Vincennes: ONEMA. https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01248761.

Robert, A et A G Roy. 1993. « La modélisation fractale et la variabilité spatiale des phénomènes naturels. » *Geographie Physique et Quaternaire* 47 (1): 3-19. doi:10.7202/032928ar. https://www.erudit.org/en/journals/gpq/1993-v47-n1-gpq1902/032928ar.pdf.

Robert, Laurini et Françoise Milleret-Raffort. 1993. *Les bases de données en géomatique*. Hermès.

Robin, Marc. 1995. *Télédétection*, Nathan Uni. Paris: Fac.géographie.

Rode, Sylvain. 2010a. « De l'aménagement au ménagement des cours d'eau : le bassin de la Loire, miroir de l'évolution des rapports entre aménagement fluvial et environnement. » *Cybergeo*. CNRS-UMR Géographie-cités 8504. doi:10.4000/cybergeo.23253. http://journals.openedition.org/cybergeo/23253.

———. 2010b. « Reconquête urbaine de la Loire et risque d'inondation : des représentations aux aménagements urbains. » *Géocarrefour* (3). Association des amis de la Revue de Géographie de Lyon: 221-228. doi:10.4000/geocarrefour.7960. http://journals.openedition.org/geocarrefour/7960.

Rodriguez, Jean-François. 2012. « Paysages de l'hydroélectricité et développement touristique dans les Pyrénées. » *Revue de géographie alpine* (100-2). Association pour la diffusion de la recherche alpine. doi:10.4000/rga.1805. http://journals.openedition.org/rga/1805.

Rogan, John et DongMei Chen. 2004. « Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. » *Progress in Planning* 61 (4): 301-325. doi:10.1016/S0305-9006(03)00066-7. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305900603000667.

Roland, Bernard et Cyril Fleurant. 2004. « Caractérisation des formes du bocage à l'aide de la géométrie fractale. » *Espace géographique* 33 (2): 165. doi:10.3917/eg.332.0165. http://www.cairn.info/revue-espace-geographique-2004-2-page-165.htm.

Rollet, A.J et Laurent Lespez. 2013. « La restauration physique des cours d'eau Bas Normands ? » Atelier IRD2 « Restauration des cours d'eau. » http://www.ird2.org/wp-content/uploads/2014/01/4.-ROLLET-LESPEZ-Restauration-physique-des-cours-deau-bas-normands-GEOPHEN.pdf.

Rollet, Anne-Julia. 2007. « Etude et gestion de la dynamique sédimentaire d'un tronçon fluvial à l'aval d'un barrage : le cas de la basse vallée de l'Ain. » https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00221368/.

Rutchey, Ken et Les Vilchek. 1999. « Air Photointerpretation and Satellite Imagery Analysis Techniques for Mapping Cattail Coverage in a Northern Everglades Impoundment. » *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 65 (2): 185-191. https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1999journal/feb/1999_feb_185-191.pdf.

Sabatier, François. 2001. « Fonctionnement et dynamiques morpho-sédimentaires du littoral du delta du Rhône. » *http://www.theses.fr*. Aix-Marseille 3. http://theses.fr/2001AIX30103.

Sahraoui, Yohan, Gilles Vuidel, Daniel Joly et Jean-Christophe Foltête. 2018. « Integrated GIS software for computing landscape visibility metrics. » *Transactions in GIS* 22 (5): 1310-1323. doi:10.1111/tgis.12457. http://doi.wiley.com/10.1111/tgis.12457.

Sahraoui, Yohan, Samy Youssoufi et Jean-Christophe Foltête. 2016. « A comparison of in situ and GIS landscape metrics for residential satisfaction modeling. » *Applied Geography* 74. Pergamon: 199-210. doi:10.1016/J.APGEOG.2016.07.011. https://www-sciencedirect-com.buadistant.univ-angers.fr/science/article/pii/S0143622816302533.

Salvador, Pierre-Gil. 1991. « Le thème de la métamorphose fluviale dans les plaines alluviales du Rhône et de l'Isère : bassin de Malville et ombilic de Moirans, Bas-Dauphiné. » Lyon 3.

Saura, S et J Torné. 2009. « Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. » *Environmental Modelling & Software* (24): 135-139. http://www.conefor.org/index.html.

Savey, Pierre. 1992. « La gestion environnementale du Rhône / Environmental Management of the Rhône. » *Revue de géographie de Lyon* 67: 285-292.

Schumm, S.A. 1977. « The fluvial system. » *Water resources Publications*: 338.

Sewell, Martin. 2008. « Principal Component Analysis. » : http://www.stats.org.uk/pca/pca.pdf.

Sheeren, D., N. Bastin, A. Ouin, S. Ladet, G. Balent et J.-P. Lacombe. 2009. « Discriminating small wooded elements in rural landscape from aerial photography: a hybrid pixel/object-based analysis approach. » *International Journal of Remote Sensing* 30 (19): 4979-4990. doi:10.1080/01431160903022928. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01431160903022928.

Sheeren, D., S. Ladet, O. Ribière, B. Raynaud, M. Paegelow et T Houet. 2012. « Assessing land cover changes in the French Pyrenees since the 1940s: a semi-

automatic GEOBIA approach using aerial photographs. » In *Multidisciplinary Research on Geographical Information in Europe and Beyond*, sous la dir. de Jérôme Gensel, Didier Josselin, et Danny Vandenbroucke, 318-320. Avignon:

Shreve, R.L. 1967. « Infinite topogically random channel networks. » *Journal of Geology* 75: 178-186. http://www.uvm.edu/pdodds/files/papers/others/1967/shreve1967a.pdf.

SMBAA. 2016. « Rapport d'activité. » Beaufort-en-Vallée

SMBL-SMBA. 2012. « Révision du SAGE Layon Aubance - Diagnostic. »

Snijders, JP, Eric Hallot, Geoffrey Houbrechts et François Petit. 2006. « Approche méthodologique pour la délimitation des espaces de liberté des rivières du massif ardennais. » *Bulletin de la Société géographique de Liége* 1991: 7-17. http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/38088.

Sternberg, Myriam. 2004. « Le rôle des fleuves dans la pêche du Ier au VIe siècle : Etat des connaissances. » In *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture.*, CTHS, 185-199. Paris

Strahler, A.N. 1952. « Quantitative analysis of watershed geomorphology. » *American Geophysical Union Transactions* 38: 913-920.

Le Sueur, Bernard. 2004. « Spécificité et modes de gestion des espaces fluviaux aux temps des batelleries traditionnelles de bassins. » In *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture.*, CTHS, 331-340. Paris

Thonniet, Pauline et Jean-Baptiste Rigot. 2016. « La dynamique du paysage et de l'occupation humaine entre Loire et Cisse. » *Norois* (240). Presses universitaires de Rennes: 59-76. doi:10.4000/norois.5948. http://journals.openedition.org/norois/5948.

Tribunal Administratif de Nantes. 2012. « Rapport d'audience - n°0903426. » Nantes

Valette, Philippe. 2002. « Les paysages de la Garonne : les métamorphoses d'un fleuve : entre Toulouse et Castets-en Dorthe. » *http://www.theses.fr*. Toulouse 2. http://theses.fr/2002TOU20078.

Valette, Philippe, Jean-Michel Carozza, Denis Salles, Mélodie David et Guillaume Simonet. 2014. « Construction géohistorique du "sauvage" de la Garonne toulousaine : quelle part de naturalité dans les paysages fluviaux ? (1ère partie). » *Développement durable et territoires* (Vol. 5, n°3). doi:10.4000/developpementdurable.10578. http://developpementdurable.revues.org/10578.

Vannote, Robin L., G. Wayne Minshall, Kenneth W. Cummins, James R. Sedell et Colbert E. Cushing. 1980. « The River Continuum Concept. » *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37 (1). NRC Research Press Ottawa, Canada: 130-137. doi:10.1139/f80-017. http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f80-017.

Vanote, R L, W G Minshall, K W Cummins, J R Sedell et C E Cushing. 1980. « The River Continuum Concept. » *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37 (1): 130-137. doi:10.1139/f80-017. http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/f80-017#.W1mH7LgyXGg.

Viel, Vincent. 2012. « Analyse spatiale et temporelle des transferts sédimentaires dans les hydrosystèmes normands : Exemple du bassin versant de la Seulles. » *http://www.theses.fr*. Caen. https://www.theses.fr/2012CAEN1161.

Ville de Chalonnes-sur-Loire. 2015. « Plan d'eau du Layon : un réaménagement nécessaire. » *Vivre à Chalonnes* 20: 14-15. https://www.chalonnes-sur-loire.fr/wp-content/uploads/2015/04/vivre_a_chalonnes_ndeg20_bd.pdf.

Voldman, Danièle. 2002. « Reconstruction d'après-guerres et aménagement du territoire. » In *La politique d'aménagement du territoire - racines, logiques et résultats*, 79-86. :

Walter, R.-C et D.-J Merritts. 2008. « Natural streams and the legacy of water-powered Mills. » *Science2* 319: 299-304.

Wasson, Chandesris, Pella, Sauquet et Mengin. 2006. « Appui scientifique à la mise en oeuvre de la Directive Européenne Cadre sur l'Eau. Typologie des cours d'eau de France métropolitaine. » *Evolution*: 62. doi:10.3406/polit.1971.1978. https://irsteadoc.irstea.fr/exl-php/document-affiche/p_recherche_publication/OUVRE_DOC/17767?fic=2006/LY2006-PUB00021163.pdf.

Wasson, J G, J R Malavoi, L Maridet, Y Souchon et L Paulin. 1995. « Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. » : http://pcscp.org/Loi_sur_l_eau/Contribution Thibaut/Base Bibliographique Complete/PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES/IRSTEA 1995 Impacts_ecologiques_chenalisation.pdf.

Weiss, A. 2001. « Topograpic Position and Landforms Analysis. » In *ESRI User Conference*. San Diego, CA

Wiederkehr, Elise. 2012. « Apport de la géomatique pour une caractérisation physique multi-échelle des réseaux hydrographiques. Elaboration d'indicateurs appliqués au bassin du Rhône. » Lyon, École normale supérieure. http://theses.fr/2012ENSL0787.

Wiederkehr, Elise, Simon Dufour et Hervé Piégay. 2009. « Caractérisation du corridor naturel alluvial du réseau hydrographique du bassin du Rhône à partir des orthophotographies de l ' IGN . To cite this version : HAL Id : hal-00828828. »

WWC. 2018. « World Water Council Report - 8th World water forum highlights. » Brasilia: http://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/2018-11/Outcomes-of-8th-WWForum_WEB.pdf.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Processus de recherche et structuration de la thèse (réalisation : GP) 16
Figure 2. Secteur du château de Brissac : (A) Carte de Cassini ; (B) Carte de l'Etat-Major (Source : geoportail.fr) 25
Figure 3. A) Rapport de l'ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées concernant le règlement de l'Aubance 26
Figure 4. Cadastre napoléonien de Brissac (1824, Sources : GEOPAL - Archives départementales du Maine-et-Loire) 26
Figure 5. Plan de situation du secteur du Château de Brissac lié à une demande d'abaissement du niveau d'eau (A) Plan général ; (B) Zoom sur le plan et le commentaire "assainir 35 hectares" – cercle noir (1881, Source : Archives départementales du Maine-et-Loire) 27
Figure 6. Cartographie des moulins à eau de l'Aubance et du Couasnon 31
Figure 7. Frise chronologique de l'activité des moulins à eaux sur le Couasnon et l'Aubance 32
Figure 8. Cadastre napoléonien du domaine de Launey Baffert - Chavaignes (1824) 1) « Le Vivier » ; 2) Château de Launey Baffert et rivière mise en paysage ; 3) Le Couasnon (Source : GEOPAL, réalisation : GP) 35
Figure 9. Frise chronologique des principales lois impactant la gestion de l'eau en France (Source : legifrance.fr et eaufrance.fr, réalisation : GP) 37
Figure 10. Modèles de rivières prônés par l'AFB (ex ONEMA) - (A) la restauration des continuités écologiques ; (B) la "renaturation" par le reméandrage (Source : ONEMA 2010; ONEMA 2012) 43
Figure 11. Répartition nationale des actions de restauration recensées et par type de restauration : écologique, piscicole et hydraulique (Source : Morandi et Piégay 2011) 46
Figure 12. Le bassin de la Loire et rivières de Bretagne (Source : Agence de l'eau Loire-Bretagne 2015) 53
Figure 13. Etat d'avancement des SAGE - SDAGE 2016-2021 (Source : AE-LB) 54
Figure 14. Le sous-bassin Loire aval et côtiers vendéens (Source : AE LB) 55
Figure 15. Répartition des mesures par domaine - sous bassin Loire aval et côtiers vendéens (Source : AE LB 2016) 56
Figure 16. Obstacles à l'écoulement en Anjou (Source : ROE - AFB – réalisation : GP) 57
Figure 17. Photographie aérienne de l'Aubance au niveau de Murs-Erignée – inondation par le Louet, un bras de la Loire (27/02/1977) - (Source : d'après remonterletemps.ign.fr) 59
Figure 18. Les flux unidirectionnels et la dimension longitudinale des systèmes fluviaux. a) la zonation de Schumm (1977) ; b) le concept de continuum fluvial (Vannote et al 1980) Source : Amoros et Petts 1993 62
Figure 19. Emboitement schématisé de l'hydrosystème fluvial dans le système fluvial (source : Parrot & al, 2013 - d'après Amoros et Petts, 1993) 64
Figure 20. La "balance de Lane" (d'après Lane 1955 *in* Malavoi et Bravard 2010) 65
Figure 21. L'espace de liberté (pointillés) dans l'hydrosystème (source : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse) 65
Figure 22. Ordination de Gravelius (1914), Horton (1945), Strahler (1957) et Shreve (1966), Source : Meurer (2008) 67
Figure 23. Nombre de thèses recensées dans la base de données *theses.fr* portant sur les hydrosystèmes par disciplines (1985-2018) Source : *theses.fr* 69
Figure 24. Carte du nombre de thèses soutenues et en cours de préparation portant sur les hydrosystèmes par villes de France (1985-2018) ; Source : *theses.fr* ; Réalisation : GP 71

Figure 25. Nombre de thèses soutenues par discipline et par année (Source : *theses.fr*) 74
Figure 26. Nombre de publications faisant mention du terme "hydrosystème" (ou "hydrosystem") dans 5 plateformes de littérature scientifique (par année : 2007-2018)..... 79
Figure 27. Concepts de la TVB tels que définis par le Grenelle de l'environnement (Source : d'après CEMAGREF *in* DREAL 2013) 93
Figure 28. Interdiction d'accès aux rives du Couasnon marquée par une clôture et un panneau de signalisation - Commune de Fontaine-Guérin (GP - 24/07/2018)..... 108
Figure 29. Démarche multiscalaire - types d'approches et apports des différentes échelles 110
Figure 30. Cadre méthodologique pour la réalisation d'un atlas de paysages (Source : Luginbühl 1994 *in* Ministère de l'Ecologie du Développement durable et de l'Énergie 2015) 111
Figure 31. Contexte des sites d'étude dans le Maine-et-Loire (Région Pays de la Loire) ; Réalisation : GP 112
Figure 32. Les unités paysagères du Maine-et-Loire (Source : d'après la DREAL PdL)..... 113
Figure 33. Carte de localisation de l'unité paysagère "Les plaines et les coteaux du Saumurois" (Source : DREAL PdL) 116
Figure 34. Bloc-diagramme de l'unité paysagère "Les plaines et les coteaux du Saumurois" (Source : DREAL PdL) 117
Figure 35. Paysage caractéristique des plateaux du Saumurois en amont de l'Aubance - commune de Chemellier (Source : Guillaume PAYSANT – avril 2017) 118
Figure 36. Cultures de blé encadrées de formation boisée en Amont de l'Aubance - Commune de Louerre (Source : Guillaume PAYSANT - avril 2017)..... 118
Figure 37. Paysage caractéristique des coteaux viticoles de l'Aubance - commune de Murs-Erigné (l'Aubance se devine grâce à la ripisylve en pied de coteaux) (Source : Guillaume PAYSANT - 2017) 120
Figure 38. Carte de localisation de l'unité paysagère "Les coteaux du Layon et de l'Aubance" (Source : DREAL PdL) 121
Figure 39. Bloc-diagramme de l'unité paysagère "Les coteaux du Layon et de l'Aubance" (Source : DREAL PdL) 122
Figure 40. Grandes parcelles et boisements caractéristiques des plateaux du Baugeois - commune d'Auverse (Source : Guillaume PAYSANT - 2018)..... 124
Figure 41. Grande parcelle sur les versants, fond de vallée consacré à la populiculture - commune de Fontaine-Guérin (Source : Guillaume PAYSANT 2017)..... 124
Figure 42. Carte de localisation de l'unité paysagère "Les plateaux du Baugeois" (Source : DREAL PdL) 125
Figure 43. Bloc-diagramme de l'unité paysagère "Les plateaux du Baugeois" (Source : DREAL PdL). 126
Figure 44. (A) Lavoir cité comme source de l'Aubance (Louerre – Guillaume PAYSANT 17/06/2016) ; (B) Vue sur le lieux dit "Les Auversettes" cité comme source du Couasnon (Auverse - Guillaume PAYSANT 01/12/2015)..... 131
Figure 45. Bassin versant de l'Aubance : g. Photographie aérienne de 2016 et altimétrie ; d. Carte géologique simplifiée) ; en bas : caractéristiques de l'Aubance et de son bassin versant (rivière : longueur, module, rang Strahler) – (réalisation : GP) 133
Figure 46. Sectorisation de l'Aubance (réalisation : GP) 136
Figure 47. Bassin versant du Couasnon : g. Photographie aérienne de 2016 et altimétrie ; d. Carte géologique simplifiée ; en bas : caractéristiques du Couasnon et de son bassin versant (rivière : longueur, module, rang Strahler) – (réalisation : GP) 138
Figure 48. Sectorisation du Couasnon (réalisation : GP)..... 139
Figure 49. Plans d'eau des anciennes carrières de faluns (*m2*), Couasnon amont. A. Carte géologique (1/50 000e) ; B. Carte topographique (1/25 000e). Source : BRGM, IGN, d'après geoportail.fr 140

Figure 50. Exemple de plan parcellaire de l'Aubance avec projet de rectification (1/2 500e , 1975) A) Page de garde du plan parcellaire ; B) Exemple de secteur concerné par un projet de rectification (Source : Syndicat Mixte du Bassin de l'Authion et de ses Affluents) 149
Figure 51. Couverture des plans parcellaires des rivières étudiées - A) Aubance ; B) Couasnon 150
Figure 52. Superposition de la photographie aérienne historique au plan parcellaire sur lequel le projet de rectification est tracé 151
Figure 53. Présentation de la donnée du SMBAA sur le tracé du Couasnon et comparaison avec la BD TOPO® de l'IGN (réalisation : GP) 152
Figure 54. Classification en grandes formes de relief par TPI et indice de pentes (source : d'après Jenness 2005 *in* Germaine 2009) 154
Figure 55. Principe de "Dilatation-Erosion" (réalisation : GP) 155
Figure 56. Donnée de l'Atlas des zones inondables 49 (délimitation rouge) – secteur de Brissac-Quincé (Aubance) - A) donnée d'origine ; B) Après fonction "dilatation-érosion" (Source : SCAN25® - IGN©) 155
Figure 57. Atlas zone inondable (tracé bleu foncé) ne couvre pas la partie aval du Couasnon (Source : IGN, DDT49) 156
Figure 58. Plus Hautes Eaux Connues de l'Authion et zone tampon de 300 m du Couasnon (Source : IGN, DDT49) 156
Figure 59. Donnée finale de la plaine alluviale du Couasnon (Source : IGN, DDT49) 157
Figure 60. Paléochenal révélé par l'hydromorphie du sol dans une parcelle cultivée en 2012 (Aubance), réalisation : GP 159
Figure 61. Paléochenal révélé par l'hydromorphie du sol dans une peupleraie en 2012 (Couasnon), réalisation : GP 159
Figure 62. Schéma explicatif de constitution des couches d'occupation du sol et éléments associés – exemple sur un secteur aval du Couasnon (réalisation : GP) 163
Figure 63. Occupation du sol de l'Aubance et du Couasnon en 1950 et 2016 (réalisation : GP) 171
Figure 64. Quantification des changements d'OCS des deux plaines alluviales (1950-2016) - réalisation : GP 172
Figure 65. Exemple des effets de la restructuration du parcellaire dans la plaine alluviale du Couasnon entre 1950 (polygone blanc) et 2016 (reste de l'image) - Beaufort-en-Vallée (réalisation : GP) 175
Figure 66. Boites à moustache de densité de parcelles aux deux dates 176
Figure 67. Cartographie de l'indice de densité de parcelles - 1950-2016 (réalisation : GP) 177
Figure 68. Illustration du boisement du fond de vallée - Fontaine-Guérin (BV du Couasnon) - réalisation : GP 178
Figure 69. Méthode de traitement des surfaces boisées par la calculatrice Raster (réalisation : GP) 179
Figure 70. Évolution des surfaces boisées dans la plaine alluviale de l'Aubance (1950-2016) - réalisation : GP 180
Figure 71. Évolution des surfaces boisées dans la plaine alluviale du Couasnon (1950-2016) - réalisation : GP 181
Figure 72. Évolution des linéaires de haies 1950-2016 - cas de l'aval de l'Aubance (Denée – confluence avec le Louet) - (réalisation : GP) 183
Figure 73. Schéma illustrant la prise en compte de la connectivité des haies 184
Figure 74. Boites à moustache de densité (1) et de connectivité (2) des haies aux deux dates 184
Figure 75. Indicateurs de densité et de connectivité des haies en 1950 et 2016 (réalisation : GP) ... 186
Figure 76. Schéma de construction des unités spatiales régulières (=boites d'analyse) en 6 étapes sous SIG (réalisation : GP) 190
Figure 77. Résultat du découpage du Couasnon en 87 unités spatiales (orange, plaine alluviale en bleu) (Source : IGN®) - réalisation : GP 191

Figure 78. Résumé des 13 variables intégrées à l'analyse statistique multivariée (réalisation : GP) . 192
Figure 79. Cercle des corrélations (gauche) et graphe des individus (droite) - Axe 1 et 2 196
Figure 80. Profil atypique de l'individu 117 sur les axes 3-4 (gauche) et 4-5 (droite)..... 197
Figure 81. Localisation de l'individu 117, écartée de l'ACP (réalisation : GP) 198
Figure 82. Contribution des axes de l'ACP – 74.4% de l'inertie expliquée par les 5 premiers axes.... 198
Figure 83. Cercle des corrélations (gauche) et graphe des individus (droite) de l'ACP – axes 1 et 2 (1ère ligne) – 3 et 4 (2e ligne) – 4 et 5 (3e ligne) 200
Figure 84. Arbre de la classification hiérarchique (gauche) et classification des individus - vue en 2D (droite)..... 202
Figure 85. Classification des individus - vue en 3D..... 202
Figure 86. Schéma d'imbrication variables/classes/faciès paysagers pour la caractérisation des trajectoires paysagères (réalisation : GP)..... 204
Figure 87. Cartographie et synthèse du résultat de l'ACP et la CAH - segmentation en faciès paysagers (1950) - (réalisation : GP) 206
Figure 88. Schéma des faciès paysagers de 1950 (réalisation : GP)..... 206
Figure 89. Cartographie et synthèse du résultat de l'ACP et la CAH - segmentation en faciès paysagers (2016) - (réalisation : GP) 208
Figure 90. Schéma des faciès paysagers de 2016 (réalisation : GP)..... 209
Figure 91. Cartographie des unités spatiales stables (n'ayant pas changé de faciès paysagers entre 1950 et 2016) - (réalisation : GP) 210
Figure 92. Cartographie des changements majeurs de classes (n=>6) - (réalisation : GP) 211
Figure 93. Cartographie des trajectoires paysagères - (réalisation : GP)..... 213
Figure 94. Localisation des secteurs étudiés au sein des trajectoires paysagères..... 224
Figure 95. 1. Localisation du secteur 1 ; 2. Faciès paysagers concernés - amont de l'Aubance 225
Figure 96. Décomposition de la trajectoire paysagère du secteur amont de l'Aubance (réalisation : GP) 227
Figure 97. Secteur modifié en amont de l'Aubance – partiteur en rouge A. Carte Etat Major (1820-1866) ; B. Carte IGN actuelle (Source : remonterletemps.ign.fr 229
Figure 98. Partiteur de débit sur l'Aubance à Louerre (Source : GP – 05/07/2017) 229
Figure 99. Cultures de blé de part et d'autre de l'Aubance (Source : GP - 05/07/2017) 229
Figure 100. Profils en travers de l'ancienne Aubance et de l'Aubance actuelle (secteur S1) - (réalisation : GP) 230
Figure 101. Ancienne Aubance à l'endroit du profil en travers n°2. g. Haie dissimulant l'ancienne Aubance ; d. lit de l'ancienne Aubance (Guillaume PAYSANT) 231
Figure 102. Recomposition foncière des parcelles du bassin de l'Aubance sur le secteur de Louerre/Grézillé (réalisation : GP)..... 233
Figure 103. Rapport des "travaux connexes au remembrement" – Ministère de l'Agriculture/Association foncière de Grézillé (Source : Archives de la commune de Gennes Val de Loire)..... 234
Figure 104. Schémas de synthèse des trajectoires paysagères du site de Louerre/Grézillé en amont de l'Aubance (réalisation : GP) 236
Figure 105. 1. Localisation du secteur 2 ; 2. Faciès paysagers concernés – Couasnon médian..... 237
Figure 106. Décomposition de la trajectoire paysagère du secteur de Fontaine-Guérin du Couasnon (réalisation : GP) 238
Figure 107. Allée du Château de Chappe (Fontaine-Guérin, 01/12/2015, GP)..... 240
Figure 108. Vue panoramique de la forêt de Fontaine-Guérin (en arrière plan) et de ses alentours depuis le fond de vallée du Couasnon (Fontaine-Guérin, 24/06/2016, GP) 240

Figure 109. Recomposition foncière des parcelles du bassin du Couasnon sur le secteur de Fontaine-Guérin (réalisation : GP) 242
Figure 110. Schémas de synthèse des trajectoires paysagères du site de Fontaine-Guérin sur le Couasnon (réalisation : GP) 246
Figure 111. 1. Localisation du secteur 3 ; 2. Faciès paysagers concernés – confluence Aubance/Louet 247
Figure 112. Décomposition de la trajectoire paysagère du secteur de Fontaine-Guérin du Couasnon (réalisation : GP) 248
Figure 113. g. Carte des sentiers de randonnées en Loire-Layon, avec présentation de celui-ci de l'étang de Denée ; d. Partie ouest de l'étang de Denée et pont de D132 (Denée, 11/04/2017, GP) . 249
Figure 114. L'Aubance au niveau de l'étang de Denée, avec pont de la D132 (Denée, 11/04/2017, GP) 250
Figure 115. Recomposition foncière des parcelles du bassin de l'Aubance sur le secteur de Denée (réalisation : GP) 251
Figure 116. Périmètres d'inventaires et de protections du patrimoine naturel et paysager - Secteur de Denée (réalisation : GP) 253
Figure 117. Schémas de synthèse des trajectoires paysagères du site de Denée sur l'Aubance (réalisation : GP) 256
Figure 118. Temporalités et natures des transitions au sein des trajectoires paysagères des 3 secteurs étudiés (réalisation : GP) 259
Figure 119. Essai de cartographie des acteurs impliqués dans la gestion des rivières et interprétation de leurs relations (réalisation : GP) 265
Figure 120. Méthodologie en 3 étapes suivie dans la conduite des entretiens avec les techniciens rivières (réalisation : GP) 275
Figure 121. Localisation du moulin roux et de la Bâte à Vauchrétien (réalisation : GP) 283
Figure 122. Plans d'eau et moulin roux – Aubance (Source : d'après http://remonterletemps.ign.fr/) - (réalisation : GP) 284
Figure 123. L'Aubance et les étangs au lieu-dit "la basse Bâte" (Vauchrétien, 22/01/2018, GP) 284
Figure 124. L'Aubance au moulin roux, visible en arrière plan (Vauchrétien, 14/05/2019, GP) 285
Figure 125. Rapport de séance pour le cas des étangs de la Bâte - Tribunal administratif de Nantes (2012) 286
Figure 126. Localisation du secteur réaménagé de Singé, à Pontigné (réalisation : GP) 287
Figure 127. Situation du site de Singé en 1979 – Couasnon (réalisation : GP) 288
Figure 128. Travaux de rectification sur le secteur de Singé : A.1983 ; B. 2013 (©IGN - remonterletemps.ign.fr) - (réalisation : GP) 288
Figure 129. Travaux de renaturation sur le Couasnon (Sources : SMBAA, GP) 289
Figure 130. Évolution du Couasnon sur le secteur de Singé : A.1979 ; B.1983 ; C .2016 (©IGN – remonterletemps.ign.fr) - (réalisation : GP) 290
Figure 131. A.Cadastre napoléonien (1836, GEOPAL) ; B.Photographie aérienne historique du site de Singé (1979, ©IGN) - (réalisation : GP) 290
Figure 132. Vue sur le secteur de Singé ayant fait l'objet d'une "renaturation". De jeunes peupliers sont visibles en arrière-plan (Singé, commune de Pontigné, 24/07/2018, GP) 291
Figure 133. Article du "Courrier de l'ouest" sur la "renaturation" du Couasnon à Singé (Source : Courrier de l'Ouest) 292
Figure 134. Secteurs potentiels pour une analyse à l'échelle locale des trajectoires paysagères (réalisation : GP) 311
Figure 135. Panneau du projet de restauration de l'Aubance à Saint-Mélaine-sur-Aubance 312

Figure 136. Photographies aériennes obliques (prises par drone) du secteur de l'Aubance en cours de restauration ; g. Avril 2018 ; d. Novembre 2018 (Saint-Mélaine-sur-Aubance, Source : Syndicat Layon Aubance Louets) 313
Figure 137. Création de méandres pendant les travaux de restauration (Saint-Mélaine-sur-Aubance, 19/11/2018, GP) 313
Figure 138. g. L'Aubance canalisée à Saint-Mélaine-sur-Aubance avant les travaux (18/11/2015, GP) ; d. Pendant les travaux (15/05/2019, GP) 314
Figure 139. Cours d'eau de classe 3 de la BD CARTHAGE dans le Grand Ouest et en Loire moyenne (réalisation : GP) 316
Figure 140. Le Couasnon canalisé dans la commune de Beaufort-en-Vallée (Prise de vue d'avant 1907) Source : AD49 317
Figure 141. Canal du Couasnon à Beaufort-en-Vallée (réalisation : GP) 317
Figure 142. Lavoir de Beaufort-en-Vallée g. Non-datée ; d. 2018 (Source : DELCAMPE, Guillaume PAYSANT) 318
Figure 143. "Canal du Couasnon" à Beaufort-en-Vallée. g. : avant 1907 d. : 2018 (Source : DELCAMPE, Guillaume PAYSANT) 318
Figure 144. Le canal du Couasnon pollué à Beaufort-en-Vallée - 24/05/2018 (Source : GP) 318

TABLE DES TABLEAUX

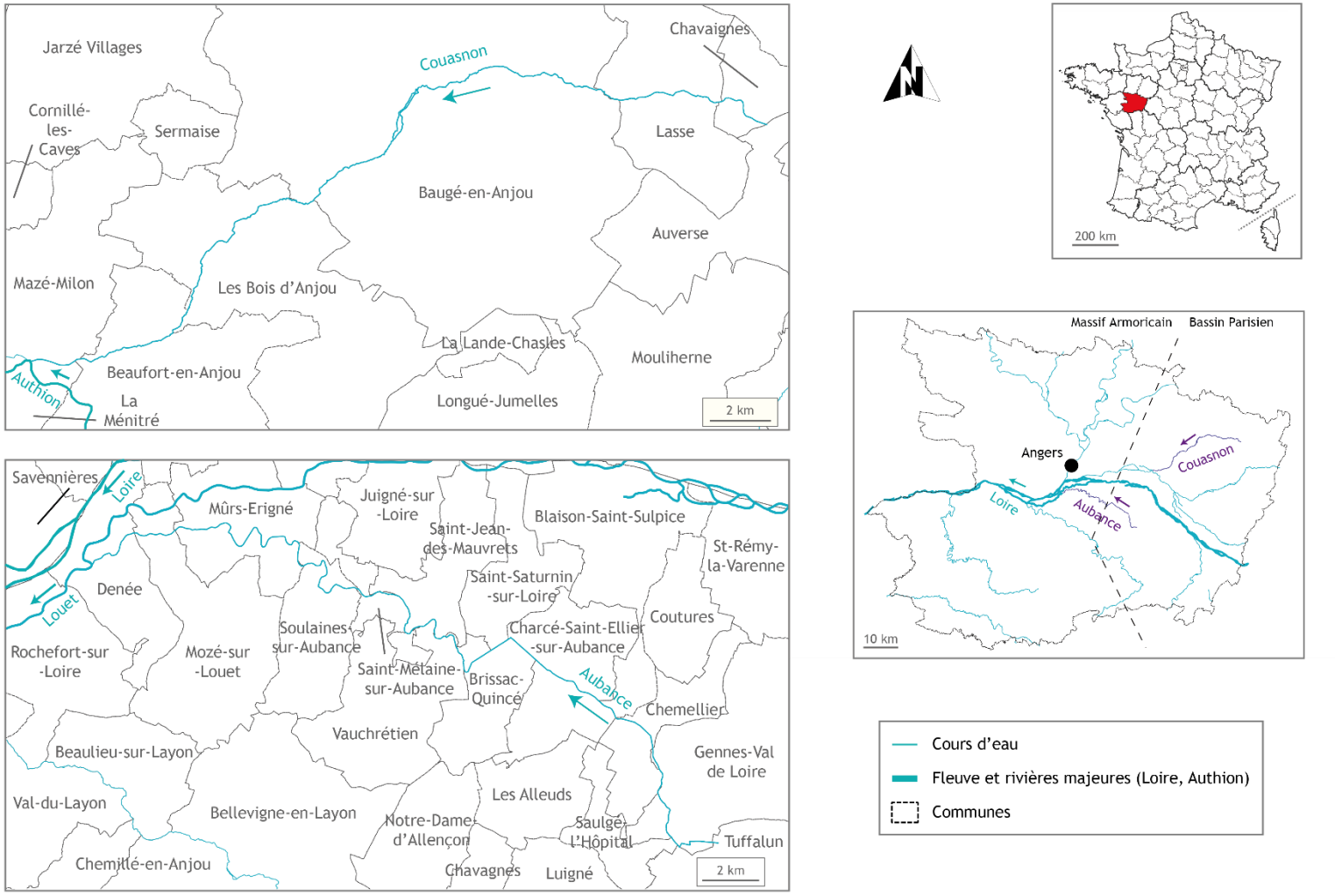
Tableau 1. Etats et activités des moulins à eau de l'Aubance et du Couasnon 33
Tableau 2. Recensement des obstacles à l'écoulement sur l'Aubance et le Couasnon (Source : ROE – AFB) 58
Tableau 3. Nombre de publications dans les bases de données francophones et anglophones 68
Tableau 4. Les 10 revues accueillant le plus de publications sur les hydrosystèmes (OpenEdition) 76
Tableau 5. Domaines des articles traitant des hydrosystèmes sur la plateforme HAL 77
Tableau 6. Caractéristiques hydrologiques d'exemples de "petites rivières" ou de cours d'eau "de faible énergie" par rapport à celles des deux cas d'étude : l'Aubance et le Couasnon 84
Tableau 7. Synthèse des apports des concepts mobilisés dans cette recherche..... 98
Tableau 8. Recensement des dates d'acquisition des photographies aériennes utilisées pour caractériser le paysage du fond de vallée. 161
Tableau 9. Exemples de problèmes rencontrés lors de la délimitation du parcellaire d'usage..... 165
Tableau 10. Exemple d'éléments caractérisés grâce à la photo-interprétation "manuelle" 166
Tableau 11. Bilan de la vectorisation par photo-interprétation 168
Tableau 12. Matrice de transition de l'occupation du sol de l'Aubance (1950-2016) 174
Tableau 13. Matrice de transition de l'occupation du sol du Couasnon (1950-2016) 174
Tableau 14. Synthèse statistique de l'évolution de la densité de parcelle (Aubance et Couasnon - 1950 et 2016) 176
Tableau 15. Tableau des corrélations des individus de 1950 pour l'Aubance et le Couasnon (vert = corrélations positives ; rouge = corrélations négatives) 194
Tableau 16. Tableau des corrélations des individus de 2016 pour l'Aubance et le Couasnon (vert = corrélations positives ; rouge = corrélation négative) 195
Tableau 17. Écarts à la moyenne de l'individu n°117 comparé à l'ensemble des individus 197
Tableau 18. Contribution des variables pour les cinq premiers axes (en vert et gras les plus fortes contributions) 201
Tableau 19. Profils des deux techniciens de rivières enquêtés..... 279

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1. Présentation des deux terrains d'étude – l'Aubance et le Couasnon en Anjou (département du Maine-et-Loire – 49)..... 362
Annexe 2. Synthèse des lois (et de leurs outils) concernant la gestion de l'eau (Source : legifrance.fr et eaufrance.fr)..... 363
Annexe 3. Magazine communal "Vivre à Chalonnes" n°20 (dec 2014-janv,fev 2015) (A) Page de garde ; (B) Edito de Mme la Maire de Chalonnes-sur-Loire ; (C) Première page du dossier sur l'étang ; (D) Deuxième page du dossier sur l'étang de Chalonnes-sur-Loire (Source : Ville de Chalonnes-sur-Loire 2015)..... 366
Annexe 4. Chalonnes-sur-Loire - Quand le plan d'eau se met au régime sec (Courrier de l'Ouest du 23/07/2015) 367
Annexe 5. Des travaux envisagés au plan d'eau (Ouest France du 28/11/2016)..... 368
Annexe 6. Traitement de l'export des thèses répondant à la requête "hydrosystème" sur theses.fr 369
Annexe 7. Universités dans lesquelles s'effectuent les thèses sur les hydrosystèmes (1985-2018) Source : theses.fr..... 371
Annexe 8. Recensement des articles présents sur cairn.info (SHS) traitant des hydrosystèmes 372
Annexe 9. Détail des revues contenant les publications sur les hydrosystèmes (OpenEdition) 373
Annexe 10. Nombre de publications sur les hydrosystèmes par disciplines (Springer - SpringerLink) 375
Annexe 11. Nombre de publications sur les hydrosystèmes par les 10 revues les plus sollicitées (Elsevier - ScienceDirect)..... 375
Annexe 12. Définition de la Trame Verte et Bleue (Source : trameverteetbleue.fr) 376
Annexe 13. Carte des familles géographiques et des unités paysagères des Pays de la Loire (Source : DREAL Pays de la Loire) 377
Annexe 14. Chaine de traitements n°1 – segmentation des rivières en unités spatiales régulières (boites d'analyses) – réalisation : GP..... 378
Annexe 15. Chaine de traitements n°2 – intégration des variables liées au talweg et à la morphologie de la plaine alluviale - réalisation : GP..... 379
Annexe 16. Chaine de traitements n°3 – intégration des vatiables liées à l'occupation du sol - réalisation : GP 380
Annexe 17. Chaine de traitements n°4 – Analyse multivariée et segmentation en faciès paysagers - réalisation : GP 381
Annexe 18. Représentation graphique des corrélations des 13 variables de l'Aubance et du Couasnon (h. 1950, b. 2016) 382
Annexe 19. Code R pour l'analyse multivariée des trajectoires paysagères (ACP et CAH) - réalisation : GP 383
Annexe 20. Grille d'entretien 384

ANNEXES

Annexe 1. Présentation des deux terrains d'étude – l'Aubance et le Couasnon en Anjou (département du Maine-et-Loire – 49)



Sources : BD TOPO® ; GEOFLA® - ©IGN. Réalisation : Guillaume PAYSANT (UMR ESO ANGERS 6590 CNRS/Agrocampus-Ouest - 2019)

Annexe 2. Synthèse des lois (et de leurs outils) concernant la gestion de l'eau (Source : legifrance.fr et eaufrance.fr)

- **La loi sur l'eau du 16 décembre 1964** : Les agences de l'eau et les comités de bassin sont créés et permettent ainsi une décentralisation de la gestion de l'eau, organisée par bassin versant.

Les agences de l'eau : *Etablissements publics du ministère en charge du développement durable, les agences de l'eau ont pour missions de contribuer à réduire les pollutions de toutes origines et à protéger les ressources en eau et les milieux aquatiques. On dénombre actuellement six agences de l'eau*[170]*. Les agences de l'eau perçoivent des redevances qu'elles redistribuent sous formes d'aides à destination des décideurs locaux ou maîtres d'ouvrage (collectivités, industriels, agriculteurs) pour la réalisation de travaux, recherches et de travaux d'intérêt commun*[171]*.*

Les comités de bassin *: Assemblée de différents types d'acteurs du bassin concerné, publics comme privés, qui vont débattre et définir de façon concertée les grands axes de la politique de l'eau à l'échelle de leur territoire. Il existe actuellement sept grands bassins hydrographiques français.*

- **La loi sur l'eau du 3 janvier 1992** : l'eau est reconnue comme « patrimoine commun de la Nation ». Cette loi fixe un impératif de protection de la qualité et de la quantité des ressources en eau et met ainsi de nouveaux outils en place : Les SDAGE et les SAGE.

SDAGE – Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux : *Instrument de planification qui fixe les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau pour chaque bassin hydrographique. Cette gestion est guidée par l'intérêt général et dans le respect de la Directive Cadre sur l'Eau et des différentes lois sur l'eau. Il détermine les objectifs environnementaux à atteindre ainsi que les aménagements et dispositions qui y sont associés. Enfin, il désigne les sous-bassins qui devront être concernés par un SAGE.*

SAGE – Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux : *document de planification élaboré de manière concertée pour un périmètre hydrographique cohérent. Il fixe les*

[170] Source : http://www.lesagencesdeleau.fr [consulté le 26/08/2018]
[171] Source : http://www.eaufrance.fr/ [consulté le 26/08/2018]

objectifs généraux de la gestion qualitative et quantitative de la ressource en eaux. Il est établi par la Commission Locale de l'Eau (CLE). Cette commission est présidée par un élu local et est composé de trois collèges. Les représentants sont nommés par arrêté préfectoral : collectivités territoriales, groupement de professionnels, les usagers (agriculteurs, industriels, …), les propriétaires fonciers, les associations concernées, l'Etat et ses établissements publics[172].

- **La Directive européenne Cadre sur l'Eau de 2000** (DCE - 23 octobre 2000, transposée en droit français le 21 avril 2004) : Elle vise à donner une cohérence à la politique de l'eau à l'échelle de l'Union Européenne. La gestion et la protection des eaux est faite par bassins hydrographiques européens. Cette directive fixe des objectifs à atteindre quant à la préservation et la restauration des eaux superficielles (eaux douces et côtières). Ces objectifs se déclinent de la manière suivante[173] :
    - Protéger toutes les formes d'eau (eaux de surface, souterraines, intérieures et de transition)
    - Restaurer les écosystèmes à l'intérieur et autour des masses d'eau
    - De réduire la pollution dans les masses d'eau
    - De garantir une utilisation durable de l'eau par les particuliers et les entreprises

- **La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques** (LEMA - 30 décembre 2006) : elle a rénové le cadre de la gestion de l'eau française et apporte de nouvelles orientations : créer les outils nécessaires pour atteindre le « bon état » des eaux fixé par la DCE ; améliorer le service public de l'eau et de l'assainissement ; moderniser l'organisation de la pêche en eaux douces. A travers ses 102 articles et ses réformes de plusieurs codes (de l'environnement, des collectivités territoriales, de la santé

[172] Sources : http://www.gesteau.fr et http://www.eaufrance.fr/ [consulté le 26/08/2018]
[173] Source : https://eur-lex.europa.eu/l [consulté le 26/08/2018]

publique…) elle comprend de nombreuses dispositions (détaillées sur le site de *eaufrance.fr*[174] et *legifrance.gouv.fr*[175])

- **« Loi Grenelle 1 » (n°2009-967 du 3 août 2009)** : intègre la « trame verte et bleue » (TVB) dans le droit français

Trame Verte et Bleue - TVB : *Réseau constitué des continuités écologiques (terrestre et aquatiques) identifiées dans les Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE) et dans les documents de planifications produits par les collectivités territoriales et l'Etat. C'est en 1995 que le Conseil de l'Europe crée le « réseau écologique paneuropéen », les déclinaisons nationales étant censées alimenter celui-ci. Ce concept de « continuités écologiques » répond aux alertes lancées par toute une communauté de chercheurs qui identifient la fragmentation des milieux « naturels » comme étant un facteur majeur du déclin de la biodiversité. Les objectifs de la TVB sont détaillés sur le site du « Centre de ressources de la Trame Verte et Bleue*[176] *» : globalement il s'agit de préserver les habitats ainsi que les connexions et échanges entre ces derniers. Le dernier objectif concerne le paysage se donne pour objectif d' « améliorer la qualité et la diversité des paysages ». La TVB doit être « prise en compte » dans les documents d'urbanisme.*

- **« Loi Grenelle 2 » (n°2010-788 du 12 juillet 2010)** : Engagement national pour l'environnement. Enumère les dispositions pratiques pour l'application de la loi « Grenelle 1 »

[174] http://www.eaufrance.fr/s-informer/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-loi-sur-l-eau-et-les-milieux [consulté le 26/08/2018]
[175] https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171 [consulté le 26/08/2018]

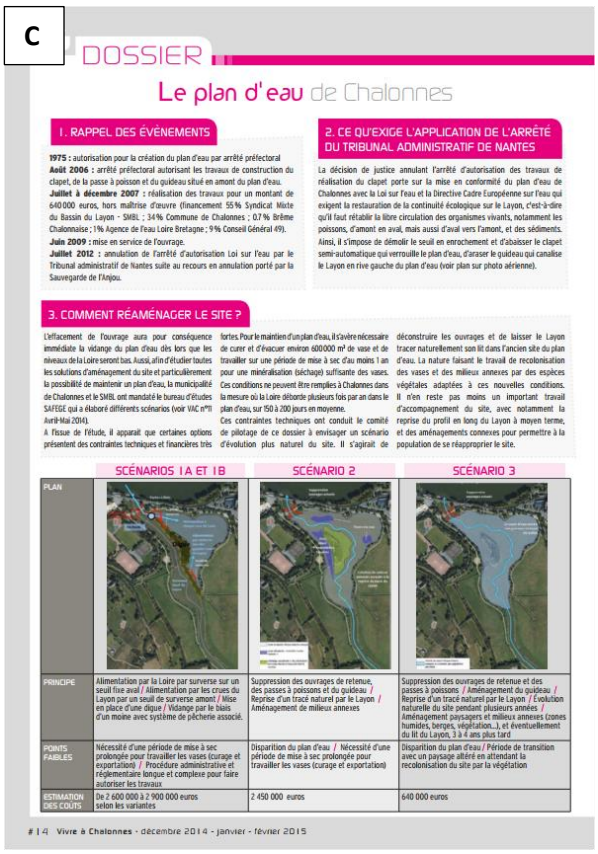
[176] http://www.trameverteetbleue.fr/ [consulté le 28/08/2018]

Annexe 3. Magazine communal "Vivre à Chalonnes" n°20 (dec 2014-janv,fev 2015) (A) Page de garde ; (B) Edito de Mme la Maire de Chalonnes-sur-Loire ; (C) Première page du dossier sur l'étang ; (D) Deuxième page du dossier sur l'étang de Chalonnes-sur-Loire (Source : Ville de Chalonnes-sur-Loire 2015)

A

B

C



D

Annexe 4. Chalonnes-sur-Loire - Quand le plan d'eau se met au régime sec (Courrier de l'Ouest du 23/07/2015)

Recevez gratuitement la lettre d'information générale du Courrier de l'Ouest.
Chaque matin, l'essentiel de l'actu est déjà dans votre boîte mail.
mon.adresse@mail.fr Je m'inscris !

Chalonnes-sur-Loire Quand le plan d'eau se met au régime sec

23.07.2015 19:21 0

#ENVIRONNEMENT (/RUBRIQUE/ENVIRONNEMENT) #CHALONNES-SUR-LOIRE (/LOCALISATION/CHALONNES-SUR-LOIRE)

C'est le sujet dont on cause en ce moment à Chalonnes. Au nom de la loi, le plan d'eau est vidé cet été. Le paysage change.

Partout en France, les clapets de retenue d'eau doivent rester ouverts afin de respecter la loi - la dernière en vigueur - qui impose *« la libre circulation de l'eau et des espèces »*.

A Chalonnes, le plan d'eau qui fait la jonction entre le Layon et la Loire gardait l'eau et ses poissons l'été. Un ouvrage hydraulique (une passe à poissons), qui avait coûté plus de 600 000 euros aux contribuables, facilitait la retenue d'eau depuis moins de dix ans. Ces travaux n'auront pas servi longtemps.

Les promeneurs sont surpris par le paysage qu'ils découvrent. Marthe, une septuagénaire, continue de promener son chien sur le chemin piéton qui borde le plan d'eau. *« C'était tellement beau avant »*, regrette-t-elle.

Aujourd'hui, ce n'est plus qu'un immense champ de vase.

« C'est une bêtise énorme. Nous constatons une recrudescence des moustiques. Sans compter les odeurs qui arrivent et qui sont insupportables » dénonce un propriétaire.

Vendredi dans Le Courrier de l'Ouest à télécharger ici (http://journal.courrierdelouest.fr/?utm_source=cofr&utm_medium=pied-article)

Annexe 5. Des travaux envisagés au plan d'eau (Ouest France du 28/11/2016)

Des travaux envisagés au plan d'eau

28/11/16. O
Chalonnes Ha

A la suite des modifications intervenues au 1er janvier 2016 (création de communes nouvelles, suppression de la Communauté de communes, changement de compétences…), le Syndicat intercommunal de la Vallée du Louet a fusionné avec les syndicats du bassin du Layon, de l'Aubance et du Petit Louet, pour créer le Syndicat Layon Aubance Louet.

Lors de l'assemblée générale de la Brème, Ludovic Peaud, du Syndicat Layon Aubance Louet, est revenu sur les travaux intervenus en 2015 au plan d'eau : l'arasement du guide eau à l'amont du plan d'eau, l'intervention sur l'ancien enrochement à côté du clapet, la mise à plat du clapet pour une mise en conformité à la suite de la décision préfectorale. Il a rappelé qu'auparavant, tout devait être arasé et laissé en l'état. Des discussions ont eu lieu entre les municipalités, le syndicat et la Brème chalonnaise, et des aménagements sont envisagés.

Ludovic Peaud indique que « *rien ne sera fait au cours des six premiers mois de cette année. Il est indispensable de retravailler avec les municipalités avant d'envisager les travaux* ». Il a cependant rassuré les membres de la Brème chalonnaise en leur précisant que les budgets sont prévus pour l'exercice 2016. « *Un projet présenté sera d'ici quelques mois, et une première tranche de travaux débutera en septembre ou octobre* », affirme Ludovic Peaud.

Une phase de travaux devrait être réalisée à l'automne 2016.

« Arrêter de faire et défaire »

Un groupe de travail sera constitué avec les membres de l'association. « *L'objectif du syndicat est de faire avancer les dossiers. Un changement a eu lieu avec l'abaissement du clapet ; aussi, nous créons un nouveau projet* », termine le représentant du Syndicat Layon Aubance Louet.

Raphaël Wurster, président de la Brème chalonnaise estime pour sa part qu' « *il est en effet nécessaire d'attendre avant de faire des travaux. Il faut arrêter de faire et de défaire. Il faut attendre de voir comment se comporte la rivière avant d'envisager quelque aménagement* ».

Annexe 6. Traitement de l'export des thèses répondant à la requête "hydrosystème" sur theses.fr

Chaque université renseigne la discipline de la thèse, ces informations sont ensuite captées par l'Abes. Ainsi, il suffit que les dénominations aient de légères variantes ou des associations de disciplines (exemple : « hydrologie, hydrochimie, sols, environnement ») ou encore emploient des majuscules ou des minuscules, une virgule à la place de « et », etc., et le nombre de disciplines recensées s'en trouve renforcé. Le problème réside dans le fait qu'il n'y a pas d'homogénéité dans la manière avec laquelle les universités remplissent les informations liées aux thèses (nom de l'université, de la discipline, …) laissant la place à des erreurs et des informations hétérogènes dans leur forme (exemple : « Sciences biologiques et fondamentales appliquées. Psychologie » pour les universités de Savoie Mont Blanc et Université Joseph Fourier de Grenoble). Le terme « Psychologie » ne semble pas avoir sa place dans la définition de cette discipline qui semble éloignée des « sciences biologiques » à laquelle elle est adossée, et dont les titres des thèses se rattachent[177].

Afin d'étudier la répartition de la production de thèses dans les différentes disciplines, il a fallu se contraindre à un exercice de « fusion » de disciplines en catégories plus larges (. Le regroupement des disciplines est un exercice quelque peu délicat et arbitraire. Il faut composer avec les associations de disciplines que les universités ont complété d'une part, tout en simplifiant au maximum les listes, le tout sans créer d'incohérences. Initialement, les 193 thèses traitant des hydrosystèmes étaient réparties dans 103 disciplines. Suite au regroupement, les thèses s'inscrivent dans 8 catégories de disciplines. Le tableau ci-dessous présente les « fusions » de disciplines réalisées (ci-dessous). Les disciplines n'ayant pas été l'objet de regroupement (qui ont été conservées telles quelles) sont directement intégrées au graphique de la figure 23 p.69.

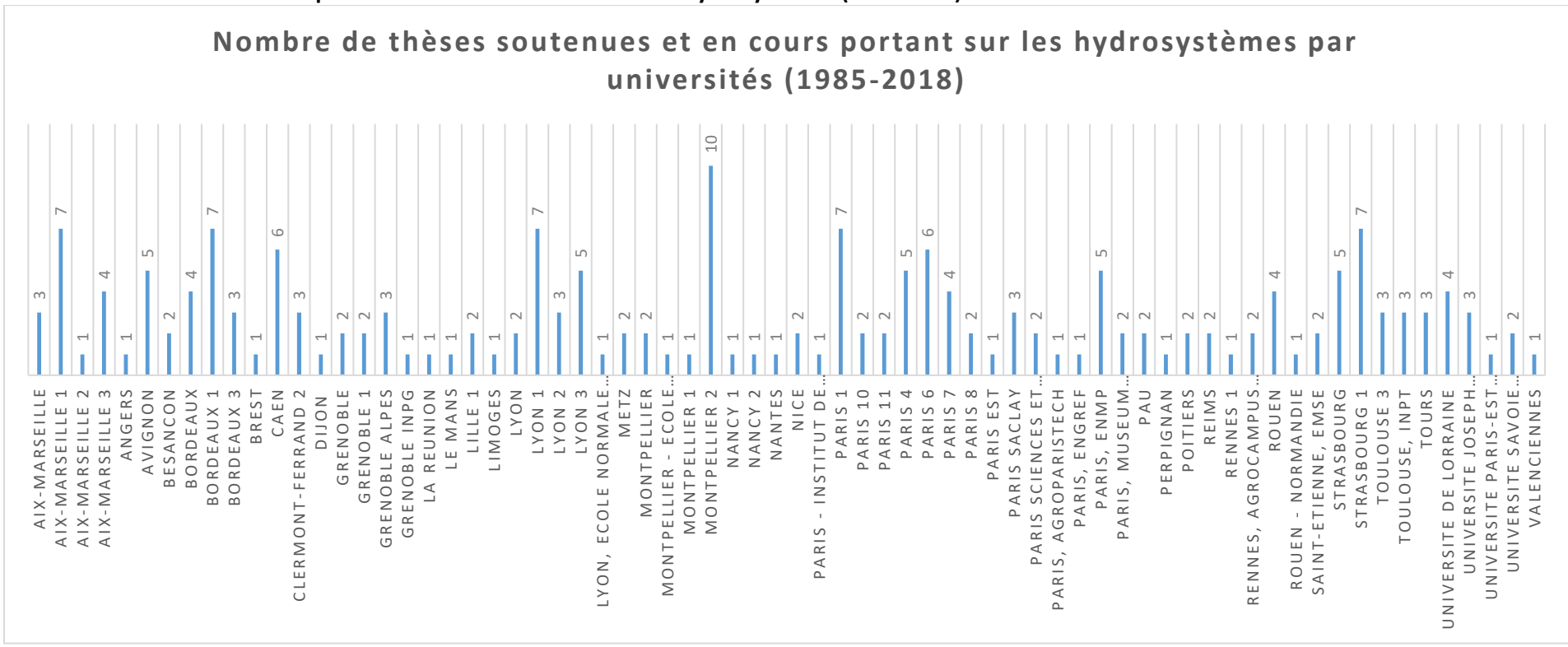
Catégories de disciplines créées	Disciplines regroupées (telles que citées sur *theses.fr*)
Ecologie, biologie	écologie évolutive, écologie microbienne, écologie végétale, écologie, éthologie, hydrobiologie, hydrologie, algologie, hydroécologie, sciences de la vie, sciences du vivant, géosciences, microbiologie, biologie marine, sciences de l'environnement écotoxicologie, sciences et génie de l'environnement, écologie des eaux douces, sciences de l'environnement marin, biologie, agronomie, environnement

[177] Titres des thèses concernées : « *Fusion d'images et télédétection en écologie du paysage : application à l'étude structurale d'un corridor fluvial alpin* » de Garguet-Duport (1994) et « *Rôle de l'interface rivière-nappe dans la régulation des flux de nutriments. Importance des peuplements microbiens et de la biodiversité des invertébrés interstitiels comme descripteurs de l'effet des aménagements* » de Claret (1997)

Géographie, aménagement et urbanisme	géographie, aménagement, urbanisme, géographie humaine, géographie physique, humaine, économique et régionale, géomorphologie, reliefs, dynamiques de la surface
Hydrologie, hydrochimie, sols, environnement	hydrologie et hydrogéologie quantitative, océan, atmosphère, hydrologie, physique et chimie de la Terre, science de la terre spécialité hydrogéologie, sciences de la terre et de l'eau, sciences de la terre, de l'univers, géochimie, sciences de l'univers, terre, océan, espace, terre solide, géodynamique des enveloppes supérieures, paléobiosphère, sciences de l'image, géochimie de l'environnement et écotoxicologie, géosciences de l'environnement, géosciences et géoingénierie, chimie et microbiologie de l'eau, eaux continentales et société, chimie analytique et environnement, pedologie

Tableau de regroupement des disciplines pour l'analyse de la recherche sur les hydrosystèmes

Annexe 7. Universités dans lesquelles s'effectuent les thèses sur les hydrosystèmes (1985-2018) Source : theses.fr



Annexe 8. Recensement des articles présents sur cairn.info (SHS) traitant des hydrosystèmes

Disciplines	Nombre d'articles (brut)	Part d'articles (%)
Géographie	119	46,5
Sociologie et société	45	17,6
Economie, Gestion	40	15,6
Histoire	24	9,4
Sciences politiques	14	5,5
Philosophie	5	2,0
Droit	5	2,0
Intérêt général	2	0,8
Sciences et techniques	1	0,4
Lettres et linguistiques	1	0,4
Total	256	100

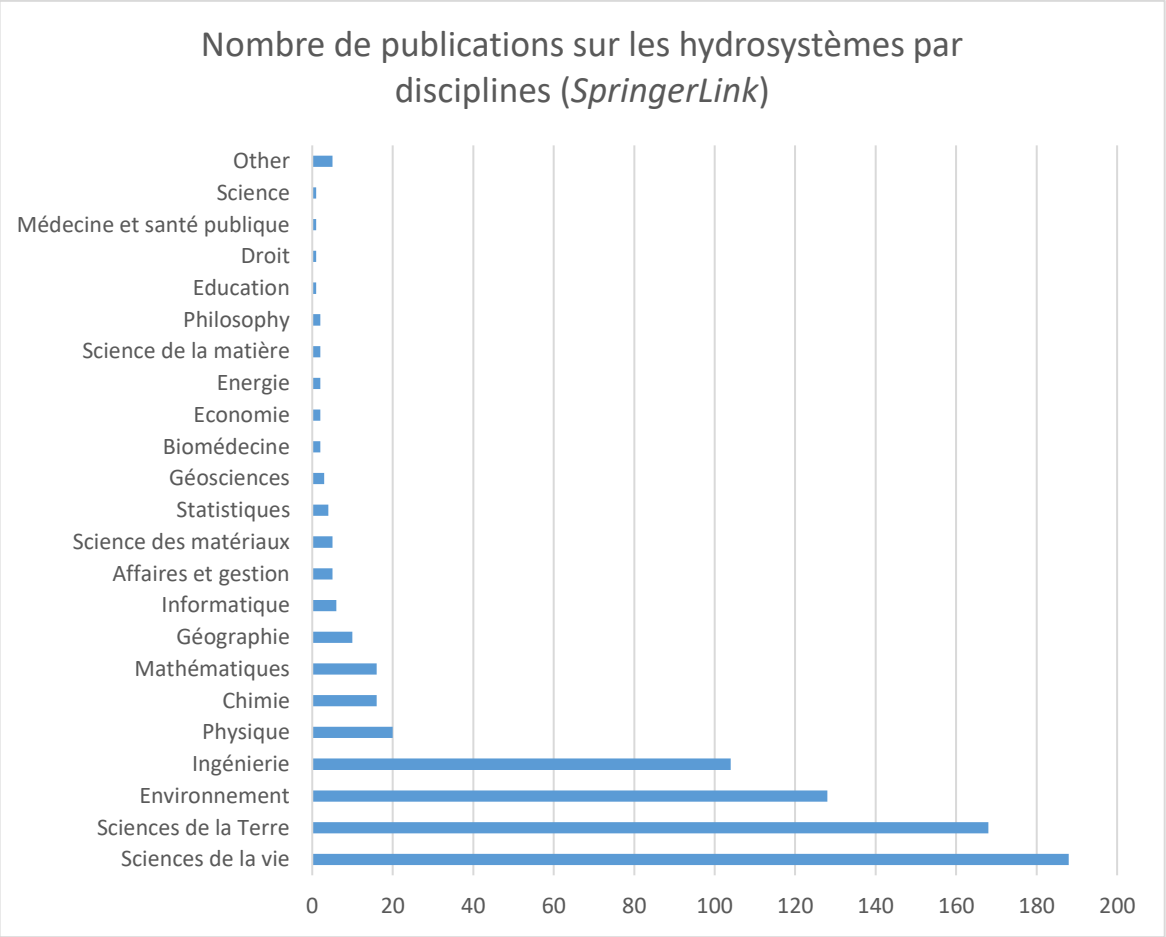
Annexe 9. Détail des revues contenant les publications sur les hydrosystèmes (OpenEdition)[178]

Revues/Livres/Carnets de recherche/Événements scientifiques/Bulletins/Cahiers	Nombre de publications
Géomorphologie : relief, processus, environnement	93
VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement	71
Géocarrefour	51
IRD Éditions	51
Presses universitaires du Septentrion	41
Développement durable et territoires	38
Norois	38
Revue géographique de l'Est	32
Quaternaire	29
Méditerranée	26
CNRS Éditions	23
Calenda	23
Cybergeo : revue européenne de géographie / European journal of geography	21
Physio-Géo	21
Journal of Alpine research/Revue de géographie alpine	17
Revue archéologique du centre de la France	15
Territoire en mouvement	13
EchoGéo	12
Alpara	11
Presses universitaires de Rennes	10
Économie rurale	10
Études rurales	9
Belgeo	8
RésEau P8 - Water network P8	7
Bulletin de l'association de géographes français	6
REPPAVAL	6
Strates	6
La Revue pour l'histoire du CNRS	4
Les Cahiers d'Outre-Mer	4
Les nouvelles de l'archéologie	4
L'Ordinaire des Amériques	4
Revue archéologique de l'Est	4
Sud-Ouest européen	4
ADLFI. Archéologie de la France - Informations	3
ENS Éditions	3
L'Espace Politique	3
Presses de l'Université de Montréal	3
Presses universitaires de Perpignan	3
Afrique : Archéologie et Arts	2
Ancient Caucasus	2
ArcheoSciences	2
Archéopages	2

[178] https://www.openedition.org/ [Consultation le 16/08/2018]

Balkanologie	2
Bulletin du centre d'études médiévales d'Auxerre | BUCEMA	2
Cahiers de recherches médiévales et humanistes	2
Cahiers d'Asie centrale	2
Carnets de géographes	2
Changements environnementaux – Atelier 5 UMR 5600 CNRS	2
Collège de France	2
Dynamiques environnementales info	2
Environnement urbain / Urban Environment	2
Géographie et cultures	2
Histoire de la recherche contemporaine	2
Institut français d'études anatoliennes	2
Memini	2
Netcom	2
Presses de l'Inalco	2
Presses universitaires de Paris Nanterre	2
Revue archéologique de l'Ouest	2
Revue de la régulation	2
Ruralia	2
S-Eau-ciétés	2
Academia	1
ArchéOrient, le blog	1
Blog de l'Institut d'Asie orientale (IAO)	1
CRCV	1
Carnets de la MAE	1
Circulations	1
Effet de SER	1
FESMAR	1
Fondation des sciences du patrimoine	1
GRHAM	1
Histoire Urbaine	1
IRHT	1
Jeunes chercheurs TELEMME	1
LabexMed	1
Le carnet de [VertigO]	1
Le carnet de l'IRMC	1
Les working papers de la FMSH	1
Mission archéologique - delta du Danube	1
Monde de l'aide internationale	1
Mémoires d'Indochine	1
Recherches en géomatique : méthodes, modèles et système spatio-temporels	1
Ressource et changement rapide	1
The place to be ?	1
Vallée de l'Eure : une rivière, des territoires	1

Annexe 10. Nombre de publications sur les hydrosystèmes par disciplines (Springer - SpringerLink)



Annexe 11. Nombre de publications sur les hydrosystèmes par les 10 revues les plus sollicitées (Elsevier - ScienceDirect)

Revue	Nombre d'articles (brut)	Part d'articles (%)
Journal of Hydrology	110	31,9
Science of The Total Environment	75	21,7
Geomorphology	27	7,8
Developments in Water Science	27	7,8
Applied Geochemistry	21	6,1
IFAC Proceedings Volumes	19	5,5
Advances in Water Resources	18	5,2
Comptes Rendus Geoscience	17	4,9
Chemical Geology	16	4,6
Ecological Indicators	15	4,3
Total	345	100

Annexe 12. Définition de la Trame Verte et Bleue (Source : trameverteetbleue.fr179)

La Trame verte et bleue est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de planification de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements. La Trame verte et bleue contribue à l'amélioration de l'état de conservation des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle s'applique à l'ensemble du territoire national à l'exception du milieu marin.

CONTINUITES ECOLOGIQUES : Les continuités écologiques constituant la Trame verte et bleue comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques (articles L.371-1 et R.371-19 du code de l'environnement).

RESERVOIRS DE BIODIVERSITE : Les réservoirs de biodiversité sont des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces.

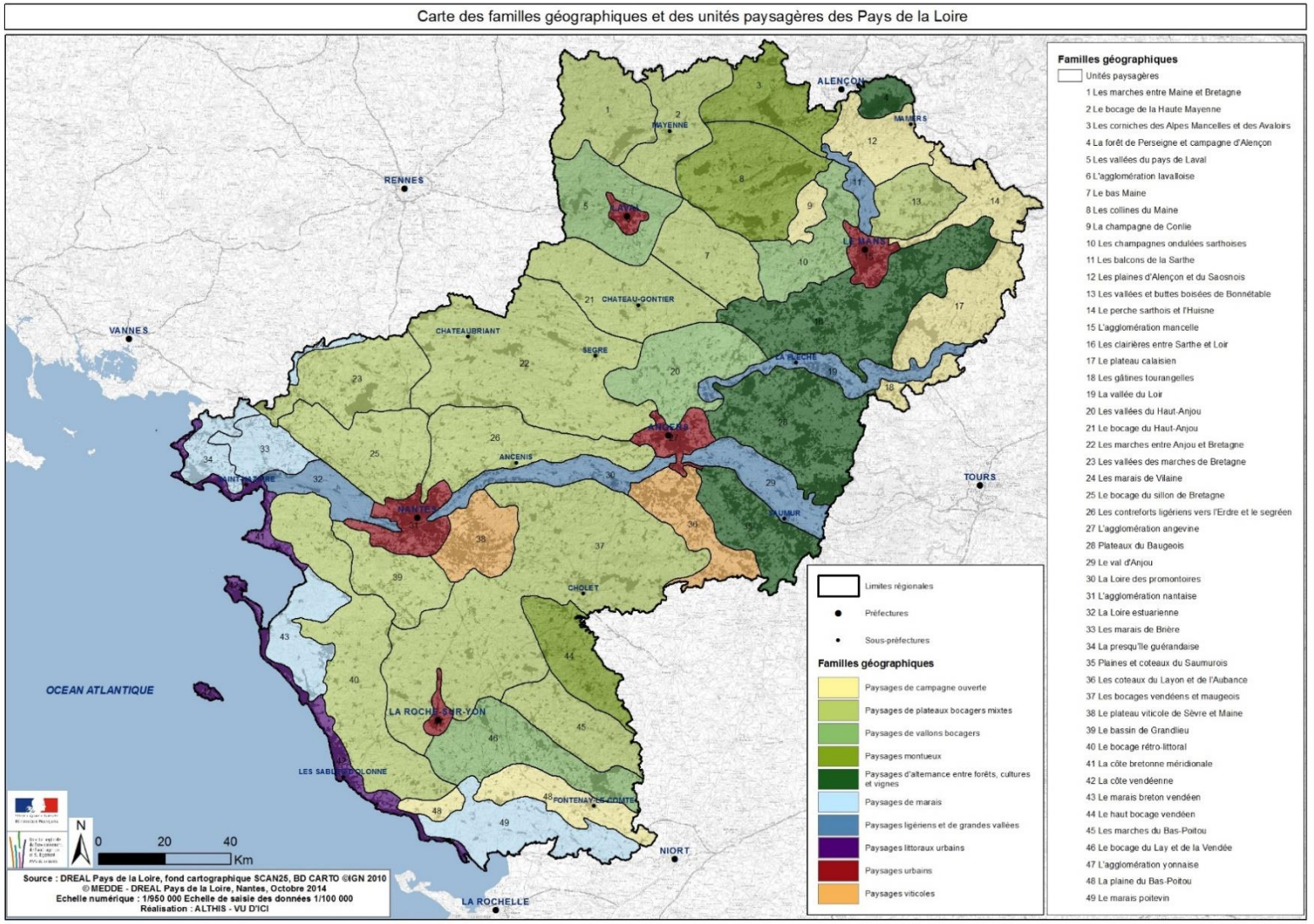
Les réservoirs de biodiversité comprennent tout ou partie des espaces protégés et les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité (article L. 371-1 II et R. 371-19 II du code de l'environnement).

CORRIDORS ECOLOGIQUES : Les corridors écologiques assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie. Les corridors écologiques peuvent être linéaires, discontinus ou paysagers. Les corridors écologiques comprennent les espaces naturels ou semi-naturels ainsi que les formations végétales linéaires ou ponctuelles permettant de relier les réservoirs de biodiversité, et les couvertures végétales permanentes le long des cours d'eau mentionnées au I de l'article L. 211-14 du code de l'environnement (article L. 371-1 II et R. 371-19 III du code de l'environnement).

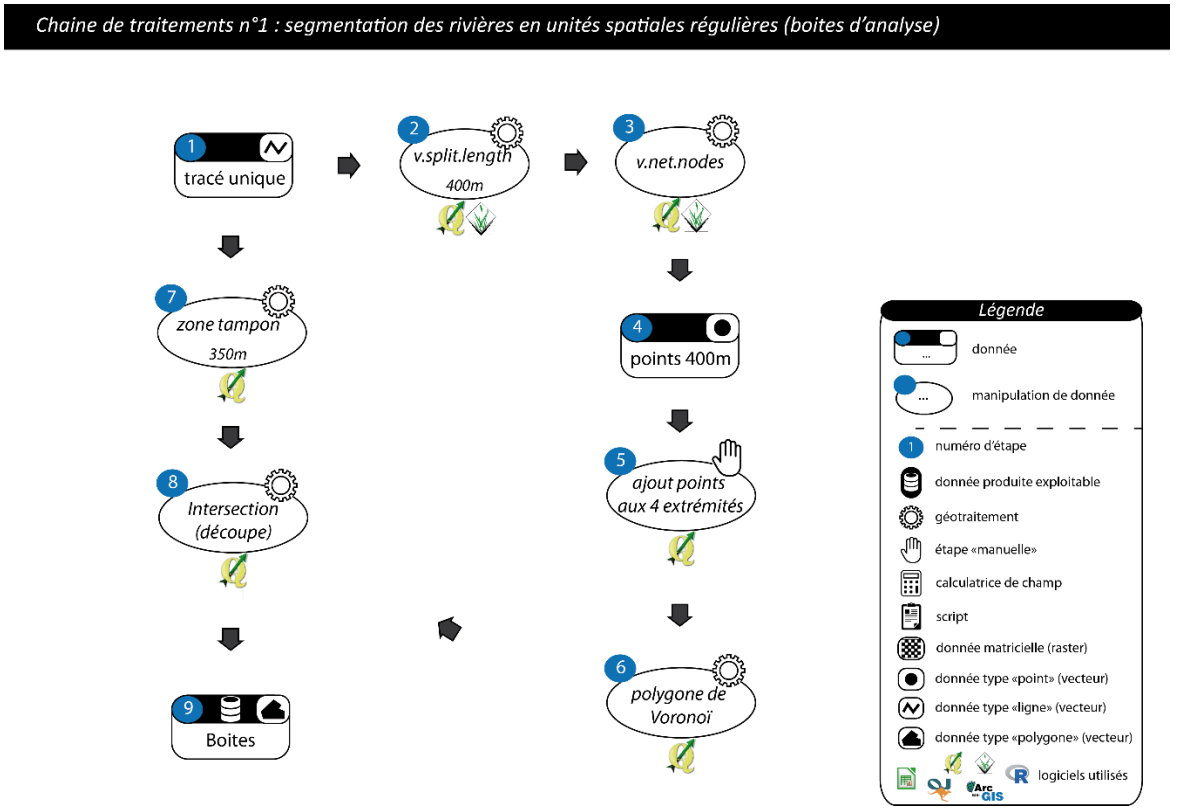
COURS D'EAU ET ZONES HUMIDES : Les cours d'eau, parties de cours d'eau et canaux classés au titre de l'article L. 214-17 du code de l'environnement et les autres cours d'eau, parties de cours d'eau et canaux importants pour la préservation de la biodiversité constituent à la fois des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. Les zones humides importantes pour la préservation de la biodiversité constituent des réservoirs de biodiversité et/ou des corridors écologiques.

[179] [consulté le 26/11/2018]

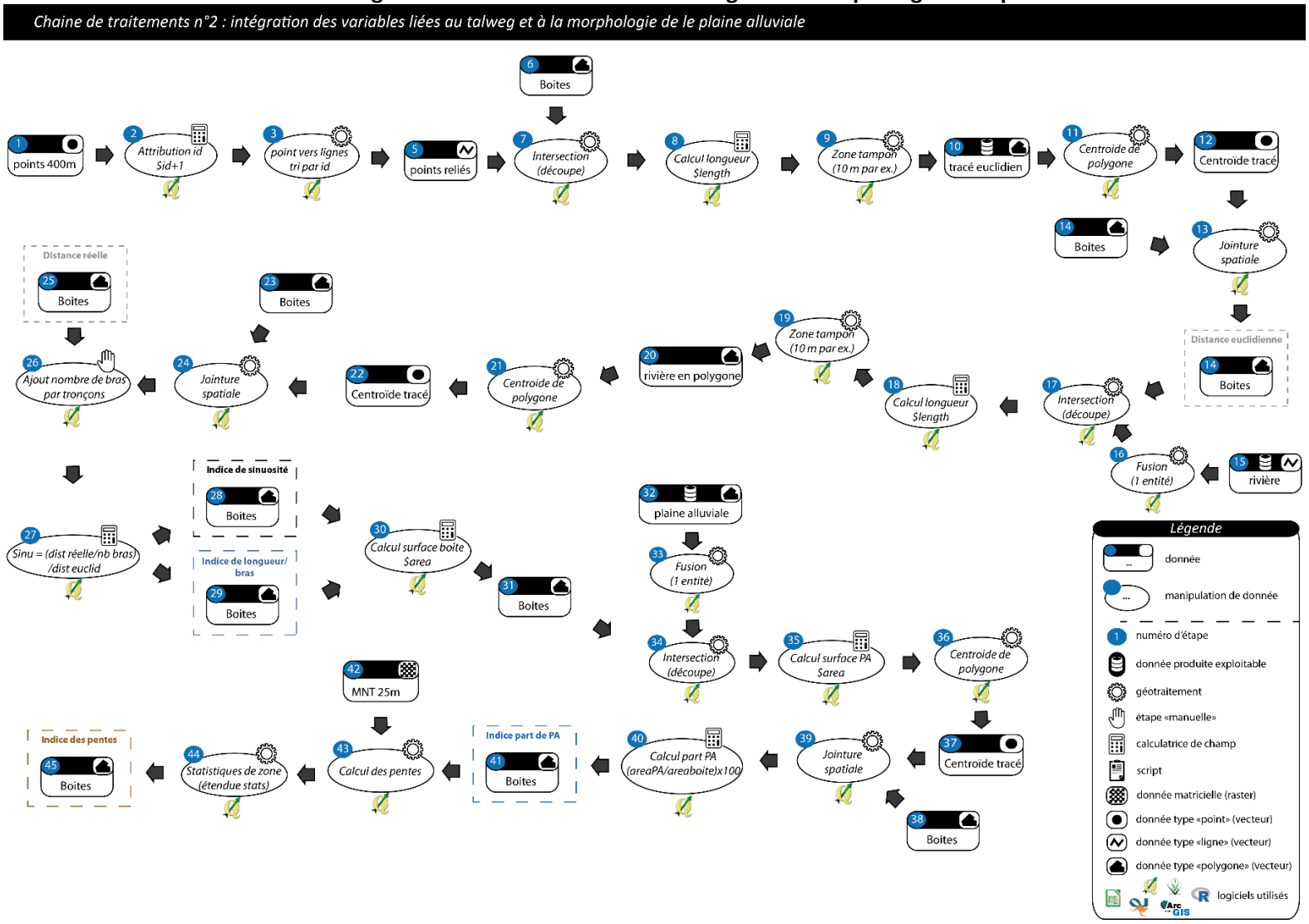
Annexe 13. Carte des familles géographiques et des unités paysagères des Pays de la Loire (Source : DREAL Pays de la Loire180)



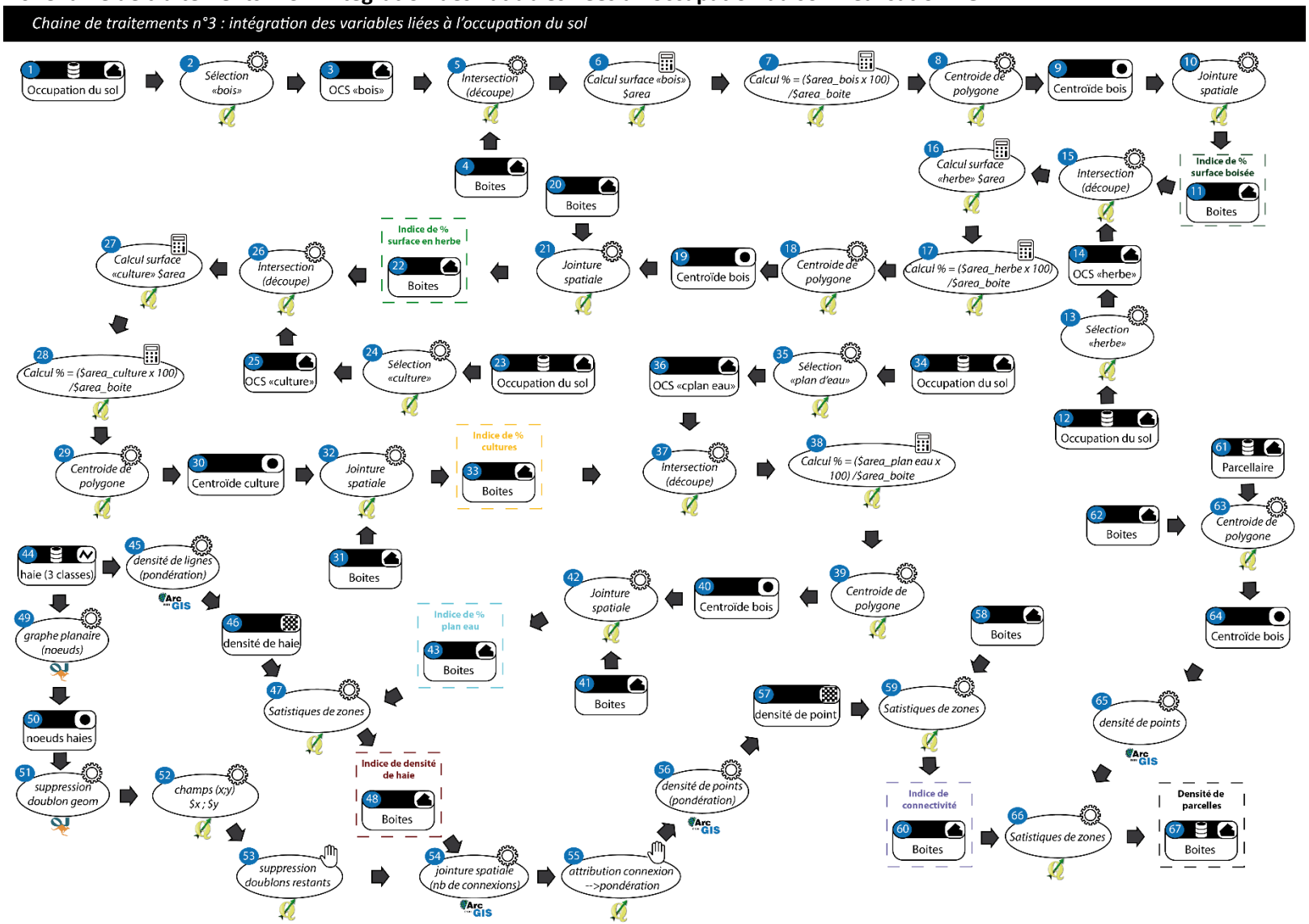
Annexe 14. Chaine de traitements n°1 – segmentation des rivières en unités spatiales régulières (boites d'analyses) – réalisation : GP



Annexe 15. Chaine de traitements n°2 – intégration des variables liées au talweg et à la morphologie de la plaine alluviale - réalisation : GP

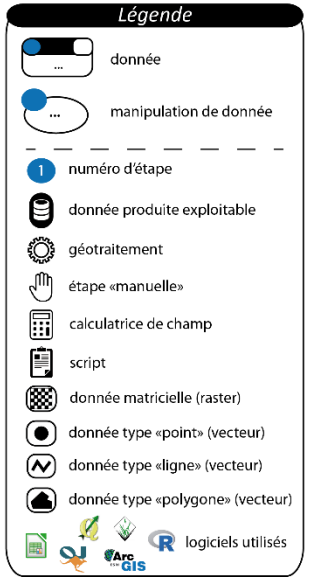


Annexe 16. Chaine de traitements n°3 – intégration des vatiables liées à l'occupation du sol - réalisation : GP

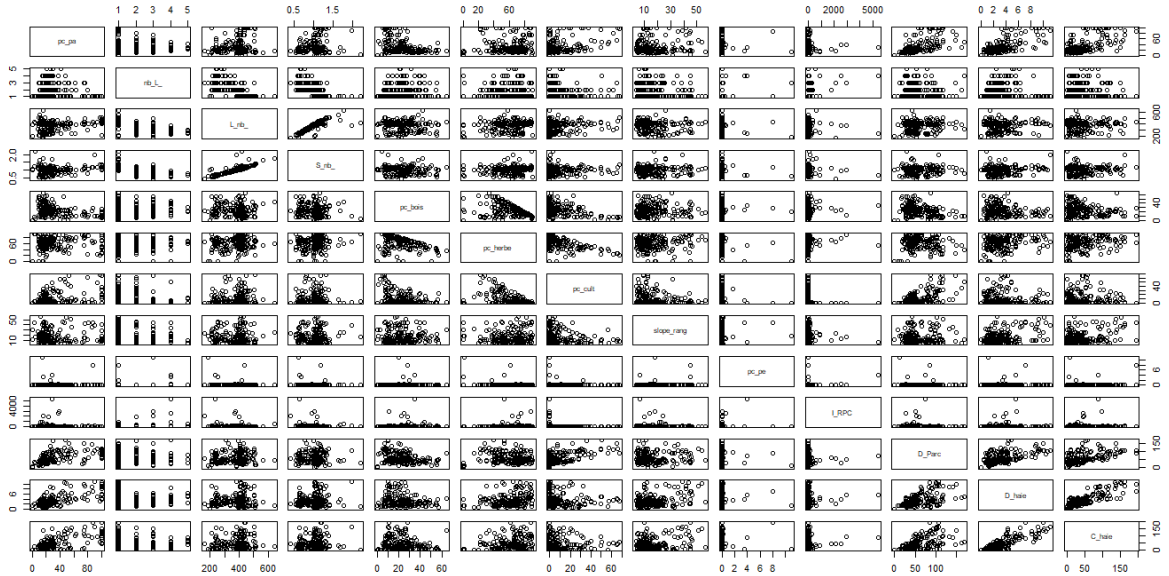


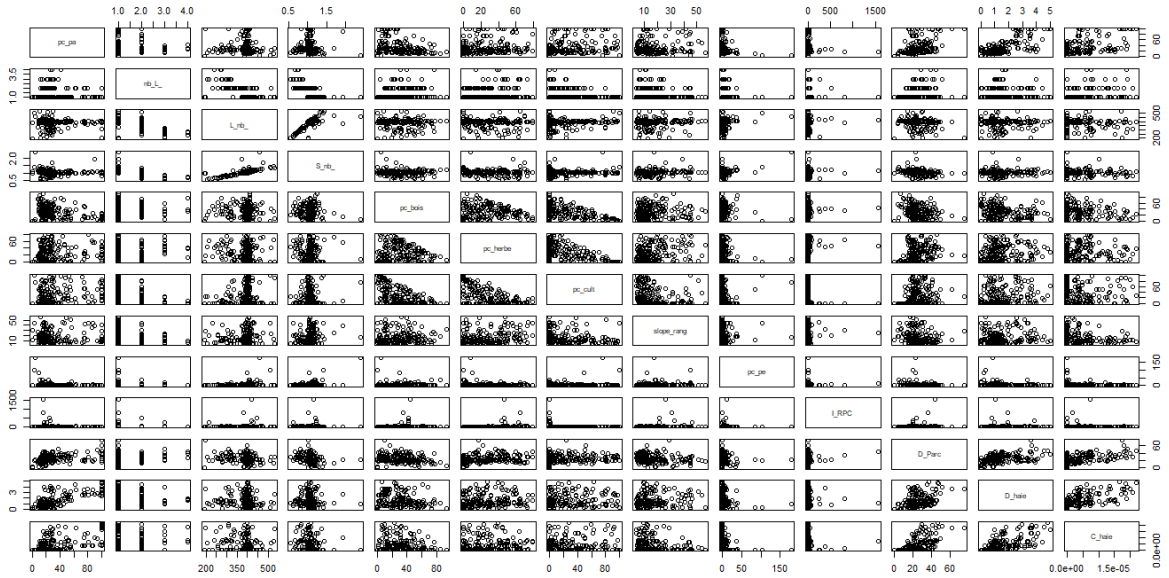
Annexe 17. Chaine de traitements n°4 – Analyse multivariée et segmentation en faciès paysagers - réalisation : GP

Chaine de traitements n°4 : Analyse multivariée et segmentation en faciès paysagers



Annexe 18. Représentation graphique des corrélations des 13 variables de l'Aubance et du Couasnon (h. 1950, b. 2016)





Annexe 19. Code R pour l'analyse multivariée des trajectoires paysagères (ACP et CAH) - réalisation : GP

Ces traitements statistiques ont été réalisés sous *Rstudio*[181] avec le package *FactoMiner*

```
# --- En-tête du script ####    <-- mise en forme permet avec "#" de créer un sommaire dans
Rstudio
cat("\014") # vide la console
rm(list = ls()) #vide les objets R
getwd() #donne le répertoire actuel (si nécessaire)
setwd('D:\DOCUMENTS\ANALYSE_FACT') #change le répertoire courant

# --- Installation/appel des librairies ####
install.packages(FactoMiner) # (si nécessaire)
library(FactoMineR)

##### --- TEST DES CORRELATIONS ET PRE-ACP POUR REPERER LES INDIVIDUS ATYPIQUES
# --- Importation des données - CSV ####
Dataset = read.csv("D:/DOCUMENTS/ANALYSE_FACT/tout_ind.csv" # importation des données
Dataset1950 = read.csv("D:/DOCUMENTS/ANALYSE_FACT/ind1950.csv" # importation des individus
de 1950
Dataset2016 = read.csv("D:/DOCUMENTS/ANALYSE_FACT/ind2016.csv" # importation des individus
de 2016

# analyse des corrélations - en chiffres (cor) et graphiquement (pairs)
cor(Dataset1950)
pairs(Dataset1950)
cor(Dataset2016)
pairs(Dataset2016)

# Pré-ACP pour repérer les éventuels individus atypiques
pca_test1_2 = FactoMineR::PCA(Dataset, scale.unit = TRUE, ncp = 5, quanti.sup = 1, quali.sup
= 15, graph = TRUE, axes = c(1,2)) # sur les axes 1 et 2
pca_test2_3 = FactoMineR::PCA(Dataset, scale.unit = TRUE, ncp = 5, quanti.sup = 1, quali.sup
= 15, graph = TRUE, axes = c(2,3)) # sur les axes 2 et 3
pca_test3_4 = FactoMineR::PCA(Dataset, scale.unit = TRUE, ncp = 5, quanti.sup = 1, quali.sup
= 15, graph = TRUE, axes = c(3,4)) # sur les axes 3 et 4

##### --- ACP FINALE compenant la mise à l'écart de l'individu atypique ####
# ACP finale avec individu 117 écarté de l'ACP (mis en individu supplémentaire, ne contribue
pas à l'ACP)
pca1_2 = FactoMineR::PCA(Dataset, scale.unit = TRUE, ncp = 5, quanti.sup = 1, quali.sup =
15, ind.sup = 117, graph = TRUE, axes = c(1,2)) #ACP avec
# individu 117 écarté - sortie graphique axe 1 et 2 : cercle des corrélations et graphe des
individus
pca3_4 = FactoMineR::PCA(Dataset, scale.unit = TRUE, ncp = 5, quanti.sup = 1, quali.sup =
15, ind.sup = 117, graph = TRUE, axes = c(3,4)) #ACP avec
# individu 117 écarté - sortie graphique axe 3 et 4 : cercle des corrélations et graphe des
individus

#analyse de l'inertie des axes de l'ACP
barplot(pca1_2$eig[,2])

#analyse des contributions des variables pour chaque axe
pca1_2$var$contrib

##### --- CAH avec regroupement en 9 classes (nécessite plusieurs tests pour déterminer le
nombre de classes voulu) ####
# cette commande fournie les sorties graphiques suivantes : dendrogramme découpé selon le
nombre de classes choisi (ici 9) ;
# graphe des individus par classe ; carte des regroupements hierarchiques (3D)
clust = FactoMineR::HCPC(pca, nb.clust = 9, consol = TRUE, iter.max = 10, min = 3, max =
NULL, metric = 'euclidean', method = "ward",
                         order=TRUE, graph.scale ="inertia", nb.par=5, graph=TRUE)

##### --- extraction du résultat dans un fichier .csv pour intégration dans un SIG ####
write.table(clust$data.clust, file = "clust.csv", sep = ";", dec = ",")
```

[181] « Rstudio fournit des logiciels professionnels *open-source* et prêts à l'emploi pour l'environnement de calcul statistiques » Source : https://www.rstudio.com/ [consulté le 20/08/2019]

Annexe 20. Grille d'entretien

_____

Une série d'entretiens semi-directifs est menée auprès de gestionnaires, usagers et riverains afin de saisir des éléments de contexte liés à l'évolution et à la gestion des deux rivières (Aubance et Couasnon) d'une part, et d'autre part afin de recueillir les perceptions de ces évolutions et de cette gestion par les différents acteurs. Ces témoignages sont notamment croisés avec les résultats de l'analyse des trajectoires paysagères conduite à différentes échelles.

- **Présentation du contexte de la recherche (par mail, téléphone ou en face-à-face)**

Thèse sur l'évolution des petites rivières de l'ouest de la France dans le bassin de la Loire : Aubance et Couasnon.

Nous nous intéressons à l'évolution des rivières et des parcelles adjacentes de 1950 à aujourd'hui. Notre étude concerne la forme de la rivière, les usages, la gestion, l'occupation du sol/activités agricoles sur les parcelles qui bordent la rivière. Rencontre des gestionnaires et usagers/riverains pour recueillir leur point de vue sur l'évolution de la rivière et de ses parcelles riveraines, son paysage. Avec leur connaissance locale et historique du site.

- **Objectifs : Recueillir pour chaque catégorie d'individus (experts-riverains-agriculteurs)**

  - Leur rapport à la rivière (évaluer leur niveau de « connaissance » de cette rivière ; quelle pratique ils en ont personnellement)
  - Leur point de vue sur le contexte de leur rivière (paysage, conflits, liens avec acteurs et riverains)
  - Leurs perceptions des dynamiques paysagères de l'hydrosystème / décalages éventuels avec les transformations constatées par notre analyse « talweg-plaine alluviale »
  - Leurs perceptions des ouvrages en travers (moulins, seuils, barrages, clapets..) – leur jugement de valeur (conservation ? arasement ? adaptation ?)
  - Leurs perceptions de la restauration des continuités écologiques/reméandrage – notamment par rapport à l'histoire de la rivière (légitimité ? conscience environnementale ? acceptation de la démarche ?)

- **Démarche générale**

  1) Expliciter notre démarche
  2) Recueillir des informations de contexte (évolution constatée de la rivière, projets la concernant …) regards de « terrain », complémentaire à notre approche plus « externe » au contexte
  3) *(gestionnaire)* Recueillir les données concernant les travaux de restauration des continuités écologiques/renaturation (type, date des travaux et localisation)
  4) Avoir leur point de vue <u>personnel</u> sur l'évolution des rivières et leur gestion
  5) Comment voient-ils la rivière évoluer dans les prochaines années/décennies ?
  6) *(gestionnaire)* Présenter nos premiers résultats et en discuter

Taille de l'échantillon envisagé : une dizaine d'entretiens

Types d'enquêtés :

- usagers (agriculteurs, pêcheurs, piégeurs…) ;
- riverains (dont propriétaires de moulins) ;
- acteurs gestionnaires (territoriaux et rattachés à l'Etat) : technicien de rivière (incontournable, rôle central), agent de la Fédération Départementale des pêches[182] (partenaire technique dans les actions de RCE) et acteurs de l'Etat (AFB, ex-ONEMA et DDT).

Conditions supplémentaires : Les deux techniciens rivières (celui de chacune des rivières) devaient obligatoirement être interrogés, tout comme l'ingénieur de la Fédération Départementale des pêches (pour leur implication forte dans la gestion actuelle). Les agriculteurs comme riverains (dont les propriétaires de moulins à eau) devaient aussi être ciblés, ayant un lien particulier à la rivière.

Certains agriculteurs et riverains enquêtés devaient se trouver dans les secteurs retenus pour le travail à l'échelle locale (partie 3, chapitre 6 du manuscrit) afin d'apporter des éléments complémentaires à l'analyse menée sur les changements des formes paysagères.

Les entretiens se devaient d'être enregistrés pour permettre leur analyse ultérieure, notamment par le biais de logiciels de traitement de données qualitatifs après retranscription (analyses menées avec le logiciel NVivo 11 dans ce cas).

PENDANT L'ENTRETIEN

- **Trame de l'entretien semi-directif (l'objectif est d'obtenir les réponses à ces questions, dans la mesure du possible sans avoir à les poser)**

1. (experts) Depuis quand sont-ils en poste ? quel était leur métier avant ? Quelle formation suivie ?

1' (riverains) Depuis quand vivent-ils ici *(bord de la rivière)* ?

1''' (agriculteurs) Depuis quand sont-ils agriculteurs (avoir l'historique de l'exploitation) ? Depuis quand exploitent-t-ils les parcelles en bord de cours d'eau ? Pourquoi conserver ces terres au regard des contraintes naturelles et réglementaires ?

2. Est-ce qu'ils se baladent en bord de rivière, ou pêchent,.. *(= leur(s) pratique(s))* ?

3. Comment gérer au mieux la rivière selon eux ? *(gestionnaire : voir la place spontanément donnée à la prise en compte des pratiques/usages, des perceptions des différents acteurs, de la concertation, des riverains – voir quelle est leur sensibilité : écologique ; historique ; productiviste [agriculture]… ?)*

4. Quel est le contexte de leur rivière (paysage + conflits – liens avec les acteurs et riverains) ? *(recueillir des éléments de contexte + leur perception et la nature de leur discours : délivrent-ils une pensée personnelle ou un discours institutionnel → type DCE/LEMA.. ?)*

5. Quelles évolutions de la rivière ont-ils constatée (paysage, usages) ? *(réussir à faire parler du fond de vallée voire du bassin versant en général)*

6. Quelle place/valeur donnent-ils aux ouvrages hydrauliques (seuils, clapets qui tronçonnent le cours d'eau) ? *(jugement de valeur de ces ouvrages et de leur utilité et sens actuellement)*

[182] Fédération de Maine-et-Loire pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

7. Comment voient-ils leur rivière dans une perspective de 10-20 ans ? (son paysage, ses usages dont l'activité agricole…)

BILAN DE L'ENQUETE

11 entretiens menés (1 en 2016, 5 en 2018, 5 en 2019).

Concernent : 2 techniciens de rivière, 1 agent de la Fédération Départementale de pêche 49, 1 agent de l'Agence Française pour la Biodiversité.

Aubance : 3 agriculteurs

Couasnon : 2 propriétaires de moulin à eau et 2 riverains

A noter que plusieurs d'entre eux ont des « doubles casquettes » et sont également usagers (pêcheurs, piégeurs…) et/ou d'anciens élus communaux ou des syndicats de rivières.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS..... 4

LISTE DES ABREVIATIONS 7

INTRODUCTION GENERALE 12

PARTIE 1. LES HYDROSYSTEMES SECONDAIRES – DES PAYSAGES ORDINAIRES, DES OBJETS ORIGINAUX 18

Chapitre 1. L'évolution des usages des cours d'eau majeurs, des petites rivières et des espaces connexes..... 21

1.1 Usages des fleuves ou cours d'eau majeurs : navigation et force motrice 22
1.2 Petits cours d'eau : des enjeux locaux importants 23
1.3 Nouvelles dimensions de la gestion des rivières - Quels impacts de l'écologisation des politiques de l'eau ?.....36
1.3.1 Nouveaux enjeux liés aux rivières : Définitions et origines des concepts de restauration des continuités écologiques et renaturation 38
1.3.2 Une déclinaison hétérogène sur le terrain 43
1.3.3 Controverses autour du nouveau modèle d'aménagement des rivières 47
1.4 Le contexte angevin pour analyser l'évolution de la gestion de l'eau 51
1.4.1 La gestion de l'eau en Maine-et-Loire 51
1.4.2 Les obstacles à l'écoulement en Anjou.....56

Chapitre 2. Concepts liés à l'étude des hydrosystèmes et du paysage - état de l'art 61

2.1 L'hydrosystème fluvial – un concept systémique et des échanges multidimensionnels.....61
2.1.1 Les flux unidirectionnels et bidirectionnels 61
2.1.2 L'hydrosystème fluvial.....63
2.1.3 L'équilibre dynamique 64
2.1.4 La classification des cours d'eau : les ordinations.....66
2.1.5 Etat des lieux de la recherche sur les hydrosystèmes 67
2.1.6 Quelle place pour les « petits hydrosystèmes » ?.....80
2.2 L'approche paysagère – concepts et méthodes.....86
2.2.1 Le « paysage » : polysémie et concept fort en géographie 86
2.2.2 Le paysage « appliqué » 92

Chapitre 3. Enjeux et démarche d'étude des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires – Deux cas d'étude ligériens dans le Grand Ouest français..... 98

3.1 Originalité de la recherche et méthodologie adoptée 98
3.1.1 Enjeux et questions de recherche 100
3.1.2 Démarche de recherche – Approche croisée et interdisciplinaire 105
3.1.3 Apport méthodologique et démarche de recherche.....107
3.2 Cadre géographique – L'Aubance et le Couasnon, petits hydrosystèmes d'Anjou 110

3.2.1 Les « Atlas de paysage » comme outils de connaissance et d'aide à la décision 110
3.2.2 La richesse des paysages d'Anjou – La Loire, entre maraichage du val d'Authion, viticulture des coteaux et plateaux céréaliers 111
3.2.3 Deux terrains angevins a priori différents, au service d'une analyse comparative 130

PARTIE 2. TRAJECTOIRES PAYSAGERES DE DEUX HYDROSYSTEMES SECONDAIRES LIGERIENS 144

Chapitre 4. Analyse sectorielle des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ligériens 147

4.1 Analyse à l'échelle du talweg et de sa mobilité latérale.....147
4.1.1 Reconstitution du talweg de 1950 148
4.1.2 Morphologie du talweg actuel (2016-2018) 151
4.2 Analyse à l'échelle de la plaine alluviale 153
4.2.1 Constitution d'une base d'occupation du sol à deux dates (1950-2016) par photo-interprétation 157
4.2.2 Fermeture du fond de vallée et mise en culture de la plaine alluviale..... 168

Chapitre 5. Analyse systémique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires ligériens 189

5.1 Segmentation : découpage en « unités spatiales » régulières (= boites d'analyses) 189
5.2 Extraction d'indicateurs géomorphologiques et paysagers.....191
5.3 Analyses statistiques multidimentionnelles (approche factorielle) pour la caractérisation des trajectoires paysagères 192
5.3.1 Analyse en composante principale (ACP) unique 1950-2016..... 193
5.3.2 Clustering – Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)..... 201
5.3.3 Cartographie de la CAH et segmentation en faciès paysagers 203

PARTIE 3. APPROCHE DES TRAJECTOIRES PAYSAGERES A L'ECHELLE LOCALE ET DES CONTROVERSES ENVIRONNEMENTALES LIEES A GESTION DES HYDROSYSTEMES 220

Chapitre 6. Analyse à l'échelle locale sur quelques secteurs clés 223

6.1 Choix et justification des secteurs clés 224
6.2 Analyse du secteur n°1 : Intensification agricole de l'amont de l'Aubance...225
6.3 Analyse du secteur n°2 : Dynamique de boisement à Fontaine-Guérin sur le Couasnon 237
6.4 Analyse du secteur n°3 : Préservation partielle des surfaces en herbe en zone de confluence Aubance/Loire 247
6.5 Synthèse des trajectoires paysagères à l'échelle des secteurs fonctionnels .257

Chapitre 7. Controverses environnementales et nouveaux modes de gestion – les cas de l'Aubance et du Couasnon..... 261

7.1 Évolution des structures de gestion des rivières : vers des « méta-structures » ? 262

7.2 La place du technicien de rivière 273
7.2.1 Méthodologie d'enquêtes et enseignements sur le profil des techniciens rivières 274
7.2.2 Des profils de techniciens de rivières très différents – une approche du métier qui l'est tout autant 279
7.3 Projets de restauration des continuités écologiques/renaturation sur l'Aubance et le Couasnon : controverses et conflits 283
7.3.1 Suppression conflictuelle d'un ouvrage de régulation des eaux au moulin – projet mené sans l'accord des usagers de l'eau 283
7.3.2 Le reméandrage de Singé (commune de Pontigné – Couasnon) : une renaturation caricaturale en terrain favorable.....287
7.4 Une prise de conscience tardive de l'Etat quant aux controverses et incohérences liées aux politiques de l'eau actuelles.....293
7.5 La question du (mauvais) suivi des opérations de RCE – le paysage oublié ?.... 295

CONCLUSION GENERALE 302

BIBLIOGRAPHIE.....320

TABLE DES ILLUSTRATIONS.....354

TABLE DES TABLEAUX 360

TABLE DES ANNEXES.....361

ANNEXES.....362

UNIVERSITE / SOCIETES
BRETAGNE \ TEMPS
LOIRE / TERRITOIRES

université angers

Titre : Approche géographique des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires de l'ouest de la France – Etude de l'Aubance et du Couasnon en contexte ligérien

Mots clés : Hydrosystème, Paysage, Analyse spatiale, Dynamique socio-écologique, Géo-histoire, 1950-2016

Résumé : En France, de fortes transformations paysagères ont eu lieu ces 70 dernières années, en lien avec les politiques de développement de l'économie et de modernisation de l'agriculture d'après la Seconde Guerre Mondiale. Celles-ci ont eu des impacts conséquents sur le paysage des hydrosystèmes secondaires, espaces « ordinaires » dans l'ouest de la France. La prise en compte de l'environnement dans les politiques actuelles engendre des projets dont les modèles sont souvent antagonistes aux transformations liées au développement de l'agriculture de la seconde moitié du XXe siècle. Les hydrosystèmes secondaires se trouvent alors l'objet de fortes mutations sur un intervalle de temps relativement faible et au centre de conflits impliquant des usages et des perceptions des rivières différents et pas toujours compatibles. A travers l'étude de leurs trajectoires paysagères, nous avons exploré les impacts des évolutions des usages et des dernières politiques d'aménagement du territoire sur les hydrosystèmes secondaires. La géomorphologie, les initiatives des agriculteurs ou encore les zonages de protection du patrimoine naturel et culturel font partie des facteurs impliqués dans les trajectoires paysagères, et ce à différentes échelles. En mettant en exergue les conditions de production des paysages actuels et les facteurs impliqués, en insistant sur le poids des contextes locaux, nous espérons apporter une nouvelle connaissance géo-historique pouvant éclairer les projets d'aménagement futur.

Title : Geographical approach of the landscape trajectories of the secondary hydrosystems of western France – Studies of Aubance and Couasnon in a Loire context

Keywords : Hydrosystem, Landscape, Spatial analysis, Socio-ecological dynamic, Geo-history, 1950-2016

Abstract : In France, major landscape changes have taken place in the last 70 years, in connection with the economic development and with post-Second World War agricultural modernization policies. These have had significant impacts on the landscape of secondary hydrosystems, "ordinary" areas in western France. Taking into account the environment in current policies generates projects which models are often antagonistic to the transformations linked to the development of agriculture in the second half of the XXth century. The secondary hydrosystems are then subject to strong mutations over a relatively short period of time and are at the center of conflicts integrating uses and perceptions of rivers that are different and not always compatible. Through the study of their landscape trajectories, we explored the impacts of changes in uses and the lastest land use policies on secondary hydrosystems. Geomorphology, farmers' initiatives and protection areas of natural and cultural heritage are among the factors involved in landscape trajectories, at different scales. By highlighting the production conditions of the current landscapes and the factors involved, by emphasizing the importance of local contexts, we hope to bring new geo-historical knowledge that can inform future development projects.