Contribution à l'analyse des tendances d'évolution de l'avifaune du bassin ligérien par la géomatique et l'approche géomorphologique

Développement d'une base de données interactive

Rapport de stage

Master 2 professionnel Systèmes d'Information Géographique

Vincent LANHER

Université d'Orléans

2010 / 2011

Sous la direction de :

Maître de stage
M. Benoît Marchadour
Chargé de mission Faune vertébrée
Ligue pour la Protection des Oiseaux

Tuteur universitaire
M. Stéphane Grivel
Maître de conférences en Géographie
Université d'Orléans

RESUME

Cette étude, intégrée à l'Observatoire sur l'avifaune de Loire (2011 – 2013), contribue à l'analyse des tendances d'évolution de l'avifaune du bassin ligérien par une approche en hydrogéomorphologie et en géomatique. L'Observatoire Avifaune concerne en particulier les espèces liées aux formes d'habitats de la Loire : les grèves (Sternes pierregarin et naine, Mouettes rieuse et mélanocéphale, Goéland leucophée) et les berges de francs-bords (Hirondelle de rivage, Guêpier d'Europe).

Huit sites-témoins ont été désignés en fonction des données naturalistes et cartographiques disponibles, et selon les différents styles fluviaux du corridor ligérien (approche hydrogéomorphologique). L'organisation de ces données sous un Système d'Information Géographique a permis la constitution d'un référentiel spatial sur les bancs de Loire. Une typologie pour la digitalisation des berges de franc-bord a été proposée pour la suite de ce travail. Les premières tendances d'évolution des milieux cartographiées ont pu être déterminées. À termes, la mise en réseaux des données avifaunes permettront de constater les tendances d'évolution de ces espèces, en lien avec leur habitat naturel (domaine de l'analyse spatiale).

Cette intervention a permis de juger de la pertinence de l'utilisation des logiciels libres au sein de l'Observatoire, composé essentiellement d'associations de protection de la Nature. Une méthodologie de travail normée a été proposée dans l'optique d'installer progressivement une logique de SIG inter-organisationnel. De plus, la mise en ligne des données produites, en lien avec le Centre de ressources Loire Nature, est intégrée au schéma de fonctionnement. Celle-ci s'appuie sur des outils respectant les recommandations de la Directive INSPIRE pour l'échange et la diffusion de données.

Mots-clés : Observatoire avifaune, Loire, bancs, berges de franc-bord, logiciels libres, INSPIRE, hydrogéomorphologie

ABSTRACT

This study, integrated into the Observatory on the avifauna of the Loire (2011 - 2013), contributes to the analysis of the tendencies of avifauna evolution of the basin of the Loire by an approach in hydrogeomorphology and geomatic. The Observatory Avifauna relates to in particular the species related to the forms of habitats of the Loire: the sandbars (Common and Little Terns, Black-headed and Mediterranean Gulls, Yellow-legged Gull) and banks of lateral margins (Sand martin, European Bee-Eater).

Eight site-witnesses were indicated according to the available naturalist and cartographic data, and according to various river styles of the corridor of the Loire (hydrogeomorphologic approach). The organization of these data with a Geographical Information System allowed the constitution of a space reference frame on the sandbars of the Loire. A typology for the digitalization of the banks of lateral margins was proposed for the continuation of this work. The first tendencies of evolution of the mediums charted could be given. Terms, the setting in networks of the avifauna data will make it possible to note the tendencies of evolution of these species, in bond with their natural habitat (field of the spatial analysis).

This intervention made it possible to judge relevance of the use of the free software within the Observatory, composed primarily of associations of Conservation. A methodology of normalized work was proposed to gradually install an inter-organizational GIS logic. Moreover, the setting in line of the produced data, bond with the Center of Loire Natural resources, is integrated in our diagram of operation. This one is pressed on tools respecting the recommendations of the Directive INSPIRE for the exchange and the data dissemination.

Key words: avifauna Observatory, Loire river, sandbars, banks of lateral margins, free software, INSPIRE, hydrogeomorphology

SOMMAIRE

RESUME **2**

ABSTRACT **3**

SOMMAIRE **4**

REMERCIEMENTS **6**

INTRODUCTION **7**

PARTIE I : INTEGRATION À L'OBSERVATOIRE AVIFAUNE 2011 – 2013 ..... **11**

1.1. Présentation de la LPO, une association majeure dans le panorama de la protection de la Nature en France 12

1.1.1. Un réseau d'acteurs impliqués 12

1.1.2. Les missions et prestations de ce réseau 13

1.2. Le laboratoire CEDETE, une structure de recherche pour l'expertise en hydrogéomorphologie 14

1.3. L'Observatoire avifaune 14

1.3.1. Les acteurs et son principe de fonctionnement 15

1.3.2. Bilan synthétique pour la période 2002 -2006 16

1.3.3. Relance pour la période 2011-2013 16

1.4. Les objectifs du stage 17

PARTIE II : DE LA PHASE PRELIMINAIRE DU PROJET AUX ORIENTATIONS DE STOCKAGE DE LA BASE DE DONNEES AVIFAUNE **19**

2.1. L'approche préliminaire : le cadre géographique et les objets de recherche 20

2.1.1. Les différentes formes géomorphologiques du lit entre levées 21

2.1.1.1. Le premier cadre géographique : l'aménagement du lit fluvial 21

2.1.1.2. Le cadre hydrogéomorphologique 23

2.1.1.3. Le lien entre hydrogéomorphologie et SIG 25

2.1.2. Définition d'une typologie des bancs pour la base de données 25

2.1.3. Méthodologie pour la sélection de sites-témoins 26

2.1.3.1. Les tendances de peuplement 26

2.1.3.2. L'inventaire des données disponibles 28

2.1.3.3. La sectorisation des tronçons de Loire 31

2.2. Mise en place du SIG 33

2.2.1. Conceptualisation de la base de données 33

2.2.2. Constitution du référentiel spatial 34

2.3. De la production de données à leur diffusion 36
2.3.1. Développement d'un réseau de données spatialisées pour l'Observatoire..... 37
2.3.2. L'hébergement des données produites..... 40
2.3.2.1. L'interface de cartographie interactive Carmen 41
2.3.2.2. Les modalités concernant la diffusion, le partage et l'acquisition de données 42
PARTIE III : RESULTATS ET PREMIERES REFLEXIONS 44
3.1. Méthodologie d'exploitation de l'outil SIG 45
3.1.1. Suivi des habitats géomorphologiques 45
3.1.1.1. Méthodes de suivi sous SIG..... 45
3.1.1.2. Les résultats de l'analyse spatiale par secteur..... 47
3.1.2. Pour une interprétation des résultats issus de l'analyse spatiale 51
3.1.2.1. La prise en compte des données hydrologiques..... 51
3.1.2.2. Quantifier la végétation des sites 52
3.1.3. Cartographie des berges de francs-bords..... 52
3.2. Perspectives de travail 54
3.2.1. Les échanges de données..... 54
3.2.1.1. L'importance des conventions..... 54
3.2.1.2. La mise en réseau des acteurs 55
3.2.2. Le Centre de ressources Loire Nature, plateforme de diffusion de l'information ? 56
3.2.3. Les solutions SIG 57
3.3. Actualisation et acquisition des données 58
3.3.1. Méthodologie de suivi in situ 59
3.3.2. Acquisition des données spatialisées - Rythmes de suivi..... 59
CONCLUSION..... 61
CONCLUSION PERSONNELLE SUR LE STAGE DE FIN D'ETUDE DU MASTER 2 PRO SIG..... 62
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX 64
BIBLIOGRAPHIE 65
INDEX DES TERMES TECHNIQUES..... 68
ANNEXE 70

REMERCIEMENTS

En préambule de ce mémoire, je tiens à remercier tout particulièrement Stéphane Grivel, mon tuteur universitaire, pour sa disponibilité et pour m'avoir accompagné dans l'élaboration de mon mémoire. De plus, je tiens à le remercier pour m'avoir transmis les bases en hydrogéomorphologie et aussi ces deux jours passés à la Charité-sur-Loire, sur la Loire. Merci d'avoir aussi cru en moi et soutenu pour ma présentation au Club des Gestionnaires, l'une des premières devant un public professionnel et pas la moins stressante !

Je remercie Benoit Marchadour, mon tuteur professionnel, Chargé de mission Faune vertébrée à la Coordination régionale LPO Pays de la Loire, pour m'avoir permis de mener ma réflexion.

Mes remerciements vont à l'équipe des enseignants du Master 2 Pro SIG, en particulier à Mme Annabelle Mas, directrice du Master pour sa pédagogie. Ces remerciements sont également adressés aux intervenants professionnels qui nous transmettent leurs expériences.

Je tiens à remercier l'équipe du Cedete, Mathieu, Vanda et Anh-Tu avec qui j'ai pu échanger et apprendre de nouvelles astuces. Mathieu, merci de m'avoir montré tes « trucs et astuces ». La minute de l'innovation va aussi me manquer !
Merci également à Sylvain pour la bonne ambiance que tu amènes à chacun de tes passages. Bon courage pour la suite.

Mes remerciements vont également aux personnes que j'ai pu côtoyer durant ce stage. Merci à Julien Levrat pour sa spontanéité, l'équipe de la LPO Anjou pour m'avoir accueilli lors de mes déplacements à Angers. Merci à Guillaume, l'autre stagiaire pour l'Observatoire, pour ses conseils avisés. De plus, je remercie particulièrement la DREAL Centre pour leur réactivité lors de mes différentes de demandes de données. Je remercie les acteurs de l'Observatoire pour leur disponibilité, même si les contacts ont été minimes. Plus spécialement, je remercie Nicolas Pointecouteau et l'équipe de la Réserve Naturelle du Val de Loire pour sa volonté d'implication dans ce projet.

Enfin, je n'oublie pas mon amie Elodie pour son soutien et sa patience (surtout sa patience !) au cours de la réalisation de ce mémoire.

INTRODUCTION

Les cours d'eau européens ont connu de lourdes modifications environnementales essentiellement depuis le 19ème siècle. L'endiguement généralisé, les extractions de sédiments, l'étalement urbain dans les plaines alluviales ou encore l'industrialisation ont entraîné des réajustements fluviaux : chenalisation, déficit sédimentaire, incision du lit, végétalisation, pollution des eaux. Face à ces perturbations environnementales, les cours d'eau sont depuis considérés comme des zones humides fragiles parmi les plus riches en termes de biodiversité et de variétés des milieux naturels. La Loire, plus long fleuve de France drainant avec ses affluents près d'un cinquième du territoire métropolitain, est ainsi reconnue pour ses richesses écologiques :

- des zones d'inventaires comme les Zones Naturelles d'Intérêts Ecologiques, Faunistiques et Floristiques - ZNIEFF I et II, et les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux - ZICO;
- le réseau Natura 2000 (applications des Directives Oiseaux - Zones de Protection Spéciale (1979) et Habitats - Zones Spéciales de Conservation (1992) ;
- 1350 plantes inventoriées et 230 espèces animales protégées au niveau national ;
- 3 réserves naturelles nationales.

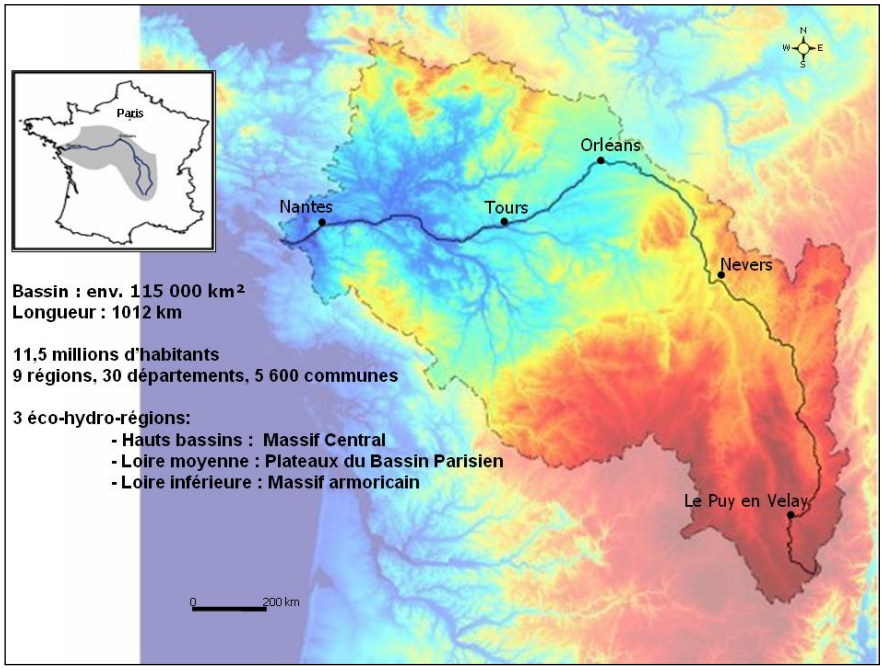


Figure 1: Caractéristiques du Bassin de la Loire (S. Grivel, 2008)

Dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature phase III, la Coordination régionale de la Ligue pour la Protection des Oiseaux des Pays de la Loire relance l'Observatoire avifaune pour la période 2011 – 2013. Il fait suite au précédent observatoire (2002 – 2006) qui avait fédéré l'ensemble des partenaires en relation avec l'avifaune à l'échelle du bassin de la Loire. Des avancées ont été réalisées comme la mutualisation des protocoles d'inventaires, la coordination des recensements, ou encore d'identifier les enjeux avifaunistiques à l'échelle du bassin.

Ce nouveau projet s'inscrit dans la lignée du précédent, et propose de faire la synthèse des données existantes, d'analyser les tendances d'évolution de l'avifaune, pour ensuite les diffuser. L'Observatoire Avifaune concerne en particulier les espèces liées aux formes d'habitats de la Loire : les grèves (Sternes pierregarin – *Sterna hirundo*, et naine – *Sterna*

albifrons, Mouettes rieuse – *Larus ridibundus*, et mélanocéphale – *Larus melanocephalus*, Goéland leucophée – *Larus michahellis*) et les berges de franc-bord (Hirondelle de rivage – *Riparia riparia*, Guêpier d'Europe – *Merops apiaster*). Comment ces milieux naturels ont-ils évolué ? Quelles sont les implications pour les espèces étudiées ?

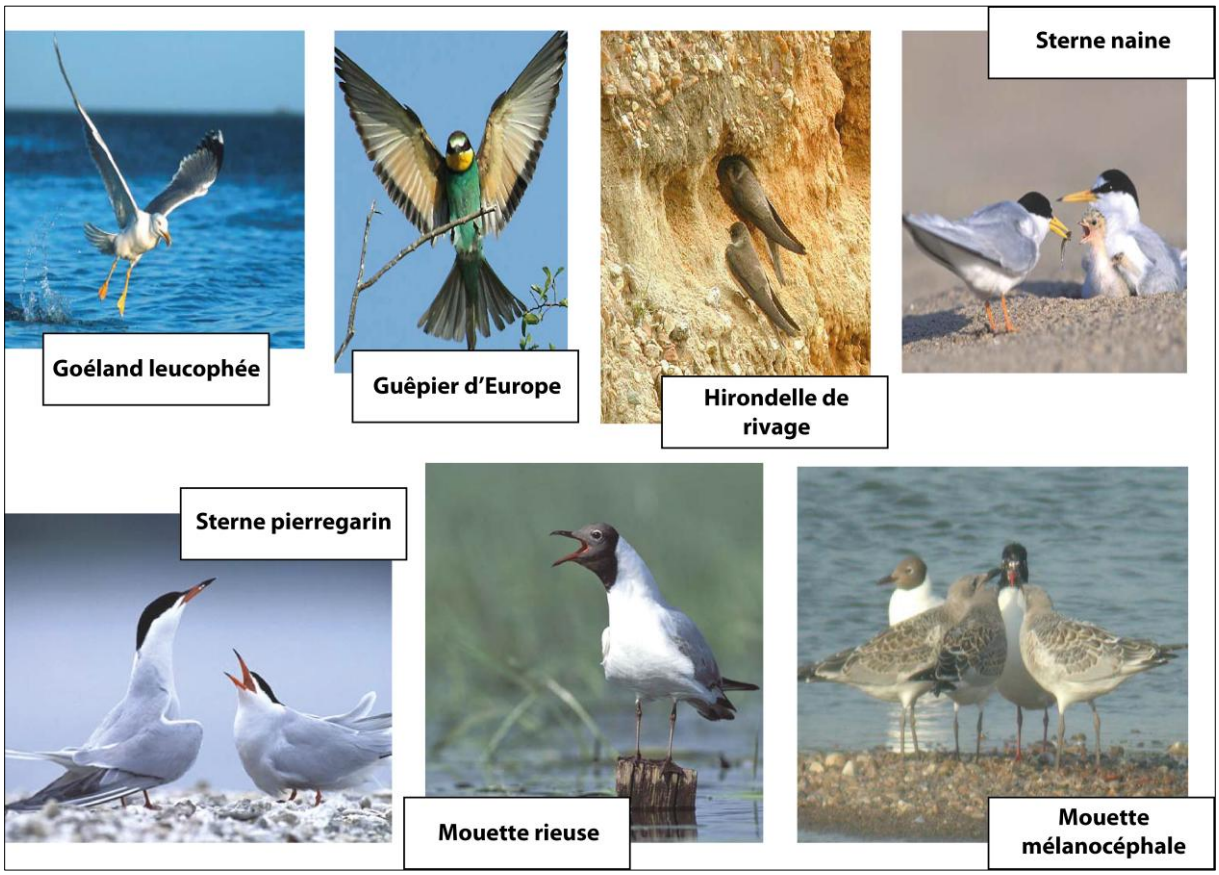


Figure 2: Espèces étudiées (V. Lanher, 2011 d'après Loire Nature, 2006)

Ce sujet s'appuie ainsi sur une démarche originale, faisant le lien entre recherche (par l'approche en hydrogéomorphologie et en géomatique) et orientations de gestion (organisation et gestion des données sous un Système d'Information Géographique).

Cette problématique de travail s'insère également dans une réflexion à deux échelles, du global au local. À l'échelle globale, l'Observatoire entre dans le cadre de la Directive européenne INSPIRE 2007/2/CE du 14 mars 2007 (« *L'infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne (INSPIRE), devrait faciliter la prise de décision concernant les politiques et les activités susceptibles d'avoir une incidence directe ou indirecte sur l'environnement* »), du fait de sa mission de service public et de la production de données environnementales. INSPIRE prévoit la mise en réseau des données spatialisées et leur accessibilité aux autres acteurs de la sphère publique, au bénéfice des politiques environnementales de la Communauté. Comment intégrer les données environnementales disponibles et optimiser leur utilisation pour l'Observatoire ? Ce travail est aussi l'occasion d'étudier différentes solutions logicielles (libres et propriétaires) pour mettre en place l'architecture du cadre spatial d'opération.

À l'échelle locale, cet observatoire en environnement a pour vocation de mutualiser l'information géographique, et de promouvoir les travaux qui en ressortent, notamment auprès

des gestionnaires. Pour cela, il s'appuie sur la mise en avant d'une dynamique partenariale. La complexité du réseau et la mise en commun des données naturalistes ont ainsi dû être appréhendées. Ce réseau est composé en majorité d'APNE[1] et de bénévoles répartis sur l'ensemble du bassin de la Loire. Face à un tel espace d'opérabilité, comment mobiliser la centralisation des données, exploiter l'hétérogénéité des données disponibles et permettre leur interactivité?

Un travail de synthèse des données et de leur gestion est donc nécessaire afin d'appuyer l'approche en hydrogéomorphologie. Les résultats de la recherche fondamentale sont aux services de l'Observatoire et des problématiques environnementales. Pour répondre à cette démarche de recherche appliquée, des objectifs méthodologiques sont fixés : constituer un référentiel spatial sous SIG ; utiliser les données avifaunes ; permettre leur gestion ; déterminer les grandes tendances d'évolution des espèces, en lien avec leurs habitats naturels (domaine de l'analyse spatiale).

Pour répondre aux différentes problématiques de l'Observatoire Avifaune, une collaboration entre l'Université d'Orléans et la LPO Pays-de-la-Loire a été établie. Le présent stage du Master 2 Pro SIGEST s'est ainsi réalisé au sein de ces deux structures.

[1] Associations de la Protection de la Nature et de l'Environnement

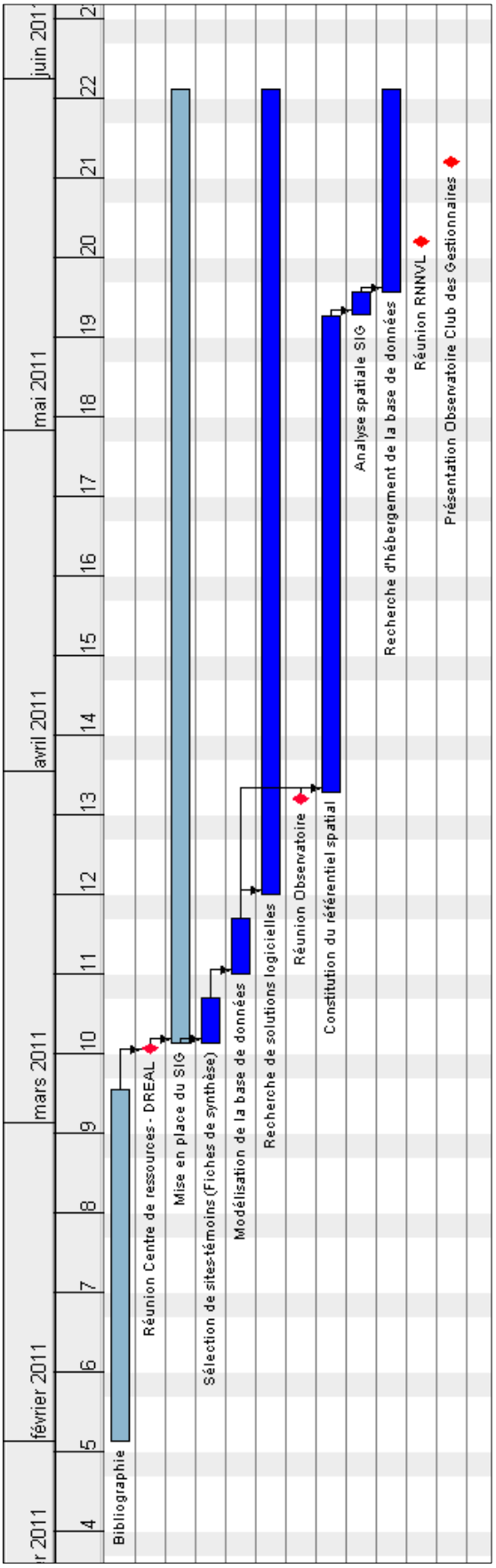


Figure 3: Diagramme de Gantt du stage

PARTIE I : INTEGRATION À L'OBSERVATOIRE AVIFAUNE 2011 – 2013

Le cadre du stage est composé de la Coordination LPO Pays de la Loire, structure principale et coordinatrice de l'Observatoire, et du laboratoire CEDETE, structure scientifique partenaire du projet.

1.1. Présentation de la LPO, une association majeure dans le panorama de la protection de la Nature en France

La LPO est une association loi 1901 créée en 1912 dont le but avoué au départ était de mettre un terme à la chasse des Macareux moines en Bretagne. Cette structure a ensuite élargi et orienté ses champs d'actions à la protection des oiseaux sur le territoire national, ainsi qu'à la préservation de la biodiversité des milieux en rapport avec les espèces.

Reconnue d'utilité publique à partir de 1986, la LPO est également le représentant français de BirdLife International, fédérant une centaine d'organisations de conservation de la nature, et plus particulièrement de conservation de l'avifaune, regroupant près de 1,5 millions d'adhérents.

1.1.1. Un réseau d'acteurs impliqués

Avant tout **cet engagement de la LPO n'est possible que grâce à son réseau d'acteurs** implanté dans 21 des 22 régions françaises, et plus précisément dans 71 départements.
Ce réseau[2] s'est mis en place au cours des vingt dernières années. Il s'agit principalement du regroupement de naturalistes salariés ou bénévoles sous différentes formes juridiques :

- Les plus représentatives sont les délégations régionales et départementales au nombre de 23 sur notre territoire, DOM-TOM inclus. Il s'agit à la base d'associations naturalistes distinctes juridiquement de la LPO, c'est-à-dire des entités morales indépendantes de la LPO. Elles ont toutefois fait le choix de rejoindre le réseau LPO / Birdlife International, et travaillent avec des objectifs communs propres à la LPO.
- Les groupes, au nombre de 14, sont une réunion d'au moins cinq membres de la LPO. Par conséquent, ils n'ont pas de personnalité morale indépendante et sont rattachés juridiquement et financièrement à la LPO.
- Les relais reprennent les mêmes statuts juridiques que précédemment. Il s'agit d'un détachement de deux personnes maximum pour des missions temporaires de collecte et de diffusion de l'information.
- Enfin, les antennes au nombre de 8 sont des détachements de salariés de la LPO du siège social de Rochefort.

Ce stage pour l'Observatoire est encadré par la Coordination régionale LPO des Pays de la Loire, coordinatrice des quatre associations locales départementales à l'échelle de la région. Elle se compose de celles de Loire-Atlantique, de Vendée, de Sarthe, du Maine-et-

[2]Cartographie interactive - http://www.lpo.fr/la-vie-associative/le-reseau-lpo

Loire, ainsi que Mayenne Nature Environnement en Mayenne, étant donné qu'il n'y a pas de représentant LPO dans ce département.

C'est également elle qui se retrouve en charge du pilotage du nouvel Observatoire pour la période 2011-2013, et ce depuis la reprise du dossier en 2009 (LPO, 2011).

1.1.2. Les missions et prestations de ce réseau

Celles-ci s'articulent autour de trois axes principaux, à savoir la protection des espèces, la protection des espaces, ainsi que l'éducation et la sensibilisation du public.

Tout d'abord, les missions de conservation de la biodiversité, correspondent aux deux premiers axes de travail. Celles-ci s'articulent autour des thématiques suivantes :

– Pour la partie protection des espèces au sens strict, la LPO s'occupe en Pays de la Loire, de la coordination de plusieurs plans d'actions : Râle des genêts (*Crex crex*), Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*), Busard cendré (*Circus pyguargus*), Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes*), Grenouille rousse (*Rana temporaria*), Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) ainsi que l'ensemble des espèces de Chauves-souris (Loire Nature, 2006) ;

– Concernant la préservation des espaces naturels, la LPO est gestionnaire voire propriétaire de plusieurs sites en Pays de la Loire, principalement dans les zones humides (prairies dans les basses vallées angevines, dans le Marais poitevin et dans le Marais breton ; polders sur le littoral…) mais également d'autres sites comme des iles de Loire ou les coteaux du Pont-Barré. La LPO contribue au développement du réseau des Réserves naturelles régionales en ayant labelliser certaines de ses sites.
Au final la LPO, épaulée de ses associations locales, constitue un des principaux acteurs dans la conservation des espaces naturels au niveau régional mais également national ;

– La LPO a également un rôle de conseil et d'assistance juridique pour ses membres qui souhaiteraient créer un refuge LPO au sein de leur propriété.
Par ailleurs, cette mission juridique permet de se constituer partie civile contre les infractions aux dispositions législatives relatives à la protection de la nature et de l'environnement, et ce dans le cadre de l'agrément « Protection de l'environnement » ;

– Enfin, la LPO apporte son expertise naturaliste et environnementale en réalisant des études d'impact, ainsi que des diagnostics environnementaux pour le compte des pouvoirs publics (État, collectivités régionales et locales). Elle contribue également au recensement des ZNIEFF[3] et est en charge de la coordination de l'inventaire des ZICO[4].

Outre ses missions de conservation, la LPO est également attachée au volet éducation et sensibilisation, en témoigne l'agrément « Education Nationale ». En effet, la LPO constitue un acteur privilégié de l'éducation à l'environnement, car ses formations s'adressent notamment aux scolaires, au travers d'ateliers, de visites guidées, etc. Dans la région Pays de la Loire, la LPO Est un acteur majeur en éducation à l'environnement et organise différents évènements annuels : rencontres naturalistes régionales, Colloque sur la gestion écologique des espaces verts et les rencontres régionales refuges.

[3] Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique
[4] Zone d'Intérêt pour la Conservation des Oiseaux

La sensibilisation des publics passe également par le développement du tourisme de nature en région, ainsi que par la diffusion de revues de vulgarisation scientifique, telles que *L'OISEAU magazine, Rapaces de France et Ornithos*.

1.2.Le laboratoire CEDETE, une structure de recherche pour l'expertise en hydrogéomorphologie

Rattaché à l'Université d'Orléans, le laboratoire CEDETE se consacre à la thématique générale des « relations entre territoires et développement durable », au travers des différents programmes de recherche dans lesquels il s'inscrit, ou expertises proposés à des structures extérieures.

Ce sujet d'étude s'appuie sur des compétences spécifiques (« zones humides, aires protégées, réchauffement climatique, étalement urbain, etc. »), ainsi que sur différents territoires d'actions (de la Région Centre aux continents eurasiatique et américain), le tout en utilisant des méthodes (« cartographie-géomatique, instrumentation hydrologique »).
Ces travaux s'articulent autour de trois équipes distinctes, à savoir « Nouveaux Territoires Durables » (9 membres), « Cart'O » (8 membres et un technicien cartographe) et « Développement local et solidaire » (6 membres). Certains programmes de recherches peuvent être transversaux pour ces trois équipes, il ne s'agit pas de groupes isolés (Rapport de laboratoire, 2010).

Dans le cadre de l'Observatoire, Stéphane Grivel, enseignant-chercheur au CEDETE, apporte son expertise sur les questions hydro-géomorphologiques, en lien avec ses recherches sur la Loire (Grivel, 2008 ; Grivel, 2011). Celles-ci s'inscrivent dans le cadre de la Zone Atelier Loire, notamment sur le site de la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire. Il s'agit d'un programme de recherche interdisciplinaire soutenu par l'Institut Ecologie et Environnement (INEE) du CNRS, lancé en 2001. Basé à l'échelle du bassin de la Loire, la ZAL véhicule le concept « d'anthroposystème fluvial », qui considère tout système fluvial comme dépendant de l'action des sociétés.
Le stage s'effectue ainsi dans les locaux du laboratoire au sein de l'Université d'Orléans sous la coordination universitaire de Stéphane Grivel et en collaboration avec le technicien-cartographe du CEDETE, Matthieu Lee.

1.3.L'Observatoire avifaune

L'Observatoire de l'avifaune nicheuse des grèves et des berges est sous la tutelle depuis 2009, de la Coordination régionale LPO des Pays de la Loire. Mais c'est réellement à partir de 2010 que celui-ci se concrétise notamment avec l'ajout du volet « suivi et protection des laridés » (en concertation avec Loiret Nature Environnement).
Il s'inscrit dans l'axe 2 du Plan opérationnel interrégional Loire (2007 – 2013) « *Stimuler la recherche et l'innovation ligérienne par le développement et le partage d'une connaissance globale, fondamentale et opérationnelle, du bassin de la Loire* ». Celui-ci s'intègre dans la

phase III du Plan Loire Grandeur Nature[5], chapoté par l'Etablissement Public Loire, également financeur du projet. Les autres financements publics proviennent de l'Etat au travers de la DREAL Centre, et du FEDER.

1.3.1. Les acteurs et son principe de fonctionnement

L'Observatoire (Figure 4) rassemble de nombreux acteurs à l'échelle du bassin, dix acteurs financés directement par le projet, et huit autres extérieurs concernés par les problématiques pouvant en ressortir (Natura 2000 et conservateurs). Ces derniers sont également intéressés par la mise en place d'un tel observatoire, ne serait-ce que pour les orientations de gestion que cela peut leur apporter pour leur site. Les représentants de l'Etat, DREAL et DDT, sont également associés à la démarche.

Cet observatoire se découpe en trois grandes régions d'actions, lesquelles possèdent chacune une structure de référence chargée de collecter et de mettre en commun les données à l'échelle de leur région :

- La LPO Anjou aura en charge la collecte des données pour les départements de la Loire-Atlantique, de Maine-et-Loire, de la Vienne et l'Indre-et-Loire ;
- Loiret Nature Environnement pour les départements de Loir-et-Cher, du Loiret et de la Nièvre ;
- La LPO Auvergne pour les départements de l'Allier, de la Saône et- Loire, de la Loire et du Puy-de-Dôme.

[5] « Plan global d'aménagement de la Loire, le plan Loire Grandeur Nature concerne le bassin hydrographique de la Loire (1/5ème du territoire de la France) et vise depuis 1994 à concilier la sécurité des personnes, la protection de l'environnement et le développement économique », Centre de ressources Loire Nature - http://www.centrederessources-loirenature.com/home.php

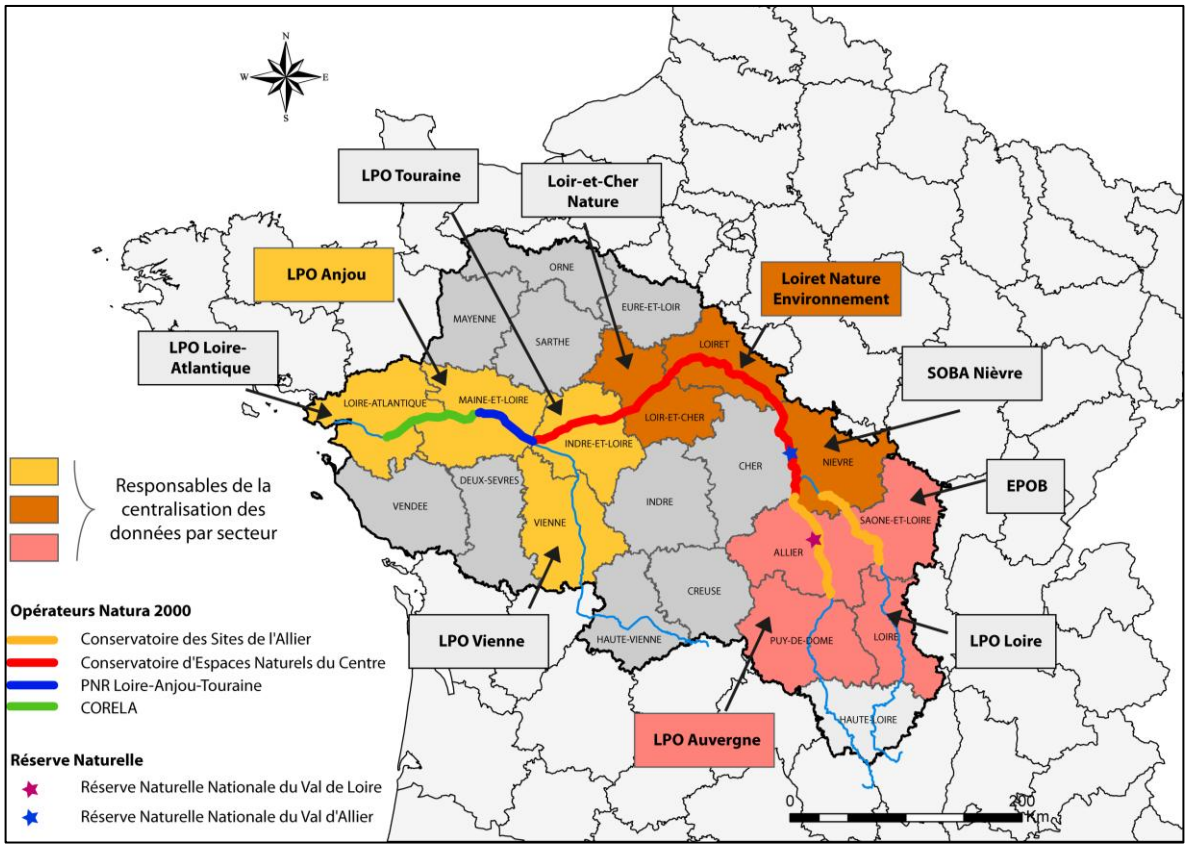


Figure 4: L'Observatoire sur l'avifaune du bassin de la Loire (V. Lanher d'après LPO, 2011)

1.3.2. Bilan synthétique pour la période 2002 -2006

Le précédent Observatoire avifaune a été lancé dès 2002 dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature II. Celui-ci a été porté par la LPO France, conjointement avec la délégation départementale de l'Anjou, le but étant de réaliser un état des lieux des connaissances de l'avifaune ligérienne.

Les principaux résultats ressortant de l'Observatoire ont été d'une part une mutualisation des protocoles de suivi des espèces, et d'autre part la constitution d'une base bibliographique composée de 500 références. De plus, plusieurs inventaires ont été réalisés au cours de ce programme comme les sternes et les laridés en 2006. Par ailleurs, cette synthèse des données à l'échelle du bassin a conduit à une cartographie des effectifs des espèces suivies, ainsi qu'à la rédaction de fiches-espèce (Noël, 2007).

1.3.3. Relance pour la période 2011-2013

Les orientations pour cette période porte, d'une part, sur l'état de conservation des espèces nichant principalement sur les grèves (Sternes pierregarin et naine, Mouettes rieuse et mélanocéphale, Goéland Leucophée), et sur les berges (Hirondelle de rivage et Guêpier d'Europe), et d'autre part, sur la gestion de ces milieux.

Pour ce faire, quatre axes de travail sont préconisés pour mener à bien cette mission :

– Une homogénéisation des protocoles d'acquisition de données (poursuite et retour d'expériences sur les protocoles définis dans le précédent observatoire) ;

– Acquisition de données et mesures de protection, issue du projet qui devait être piloté par Loiret Nature Environnement ;

– Synthèse des données existantes et analyse des tendances d'évolution (Estimation de l'impact des activités de loisirs et touristiques, approche géomorphologique, et rôle des sites de substitution, etc.) ;

– Diffusion des connaissances et orientation des mesures de gestion, en lien avec les gestionnaires et le Centre de ressources.

1.4.Les objectifs du stage

L'écoulement du lit de la Loire est perturbé par les nombreux aménagements fluviaux prenant place le long du cours d'eau (Grivel, 2011). Ces derniers ont contribué à l'incision généralisée du lit mineur (Gazowski, 1994 ; Grivel, 2008). L'une des conséquences est l'abaissement de la ligne d'eau et l'émersion plus longues des formes fluviales durant les basses eaux. Les bancs sont ainsi de plus en plus présents dans le paysage fluvial ligérien et certains sont entièrement reliés à la berge. De plus, ces habitats naturels ont tendance à devenir des formes végétalisées en quelques années : la forêt alluviale domine dans le paysage fluvial de la Loire comme bon nombre de corridors fluviaux européens (Petts et *al*., 2005). D'autre part, l'hydrologie demeure un paramètre essentiel dans les durées de submersion et d'émersion des formes fluviales (Tockner et al., 2003). Or, les espèces étudiées nichent sur des formes très peu végétalisées et souvent submergées. La réussite de la reproduction des couples nicheurs est donc dépendante du facteur hydrologique.
L'Observatoire s'intéresse ainsi à ces paramètres hydrologiques, biologiques et géomorphologiques qui structurent ces formes d'habitats. Comment ces paramètres et les milieux alluviaux ont-ils évolué ? Comment vont-ils évoluer dans les années à venir à l'échelle du bassin de la Loire ? Quels seront les impacts sur l'avifaune ? Enfin, quelles sont les implications de ces changements en termes de gestion ?
Pour répondre à ces questions, ce stage (axe 3 de l'Observatoire) adoptera une approche originale se basant sur une approche en hydrogéomorphologie, associé à un outil de l'analyse spatiale, le SIG.

À partir de cette approche en hydrogéomorphologie, une typologie des différentes formes fluviales présentes dans le corridor ligérien sera mise en place. Elle permettra d'extraire les différents habitats naturels du lit mineur, à savoir les bancs et berges de francs-bords. Ces entités géographiques serviront ensuite à concevoir un référentiel spatial et à alimenter une base de données sur l'avifaune et ses milieux.
Le SIG permettra de déterminer, au moyen de l'analyse spatiale, les évolutions qui ont pu intervenir aussi bien sur les milieux, que pour les espèces. La finalité est de traduire ces résultats en termes de mesures de gestion.

Pour ce faire, le stage se découpe en quatre étapes distinctes :

Étape 1 :

– Identification d'au moins trois secteurs représentatifs des différents profils géomorphologiques de la Loire (Bazin et Gautier, Grivel, 2008).

– Ces secteurs sont choisis selon les enjeux avifaunistiques, ainsi que des critères supplémentaires (acteurs, représentativités, données cartographiques…). La longueur des secteurs reste également à définir.

– En parallèle, définition d'une typologie des grèves et des francs bords selon l'intérêt que ces milieux représentent pour l'avifaune.

Étape 2 :

– Constitution d'une base de données sous SIG permettant d'intégrer à la fois l'identification des milieux (grèves et francs bords), selon la typologie définie au préalable, et les données naturalistes. Cette analyse doit permettre d'appréhender l'évolution des milieux sur un pas de temps qui reste à définir.

– Recueil des fonds cartographiques

– Recueil des données naturalistes

Étape 3 :

– Identification et caractérisation des milieux de grèves et de francs bords dans la base de données

– Intégration des données naturalistes

– Analyse des résultats

Étape 4 :

– Publication des résultats sur le portail du centre de ressources. Assurer la dimension interactive de la base de données.

Étape 5 :

– Poursuite du programme et orientations de travail

PARTIE II : DE LA PHASE PRELIMINAIRE DU PROJET AUX ORIENTATIONS DE STOCKAGE DE LA BASE DE DONNEES AVIFAUNE

Tout projet nécessite une phase d'étude préliminaire permettant de fixer les grandes orientations pour la suite. Les différentes lectures ont suggéré des pistes de réflexion à suivre, notamment dans la définition des sites-témoins. Une fois ceux-ci définis, le travail de conception de la base de données a démarré. Enfin, les questions d'hébergement des productions via le Centre de ressources sont abordées à la fin du propos.

2.1. L'approche préliminaire : le cadre géographique et les objets de recherche

La Loire reste encore aujourd'hui pour beaucoup un fleuve sauvage, resté à l'état « naturel ». Pour autant, les divers aménagements fluviaux entrepris depuis des siècles amènent à s'interroger sur la « santé » du fleuve. En effet depuis plus d'une trentaine d'années, les autorités publiques ont conscience que le lit de la Loire a subi de multiples perturbations, l'un des premiers facteurs étant l'incision du lit. L'approche en hydro-géomorphologie permet, quant à elle, d'appréhender la diversité des formes géomorphologiques du corridor ligérien.

Ces formes fluviales représentent également des zones d'habitats pour la faune (Grivel, 2011), et plus particulièrement l'avifaune, objet de cette étude. En effet, les espèces décrites dans le tableau suivant, nichent en majorité sur les bancs et îles du corridor fluvial.

Suivant ce constat, les évolutions géomorphologiques de la Loire moyenne ont-elles des impacts sur les tendances de peuplement de l'avifaune ? Ces évolutions se retrouvent-elles sur l'ensemble du corridor ligérien ?

C'est à ces questions que tentera de répondre l'Observatoire sur l'avifaune du bassin de la Loire pour la période 2011-2013. Le tableau ci-dessous présente succinctement les espèces concernées par notre cadre d'étude. Celui-ci reprend les informations des fiches d'identification par oiseau, réalisées dans le cadre du précédent Observatoire (2002 – 2006, Noël, 2007).

Ces espèces ont été retenues car elles sont, d'une part, considérées comme des espèces patrimoniales et emblématiques. D'autre part, elles sont localement un bon indicateur de l'état du corridor ligérien du fait de leur installation au sein des habitas naturels, bancs et berges de franc-bord (Noël, 2007). De plus, il s'agit de constater l'état de conservation de ces populations d'espèces patrimoniales (Noël, 2007), en lien avec leur niveau de protection au niveau national et européen.

Ce tableau recense les différents types d'habitats, ainsi que les dates d'arrivée de chaque espèce. Ces données pourront être corrélées avec les chroniques hydrologiques pour constater les potentiels d'émersion et d'immersion de ces habitas, en lien avec le succès de reproduction de ces espèces.

Tableau 1: Typologie des espèces étudiées (Noël, 2007 ; UICN, 2011)

Espèces	Sterne pierregarin *Sterna hirundo*	Sterne naine *Sterna albifrons*	Goéland Leucophée *Larus michahellis*
Statut juridique	Espèce protégée en France DO I, Berne II, Bonn II	Espèce protégée en France DO I, Berne II, Bonn II	Espèce protégée en France DO 2, Berne III
Statut de conservation[6]	En France : Préoccupation mineure Mondial : Préoccupation mineure	En France : Préoccupation mineure Mondial : Préoccupation mineure	En France : Préoccupation mineure Mondial : Préoccupation mineure
Effectifs nicheurs (couples)[7]	> 5285 couples en France (2009 – 2010)	> 1725 couples en France (2009 – 2010)	> 29 000 couples en France (2009 – 2010)
Habitats naturels	grèves de sable ou de gravier	grèves de sable ou de gravier + grève de petite taille	Grèves nues, îlots végétalisés, arbres morts
Biologie	Arrivée dès le mois de mars → première ponte fin avril	Arrivée mi-avril à début mai →départ en août-septembre	Niche dès la mi-mars → nidification à partir de la fin avril
Mouette rieuse *Larus ridibundus*	**Mouette mélanocéphale** *Larus melanocephalus*	**Guêpier d'Europe** *Merops apiaster*	**Hirondelle de rivage** *Riparia riparia*
Espèce protégée en France DO 2, Berne III	Espèce protégée en France DO I, Berne II, Bonn II	Espèce protégée en France Berne II, Bonn II	Statut de conservation UICN : LC
En France : Préoccupation mineure Mondial : Préoccupation mineure	En France : Préoccupation mineure Mondial : Préoccupation mineure	En France : Préoccupation mineure Mondial : Préoccupation mineure	En France : Préoccupation mineure Mondial : Préoccupation mineure
> 12 170 couples en France (2009 – 2010)	> 6 804 - 7 635 couples en France (2009 – 2010)	6800-7800 couples en France (1994)	50 000 à 150 000 couples (Estimation antérieure à 2004)
îlots couverts de végétation basse	îlots couverts de végétation basse	Berges de franc-bord, talus et fronts de taille des anciennes carrières	Berges de franc-bord, talus et fronts de taille des anciennes carrières
Arrivée dès la mi-mars → première ponte avril-mai	Arrivée dès le mois de mars → première ponte avril-mai	Arrivée fin avril	Arrivée de mars à mai

2.1.1. Les différentes formes géomorphologiques du lit entre levées

2.1.1.1. Le premier cadre géographique : l'aménagement du lit fluvial

La chenalisation de la Loire est une pratique très ancienne, où les premiers aménagements ont sûrement été des levées et des endiguements latéraux (Amoros et Petts, 1993). Ce « corsetage » longitudinal remonte au Moyen-âge (Grivel, 2008) suivant une logique allant d'aval en amont. Les premiers ouvrages ont été érigés entre le 9e et 11e siècle, pour finalement ne se terminer qu'au 18e siècle en amont. Ces aménagements fluviaux sont

[6] Selon la classification UICN de mai 2011
[7] Recensement GISOM

responsables des ajustements fluviaux que connaît actuellement la Loire, notamment le problème d'incision du lit. De plus, l'extraction de granulats au sein du lit mineur a renforcé le phénomène, conduisant à l'interdiction de ces activités dès 1994 (1995 dans certains départements ; Amoros et Petts, 1993).

Le corridor fluvial présente différents niveaux d'endiguement, qui ont servis à déterminer les différents sites de travail sur la Loire :

Le lit libre, sans digues, est ce que l'on pourrait appeler le style « d'équilibre ». À ce stade, le cours d'eau ne possède que très rarement un tracé rectiligne (Malavoi, 2010), la bande active[8] trouvant un vaste terrain d'extension et de divagation (Grivel, 2008). Pour atteindre un état écologique satisfaisante, maintenir le concept d'espace de mobilité est primordial (Malavoi, 2010). Cette divagation « naturelle » (Grivel, 2008) ne peut donc se produire qu'en l'absence d'aménagements contraignants.
Ce style « d'équilibre » prend la forme d'un lit méandriforme, comme notamment les méandres libres du Bourbonnais (Decize – Digoin) en Loire amont. Le lit serpente au sein de la plaine alluviale suivant des boucles plus ou moins prononcées, du fait de la dissipation de l'énergie du cours d'eau et indépendamment du tracé de la vallée (Valadas, 2005). Ce style fluvial se distingue d'une rivière ou d'un fleuve à lit rectiligne par un coefficient de sinuosité au moins égal à 1,5 (Amoros et Petts, 1993 ; Malavoi, 2010).

C'est à partir du commencement de la Loire moyenne au niveau du bec d'Allier que l'**endiguement** s'accentue. Pour rappel, les digues sont des aménagements latéraux d'une altitude supérieure à celle du terrain naturel et érigés au sein du lit majeur (Malavoi, 2010). De ce fait, ce corsetage coupe en majorité la bande active de sa plaine d'inondation (Grivel, 2008), entraînant une perte et un appauvrissement au niveau de la biodiversité (Malavoi, 2010).
D'abord conçu pour la navigation en toute saison (Amoros et Petts, 1993), ces digues ont ensuite été édifiées par tronçon pour protéger les populations et les terres agricoles au XIXe siècle (Grivel et al., 2011 ; Diagnostic écologique de la RNNVL, 1996).
L'endiguement se présente sous deux formes, **semi-endiguée et corsetée** :

- Le lit semi-endigué se retrouve en majorité en Loire moyenne entre le Bec d'Allier et Bonny-sur-Loire (Ginestet, 1999). La Loire y est en fait délimitée par l'alternance entre une levée et un coteau très pentus, qui fait office de verrou naturel, et la présence de deux levées éloignées du lit vif.
- Le lit corseté est quant à lui resserré entre deux levées construites de chaque côté de la bande active dans le lit majeur. Ce resserrement longitudinal se met en place à partir de Gien et continue en majorité jusqu'à l'aval.

Cet endiguement de la Loire est complété par des aménagements fluviaux divers tels que :

- les **chevrettes**, digues submersibles favorisant un chenal de navigation (Grivel, 2008) ;
- les **duis**, variante de la chevrette mais localisés parallèlement à l'écoulement du lit mineur (Bacchi et Berton, 1997 ; Binard, 2003) ;

[8] La bande active (Bravard, 1986) est la partie du lit compris entre le débit d'étiage (où le débit est minimal) et la crue de pleins bords. Elle regroupe bras principal et chenaux secondaires, au sein desquels on retrouve les bancs occupés ou non par une végétation saisonnière (Grivel, 2008).

- les **épis**, ouvrages constitués de pieux et d'enrochements disposés perpendiculairement au sens d'écoulement du lit mineur, canaliser l'écoulement par captage des sédiments (Petit, 2002 ; Binard, 2003).

Ces différents aménagements fluviaux empêchent toutefois le rajeunissement des différentes unités paysagères par érosion (divagation du lit) (Amoros et Petts, 1993). En conséquence, ce que la Loire ne peut prélever sur ces berges, elle va le chercher au fond de son lit en le creusant (Babonaux, 1970 ; Bravard et Petit, 1997 ; Gautier J-N., 2006), d'où un enfoncement du lit.
Cette incision est d'ailleurs responsable des dérèglements au sein du corridor ligérien. En période de basses eaux, l'enfoncement du chenal principal réduit la fréquence et la durée de submersion des bancs, ce qui laisse penser à une sédimentation accrue alors qu'il n'en est rien. En effet, la déficience en apport sédimentaire ne contribue plus à mettre en mouvement ces sédiments. La situation est semblable au sein des bras secondaires qui sont moins sujet généralement à l'incision. Ceux-ci sont également moins fréquemment immergés du fait que leur fond est « perché » par rapport au niveau du chenal principal. De plus, ils se sédimentent du fait de dépôts de crue plus importants.
Au final, cette diminution des submersions entraîne un développement de la végétation accrue, que ce soit au niveau des formes fluviales, ou des bras secondaires. Pour ces derniers, ce phénomène peut contribuer à leur obstruction définitive.

Les travaux d'endiguement empêchent la communication entre la bande active et les annexes hydrauliques de la plaine alluviale (lit majeur). Le resserrement du lit, ainsi que l'incision du lit, (Gautier J-N, 2006) ont un impact sur l'écoulement des crues, se matérialisant par une rehausse des niveaux d'eau, ainsi que des vitesses de submersion plus importantes. Les pics sont alors transmis plus rapidement de l'amont vers l'aval, entraînant des inondations (Amoros et Petts, 1993). La réunion de ces deux facteurs peut occasionner à la fois des risques de submersion et de creusement (par le dessous), entraînant parfois un endommagement des digues, ou encore des effondrements de ponts (Grivel, 2008).

2.1.1.2. Le cadre hydrogéomorphologique

Le premier mois de stage a permis de se familiariser avec le vocabulaire d'hydro-géomorphologie, et notamment les diverses formes du lit entre levées : les formes végétalisées d'un côté et la bande active de l'autre. En fonction de leur place topographique dans le lit entre levées, ces formes ne possèdent pas toutes le même potentiel de submersion. Cela permet de comprendre le fonctionnement des différents habitats géomorphologiques du lit vif, ainsi que l'importance des effets des conditions hydrologiques sur ceux-ci, notamment les conséquences sur les populations aviaires concernées.

Différentes unités paysagères constituent l'axe ligérien (Figure 5) :

- **Chenal principal**, forme fluviale des écoulements annuels ;
- **Chenal secondaire**, « perché » par rapport au premier et caractéristique par son étroitesse et sa faible profondeur ;

- **Bras morts ou annexes hydrauliques**, anciens chenaux secondaires entièrement végétalisés, devenant actif seulement lors de conditions hydrologiques exceptionnelles.
- **Bancs**, formes mobiles issues de la sédimentation par charriage ou suspension[9], où s'alternent des phénomènes d'accumulation et d'érosion, c'est la variabilité interannuelle. Ils apparaissent lors de la période de basses eaux du fleuve. De plus, elles subissent une variabilité intra-annuelle, car elles peuvent être colonisées par des espèces herbacées ou arbustives pionnières, qui amorcent la transition progressive vers le stade insulaire.
- **Îles** (Grivel, 2011), pourvues d'une végétation pérenne qui s'est installée au fur et à mesure de l'exondement de l'île. Elles sont délimitées par des berges. Celles-ci peuvent servir d'appui aux grèves aussi bien latéralement qu'en amont ou aval.
- **Francs-bords**, formes de transition entre le lit vif et la plaine d'inondation (Grivel, 2008). Ils renseignent sur l'état du lit en termes d'érosion et influent sur la largeur des écoulements (Gautier et al, 2001).

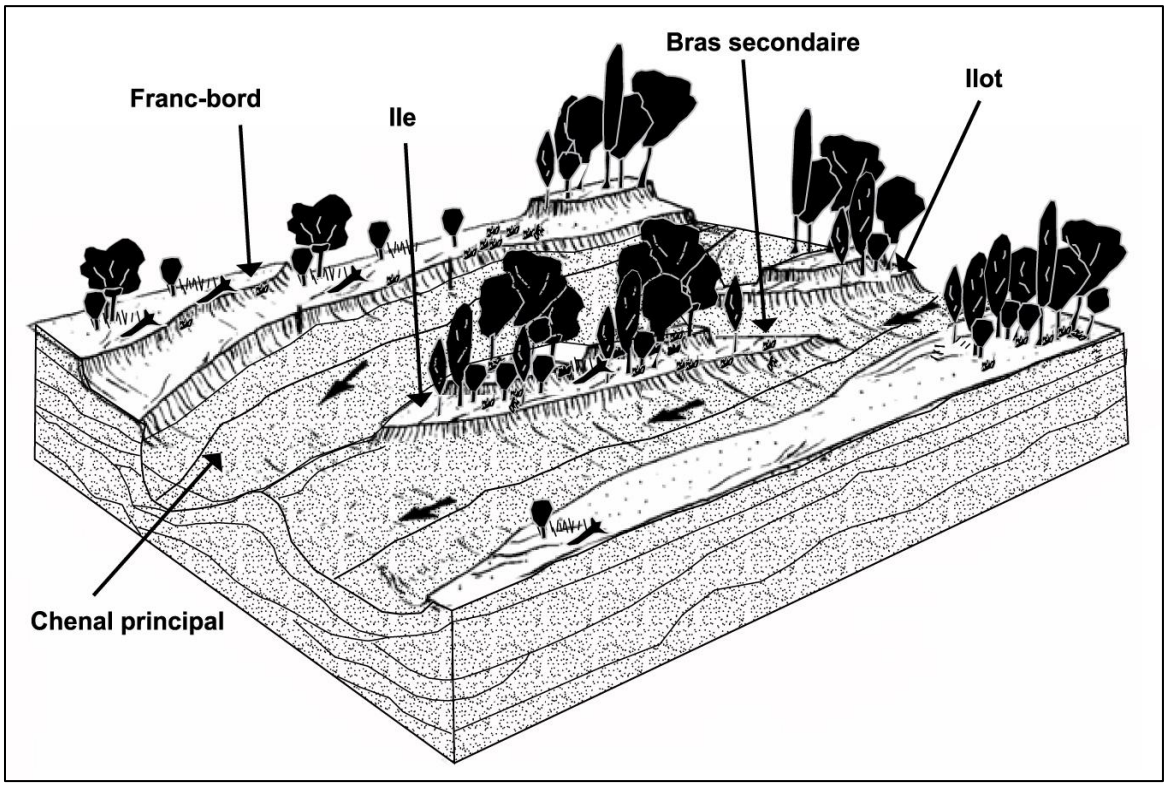


Figure 5: Les formes géomorphologiques du corridor fluvial (S. Grivel, 2008)

La connaissance de ces différentes formes fluviales permet de ce fait de placer les espèces étudiées en fonction de leurs habitats géomorphologiques (Figure 6).

[9] Le charriage et la suspension (Malavoi & Bravard, 2010) sont les deux modes de transport des matériaux dans le lit. La première consiste au déplacement des matériaux au fond du lit qui dépassent un certain diamètre et qui ne peuvent pas être mis en suspension du fait d'une trop faible puissance du cours d'eau.

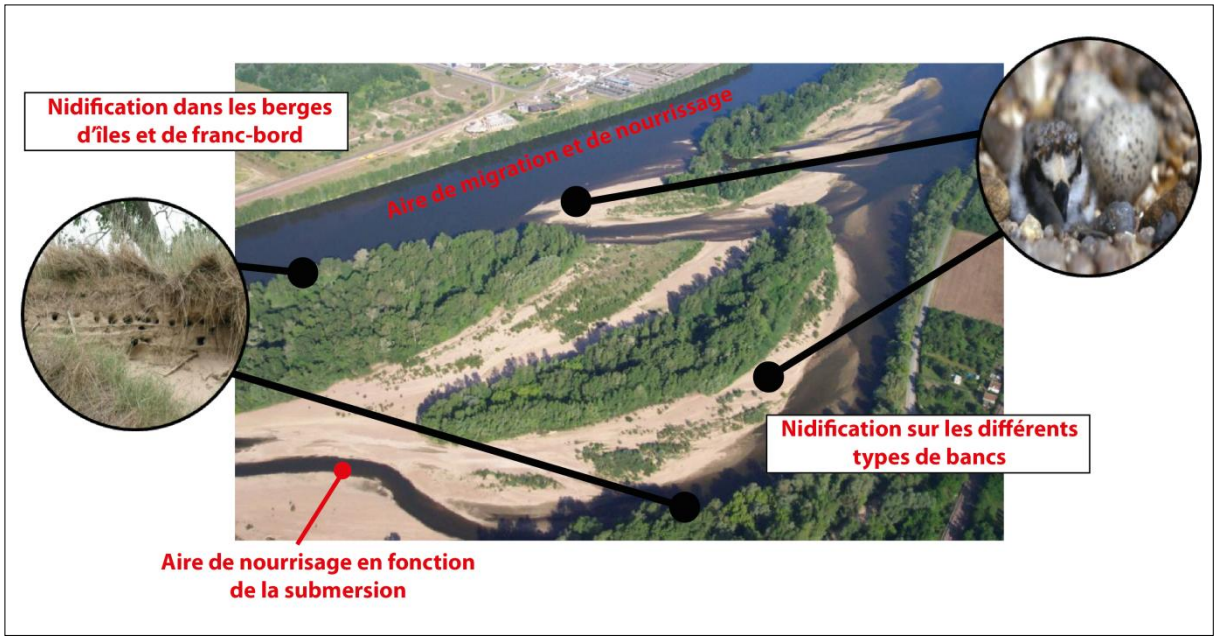


Figure 6: Typologie des habitats naturels (V. Lanher d'après S. Grivel, 2011)

2.1.1.3. Le lien entre hydrogéomorphologie et SIG

Cette approche en hydrogéomorphologie a été nécessaire pour identifier les différentes unités géomorphologiques en présence. Ce travail sur les formes fluviales a permis de déterminer les entités géométriques, essentielles pour la constitution du référentiel spatial. Leur digitalisation, et ensuite un travail diachronique aideront à comprendre l'évolution de ces milieux (sédimentation, érosion, végétalisation). De plus, cette interprétation ne pourra se faire sans corréler les paramètres hydrologiques et prendre en compte les paramètres structurant : variations des débits, évolution des cortèges sédimentaires, évolution de la végétation pionnière...

2.1.2. Définition d'une typologie des bancs pour la base de données

Cette typologie reprend et synthétise les multiples approches conceptuelles relatives à la position des bancs dans le lit entre-levées. Certains axes ont également été ajoutés en fonction des lectures.

Le travail réalisé par R. Binard (2003), sous la direction de S. Questiau, constitue une base méthodologique pertinente. L'approche géographique et les méthodes d'analyse spatiale y ont été discutées et approuvées (notamment en lien avec le Laboratoire de Géographie physique de Meudon). Une typologie a permis de caractériser les différentes positions des grèves dans le lit de la Loire pour le département du Maine-et-Loire :

- au sein du lit (centrale, droite, gauche) ;
- liée à une rive (droite ou gauche) ;
- liée à une île (amont, aval, gauche, droite) ;
- dans le bras secondaire lié aux deux berges, îles et rives.

Cette typologie est assez complète et constitue une bonne base. Quelques modifications ont cependant été apportées à partir des typologies de Ferguson (1987) et Amoros et Petts (1993) (Annexe 1). Certains éléments ont été repris, notamment les positions médianes, latérales et convexes des bancs. Pour les deux derniers critères, leur position a été caractérisée par rapport à la rive.

Par ailleurs, un critère a été ajouté suite à la digitalisation des bancs du site de la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire. Il caractérise les bancs de sable aux îles (en tête, en queue, position médiane). Lors de la saison de basses eaux centrée sur les étés, certaines îles perdent leur insularité (Dacharry, 1996 ; Grivel, 2008). Celles-ci sont reliées entre elles par des bancs de sable.

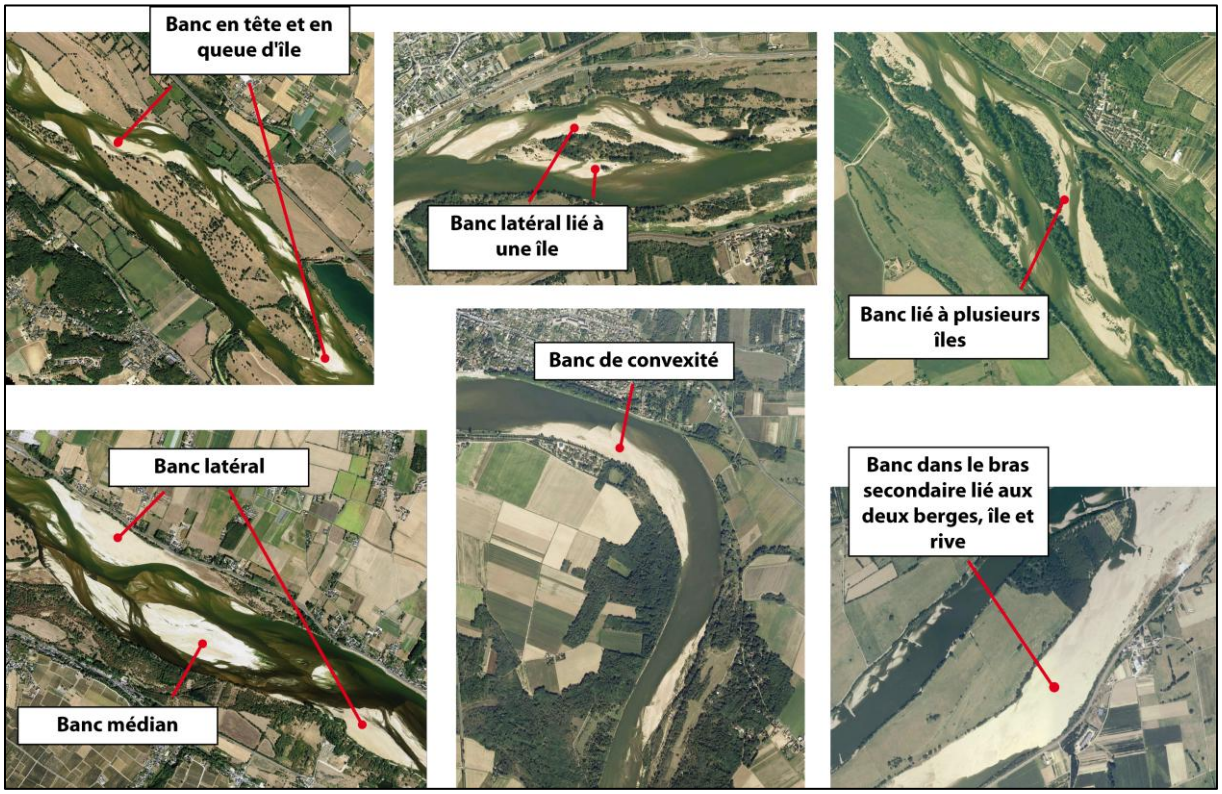


Figure 7: Caractérisation des différents bancs étudiés (V.Lanher d'après les données du SIEL, 2011)

2.1.3. Méthodologie pour la sélection de sites-témoins

2.1.3.1. Les tendances de peuplement

Le cheminement pour la sélection de sites-témoins s'est déroulé en plusieurs étapes distinctes. La première a consisté au défrichage du dernier Observatoire, ainsi que des données associées au sein des locaux de la LPO. Des campagnes de comptages d'oiseaux ont été menées et cartographiées à l'échelle du bassin de la Loire, et de l'Allier, et ce, en 2004 pour les Hirondelles de Rivage et les Guêpiers d'Europe et en 2006 pour les laridés. Ces premiers éléments sont intéressants pour analyser les grandes tendances de peuplement des différentes espèces d'oiseaux tout au long de la Loire.

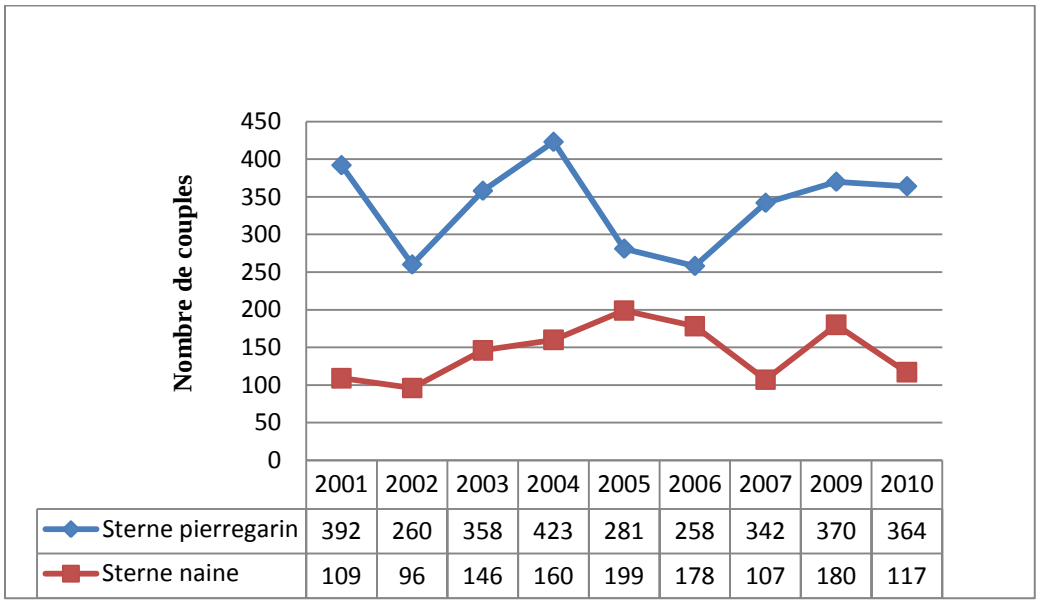


Figure 8: Evolution des effectifs nicheurs de sternes en Maine-et-Loire (V. Lanher d'après LPO, 2011)

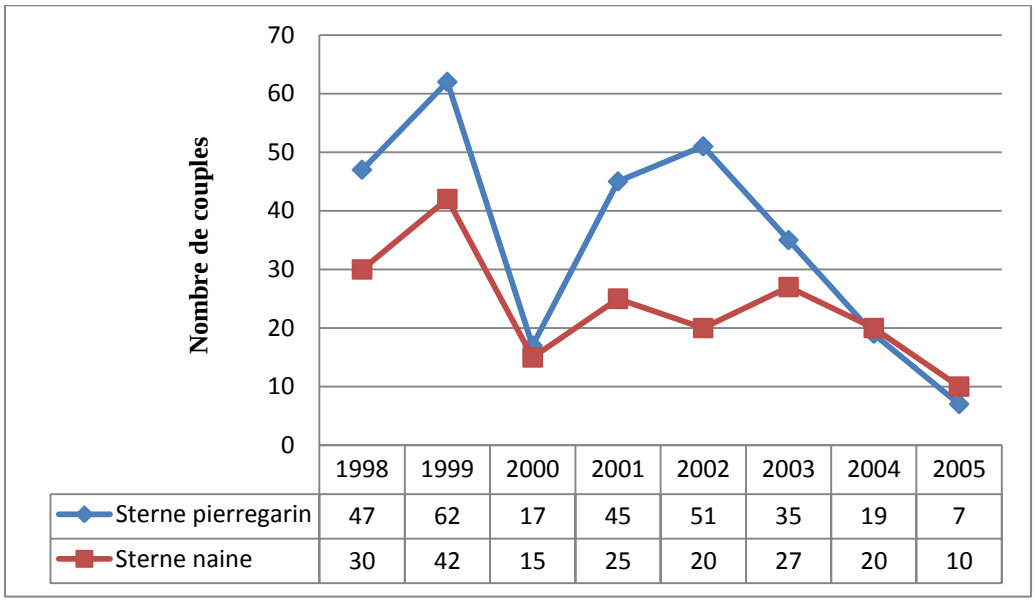
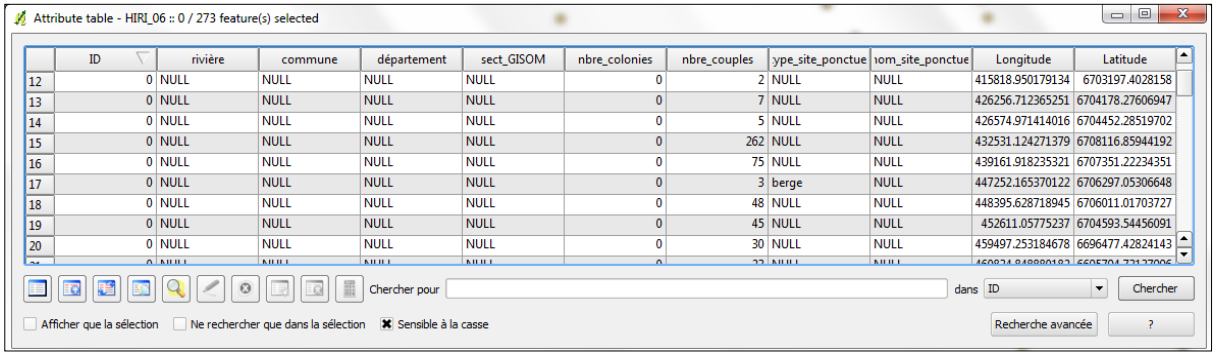


Figure 9: Evolution des effectifs nicheurs de sternes pour la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire (V. Lanher d'après la RNNVL, 2011)

Seules certaines données sur les sternes en Maine-et-Loire et sur la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire sont disponibles ou exploitables. Entre 2001 et 2010, aucune tendance ne se dégage vraiment à l'échelle globale. Les fluctuations dans les effectifs de sternes, aussi bien les pierregarins que les naines, semblent être le fait des chroniques hydrologiques des différentes années. Sur ce dernier point, un travail collectif pourra être réalisé pour le déterminer. L'absence de comptage pour 2008 provient d'une absence d'informations.

Concernant la RNNVL, une tendance se dessine nettement. Sur la période 1998 – 2005, les effectifs sont passés pour la sterne pierregarin de 47 à 7 couples (-85%), et de 30 à 10 couples (-66%) pour la sterne naine. Les effectifs relativement peu élevés pour 2000 semblent être liés à un accident hydrologique. Au vu de la tendance se dégageant, il serait intéressant de constater si le phénomène s'est accentué depuis.
Cependant, ces estimations du nombre de couples sont réalisées à partir du recensement du nombre de couveurs. Par conséquent, ces chiffres ne renseignent en aucun cas sur le succès de reproduction. Ce nombre peut être élevé, mais le succès reproducteur quasi-nul, du fait de crues tardives.

Les fichiers issus de la base de données de la LPO ont du être renseignés, ce qui n'était pas le cas au préalable, hormis les effectifs pour chaque espèce (Figure 10). La cartographie des espèces a été revue en optant pour une représentation des densités d'oiseaux. Cette technique est apparue plus satisfaisante que de symboliser des données brutes de comptage par la variable cartographique « taille ». Une maille a donc été appliquée sur une zone tampon englobant la Loire et l'Allier. La donnée à l'intérieur de celle-ci est issue du lissage par interpolation triangulaire. Cette opération a été réalisée pour chaque espèce. Un rayon de recherche a également été défini après plusieurs itérations, passant de cinq kilomètres à trois.



	ID	rivière	commune	département	sect_GISOM	nbre_colonies	nbre_couples	ype_site_ponctue	om_site_ponctue	Longitude	Latitude
12	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	2	NULL	NULL	415818.950179134	6703197.4028158
13	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	7	NULL	NULL	426256.712365251	6704178.27606947
14	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	5	NULL	NULL	426574.971414016	6704452.28519702
15	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	262	NULL	NULL	432531.124271379	6708116.85944192
16	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	75	NULL	NULL	439161.918235321	6707351.22234351
17	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	3	berge	NULL	447252.165370122	6706297.05306648
18	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	48	NULL	NULL	448395.628718945	6706011.01703727
19	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	45	NULL	NULL	452611.05775237	6704593.54456091
20	0	NULL	NULL	NULL	NULL	0	30	NULL	NULL	459497.253184678	6696477.42824143

Figure 10: Exemple de table attributaire à améliorer (V. Lanher, 2011)

Au final, cette cartographie a permis de déterminer les grandes tendances de peuplement à l'échelle du bassin. Toutefois, les chiffres de densité sont biaisés par le choix arbitraire du rayon de recherche, ainsi que la surface traitée non représentative de la situation sur le terrain. (Annexe 2). Cette méthode peut cependant être améliorée si le niveau local est privilégié. En effet, en travaillant à l'échelle des formes fluviales sur une longueur de tronçon bornée, nous pouvons obtenir un rayon de recherche pour la recherche de la forme fluviale la plus proche. Ce nouvel indicateur contribuerait à réduire le biais, d'où la nécessité de déterminer des sites-témoins. Par ailleurs, il est envisageable également en utilisant le même raisonnement de constater l'évolution des couples nichant tout le long du site-témoin.

2.1.3.2. L'inventaire des données disponibles

Le second axe de travail a consisté à inventorier les données naturalistes et les données spatialisées nécessaires à la création de la base de données.

D'une part, un questionnaire a été envoyé aux différents acteurs participant à l'Observatoire. Celui-ci a permis de faire un état des lieux sur l'existence des données avifaune à l'échelle du bassin. Les points suivants ont été ainsi demandés :

- la région couverte par chacune des structures
- les données les plus anciennes
- le suivi (fréquence et exhaustivité)
- le mode de stockage (données papier, classeurs Excel, Access).

Un tableau de synthèse reprenant les informations transmises a été dressé. Cet outil (Annexe 3), outre sa simplicité, a permis de bien cerner les différents acteurs du projet, d'avoir un premier contact avec eux, mais aussi de se faire une idée de la charge de travail à déployer.

D'une façon générale, il est ressorti de ce petit questionnaire les constats suivants. Les comptages d'oiseaux sont hétérogènes selon les espèces. Pour les espèces traitées, il ressort pour les laridés que les sternes sont les plus suivies dans le temps. Certains relevés remontent d'ailleurs aux années 1970 pour certaines structures, mais cela n'est pas généralisé. Sinon, pour le reste des laridés, ainsi que les Hirondelles de rivage et les Guêpiers d'Europe, les données sont quant à elles plus ponctuelles. Certains laridés comme les mouettes par exemple ne peuvent pas être suivi du fait de leur absence géographique dans certaines régions. Certaines tendances de peuplement se dessinent au vu des recensements.
Par ailleurs, la précision des données ainsi que leur stockage varie en fonction des structures. La localisation, par exemple, est réalisée le plus souvent au lieu-dit ou est géoréférencée. Certaines données sont également placées à la commune. Un travail en relation avec les acteurs devrait permettre de placer précisément ces données à l'échelle du banc. De plus, les moyens de stockage de données est tout aussi hétérogène, car cela va de l'archive papier au stockage des données en ligne, via les plateformes Visio Nature. Ce dernier moyen semble s'installer progressivement au vu des retours.

D'autre part, les données nécessaires au montage du système d'information géographique ont été fournies par la DREAL Centre. Ces données environnementales s'inscrivant dans le cadre de la Directive européenne 2007/2/CE du 14 mars 2007 (directive Inspire), présentent l'avantage d'être gratuites et libres d'utilisation, sous réserve de mentionner la provenance de ces données pour une question de droits d'auteur.

Une partie de ces données a été fournie ainsi par le SIEL[10]. Celles-ci se composent d'un jeu de mosaïques aériennes, géoréférencées et orthorectifiées, allant de 1995 à 2009. La disponibilité de ces clichés varie suivant les secteurs étudiés. Des archives antérieures au SIEL provenant de l'ancienne DIREN Centre complètent ces lots. Ces campagnes sur la vallée de la Loire ont été menées par l'IGN pour le compte du Ministère des travaux publics et des transports. Elles s'étendent sur une période allant de la moitié des années 1950 à la moitié des années 1980. Toutefois leur exhaustivité par secteur est plus hétérogène.

[10] « Le Système d'Information et d'Evolution du Lit (SIEL) de la Loire et de ses principaux affluents est un outil mis à la disposition des gestionnaires pour suivre les modifications du fleuve, améliorer les connaissances et ainsi adapter efficacement aux besoins les interventions dans le lit. » - http://www2.centre.ecologie.gouv.fr/SIEL/index-0.htm

Par ailleurs, le service du SIEL a délivré des couches SIG traitant des différents types de végétation sur la Loire, ainsi que les différentes formes géomorphologiques. Elles sont calquées approximativement sur les campagnes de prises de vues aériennes réalisées entre 1995 et 2005.

Tableau 2: Disponibilité des données pour chaque site-témoin (V. Lanher d'après données SIEL et naturalistes, 2011)

Sites	*Disponibilité SIEL*	*Sections concernées*	*N° de section*	*Remarques*
Loire moyenne				
Réserve Naturelle du Val de Loire	*1969, 1984, 1998, 2002, 2003, 2005*	*La Charité amont – St-Satur aval*	*lo04845s5818 - lo05145s5818*	*1995 et 1997 sont disponibles pour la Charité-sur-Loire*
Guilly – Orléans	*1969, 1984,1998, 2002, 2003, 2005*	*Idem site*	*lo05925s4545 - lo06365s4545*	*Disponibilité pour 1995 entre Combleux (lo06305s4545) et Orléans*
Montlouis-sur-Loire – Luynes	*1969, 1984,1999, 2002, 2005*	*Idem site*	*lo07425s3737 - lo07660s3737*	*Disponibilité pour 1995 entre St-Cyr-sur-Loire (lo07590s3737) et Luynes*
Montsoreau – St-Clément-des-Levées	*1969, 1999, 2002, 2009*	*Idem site*	*lo08125s4949 - lo08350s4949*	*Disponibilité pour 1995 et 1998 entre Montsoreau et l'île Ardouin (lo08275s4949) + 1984 pour Montsoreau*
Châlonnes-sur-Loire - Anetz	*1969, 1999, 2002, 2009*	*Tête de l'île de Chalonnes – Anetz*	*lo08860s4949 - lo09160s4449*	*disponibilité pour 1995 entre Montjean-sur-Loire (lo08975s4949) et Saint-Florent-le-Vieil (lo09090s4449)*
Loire amont				
Cronat – Decize	*1969, 2000, 2005, 2008*	*St-Martin-des-Lais – Decize*	*lo03820s7103 - lo04160s5858*	*Disponibilité pour 1982 entre Gannay-sur-Loire (lo03940s7103) et Devay (lo04090s5858) + 1986 entre St-Martin-des-Lais à St-Hilaire-Fontaine (lo03975s5803)*
Allier				
Réserve Naturelle du Val d'Allier et Moulin	*1983, 2000, 2005*	*St-Loup – Moulin aval*	*al03255s0303 - al03615s0303*	

L'autre partie des données provient du Département Hydrométrie Maintenance et Données de la DREAL Centre également. Il s'agit des données hydrologiques, à savoir les hauteurs d'eau et les débits. Pour cela, des stations de mesure aux différentes confluences sur la Loire ont été sélectionnées (Figure 11) dans un premier temps, avec possibilité d'extension à l'Allier.

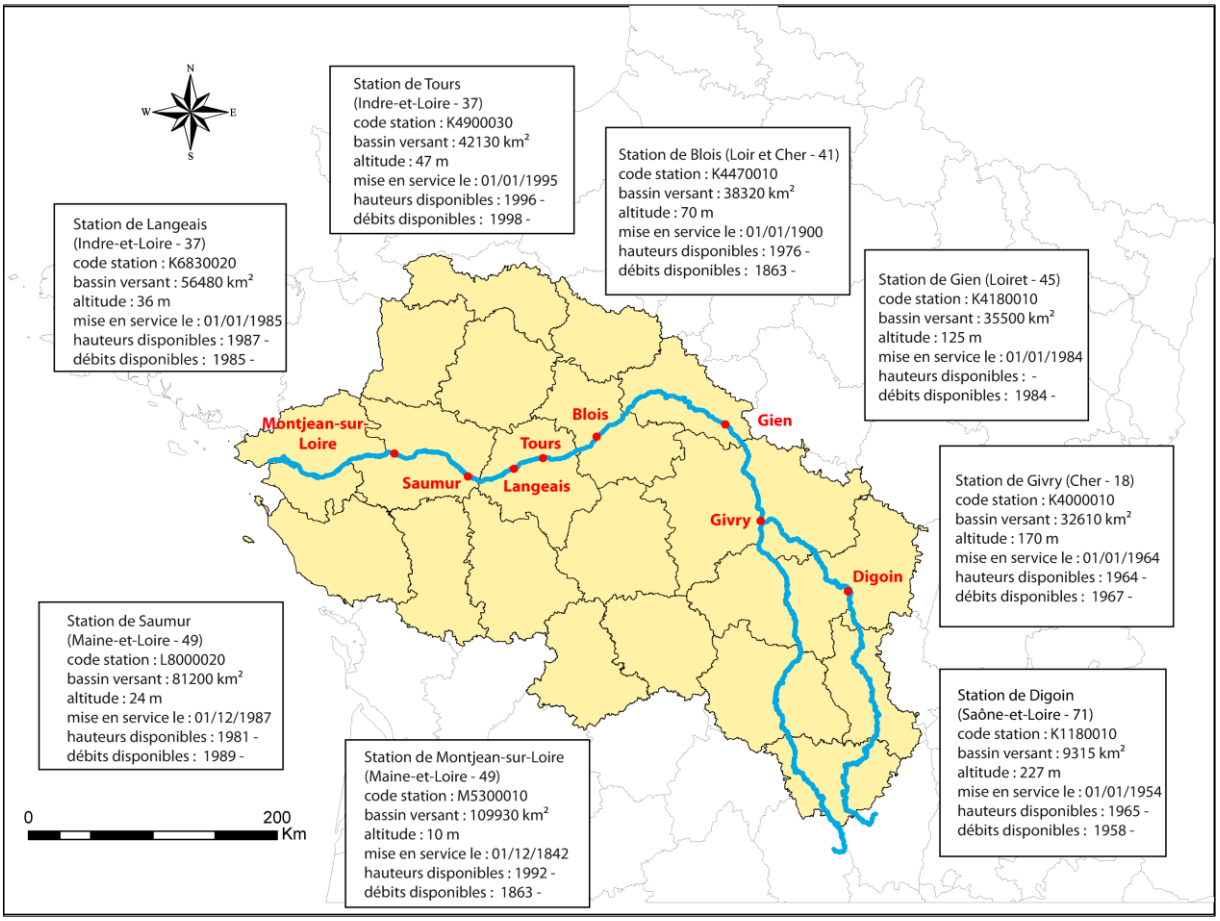


Figure 11: Stations de mesures hydrologiques aux confluences de la Loire (V. Lanher, 2011)

2.1.3.3. La sectorisation des tronçons de Loire

Enfin, la Loire a été sectorisée en fonction des différents styles fluviaux et des contextes d'aménagement qu'il est possible de rencontrer au fil du cours d'eau. Cette classification simplifiée (Grivel, 2008 ; Bazin et Gautier, 1996) est la suivante :

- La Loire des Gorges des hauts-bassins cévenols;
- La Loire des méandres[11] avec les méandres libres du Bourbonnais (Decize à Digoin) en Loire amont;
- La Loire des îles ou en anastomose[12] du Bec d'Allier à Briare en Loire moyenne ;
- La Loire corsetée, c'est-à-dire délimitée par une ou deux levées ou digues. Celle-ci passe d'un chenal rectiligne (Briare) à un chenal à méandre (Saint-Benoît-sur-Loire – Orléans), à un chenal à bras multiple (Montlouis-sur-Loire). À partir de Tours, on observe un retour des secteurs à îles;
- La Loire navigable (digues + épis), à partir de Bouchemaine (49) jusque l'estuaire.

[11] Le lit serpente au sein de la plaine alluviale suivant des boucles plus ou moins prononcées, du fait de la dissipation de l'énergie du cours d'eau. Ce style fluvial se distingue d'une rivière ou d'un fleuve à lit rectiligne par un coefficient de sinuosité au moins égal à 1,5

[12] L'anastomose se compose de multiples chenaux sinueux stables enserrant des îles en général boisée, et se caractérise par de faibles vitesses d'écoulement.

Au final après croisement de ces nombreuses informations collectées, sept sites-témoins ont été déterminés. Ils couvrent de façon homogène la Loire et l'Allier (Carte de situation en annexe 4), de sorte à retrouver les différents styles fluviaux et géomorphologiques énoncés précédemment :

Tableau 3: Sites-témoins, véritables unités de travail à l'échelle locale

Nom du site	*Style fluvial*	*Départements concernés*	*Association(s) concernée(s) par les suivis*
Réserve Naturelle du Val-de-Loire	*Loire des îles (anastomose)*	*Cher (18), Nièvre (58)*	*SOBA Nièvre, Réserve Naturelle du Val-de-Loire*
Réserve Naturelle du Val d'Allier + aval de Moulin	*Méandres libres*	*Allier (03)*	*LPO Auvergne*
Cronat - Decize		*Allier (03), Nièvre (58), Saône-et-Loire (71)*	*EPOB / SOBA Nièvre*
Guilly - Orléans	*Loire corsetée*	*Loiret (45)*	*Loiret Nature Environnement*
Montlouis-sur-Loire – Luynes		*Indre-et-Loire (37)*	*LPO Touraine*
Montsoreau – St-Clément-des-Levées		*Maine-et-Loire (49)*	*LPO Anjou*
Châlonnes-sur-Loire – Anetz	*Loire des épis*	*Loire-Atlantique (44), Maine-et-Loire (49)*	*LPO Loire-Atlantique / LPO Anjou*

Pour chaque site-témoin sélectionné, une fiche de synthèse a été réalisée (Annexe 5). Celle-ci respecte une charte graphique commune et se structure de la façon suivante :

- localisation et style fluvial
- structures, ainsi que les départements concernées dans l'encart-titre ;
- cartographie de situation ;
- tableau de synthèse recensant le nombre d'espèces par sites en fonction des données du dernier Observatoire. Les données disponibles à la DREAL, telles que les mosaïques aériennes, ou encore les couches vecteurs sont listées ;
- synthèse sur la zone concernée, mentionnant l'état des populations d'oiseaux, ainsi que les possibilités d'études en fonction des données existantes.

Pour information, un huitième site, l'écozone du Forez, est en cours de définition en Loire amont. Il a été proposé par les acteurs de l'Observatoire lors d'une réunion en mars 2011 pour sa biodiversité au niveau des habitats et du fait que quelques couples de sternes pierregarin s'y reproduisent.

2.2.Mise en place du SIG

L'utilisation du SIG paraît indissociable de la thématique proposée par l'Observatoire. En effet, la finalité est de pouvoir constater l'évolution des tendances de peuplement de l'avifaune, en lien avec celle des habitats du corridor ligérien. Il est donc nécessaire d'avoir recours au SIG tout d'abord comme outil de production des entités géographiques que sont les habitats géomorphologiques de la bande active, en l'occurrence les bancs. D'autre part, il permet une localisation fine des colonies d'oiseaux sur les sites-témoins sélectionnés, en partenariat avec les acteurs locaux.

Dans un second temps, le SIG peut être considéré comme un outil de décision. Celui-ci possède des fonctions de géotraitement, ou d'analyse spatiale permettant de quantifier l'évolution des milieux. De ce fait, il oriente également les mesures de gestion, à partir des résultats en ressortant.

Enfin, le SIG s'inscrit également comme un projet en tant que tel, et pas seulement comme un outil. Outre la production de données, celui-ci s'oriente de plus en plus vers les questions de diffusion de la donnée sur le web. C'est d'ailleurs la finalité que veut atteindre cet observatoire.

2.2.1. Conceptualisation de la base de données

La conceptualisation de la base de données a nécessité un travail de réflexion assez conséquent. Cette partie représente un travail important à ne pas négliger lors d'un tel projet. Cette conceptualisation passe d'abord par la modélisation. Celle-ci consiste à faire état de toutes les entités existantes et caractérise toutes les associations qui existent entre elles. En d'autres termes, le raisonnement en base de données sert à transposer sous forme schématique le fonctionnement entre objets physiques. Ici, il s'agit de représenter par exemple les relations existantes entre les bancs du lit mineur de la Loire et l'avifaune qui y niche. De plus, chaque entité définie possède une ou plusieurs propriétés ou attributs. Il est capital de veiller à éviter les redondances entre certains attributs de plusieurs entités, ce qui ne contribue qu'à alourdir la base.

Dans le cas de la base de données sur l'avifaune, ces paramètres ont du être appliquées. Cela n'a pas empêché au cours des tests de conception de passer d'un modèle de base de données « éclaté », à quelque chose de plus « compact » reposant sur deux tables attributaires (Figure 12).

Cela se traduit par un regroupement de certaines

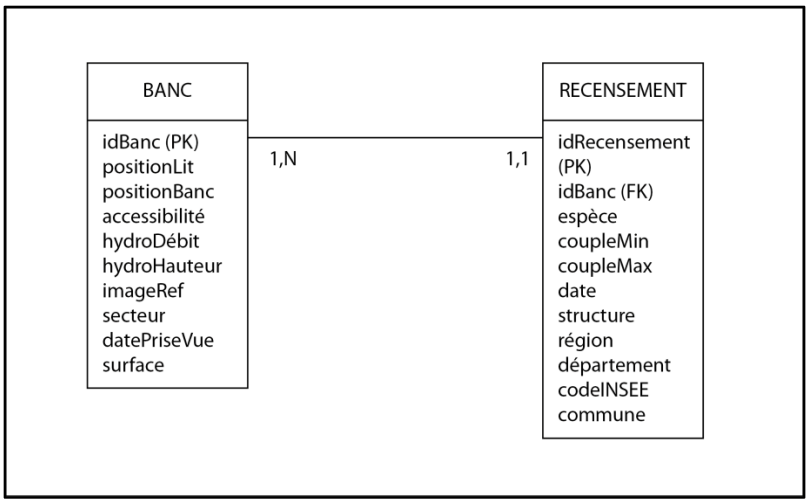


Figure 12: Modèle Physique des Données (MPD ; V. Lanher, 2011)

entités au sein des champs d'une des deux tables. Par exemple, les champs « Position lit », « Position banc », « Accessibilité » de la table traitant des bancs, étaient des entités à part entière. Après réflexion, ceux-ci ont été rattachés car il ne s'agit pas au final d'entité du monde réel à proprement parlé, mais plutôt des états que peuvent prendre un banc.

Cette présentation n'est pas totalement figée, notamment en ce qui concerne la table sur les grèves. Actuellement, la réflexion continue pour mettre en place un suivi fin au niveau des habitats du lit de la Loire et de l'Allier. En effet, il s'agit d'intégrer une approche normée à l'échelle de l'Observatoire pour renseigner notamment, le substrat de la grève, l'avancement en termes de végétalisation du site (pourcentage de ligneux, d'herbacées, de sols nus), le tout accompagné de la date.
Ce suivi ne pourrait par contre être mis en place qu'à partir de cette année, car il est difficile de reproduire ce suivi à l'échelle du bassin malgré le fait que certaines associations naturalistes suivent déjà l'évolution de leurs sites de nidification. De plus, les tables portant sur les grèves et bancs de sable nécessiteraient un nouveau champ d'identification autre que « idGreve ». Ce nouveau champ autoriserait de ce fait un lien avec les autres tables attributaires non géographiques. Conformément à la réunion de l'Observatoire de mars 2011, il conviendrait de réutiliser l'identifiant de tronçon du GISOM[13] (Annexe 6). L'identifiant pourrait se composer de la manière suivante, « code GISOM – n° de grève », comme suggéré par la Coordination régionale de la LPO.

Par ailleurs, le moyen d'établir une passerelle avec l'autre stagiaire de la LPO Anjou est en cours d'étude. Son stage tente de proposer une analyse en composantes multiples pour caractériser les tendances de peuplement à l'échelle du bassin. Cette analyse s'appuie sur des facteurs variés, à savoir relatifs aux milieux (substrat, présence de végétaux, etc.), aux colonies (effectifs, nombre de couveurs, etc.), et enfin aux dérangements (caractérisation, fréquence, etc.).

Cette ouverture volontaire des axes de réflexion concernant la base de données a été voulue dès le départ par la LPO. L'optique recherchée est de proposer un outil de gestion intéressant pour les variétés d'acteurs du Bassin de la Loire (DREAL, DDT, Conservatoires, Associations de protection de la nature, etc.)

2.2.2. Constitution du référentiel spatial

Le référentiel spatial est constitué pour cette année des couches SIG de grèves par année. Deux méthodes de travail ont été privilégiées, une axée sur la digitalisation des grèves par photo-interprétation et l'autre par croisement et réutilisation de couches SIG. Ces opérations ont été menées sur quatre des huit secteurs définis au préalable (La Réserve Naturelle du Val de Loire, Guilly – Orléans, Montsoreau – Saint-Clément-des-Levées, Chalonnes-sur-Loire – Anetz), et un cinquième a été commencé (Montlouis-sur-Loire – Luynes).

[13] Groupement d'Intérêt Scientifique Oiseaux Marins

La digitalisation manuelle a été requise lorsque les données n'étaient pas disponibles pour certaines zones. C'est en particulier le cas du Maine-et-Loire pour les zones aval entre 1999 et 2002 à partir de Montjean-sur-Loire, la partie amont ayant déjà été réalisée sur l'ensemble du département à partir de Montsoreau[14]. De plus, cette opération a du être répétée pour 2009 sur le Maine-et-Loire, cette année venant d'être mise en ligne récemment sur le site du SIEL.

Au départ, Le logiciel de télédétection ENVI avait été choisi pour extraire les formes vectorisées après photo-interprétation, en respectant le diagramme méthodologique suivant en figure 13.

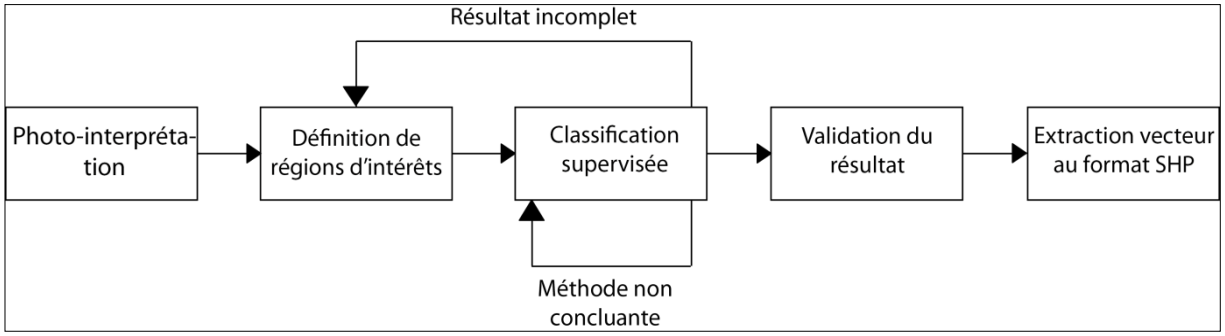


Figure 13: Méthodologie de télédétection (V. Lanher, 2011)

Cette méthode s'est révélée peu concluante. D'une part, le rendu obtenu par sélection de régions d'intérêt était approximatif, comme le montre la figure 14. Cela impliquait un retraitement de la couche et une vérification des entités n'ayant pas été prise en compte. D'autre part, l'export des résultats dans un format vecteur a été compromis du fait de la trop grande quantité d'informations à traiter par la machine.

[14] Ces couches sont extraites du travail de stage de R. Binard de 2003 sur *La caractérisation de l'habitat de trois espèces d'oiseaux des grèves de la Loire.*

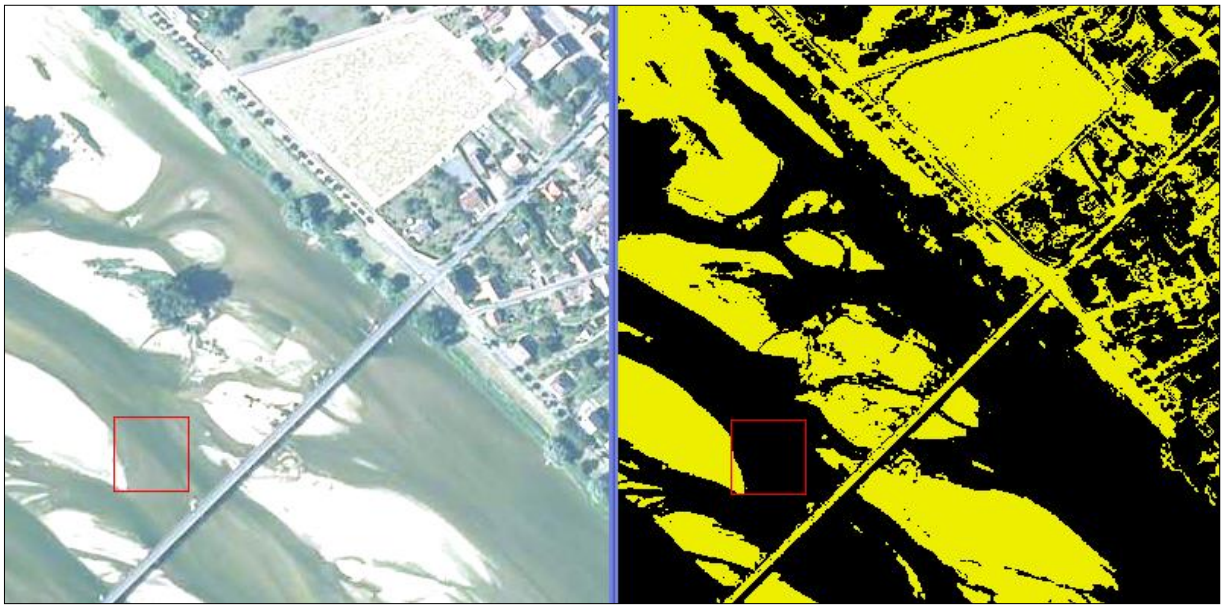


Figure 14: Résultat peu concluant de la photo-interprétation (V. Lanher, 2011)

Au final, la digitalisation s'est faite selon une photo-interprétation directe des mosaïques aériennes. Pour le reste des secteurs, les couches géomorphologiques et les cartes de végétation issues de la DREAL Centre ont été réutilisées par croisement. Après analyse de ces deux couches, celles de végétation semblaient plus pertinentes, plus détaillées au niveau des unités paysagères et moins grossières pour la sélection d'entités. Elles ont donc servi de référence. Les autres ont été pratiques pour vérifier la justesse des nouvelles entités produites.

2.3.De la production de données à leur diffusion

En parallèle à ce travail, une véritable réflexion a été menée quant aux solutions logicielles à adopter pour poursuivre le travail. L'option des logiciels Open Source a finalement été adoptée, malgré l'hétérogénéité des solutions logicielles présentes au sein des acteurs de l'Observatoire. Cette alternative est apparue viable car ces solutions deviennent de plus en matures et représentent un potentiel d'application grandissant. De même, les supports de formation sont plus ou moins bien détaillés selon les projets, beaucoup de documentations restent partielles ou en anglais. Pour autant, les utilisateurs commencent à proposer des tutoriaux traduits en français, comme pour Qgis et Postgres notamment (sur les sites officiels ou non), mais aussi des exercices d'application. De plus, les logiciels libres se sont faits leur place au milieu des solutions propriétaires au sein de plusieurs forums géomatiques, comme Georezo[15] ou ForumSig[16]. D'ailleurs, ces endroits sont des lieux d'échange fréquentés, preuve en est que la communauté autour des solutions Open Source est active et surtout réactive.

[15] « Le coin de l'Open Source » - http://georezo.net/forum/
[16] « Assistance et Programmation », « Ressources » - http://www.forumsig.org/forumdisplay.php?f=86

À l'heure actuelle, ces solutions suscitent l'adhésion du monde professionnel, en témoigne la journée sur PostGIS à Paris le 23 juin prochain, ou encore les plateformes d'information géographique de l'Etat, basées sur le progiciel Prodige[17].

Pour autant, rien n'est encore imposé aux acteurs en tant que tel. En effet, cette phase constitue plus une phase de test à l'heure actuelle, mais également d'auto-formation. Malgré tout, la totalité du travail a été réalisé avec ces solutions logicielles. Au fur et à mesure, des améliorations ont été apportées que ce soit en termes d'astuces, ou de fonctionnalités. L'objectif est ici de proposer une solution qu'il sera possible de mettre en place, si elle se révèle convaincante ne serait-ce que pour la coordination régionale de la LPO et de l'Observatoire Avifaune. Des orientations d'utilisation des logiciels seront donc proposées pour le fonctionnement de l'Observatoire et la gestion des données naturalistes et spatialisées. Ce travail se positionne donc aussi dans l'optimisation de logiciels libres et leurs liens avec les logiciels propriétaires (ArcGis et MapInfo notamment).

2.3.1. Développement d'un réseau de données spatialisées pour l'Observatoire

Au départ, la réflexion a été axée sur le stockage de la base de données. En complément, cet outil devait pouvoir être interfacé avec un client SIG bureautique. La première idée envisagée se basait sur le couple ArcGis / Access au travers de la création d'une géodatabase personnelle. Cette option a vite été délaissée afin de fédérer un réseau d'acteurs autour de logiciels libres plus facile à mettre en œuvre. Le passage aux logiciels Open Source s'est imposé et a été testé. Le résultat est tout à fait concluant, d'après les premiers résultats.
Le couple Postgres / Qgis a donc été retenu pour diverses raisons évoquées dans la suite. Ces deux solutions sont éprouvées en termes de longévité. Postgres a vu le jour à la fin des années 1980 pour une sortie en 1992. Qgis a pris forme à partir de 2002 pour une sortie début 2004. Le SIG bureautique n'en était pas un à ses débuts. Il permettait la consultation de couche PostGIS[18] et comportait peu de fonctionnalités. Le couplage de ces deux solutions apparaît comme pertinent, du fait du lien historique entre ces deux solutions.

Postgres est apparu comme la plus pertinente pour stocker des données géographiques, comparé au SGBD[19] de Microsoft, Access, qui était prévu au départ. Pourtant, Access présente l'avantage d'être relativement simple d'utilisation, de proposer une interface conviviale, ou encore la création de formulaire, très pratique pour mettre à jour sa base. À l'inverse, il ne permet de stocker que des informations brutes et donc ne prend pas en compte les géométries de nos objets créés sous SIG. Cette partie, Postgres la gère très bien après installation de son extension spatiale Postgis. D'ailleurs, ses capacités ne se limitent pas à stocker de l'information géographique. En effet, des fonctionnalités d'analyse spatiale sont implémentées d'origine, et sont utilisables au travers de requêtes SQL. Dans notre cas, nous ne les exploiterons pas, le SGBD ne servant qu'à stocker et à requêter nos informations.

---

[17] « Annexe 1 – Prodige à la loupe », *Rapport final Pégase* - http://www.poitou-charentes.pref.gouv.fr/datas/File/rapport_final_pegase.pdf
[18] Extension spatiale de Postgres permettant de stocker les données géographiques, à l'instar d'Oracle Spatial pour Oracle ou de ArcSDE pour Arcgis.
[19] Système de Gestion de Base de Données

Toutefois, Postgres reste plus complexe qu'Access de par ses fonctions, même si l'interface graphique PgAdmin III rend l'ensemble convivial (Figure 15).

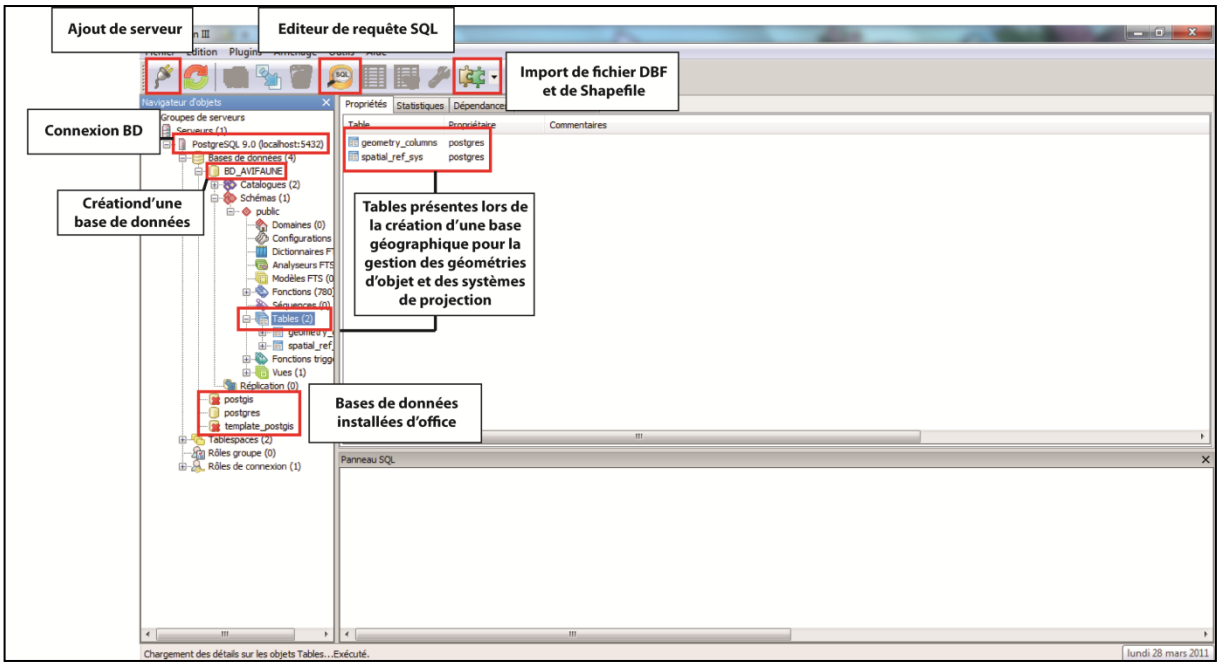


Figure 15: Interface d'accueil de PostgreSQL / PostGIS (V. Lanher, 2011)

Pour interfacer et actualiser la base Postgres, le client bureautique SIG Qgis a été retenu. Après un tour d'horizon des solutions disponibles sur le marché, c'est sur celle-ci que s'est arrêté le choix. Premièrement, Qgis bénéficie d'une interface ergonomique et intuitive, relativement simple à prendre en main. De plus, il dispose d'une communauté d'utilisateurs et de développeurs assez actives, au vu du nombre de versions sorties depuis son lancement en 2002. Enfin, l'installateur d'extensions Python propose l'ajout de fonctionnalités supplémentaires, ce qui a permis d'optimiser notre travail.

En outre, il dispose de l'implémentation de la librairie Gdal / Ogr, permettant la lecture de nombreux formats de fichiers utilisés aussi bien par des solutions libres ou commerciales. Par ailleurs, celle-ci inclut également des outils de traitement et de conversion des fichiers raster et vecteur relativement complets pour une utilisation au quotidien. Bien sûr, Qgis reste en deçà de ce que propose Arcgis par exemple, notamment en termes d'outils, mais paraît plus convaincant que Mapinfo. Pour se rendre compte des fonctionnalités, un tableau comparatif reprend les avantages et les inconvénients des deux solutions commerciales et Qgis.

En l'occurrence, l'avantage de Qgis vient du fait qu'il se connecte à Postgres en lecture / écriture. Cela permet donc de modifier, en local, la base de données sans pour autant rentrer dans les fonctions complexes du SGBD. Ce dernier point représente un plus pour les personnes n'étant pas forcément familiarisées avec les outils SIG. Le principe est simple, il suffit de créer une nouvelle base de données dans Postgres et de suivre la procédure suivante. Les seules interventions sur la base par la suite concerneront la sauvegarde (Figure 16).

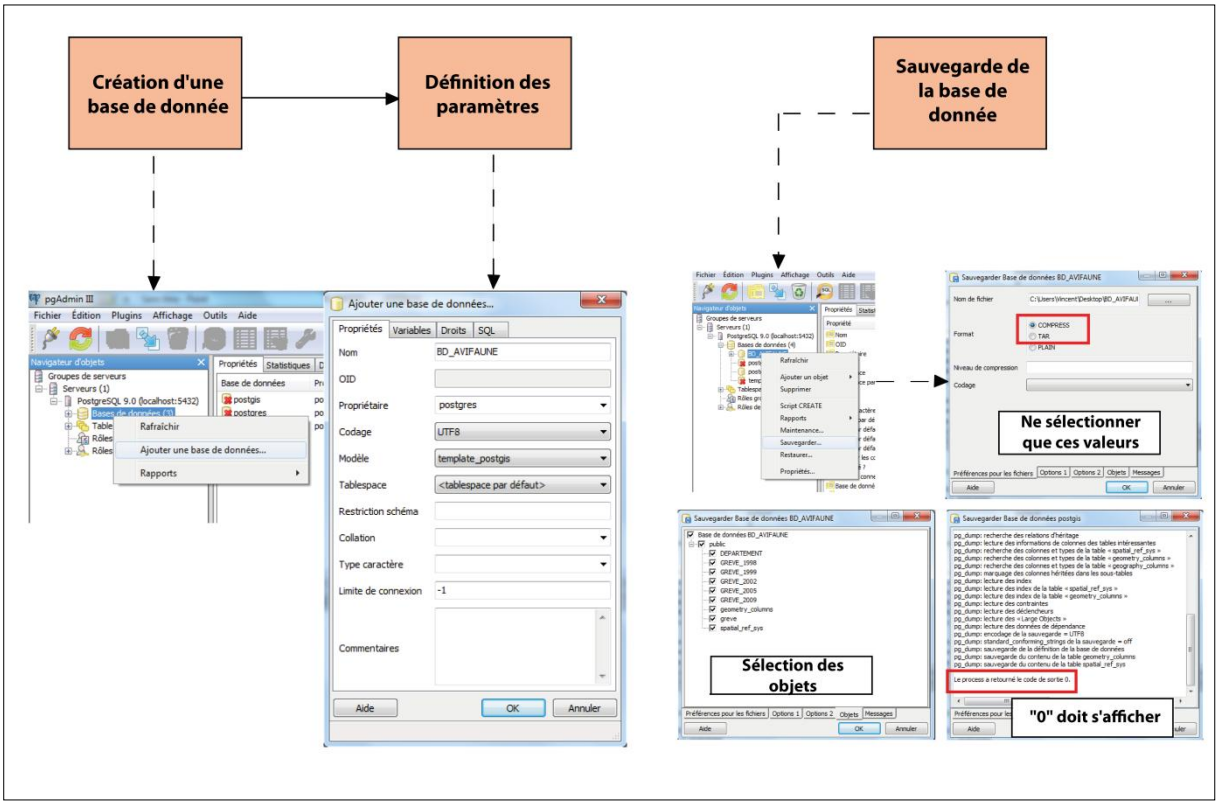


Figure 16: Commandes de création et de sauvegarde de la base de données sous PostgreSQL (V. Lanher, 2011)

Après, l'essentiel des opérations se situent dans Qgis. La procédure à suivre est la suivante et sera intégrée dans le tutoriel accompagnant l'utilisation de la base (Figure 17).

Un tutoriel illustré sur le logiciel est d'ailleurs en cours de rédaction. Il reprend les fonctions de base, ainsi que quelques outils de traitement vecteur, mais surtout l'utilisation de Qgis avec Postgres. Par ailleurs, la communauté Qgis vient également de mettre à disposition des utilisateurs un guide d'utilisation du logiciel en français. Pour autant, le but de ce tutoriel est de s'appliquer au travail mené par l'Observatoire. Il s'agit de transposer une documentation d'apprentissage en un guide traitant le cas concrets des travaux en cours.

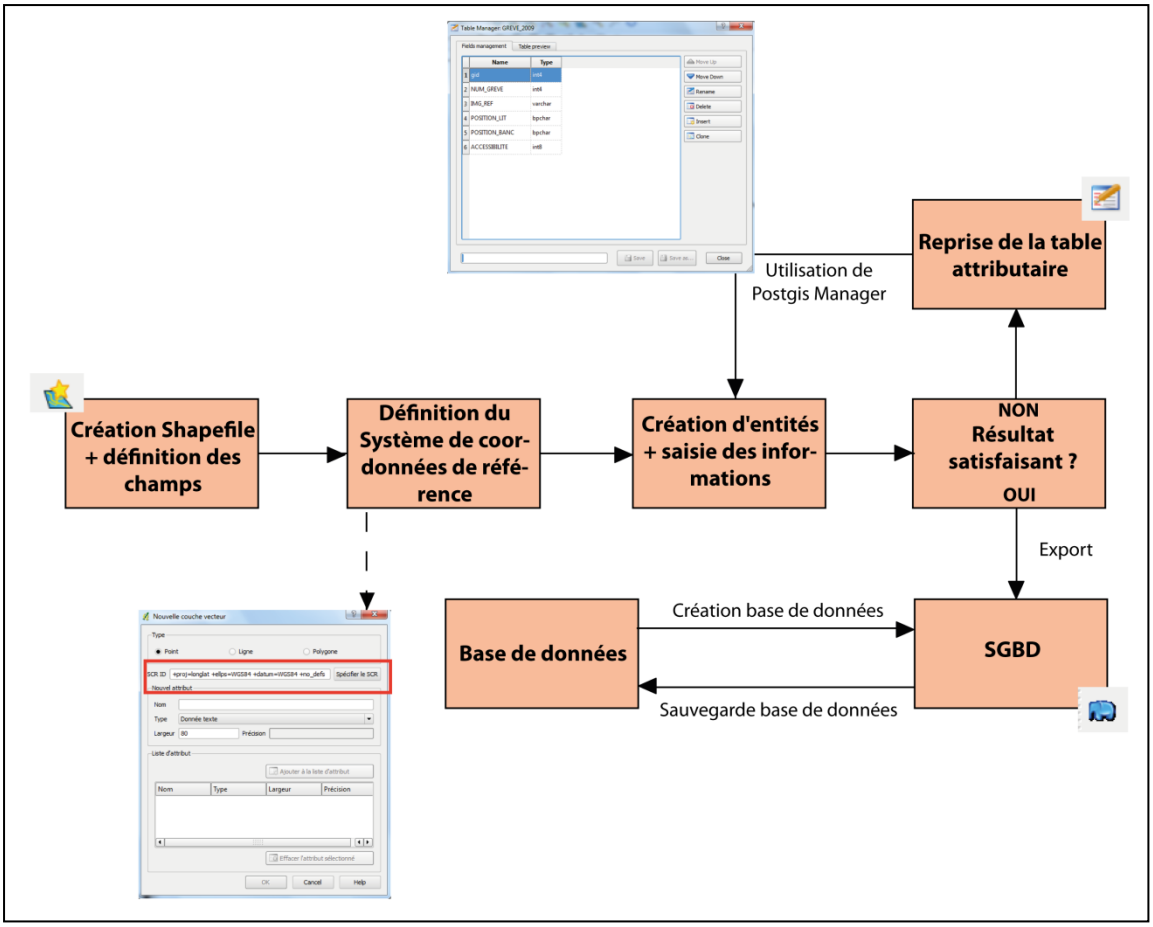


Figure 17: Méthodologie pour un outil de travail fonctionnel sous SIG (V. Lanher, 2011)

2.3.2. L'hébergement des données produites

Les données produites seront hébergées sur le portail du Centre de ressources du patrimoine naturel et des zones humides du bassin de la Loire[20], dans la partie du site consacrée aux observations sur l'avifaune.

Cet espace de stockage en ligne doit contribuer dans la mesure du possible à la mise en réseau des données avifaunes des acteurs de l'Observatoire, mais également à les valoriser. Par ailleurs, les données géomorphologiques sur les grèves, et par la suite sur les berges de francs-bords devront aussi y figurer. Le croisement de ces deux types de données peut intéresser certains gestionnaires du bassin de la Loire, que ce soit en termes de suivi ou de gestion des milieux.

[20] Le Centre de ressources a été mis en place dans le cadre du programme Loire Nature pour la période 2002-2006. La Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels était le coordinateur de projet, en partenariat avec le WWF et la LPO, le tout intégré au plan Loire. Aujourd'hui, le Centre de ressources est assimilé à la plateforme Recherche, Données, Informations du Plan Loire Grandeur Nature. Il a pour objectif de mettre en réseau les différents travaux menés par les acteurs du bassin de la Loire.
http://centrederessources-loirenature.com/home.php

Il a été convenu de livrer une information synthétisée et structurée selon un modèle commun. Celui-ci est en cours de réflexion, que ce soit en termes de données avifaunes ou géomorphologiques. Au travers de cette mutualisation des données avifaunes, un modèle standardisé à l'échelle du bassin de la Loire sera créé et exploitable à terme.

2.3.2.1. L'interface de cartographie interactive Carmen

Les données SIG relatives à l'environnement stockées sur le portail du Centre de ressources peuvent être visualisées et téléchargées via l'outil de cartographie interactive Carmen, qui n'est autre qu'une application développée par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL).

Pour la partie base de données / cartographie, l'application a été développée sur des outils Open Source. Le stockage de la base de données se fait sur un serveur FTP et s'effectue via une base de données Postgres / Postgis. La diffusion des cartes fonctionne via le serveur cartographique Mapserver, qui est une des solutions très utilisées dans les portails cartographiques. Disposer d'un tel outil constitue une opportunité dans le cadre de l'Observatoire, car l'ensemble est ce que l'on pourrait appeler une solution « clé en main ». Cela nous évite donc de développer intégralement un outil de cartographie en ligne, mais plus important, nous résolvons les problèmes de maintenance liés à un tel outil.

Côté fonctionnalités, la plateforme est conforme aux exigences de la directive européenne INSPIRE, et notamment en ce qui concerne l'interopérabilité dans les échanges de données. En effet, celle-ci permet la diffusion des services Web respectant les normes de l'OGC[21], à savoir les services WMS[22] (norme ISO 19128) et WFS[23] (norme ISO 19143).
Par ailleurs, certains produits IGN sont à disposition pour superposer nos données, comme GEOFLA Départements, ou encore les différents SCAN. La souscription à un contrat API Géoportail est un des points à traiter avec le Centre de ressources. D'après le document relatif aux conditions d'utilisation de Carmen (Annexe 7), il est possible de souscrire gratuitement à un tel type de contrat, ce qui nous permettrait d'avoir à notre disposition les services *Images tuilées* et *Adresse* du Géoportail (soit des vues aériennes auxquelles sont superposées un plan).

[21] Open Geospatial Consortium – l'OGC est un consortium à but non lucratif regroupant des compagnies, des agences gouvernementales, et des universités chargé de définir des standards ouverts pour une meilleure interopérabilité des contenus, services web relatifs à l'information géographique - http://www.opengeospatial.org/ogc
[22] Web Map Service - service web délivrant, au travers d'une requête http, une image géoréférencée (PNG, JPEG, etc.) composé d'une ou plusieurs couches SIG.
[23] Web Feature Service - service web délivrant, au travers d'une requête http, un flux d'objets vectoriels (point, ligne, polygone).

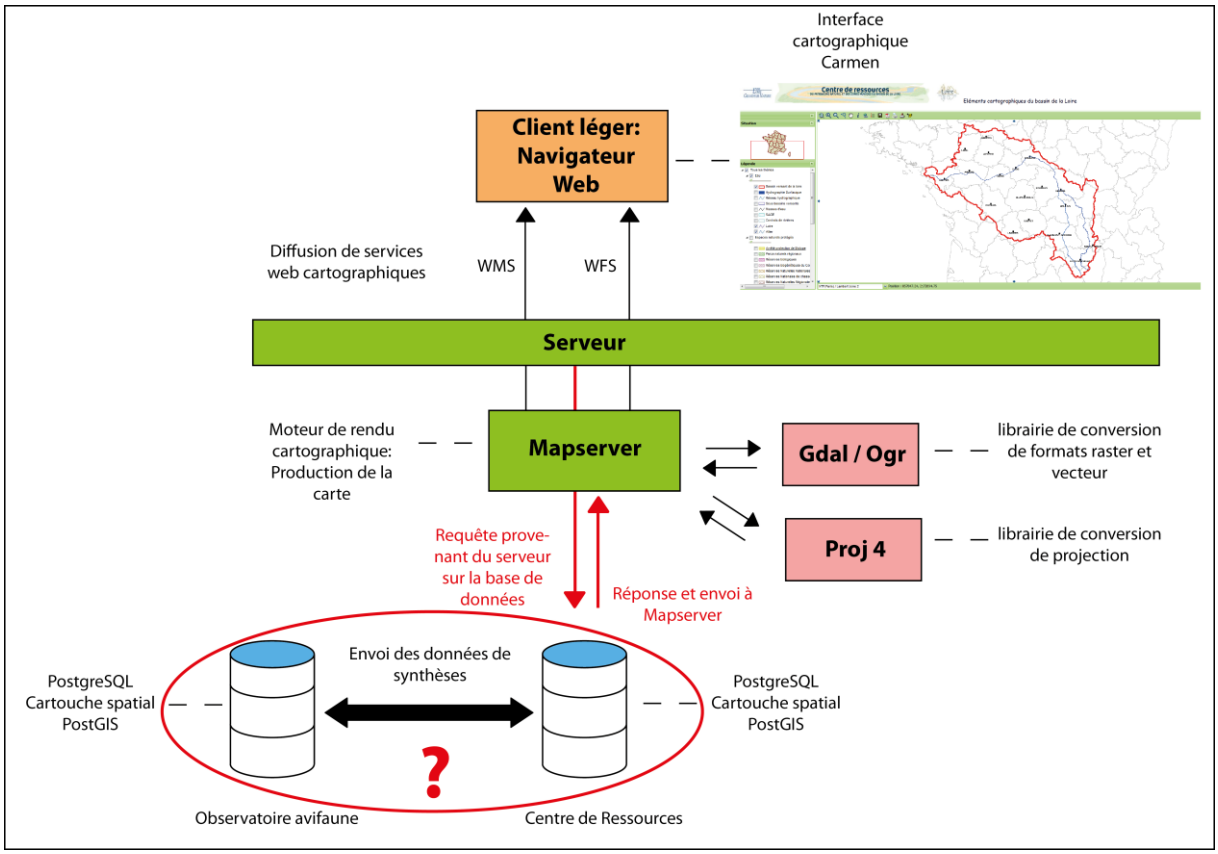


Figure 18: Fonctionnement de l'outil de cartographie interactive Carmen (V. Lanher, 2011)

2.3.2.2. Les modalités concernant la diffusion, le partage et l'acquisition de données

Carmen se veut une plateforme d'échange de données environnementales, néanmoins, le dépôt de données ne peut se faire sans avoir adhéré au préalable aux conventions de publication de la donnée en ligne. Sur ce dernier point, des précisions seront à apporter. En effet, la situation pour adhérer n'est pas forcément claire. D'un côté, des conventions de partage et de diffusion de la donnée peuvent être téléchargées depuis le site du Centre de ressources. Néanmoins, pour héberger de la donnée sur le serveur FTP de Carmen, il faut aussi adhérer au protocole SINP[24].

De plus, après quelques recherches sur le site du SINP, il s'est avéré qu'en tant *qu'Association de Protection de la Nature*, la LPO peut disposer de tarifs préférentiels sur les référentiels IGN (BD Ortho, BD Carto, SCAN, etc.).

Ces deux points nécessitent réflexion dans les semaines à venir pour déterminer les conventions avec le Centre de ressources avant toute démarche au niveau de l'Observatoire. La désignation d'une personne ressource collectant la donnée pourrait être nécessaire, pour éviter une démultiplication des contrats au sein du réseau.

[24] Systèmes d'Information sur la Nature et les Paysages - http://www.naturefrance.fr/sinp

Le **développement de la base de données interactive** souhaitée par la coordination régionale LPO Pays de la Loire n'en est qu'à ses débuts. Des améliorations peuvent encore y être apportées, en fonction des interprétations des premiers résultats.
Au cours de cette mise en route de l'Observatoire, le travail s'est articulé suivant **deux axes**, : un axe **recherche** et un axe **technique**.

La **partie recherche** a permis de **déterminer la marche à suivre pour le projet**. Les actions entreprises lors du dernier Observatoire ont constitué une base pour comprendre le contexte dans lequel s'inscrivait la mission, le réseau naturaliste, etc.
Ensuite, la **désignation de sites-témoins** a été nécessaire pour la rédaction de **fiches de synthèse**. Les paramètres retenus pour leur sélection prennent en compte à la fois les données naturalistes, les données cartographiques disponibles, et enfin une différenciation des styles fluviaux.

La **partie technique** a été l'occasion de réfléchir aux différents axes à développer pour la base de données. Il s'est avéré nécessaire de centrer une réflexion sur l'inventaire, l'acquisition, la gestion et la diffusion des données disponibles au sein d'un tel Observatoire. L'observatoire Avifaune est en effet un vaste et riche espace de données en réseau. Une **réflexion sur la pertinence des logiciels Open Source** dans un tel projet a également été étudiée, et mise en pratique pour la réalisation du travail.
Enfin, **la solution d'hébergement en ligne des données a été abordée**, et sera précisée dans les semaines à venir.

De **nombreux points restent encore à préciser** pour le bon déroulement du projet, même si les **premiers résultats peuvent commencer à être analysés**.

PARTIE III : RESULTATS ET PREMIERES REFLEXIONS

Au terme de ces quatre mois de stage, le travail de digitalisation n'en est qu'à son début. Malgré tout, la constitution des référentiels géographiques sur les grèves et bancs de sable autorise une première approche pour le suivi des milieux.

Par ailleurs, les préconisations développées pour la suite de l'Observatoire donnent des pistes à explorer pour la coordination régionale de la LPO pays de Loire ou pour la poursuite des travaux. En fin de mission, un document de travail sera remis. Il synthétisera les éléments utiles à la reprise du travail comme l'arborescence des fichiers par exemple.

3.1. Méthodologie d'exploitation de l'outil SIG

3.1.1. Suivi des habitats géomorphologiques

À l'issue de ces quatre mois, quatre des huit sites-témoins, définis en concordance avec les acteurs, ont été cartographiés. N'ayant pas encore accès aux données naturalistes, seul un premier suivi des milieux a été mené.

3.1.1.1. Méthodes de suivi sous SIG

Premièrement, les grèves favorables à la nidification des sternes essentiellement ont été mises en évidence. Pour ce faire, une différenciation a été mise en place, attribuant une valeur « 0 » ou « 1 » selon le type de grève. Les grèves non accessibles depuis la rive en période d'étiage prennent la valeur « 0 » (Figure 19)

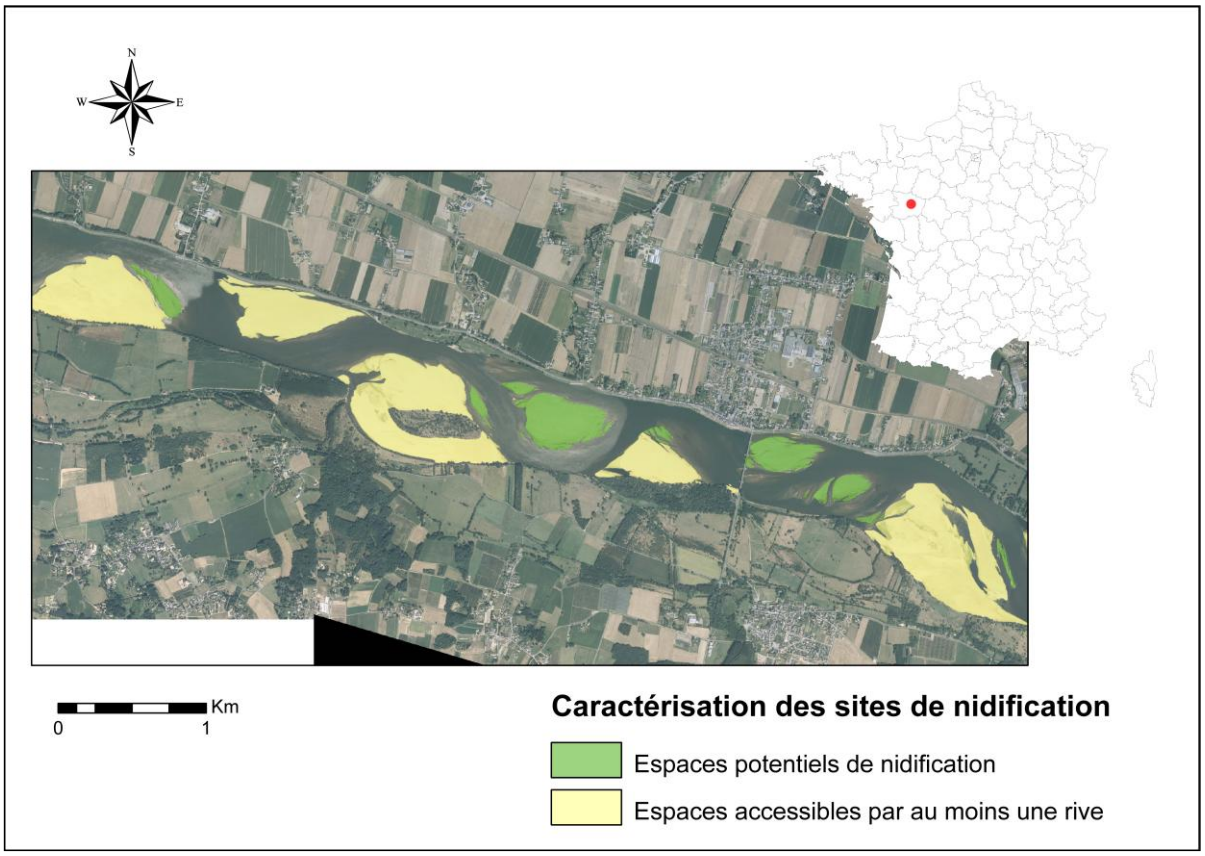


Figure 19: Caractérisation des bancs favorables à la nidification (V. Lanher d'après les données du SIEL, 2011)

Pour rappel, cette espèce (Loire Nature, 2006) niche préférentiellement sur des bancs inaccessibles par la berge et dans la mesure du possible aux prédateurs. Le substrat doit être composé essentiellement de sable ou de graviers dépourvus de végétation (Binard, 2003). De plus, à la différence des sternes pierregarins, les sternes naines (Loire Nature, 2006) s'installent également sur des grèves de petite taille.

Seuls les bancs n'ayant aucune connexion pédestre avec les deux rives du fleuve ont été conservés (bancs en tête ou queue d'île, bancs médians dans le chenal en eau). Même si les autres formes fluviales présentent des caractéristiques sédimentaires et topographiques proches des bancs, leur position dans le lit n'est pas favorable à l'installation de ces espèces. En effet, les prédations, passages (lien stage sur typologie des dérangements), ou encore une végétation trop dense entre îles et francs-bords sont des critères discriminants dans l'installation sur ces habitats naturels.

De plus, pour compléter cette démarche de différenciation des milieux, leur tendance d'évolution a été calculée. Le tableau qui en découle se compose de la manière suivante :

- Les premières lignes font état des valeurs brutes pour les surfaces totales de chaque site, et de chaque grève favorable ;
- Les parts calculées représentent de haut en bas, d'abord la part des grèves favorables à la nidification pour l'année auxquelles elles font référence. Ensuite, elles font état de l'évolution sur la période en partant d'une base 100 en 1998 pour les deux premiers sites et 1999 pour le dernier. Les calculs sont listés dans l'encadré suivant.

→ Part année = grève favorable / surface totale
→ Evolution période = (grève favorable année t+1 / grève favorable année t-1) - 1

Dans un second temps, la réalisation de diachronies est l'aboutissement de la digitalisation des grèves. Elles permettent un suivi fin (Figure 20) des premiers secteurs d'études, en faisant état des zones communes, d'érosion et de sédimentation entre deux dates. Ces informations sont répertoriées au sein d'un tableau partitionné en trois :

- La première partie reporte les surfaces pour chaque unité définie, ainsi que ces mêmes valeurs rapportées en m²/km. Les cases surlignées en rouge reflètent la situation se dégageant en termes d'apports sédimentaires.
- La seconde fait état des surfaces totales de sables pour les périodes prises en compte.
- Enfin, la dernière fait état des parts de surfaces concernées. Celles-ci n'ont qu'un rôle indicatif dans la distribution des sédiments pour les années précédentes (érosion[25]) et actuelles (zones communes et sédimentation). La part d'érosion ou de sédimentation réelle nous intéresse davantage. Le procédé d'obtention de ces chiffres est décrit dans l'encadré suivant.

[25] Erosion : disparition du cortège sédimentaire ou végétalisation du banc

→ Part Zone commune = zone commune année t+1 / surface totale année t+1
→ Part Sédimentation = surface sédimentée t+1 / surface totale année t+1
→ Part Érosion = surface érodé t+1 / surface totale année t-1
→ Part Érosion / Sédimentation réelle = (surface sédimentée t+1 - surface érodé t+1) / (surface totale année t+1)

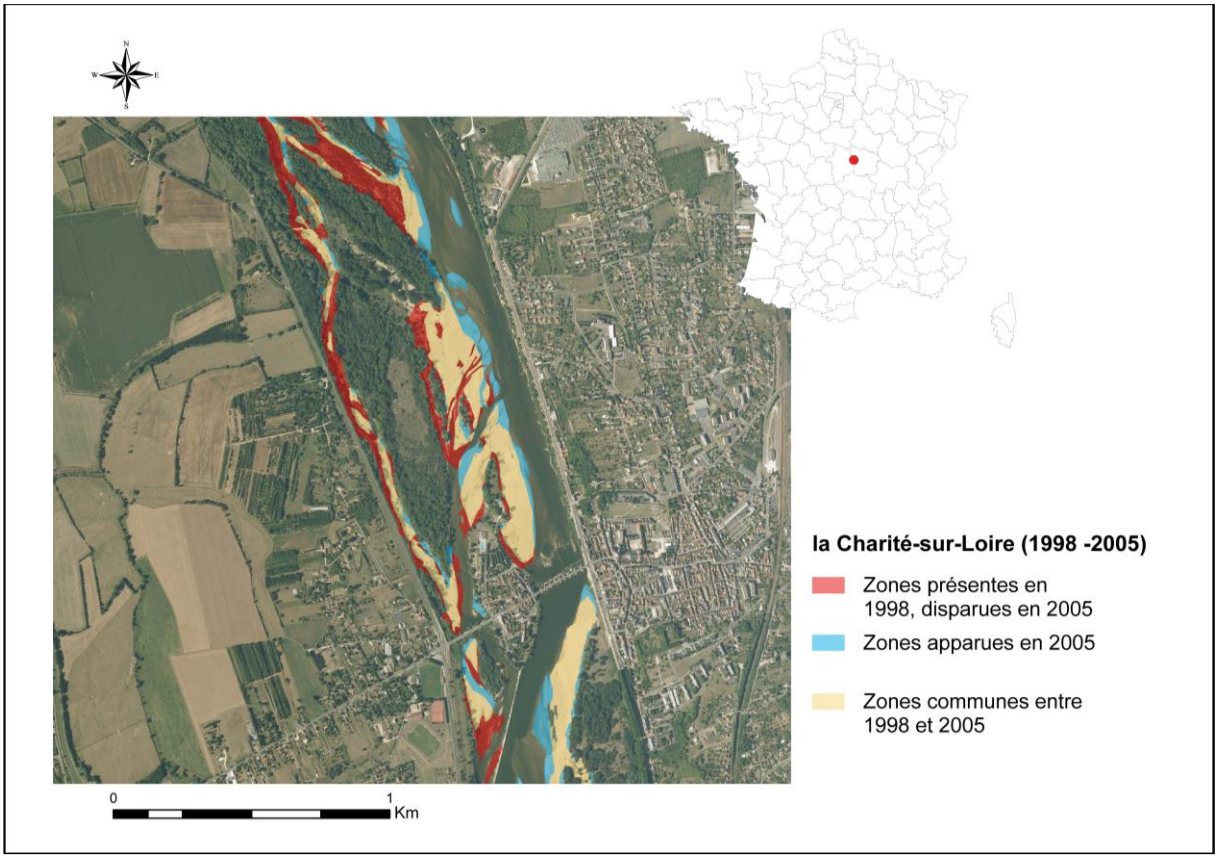


Figure 20: Diachronie pour un suivi fin de l'évolution des bancs (V. Lanher d'après les données du SIEL, 2011)

3.1.1.2. Les résultats de l'analyse spatiale par secteur

Les sites retenus à ce jour se situent tous en Loire Moyenne, avec la particularité de bien couvrir la zone. Ils étaient au nombre de quatre et sont passés à trois. D'amont en aval, le premier site est la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire (La Charité – Pouilly). Ensuite viennent les sites sur l'Orléanais (Guilly – Orléans) et sur le Maine-et-Loire. Ce dernier était à l'origine scindé en deux parties, Montsoreau – St-Clément et Châlonnes – Anetz. Devant les données à disposition (Binard, 2003), l'ensemble du département constituait une bonne base d'études.

La Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire

Le premier secteur étudié est la Réserve Naturelle du Val de Loire. Celui-ci s'étend sur une longueur de 30 km.

Ce premier secteur est sujet à une augmentation significative des zones de nidification propices aux sternes. Sur la période 1998 – 2005, ces zones ont connu une croissance de 49,3% soit plus de 528 000 m² de surface en plus, et ce, malgré une légère inflexion (-4%) entre 1998 et 2002. Cette augmentation semble aller de pair avec la sédimentation du secteur sur la période 1998 – 2005, d'environ 289 000 m².

Tableau 4: Suivi des milieux de nidification favorable pour la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire

Secteur de la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire			
	1998	2002	2005
superficie sableuse totale (m²)	3983815,27	4673017,03	4273326,71
superficie grèves favorables (m²)	1071646,17	1028816,67	1599987,6
Part (%)	26,90%	22,02%	37,44%
Evolution période 1998 – 2002 (%)	-4,00%		
Evolution période 1998 – 2002 (%)	49,30%		

Les tendances sur la période 1998 – 2005 montrent la présence d'apports sédimentaires supérieurs de 7,26% en 2005 par rapport à 1998. Ce phénomène était d'ailleurs plus accentué pour l'intervalle 1998 – 2002, avec une sédimentation de 14, 75%, portant la surface de sable à 4 673 017 m².

Cependant pour la période 2002 – 2005, cette tendance s'est inversée. En effet, les apports sédimentaires ont diminué de 9,36%, soit environ 40 000 m² de sable en moins. Bien sur, cela ne remet pas en cause la sédimentation générale sur la période. Il semble cependant légitime de se demander si cette inflexion se poursuit actuellement, ce à quoi, il est impossible de répondre dans l'immédiat. Il faudrait cartographier pour cela de nouvelles images aériennes plus récentes permettant la comparaison.

Tableau 5: Suivi fin des tendances d'accrétion / érosion pour la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire

Secteur de la Réserve Naturelle du val de Loire						
Période	Surface (m²)			Valeur linéaire (m²/km)		
	commune	sédimentée	érodée	commune	sédimentée	érodée
1998 - 2002	2860398,14	1812618,86	1123417,17	26732,69	16940,36	10499,23
2002 - 2005	3054807,87	1207099,69	1606885,8	28549,61	11281,31	15017,62
1998 -2005	2471173,07	1802057,82	1491622,32	23095,08	16841,66	13940,40
Surface zone totale (m²)				1998	2002	2005
				3983815,27	4673017,03	4273230,9
	part (%)			Erosion / Sédimentation réelle (%)		
1998 - 2002	61,21%	38,79%	28,20%	14,75%		
2002 - 2005	71,49%	28,25%	34,39%	-9,36%		
1998 -2005	57,83%	42,17%	37,44%	7,26%		

Guilly – Orléans

Le secteur Guilly – Orléans englobe un linéaire d'environ 47 kilomètres. Il semble sujet à érosion ou du moins à une disparition de certaines zones, au vu de la diminution de la superficie de sable, passant d'environ 3 743 356 m² à 2 675 163 m², soit une diminution de 28,5%. Cette tendance se généralise également pour les zones d'habitat favorables, avec une diminution de 29,2% entre 1998 et 2002. Toutefois, la distribution des endroits propices à la nidification reste semblable sur la période. Cela se confirme du fait que leur part reste stable (28%) sur la période allant de 1998 à 2005.

Tableau 6: Suivi des milieux de nidification favorable pour le secteur de Guilly - Orléans

Secteur de Guilly - Orléans			
	1998	2002	2005
superficie sableuse totale (m²)	3743356,65	3237412,92	2675163,14
superficie grèves favorables (m²)	1069879,9	929875,717	757351,98
Part (%)	28,58%	28,72%	28,31%
Evolution période 1998 – 2002 (%)	-13,09%		
Evolution période 1998 – 2005 (%)	-29,21%		

Une érosion généralisée semble s'installer sur le secteur, et ce, avec une part d'environ 40% sur la période 1998 – 2005. Entre 2002 et 2005, le même phénomène est visible avec une érosion d'environ 21% des surfaces sableuses, soit une perte de plus de 562 000 m² de surfaces sableuses. Ceci peut amener à penser à un déséquilibre entre les apports de sédiments

et les processus d'érosion. La surface sédimentée représente sensiblement un peu plus de 20% pour chaque période. Ce constat est inverse concernant l'érosion, la part étant passée d'environ 32% entre 1998 et 2002, à environ 44% pour 1998 à 2005.

Tableau 7: Suivi fin des tendances d'accrétion / érosion pour le secteur de Guilly - Orléans

Secteur de Guilly - Orléans						
Période	Surface (m²)			Valeur linéaire (m²/km)		
	commune	sédimentée	érodée	commune	sédimentée	érodée
1998 - 2002	2510432,23	726984,22	1232924,46	44222,4	12660,16	35387,61
2002 - 2005	2043013,7	632149,4	1194399,22	43468,38	13449,99	25412,75
1998 -2005	2078452,81	595027,64	1663217,7	53413,45	15467,75	26232,44
Surface zone totale (m²)				1998	2002	2005
				3743356,63	3237412,92	2675163,14
	part (%)			Erosion / Sédimentation réelle (%)		
1998 - 2002	77,54%	22,46%	32,94%	-15,63%		
2002 - 2005	76,37%	23,63%	36,89%	-21,02%		
1998 -2005	77,69%	22,24%	44,43%	-39,93%		

Le Maine-et-Loire

Les couches SIG pour 1999 et 2002 sont issues d'un précédent travail (Binard, 2003). Celles-ci ont été complétées en aval pour englober le site allant de Châlonnes à Anetz. La couche de 2009 reprend les deux sites-témoins définis dans le secteur, à savoir Montsoreau – Saint-Clément-des-Levées et Châlonnes – Anetz. Celle-ci a par la suite été complétée pour couvrir l'ensemble du département. Le Maine-et-Loire présente la particularité d'avoir la seule couverture sur 10 ans. De plus, ce linéaire est le seul disposant d'une couverture en images aériennes pour l'année 2009.

Le département du Maine-et-Loire compte un linéaire d'approximativement 104 kilomètres, ce qui en fait notre zone d'études la plus longue. Pour la période 1999 – 2009, l'apport en sédiments a augmenté d'environ 10%, portant ainsi la surface totale de sable de 17 225 571 m² à 19 129 077 m². Les zones favorables sur cette même période ont augmenté de 55%.

Tableau 8: Suivi des milieux de nidification favorable pour le Maine-et-Loire

Secteur du Maine-et-Loire			
	1999	2002	2009
superficie sableuse totale (m²)	17225571,05	16912533,3	19129077,78
superficie grèves favorables (m²)	2736426,69	3599380,69	4241805,78
Part (%)	15,89%	21,28%	22,17%
Evolution période 1999 – 2002 (%)	31,54%		

Evolution période 1999 – 2009 (%)	55,01%

Les transferts de matériaux confirment cette sédimentation sur la période. En effet, pour la période 1999 – 2002, la part entre l'érosion et la sédimentation était homogène et se situaient légèrement au dessus de 30%. Par la suite, cette tendance s'est inversée, la sédimentation étant plus généralisée. Entre 2002 et 2009, nous constatons un écart de 8 points, faisant passer la part de l'érosion à environ 27%. Sur la période complète, l'écart est quant à lui de 7 points, portant la part de sédimentation à 37%.

Tableau 9: Suivi fin des tendances d'accrétion / érosion pour le Maine-et-Loire

Secteur du Maine-et-Loire						
Période	Surface (m²)			Valeur linéaire (m²/km)		
	commune	sédimentée	érodée	commune	sédimentée	érodée
1999 - 2002	11661336,51	5249903,16	5565291,02	112128,24	50479,84	53512,41
2002 - 2009	12275182,02	6853773,69	4636058,87	118030,59	65901,67	44577,49
1999 - 2009	11965410,39	7163545,33	5261221,57	115052,02	68880,24	50588,67
Surface zone totale (m²)				1999	2002	2009
				17225571,05	16912533,3	19129077,78
	part (%)			Erosion / Sédimentation réelle (%)		
1999 - 2002	68,95%	31,05%	32,31%	- 1,86%		
2002 - 2009	64,17%	35,83%	27,41%	11,59%		
1999 - 2009	62,55%	37,45%	30,54%	9,94%		

En conclusion, la présence de grèves propices à la nidification n'est pas si importante que cela. Souvent la part de ces espaces reste inférieure à 30 % malgré quelques exceptions. Pour autant, peut-on parler de critère décisif pour l'installation de ces populations d'oiseaux ? Il est d'ailleurs avéré que les sternes (Larramendy, 2007) s'adaptent en fonction des milieux. Elles peuvent s'installer sur des grèves herbacées, des piles de ponts détruits, ou encore des toits d'immeuble, etc. Pour valider cette hypothèse, le croisement de ces résultats avec les recensements naturalistes nous indiqueront si ce paramètre est pertinent ou non.
Concernant les résultats sur l'évolution physique des milieux, certains points sont évoqués dans la suite sur les précisions à apporter.

3.1.2. Pour une interprétation des résultats issus de l'analyse spatiale

3.1.2.1. La prise en compte des données hydrologiques

Certains résultats restent à nuancer pour le moment, le temps d'obtenir les dates de prises de vue des images aériennes par la DREAL. Le but est de déterminer si ces résultats sont comparables d'une année à l'autre, en fonction des hauteurs et débits au moment de la

prise de vue. Pour l'instant, il est difficilement envisageable d'obtenir un suivi fin des milieux. Par exemple, certaines surfaces sableuses, notamment au niveau des épis du Maine-et-Loire, sont immergées certaines années, mais ne se sont pas forcément en mouvement, les sédiments étant piégés par les épis eux-mêmes dans ce que l'on appelle les bancs d'abri. Il faudra relativiser nos interprétations en fonction des chroniques hydrologiques de l'année où un site a été digitalisé.

Ces mêmes données devront être étudiées sur un pas de temps plus large que la prise de vue. La période d'études devrait prendre en compte pour chaque site la date moyenne d'arrivée des premiers nicheurs jusque l'envol des colonies à la fin de l'été. Cela permettrait de corréler ces chroniques avec l'incidence qu'elles peuvent avoir sur la période de reproduction. En effectuant une analyse fine, il serait également possible de déterminer si certains bancs sont mobiles ou non en fonction des hauteurs d'eau pour deux années traitées.

De même, ces hauteurs d'eau à une date donnée pourraient faire l'objet d'un traitement cartographique, à la manière des modèles d'érosion des sols avec la prise en compte des paramètres météorologiques. Cela nécessiterait un maillage de stations de mesures plus important. Ces stations représentent notre objet ponctuel, auquel on attribuerait une valeur brute (la hauteur d'eau). Le principe consisterait à insérer ces données brutes au sein d'une grille et de les lisser à l'aide des outils SIG de l'analyse spatiale. Toutefois, la faisabilité reste à vérifier, mais cette méthode reprendrait sensiblement la démarche réalisée pour faire les cartes de tendances du peuplement aviaire.

3.1.2.2. Quantifier la végétation des sites

À l'échelle des bancs maintenant, la variabilité interannuelle paraît intéressante à quantifier. Pour rappel, ces formes se déplacent d'une année sur l'autre mais évoluent également. Certaines grèves finissent par se végétaliser et au bout de quelques années forment des îles.
Pour ce faire, il faudrait ajouter une variable « Végétalisation » en plus des trois définies pour la diachronie, et ce, en partant de la classe « Erosion ». Cela permettrait de quantifier ces phénomènes par un suivi fin. Ainsi, établir un ordre de grandeur de ces phénomènes orienterait par la suite les mesures de gestion à adopter sur les milieux. De plus, la comparaison pourrait être faite concernant l'impact sur l'installation des populations d'oiseaux des grèves.

3.1.3. Cartographie des berges de francs-bords

La cartographie des berges de francs-bords devra suivre le même procédé opératoire que cette année. Le croisement des couches de végétation et de géomorphologie sera de nouveau nécessaire. Les couches de géomorphologie sont disponibles pour les années 2002 et 2005, tandis que celles de végétation le sont entre les années 1995 et 2005.
Pour les couches de géomorphologie, la cartographie des berges est déjà disponible pour certains de nos secteurs.

Pour le reste, l'utilisation des couches de végétation semble nécessaire. L'opération sera un peu plus longue à réaliser, mais ne devrait pas être compliquée à mettre en œuvre. Un essai de méthode a été testé comme nous le voyons sur la figure 21.

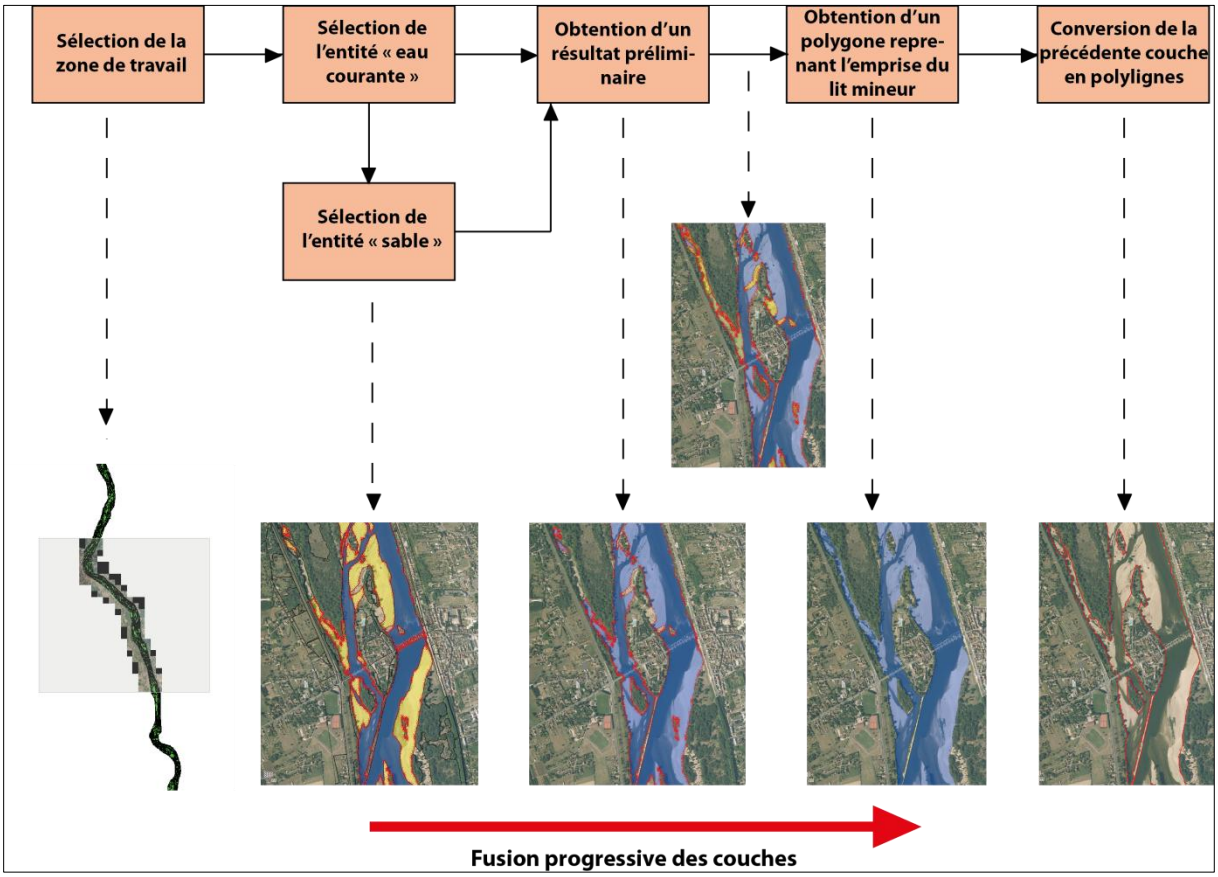


Figure 21: Proposition d'une méthodologie pour la cartographie des berges (V. Lanher, 2011)

En partant des couches de végétation, le plus simple est de sélectionner via une requête les intitulés « Eau courante » et « Sable », nous permettant de reconstituer la base du lit. La création d'une nouvelle couche à partir de ces sélections sera obligatoire.
En superposant par transparence la couche nouvellement créée avec la couche de référence, il deviendra possible de sélectionner les entités du lit, hormis les îles. L'étape finale ne pourra intervenir tant que la couche de polygones ne semblera satisfaisante. Après vérification de la conformité, il s'agira de convertir notre polygone en polylignes pour obtenir juste le contour des berges.
Toutefois, il faudra déterminer au préalable pour quelles années ces couches devront être produites. En effet, il est ressorti de la part des acteurs de l'Observatoire que les recensements pour ces espèces, l'Hirondelle de rivage et le Guêpier d'Europe, nichant dans ces berges sont plus hétérogènes. De plus, un travail de photo-interprétation permettra de géolocaliser et de distinguer les berges de francs-bords, d'une berge normale. Cette démarche devra être affinée lors de sorties terrain (canoë sur la Loire).

Par ailleurs, ce travail pourra être complété par des relevés GPS. La topographie de ces berges de franc-bord pourra être réalisée pour modéliser ensuite son profil. Le choix de la Réserve Naturelle du Val de Loire comme site de référence pourrait être envisagé, et ce pour plusieurs raisons. D'une part, cette partie de la Loire a été choisie pour le programme de la Zone Atelier Loire (Grivel, 2008). Des travaux ont donc déjà été effectués sur ces berges. Il serait intéressant de voir s'il est possible de s'en procurer certains pour permettre un suivi fin de la berge sur plusieurs années.

3.2. Perspectives de travail

3.2.1. Les échanges de données

Dans les semaines à venir, une reprise de contact avec les acteurs de l'Observatoire est envisagée pour leur soumettre les conventions d'échange de données. Un chapitre sur l'échange de données géographiques devra y rappeler les droits et devoirs de chacun, mais aussi la démarche dans laquelle s'inscrit l'Observatoire.

3.2.1.1. L'importance des conventions

Les données produites avec un SIG sont encadrées par le droit de la géomatique. Celui-ci précise les droites et les devoirs des auteurs et utilisateurs. Comme toute production, les données géographiques sont soumises au respect des droits d'auteur ou de propriété intellectuelle régis par la Convention de Berne (1886)[26].
L'Observatoire avifaune n'échappe pas à ces questions de droits d'auteur. En effet, il est question de mettre en réseaux les données naturalistes, d'où la nécessité de conventions d'échange pour encadrer ce partage. Pour autant, ces conventions devront répondre aux deux problématiques relatives à:

- l'Obtention des données dans le cadre d'un partenariat ;
- la diffusion et le partage des données en conformité avec la Directive Inspire n° 2007/2/CE du 14 mars 2007.

Les conventions d'échanges de données fixeront légalement le partenariat des acteurs de l'Observatoire. Outre la reprise des éléments de contexte (genèse, objectifs, volontés), celles-ci devront décrire le fonctionnement quant à la constitution d'une base de données en commun. Il s'agira de déterminer la contribution de chacun au projet, et de spécifier qu'il est responsable des données qu'il fournit. Concernant le premier point, les partenaires doivent s'engager à remettre à la structure ressource de l'Observatoire (Coordination régionale de la LPO) un tableau de synthèse des données fournies (exemple des conventions d'échange de données entre les communautés de commune et le CG 67 en annexe 9). Celui-ci permettra ensuite une saisie plus rapide des métadonnées, après définition bien sur d'un modèle.
La copropriété des données devra fixer également les droits autorisés pour chacun des propriétaires (en termes de modification, de diffusion de la donnée, etc.). Ces aspects sont

[26] Convention de Berne - http://www.wipo.int/treaties/fr/ip/berne/trtdocs_wo001.html

d'ailleurs repris par les chartes de certaines plateformes d'information géographique, telles que Pégase en Poitou-Charentes ou encore Géobretagne (Annexe 8).

La diffusion et le partage des données s'inscrit quant à elle dans le cadre de la Directive Inspire. Celle-ci a été transposée en droit français par l'ordonnance n°2010-1232 du 21 octobre 2010. Cet aspect devra être abordé lors de la présentation des objectifs de l'Observatoire, pour immédiatement poser le contexte.
Depuis son adoption, les données et services géographiques produits doivent être en libre accès et (Annexe 9) catalogués selon des thèmes imposés dans les annexes I, II, III (Annexe 10) de cette dernière. L'Observatoire rentre dans ce cadre dans ce cadre du fait des financements publics au niveau national de la DREAL et de l'EP Loire, et au niveau européen, du FEDER. La donnée produite est donc publique et doit être mise à disposition des acteurs publics. De plus, les données produites correspondent à au moins deux thèmes de l'Annexe III, à savoir « Installation de suivi environnemental » et « Répartition des espèces ».
Par ailleurs du point de vue des droits, certaines restrictions de diffusion peuvent s'appliquer à la donnée.
Toutefois, il est important de rassurer certains acteurs quant à la diffusion de ces données. Certains considèrent encore la donnée naturaliste comme sensible. Pour information au titre de la propriété intellectuelle (Charte Géobretagne – voir annexe 8), la donnée ne peut être restreinte en termes d'accès, mais sa réutilisation elle oui. De même, le titulaire des droits sur les données géographiques doit obligatoirement donner son consentement avant communication et/ou partage.

3.2.1.2. La mise en réseau des acteurs

En fonction des réponses aux conventions, un rapprochement auprès de certains acteurs sera à envisager. De plus, il sera important de rendre compte des données présentes dans chaque structure, du travail à fournir pour les remettre en forme, etc. À ce stade, la LPO Anjou, LNE, la SOBA et La Réserve Naturelle du Val de Loire semblent être les acteurs à cibler en priorité, du fait que les données sur les grèves sont disponibles pour leur secteur.

Ces conventions viendront renforcer la logique d'observatoire. Ce sera l'occasion de solliciter les différents acteurs dans le but de faire évoluer le protocole de conception de la base de données. D'un côté, ces déplacements dans les différentes structures permettront de récupérer les données dont nous avons besoin. Nous pourrons également travailler collectivement ne serait-ce que pour le géoréférencement des données avifaunes, pour la recherche d'autres données.

De même, les déplacements permettront de présenter l'avancée des travaux menés par la coordination LPO Pays de la Loire, que ce soit pour les typologies de comptage, ou encore le modèle de remplissage de la base de données, dans un souci d'uniformité à l'échelle du bassin. Ces moments d'échanges seront à privilégier pour recueillir des propositions d'améliorations.

Au final, l'Observatoire se doit de mettre en valeur les différentes actions menées au niveau local, sans pour autant négliger les remarques de certains. De plus, il serait intéressant

de transposer cette mise en réseau des connaissances et des données au travers des conventions à d'autres acteurs intéressés par les problématiques traitées.

3.2.2. Le Centre de ressources Loire Nature, plateforme de diffusion de l'information ?

D'ici fin juillet, il est prévu une rencontre avec le Centre de ressources pour fixer les orientations quant à la publication en ligne du travail de l'Observatoire sur le portail Carmen. En effet, la structure endosse le rôle de plateforme de diffusion des travaux du Plan Loire Grandeur Nature dans lequel s'inscrit l'Observatoire avifaune. L'hébergement de la base de données sur le portail du Centre de ressources est une aubaine, car cela nous donne l'avantage de ne pas redévelopper par la suite un outil de diffusion en ligne, avec tous les désagréments que cela occasionnent (problèmes informatiques pouvant intervenir, l'administration des données, etc.). Cependant, il ne faudra pas oublier le coût de l'hébergement des données sur le serveur FTP de Carmen, ainsi que déterminer la place nécessaire.

Pour autant, certains points sur l'organisation quant à la diffusion des informations sur l'Observatoire (données avifaunes et géomorphologiques, mise à jour des informations sur l'Observatoire, diffusion des rapports de synthèse) doivent être éclaircis. D'une part, le premier volet concerne la mise en ligne des données produites au sein de mon stage. Nous devrons nous organiser pour savoir comment traiter les données de comptage de l'avifaune. Deux manières de procéder sont envisageables :

- Nous pouvons diffuser un modèle normé pour les recensements de l'avifaune à chaque acteur, ceux-ci chargés de renvoyer ces données au Centre de ressources pour la mise en ligne.
- La deuxième solution consiste à reprendre la méthode précédente, en y ajoutant cette fois-ci une étape qualité, c'est-à-dire un contrôle de ces données par la LPO Pays de la Loire, qui est le coordinateur de l'Observatoire.

Outre le mode de rendu des données, définir le fonctionnement administratif doit faire partie intégrante de notre réflexion. Celui-ci regroupe les questions relatives à la fréquence de mise à jour des données par année. De plus, faut-il imposer une période de rendu de une à deux semaines dans l'année pour la saisie des données ? Par ailleurs, il faudra estimer également le temps que peut prendre de telles opérations sur le travail de l'administrateur au Centre de ressources. Cela comprend à la fois la saisie des données, et la mise à jour de l'encart réservé à l'Observatoire.

Ces questions horaires devront inclure notamment le remplissage en ligne des métadonnées (Annexe 10), qui n'est pas à négliger. Celles-ci s'inscrivent dans la directive Inspire. Celles-ci doivent être tenue à jour, et chaque producteur de données géographiques doit rendre possible leur recherche, leur inventaire, et leur utilisation. Cette documentation des données doit être conforme à la norme ISO 19115, et la norme ISO 19139, c'est-à-dire qu'elle doit être encodée et livrer en fichier XML[27].

[27] Se référer au document de l'IGN, *Métadonnées, descriptif de contenu métadonnées et référentiels géographiques*, à l'adresse suivante : http://professionnels.ign.fr/DISPLAY/000/527/590/5275900/DC_Metadonnees.pdf

Par ailleurs, il s'agira de déterminer qui aura la charge de la saisie des métadonnées. Dans le même temps, la rencontre avec le Centre de ressources permettra de savoir si le portail Carmen dispose d'un outil de catalogage, ou bien ce renseignement s'effectuera t-il via le Géocatalogue du BRGM, en ligne sur le Géoportail ? Dans le deuxième cas, la saisie des métadonnées peut être confiée à une personne tierce au Centre de ressources.

Suite à une réunion entre le Centre de ressources Loire Nature et la Coordination régionale LPO Pays de la Loire, divers points ont été éclaircis quant à la démarche à mener.

D'une part, **la collecte des données naturalistes sera réalisée par la Coordination régionale LPO.** Ce choix s'est imposé naturellement du fait du rôle de coordinateur de l'Observatoire de la structure. Il reste cependant à diffuser le modèle de remplissage normé de la base de données à l'ensemble des acteurs pour avoir un rendu homogène. D'autre part, **la saisie des métadonnées restera à la charge de la LPO**. Ce travail sera optimisé en demandant à chaque acteur de l'Observatoire de décrire leur donnée produite, via un **tableau récapitulatif normé** (cf. Annexe 8).

Ensuite, il a été décidé pour une plus grande marge de manœuvre **d'ouvrir un compte Carmen pour la Coordination régionale LPO**. Après renseignement, l'accès au portail cartographique Carmen présente les avantages suivants :

- Le **coût d'hébergement** des données sur le serveur FTP du BRGM est **gratuit** ;
- La souscription à un Carmen s'accompagne d'un **accès aux référentiels IGN, via l'API Géoportail gratuite** (cf. conditions générales[28]). Cette dernière comprend le Référentiel à Grande Echelle (BD Ortho, BD Topo, BD Parcellaire), la BD Carto et les SCAN.

Enfin, il a été convenu **que le Centre de ressources serait sollicité uniquement pour mettre en ligne le lien vers le portail Carmen**, mais également pour **mettre à jour la partie Observatoire avifaune**.

3.2.3. Les solutions SIG

Une demi-journée de formation est programmée car la LPO est intéressée par la question des logiciels libres. Cette journée sera l'occasion de remettre le tutoriel réalisé en parallèle des phases de tests durant l'apprentissage du logiciel. Cependant, il ne remplace en aucun cas la version traduite du tutoriel déjà en ligne[29], disponible sur le site de téléchargement du produit. Celui-ci reprend les fonctions de base du logiciel Qgis, appliquées à notre projet, et sera agrémenté d'une mise à niveau progressive en fonction de son utilisation.

En outre, il s'agit pour la LPO de savoir si la méthode appliquée durant le stage pour la conception de la base de données peut être transposée pour leur travail cartographique au

[28] http://carmen.naturefrance.fr/wp-content/themes/smooth/documents/Licence_API_Geoportail.pdf
[29] En ligne à l'adresse suivante http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.6.0_user_guide_fr.pdf.Il

quotidien. Cette formation se déroulera au travers d'un cas concret défini au préalable. Elle permettra une comparaison des possibilités de Qgis par rapport à Mapinfo utilisé actuellement.
L'objectif est de proposer une alternative aux logiciels propriétaires tout en mettant en exergue la maturité des logiciels libres. Cette formation doit mettre en évidence qu'il est possible de travailler avec un SGBD de façon relativement simple, en l'occurrence Postgres / Postgis, même si la prise en main n'est pas forcément évidente au premier abord. Mais surtout, cette méthode de travail permet d'avoir ses données centralisées à un seul endroit, ce qui n'est pas négligeable en termes d'ergonomie.
Enfin, couplé au logiciel Qgis qui est relativement complet, la thématique de « base de données interactive » définie au début du stage est solutionnée, du moins pour une utilisation en local, tout en n'ayant que très peu à intervenir dans Postgres.

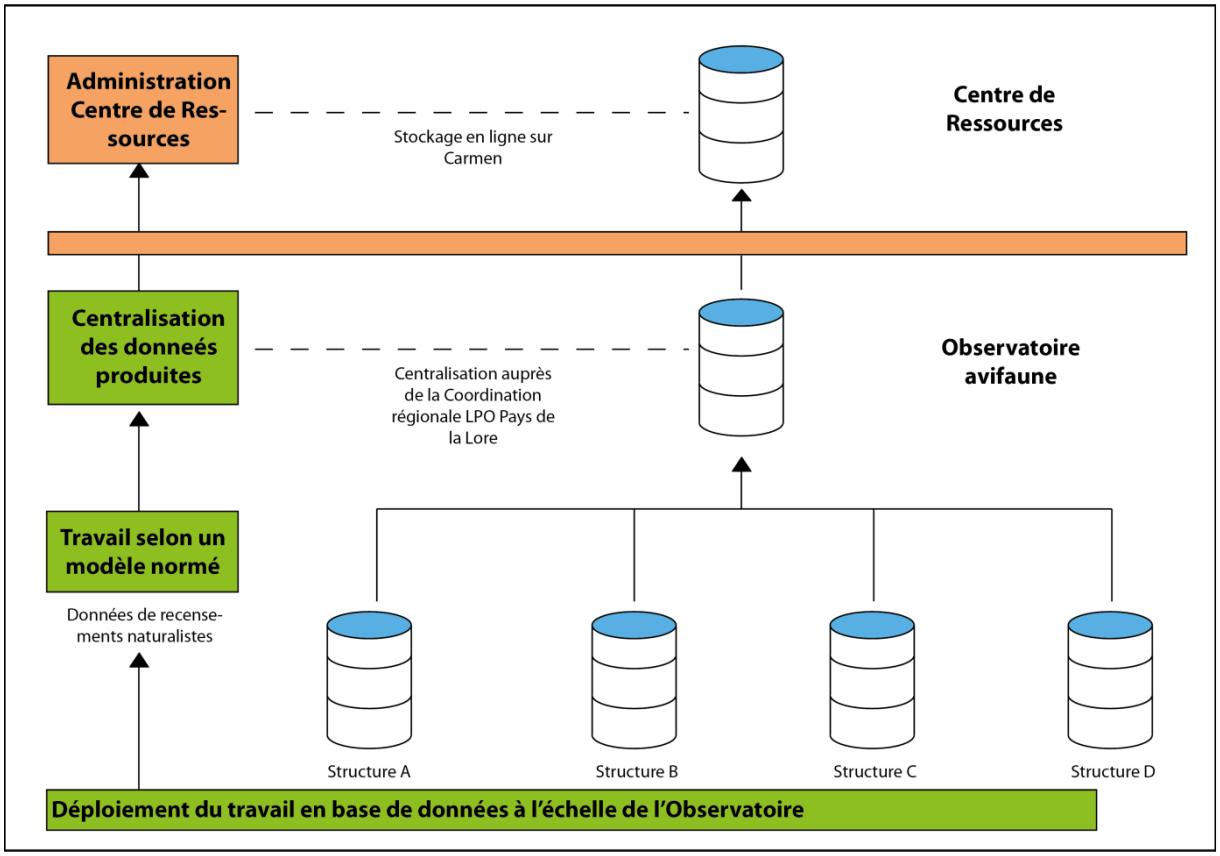


Figure 22: Schéma d'organisation de la mise en réseau des données à l'échelle de l'Observatoire (V. Lanher, 2011)

3.3. Actualisation et acquisition des données

Pour le moment, les données en notre possession ne nous permettent de suivre l'évolution des milieux que sur une dizaine d'années au maximum, du fait de la grande hétérogénéité des données, qu'elles soient naturalistes.
Pour assurer la continuité de l'Observatoire, un état des lieux est à mener à partir des archives disponibles que ce soit à la DREAL, à l'IGN, ou chez les naturalistes. Actuellement, seules les

données de la DREAL sont en notre possession. Un travail de recherche poussé devrait cependant permettre de collecter de nouvelles données, que ce soit en termes d'imagerie, de cartes anciennes et de données de comptage naturalistes.

3.3.1. Méthodologie de suivi in situ

Les conventions d'échanges permettront de mettre en place ce travail collectif entre la coordination régionale de la LPO et les autres acteurs au sein de l'Observatoire. Ce travail ne peut se faire qu'en relation avec les acteurs au niveau local.
De plus au sein du réseau naturaliste, il est certain qu'il existe des données anciennes naturalistes dans un format non informatisée. Un travail de défrichage sera nécessaire pour émettre un avis sur l'utilisation probable ou non des données anciennes. Par exemple, la LPO Anjou détient des données d'archive remontant aux années 1960.
Ce travail en local permettra de se rendre compte des potentialités de mise à jour de la base de données avifaunes avec des comptages annuels des années précédentes, comme il en a été l'occasion avec la RNNVL dans le courant du mois de mai.
Pour autant, ce travail ne pourra être mis en œuvre qu'en connaissance des données spatialisées disponibles à l'échelle du bassin de la Loire.

3.3.2. Acquisition des données spatialisées - Rythmes de suivi

L'acquisition de données spatialisées antérieures est l'un des points importants qui permettra d'alimenter le référentiel géographique. Certaines images aériennes sont disponibles, mais ne couvrent pas intégralement les zones témoins sélectionnées. Nous pouvons peut-être envisager de réduire la longueur de certains sites, ou du moins de travailler plus localement.
Des données sont présentes à la DREAL à partir des années 1950. De même, l'IGN met également à disposition le même type de produit de la fin des années 1920 à la fin des années 1960 en téléchargement libre.
En clair, un gros travail de catalogage devra être entrepris dans les semaines à venir et mis à jour par la suite. Outre l'inventaire, il s'agira aussi de vérifier si les images aériennes ont été prises à l'étiage ou pas.

De même, ce propos fonctionne dans le sens inverse. Le rythme d'actualisation des données est à prendre en compte. Si pour les données avifaunes, les recensements seront annuels (notamment pour la période 2011-2013), les données spatialisées ne suivent pas ce rythme. Il ne sera pas forcément aisé de cartographier de nouveau les bancs de sable pour les périodes à venir, du moins avec des images aériennes en libre d'accès.
Ce constat est accentué par le fait que pour la plupart des sites sélectionnés, il n'y a pas eu de campagnes de prises de vue aériennes depuis 2005, hormis sur le Maine-et-Loire (2009), et le site en Loire amont entre Cronat et Decize (2008).
Mais un état de référence des sites-témoins est déjà suffisant pour y intégrer les données naturalistes, d'où l'importance d'avoir déterminé des sites-témoins et développer la base de données et son référentiel spatial. L'Observatoire a comme mission de quantifier l'évolution de l'avifaune sur les habitats naturels du lit de la Loire. En d'autres termes, la prochaine

campagne sur la Loire ne sera que d'autant plus intéressante pour constater les évolutions intervenues aussi bien sur les milieux d'habitats, que sur les tendances de peuplement.
Une voie à envisager serait l'achat de dalles de la BD Ortho de l'IGN, sur les sites-témoins. Il conviendrait de se renseigner auprès de l'IGN directement, qui doit proposer des tarifs préférentiels pour les associations de protection de la nature.

Pour conclure, une dernière solution s'offre à ce programme, apportée par Qgis. En effet, après quelques recherches sur le site de l'IGN et notamment de son API[30], il s'avère qu'il est possible d'obtenir les fonctionnalités du Géoportail sur Qgis via un flux WMS-C[31]. D'après les conditions d'utilisation du service, il est possible de bénéficier de ces données[32] gratuitement, si le projet rentre dans le cadre d'Inspire. La prise de contact avec l'IGN semble nécessaire encore une fois pour éclaircir les termes du contrat et sous quelles conditions ceci pourrait s'appliquer.

Plusieurs points ont été mis en lumière au sein de ce bilan, présentant à la fois les premiers résultats et les axes à suivre pour mener à bien la suite du travail :

- Le suivi des milieux alluviaux sous SIG a permis de constater la **variabilité interannuelle** qu'ils subissent et a dessiné des tendances d'évolution qu'il convient d'approfondir dans les semaines. D**'autres paramètres doivent être pris en compte** : **données hydrologiques** (hauteurs et débits), **végétalisation des sites**, **indicateur de mobilité d'un banc**.
- Une **proposition de méthodologie sera établie pour la digitalisation des berges de francs-bords**, ainsi qu'un suivi de terrain pour appuyer l'analyse.
- Des axes de réflexion à plus ou moins long terme :
  - Dans les semaines à venir, les **modalités d'hébergement de la base de données** sur le portail Carmen seront définies. Ce sera aussi l'occasion de **proposer les conventions d'échange de données** aux acteurs, pour permettre la mise en réseaux des données naturalistes.
  - Une **formation aux logiciels Qgis et Postgres** aura lieu auprès des utilisateurs du SIG de la LPO Pays de la Loire. Cette proposition d'outils de travail sera évaluée pour une utilisation future.
  - Un **travail de défrichage des données en libre accès et naturalistes** commencera dès le mois prochain. Il sera question de leur mise en œuvre ou non, en fonction de ce qui ressort de cet inventaire.

[30] Application Programming Interface : interface de programmation permettant l'interaction des programmes les uns avec les autres.
[31] « Le WMS-C est une évolution du protocole WMS, qui renvoie des rasters tuilés, donc plus vite et plus souplement » - http://www.forumsig.org/showthread.php?t=11250
[32] http://www.ign.fr/partage/api/cgu/Descriptif_Technique_Service_De_Consultation_Inspire.pdf - Voir paragraphes sur le « Descriptif de contenu »

CONCLUSION

Durant ces quatre mois de stage, une méthodologie de travail a été développée, à partir des résultats préalables de l'ancien Observatoire (2002 – 2006). Une fois les espèces étudiées et identifiées (Sternes pierregarin et naine, Mouettes rieuse et mélanocéphale, Goéland leucophée), une approche en hydrogéomorphologie a permis de mettre en place une typologie des différentes formes fluviales présentes dans le corridor ligérien. Cette étape était nécessaire pour déterminer les objets géométriques (bancs et berges de francs-bords) à intégrer au sein de notre référentiel spatial d'une part, et dans la base de données avifaunes d'autre part.
Cette approche a permis de caractériser la diversité des styles fluviaux présents sur la Loire (et l'Allier dans une moindre mesure), allant du style méandriforme (lit libre) au lit corsetée (enserrée entre 2 levées rapprochées).
Ce travail préliminaire a débouché sur la rédaction de fiches de synthèse pour les sites-témoins sélectionnés. Ces sites de référence devraient constituer les cadres d'application des autres volets de l'Observatoire : inventaire des espèces, gestion des milieux, aménagements de structures d'accueil des espèces etc.
Pour mener à bien la digitalisation du corridor fluvial, une collaboration avec la DREAL Centre a permis de récupérer des données du SIEL pour constituer le référentiel spatial. L'intégration des données naturalistes n'est pas encore effective car leur centralisation n'est pas optimale à ce jour. Une réflexion a donc été menée afin de mieux impliquer les acteurs au sein de l'Observatoire. Pour les tendances d'évolution des milieux fluviaux, la base de données est opérationnelle et apporte déjà des résultats d'analyse. L'application de la même méthode d'analyse du lit de la Loire à chaque site-témoin permettra d'obtenir une typologie des évolutions qu'il conviendra de ramener aux tendances globales. Une étude des chroniques hydrologiques sera nécessaire pour compléter les résultats issus de l'analyse spatiale. Au final, cette base de données spatialisées présente le double intérêt de constituer une interface de gestion des données de l'Observatoire et un moyen d'analyse des tendances d'évolution des milieux fluviaux.

Outre les résultats attendus de cette base de données et la mise en place du SIG, une réflexion a été conduite sur la pertinence de l'utilisation des logiciels libres. Ce constat est apparu évident devant l'hétérogénéité des logiciels utilisés au sein des différentes structures impliquées dans le réseau ligérien. Il s'agit pour le moment d'une proposition de travail à l'échelle de l'Observatoire. Ce déploiement relativement simple des licences libres permettrait une meilleure homogénéité au niveau de l'Observatoire. De même, une certaine interopérabilité pourrait voir le jour dans la mise en réseaux des données naturalistes, moyennant la diffusion d'une norme de travail. Cependant pour qu'un tel projet soit viable, il devra être mieux intégré au groupe de travail de l'Observatoire. La communication est primordiale autour des questions de réorganisation sous peine d'abandon pur et simple.
D'autre part, d'autres pistes de réflexion seront à explorer dans les semaines à venir, comme l'organisation du partage et de l'hébergement des données. Une campagne d'information devra être faite pour que chaque opérateur assimile les enjeux d'une mise en ligne des

données. D'ailleurs, une discussion sera organisée pour connaître les modalités de stockage des données (formats, espace attribué, administration, etc.).
Enfin, des recherches sur les possibilités d'actualisation de la base de données devront être entreprises. Il s'agira d'étudier les possibilités d'actualisation du référentiel spatial, en le complétant soit par des données anciennes (même si les superficies traitées sont moindres), soit par des données plus récentes. Cette dernière étape fera la transition entre le travail de cette année et celui à accomplir par la suite.

CONCLUSION PERSONNELLE SUR LE STAGE DE FIN D'ETUDE DU MASTER 2 PRO SIG

L'Observatoire avifaune (2011 – 2013) m'a permis de me rendre compte de la complexité d'un tel projet, tant au niveau technique qu'organisationnelle. Au niveau organisationnel, cette dernière se ressent dans la coordination à l'échelle du bassin de la Loire, car la mise en réseau des acteurs n'est pas chose aisée. Il faut concilier plusieurs aspects comme les spécificités de chacun, le fait que leur budget-temps n'est pas consacré uniquement à l'Observatoire, mais surtout leur dispersion au sein du bassin. Cela complique de fait l'organisation de rassemblements réguliers.
Par ailleurs, les résultats de ce travail doivent être concluants, d'autant qu'il s'agit de fonds publics nationaux (DREAL, EP Loire) et européens (FEDER). De plus, l'Observatoire occupe la période 2011 – 2013 mais les accords de financement sont décidés chaque année en fonction des résultats obtenus.

En tant que chef de projet, j'ai du concilier avec ces différents aspects, même si je regrette n'avoir pas eu plus de contact avec les acteurs. Cela ne m'a pas empêché pour autant de mener à bien ma mission. De plus, les différents enseignements dispensés au cours de ce master en géomatique ont été appliqués à cette problématique. Bien sûr, certaines erreurs de débutant ont été commises, n'ayant pas tous les réflexes de la conduite de projet SIG. Cette mise en pratique a pourtant été l'occasion d'emmagasiner de nouvelles connaissances, que ce soit en hydrogéomorphologie ou en termes de SIG. À partir d'un travail suivant une méthode cascade, une méthodologie a été instaurée. Cette démarche va de la définition de sites-témoins, véritables lieux de travail, à l'initiative de mettre en place une architecture SIG basée sur les logiciels libres. En fonction des résultats obtenus, j'ai proposé des améliorations de mon travail et des pistes de réflexion à suivre pour la continuité de l'Observatoire, comme évoqué en première partie. Ces réajustements n'ont pu être possible qu'en échangeant avec les acteurs eux-mêmes lors des quelques réunions de travail auxquelles j'ai pu assister.

Concernant la mise en place du SIG « libre » en rapport avec ma formation, celle ci n'en est encore qu'à la phase de test. L'alternative aux logiciels propriétaires m'est apparue intéressante en termes de « facilité » de déploiement à l'échelle du bassin. J'ai essayé de

développer un outil convivial pour mettre à jour la base de données avifaune, en prenant en compte le fait que les utilisateurs de l'Observatoire ne sont en majorité pas sigiste. Ce travail s'accompagne d'un tutoriel en cours de réalisation, reprenant les fonctionnalités découvertes pour le cas concret de l'Observatoire. Dans les semaines à venir, il s'agira pour moi de prouver que ce modèle est reproductible au niveau de la Coordination régionale de la LPO, mais aussi au sein des partenaires de l'Observatoire, et qu'il peut devenir un outil de travail quotidien.

Cette ouverture au monde des logiciels libres est évidemment un avantage pour ma part, à l'heure où de plus en plus d'organisations demandent des connaissances du « monde libre », et où les données perdent leur caractère payant. De plus au niveau d'un chef de projet, ce travail de veille est primordial pour appréhender les tendances de demain. Celles-ci se traduiront surement par une place plus importante des logiciels libres, au vu de leur développement rapide. Le phénomène a déjà commencé notamment avec le développement des plateformes d'information géographique de l'Etat basées sur des solutions Open Source.

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1: Caractéristiques du Bassin de la Loire (S. Grivel, 2008) 7
Figure 2: Espèces étudiées (V. Lanher, 2011 d'après Loire Nature, 2006) 8
Figure 3: Diagramme de Gantt du stage 10
Figure 4: L'Observatoire sur l'avifaune du bassin de la Loire (V. Lanher d'après LPO, 2011) 16
Figure 5: Les formes géomorphologiques du corridor fluvial (S. Grivel, 2008) 24
Figure 6: Typologie des habitats naturels (V. Lanher d'après S. Grivel, 2011) 25
Figure 7: Caractérisation des différents bancs étudiés (V.Lanher d'après les données du SIEL, 2011) 26
Figure 8: Evolution des effectifs nicheurs de sternes en Maine-et-Loire (V. Lanher d'après LPO, 2011) 27
Figure 9: Evolution des effectifs nicheurs de sternes pour la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire (V. Lanher d'après la RNNVL, 2011) 27
Figure 10: Exemple de table attributaire à améliorer (V. Lanher, 2011) 28
Figure 11: Stations de mesures hydrologiques aux confluences de la Loire (V. Lanher, 2011) 31
Figure 12: Modèle Physique des Données (MPD ; V. Lanher, 2011) 33
Figure 13: Méthodologie de télédétection (V. Lanher, 2011) 35
Figure 14: Résultat peu concluant de la photo-interprétation (V. Lanher, 2011) 36
Figure 15: Interface d'accueil de PostgreSQL / PostGIS (V. Lanher, 2011) 38
Figure 16: Commandes de création et de sauvegarde de la base de données sous PostgreSQL (V. Lanher, 2011) 39
Figure 17: Méthodologie pour un outil de travail fonctionnel sous SIG (V. Lanher, 2011) 40
Figure 18: Fonctionnement de l'outil de cartographie interactive Carmen (V. Lanher, 2011) 42
Figure 19: Caractérisation des bancs favorables à la nidification (V. Lanher d'après les données du SIEL, 2011) 45
Figure 20: Diachronie pour un suivi fin de l'évolution des bancs (V. Lanher d'après les données du SIEL, 2011) 47
Figure 21: Proposition d'une méthodologie pour la cartographie des berges (V. Lanher, 2011) 53
Figure 22: Schéma d'organisation de la mise en réseau des données à l'échelle de l'Observatoire (V. Lanher, 2011) 58

Tableau 1: Typologie des espèces étudiées (Noël, 2007 ; UICN, 2011) 21
Tableau 2: Disponibilité des données pour chaque site-témoin (V. Lanher d'après données SIEL et naturalistes, 2011) 30
Tableau 3: Sites-témoins, véritables unités de travail à l'échelle locale 32
Tableau 4: Suivi des milieux de nidification favorable pour la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire 48
Tableau 5: Suivi fin des tendances d'accrétion / érosion pour la Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire 49
Tableau 6: Suivi des milieux de nidification favorable pour le secteur de Guilly - Orléans 49
Tableau 7: Suivi fin des tendances d'accrétion / érosion pour le secteur de Guilly - Orléans 50
Tableau 8: Suivi des milieux de nidification favorable pour le Maine-et-Loire 50
Tableau 9: Suivi fin des tendances d'accrétion / érosion pour le Maine-et-Loire 51

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES GENERAUX ET ARTICLES

AUDIBERT L., 2009. – *Bases de données de la modélisation au SQL : conception des bases de données, modèle relationnel et algèbre relationnelle, langage SQL, programmation SQL*, Ellipses, Paris, 254 p.

BABONAUX Y., 1970. – *Le lit de la Loire. Etude d'hydrodynamique fluviale*, Paris, Bibl. Nat., 240 p.

BACCHI M. et BERTON J-P., 1997. – *Guide méthodologique d'entretien du lit de la Loire. Deuxième partie*. Orléans, DIREN Centre, 150 p.

BAZIN P. et GAUTIER E., 1996. – Un espace de liberté pour la Loire et l'Allier : de la détermination géomorphologique à la gestion. *Revue de Géographie de Lyon*, 71/4 : 377-386.

BINARD R. 2003. – *Caractérisation de l''habitat de trois espèces d''oiseaux des grèves de la Loire : la Sterne Pieregarin (Sterna hirundo), la Sterne Naine (Sterna albifrons) et le Petit Gravelot (Charadrius dubius) de Montsoreau à Montjean-sur-Loire.* Rapport DESS Zones humides – CORELA / Université d'Angers.

BRAVARD J.P. et PETIT F., 1997. – *Les cours d'eau – dynamique du système fluvial*. Colin, 222 p.

CONSERVATOIRE DES SITES NATURELS BOURGUIGNONS, 1996. – *Diagnostic écologique de la Réserve Naturelle du Val de Loire*. 50 p.

Dacharry M., 1996. – Les grandes crues historiques de la Loire, *La Houille blanche 6-7* : 47-53

GABAY J., 2004. – *Merise et UML, Pour la modélisation des Systèmes d'information*, Dunod/01 Informatique, Paris, 5° édition, 289 p.

GAUTIER et al., 2001. – *La détermination d'un espace de liberté pour le système fluvial ligérien : identification et spatialisation des unités morphodynamiques et écologiques fonctionnelles dans les vals libres et endigués de la Loire, enjeux et acteurs sociaux*. PNRZH, 171 p.

Gautier J-N., … **In** : Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels en collaboration avec la LPO et WWF, 2006. – *Recueil d'expériences du programme Loire Nature 2002-2006*, 212 p.

GRIVEL S., 2011. – *Les îles de la Loire, ces lieux de biodiversité*. Etudes ligériennes, spécial.

GRIVEL S., 2008. – *La Loire des îles, du Bec d'Allier à Gien : rythmes d'évolution et enjeux de gestion*. Thèse de doctorat, Université Paris 8, 517 p.

LARRAMENDY A., 2007. – *Recensement 2007 des laridés nicheurs sur la Loire angevine*. Rapport de stage M1 Gestion intégrée des bassins versants, Université de Rennes I, LPO Anjou, 20 p. + annexes.

MALAVOI J.R. et BRAVARD J.P., 2010. – *Eléments d'hydromorphologie fluviale*. Onema. 224 p.

NOEL Fr., 2007. – *L'avifaune du bassin de la Loire : synthèse 2002-2006. Étudier et suivre les communautés d'oiseaux, recueil bibliographique et présentation des espèces*. Rapport scientifique Observatoire du patrimoine naturel, Loire Nature/LPO, 82 p.

TOCKNER K. et al., 2003. – *The Tagliamento River: A model ecosystem of European importance*. Aquatic Sciences 65: 239-253

VALADAS B., 2005. – *Géomorphologie dynamique*, Campus Géographie, A. Colin, Paris, 192 p.

WEBOGRAPHIE

BRGM, *INSPIRE en quelques points* [en ligne], Disponible sur : http://inspire.brgm.fr/presentation/Pages/Presentation.aspx

DREAL, *Thèmes INSPIRE* [en ligne], Disponible sur : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Themes_Inspire.pdf

FEDER, *Programme Opérationnel plurirégional LOIRE* [en ligne], Disponible sur : http://www.plan-loire.fr/fileadmin/pce/DocumentsDeReference/Docs/PO_Loire_V_validee-28-09-2007.pdf

FORUM SIG, *SIG libre / Open Source* [en ligne], Disponible sur: http://www.forumsig.org/forumdisplay.php?f=86, Consulté plusieurs fois

GEOREZO, *Le coin de l'Open Source* [en ligne], Disponible sur : http://georezo.net/forum/, Consulté plusieurs fois

IGN, *Descriptif Technique Service de Consultation Inspire* – Version 1 [en ligne], Disponible sur : http://www.ign.fr/partage/api/cgu/Descriptif_Technique_Service_De_Consultation_Inspire.pdf

IGN, *Directive INSPIRE* [en ligne], Disponible sur : http://inspire.ign.fr/images/INSPIRE/directive_inspire.pdf

IGN, *Métadonnées, descriptif de contenu métadonnées et référentiels géographiques* [en ligne], Disponible sur : http://professionnels.ign.fr/DISPLAY/000/527/590/5275900/DC_Metadonnees.pdf

JEGOU L., *Les systèmes de base de données spatiales, Postgis* [en ligne], Disponible sur : http://www.geotests.net/cours/sigma/webmapping/2010seance2_postgis.pdf

LPO, *La LPO, Agir au quotidien pour la protection de la nature* [en ligne], Disponible sur : http://www.lpo.fr/images/Presentation_LPO/rapports_activite/LPO_Rapport_Activite_2009.pdf

NATURE FRANCE, *Les cartes et flux WMS/WFS du catalogue Carmen* [en ligne], Disponible sur http://carmen.naturefrance.fr/?page_id=8

NATURE FRANCE, *Carmen, en bref* [en ligne], Disponible sur http://carmen.naturefrance.fr/?page_id=497

NATURE France, *Protocole MEDAD, MAP & IGN* [en ligne], Disponible sur : http://www.naturefrance.fr/ressources/referentiels-geographiques/protocole-medad-map-et-ign

NATURE FRANCE, *Règles applicables à la mise à disposition des données du SINP* [en ligne], http://www.naturefrance.fr/sinp/presentation-du-sinp/aspects-juridiques/mise-a-disposition-des-donnees

OMPI, *Convention de Berne pour la protection des œuvres littéraires et artistiques* [en ligne], Disponible sur : http://www.wipo.int/treaties/fr/ip/berne/trtdocs_wo001.html

OSGEO, *Tutoriel d'utilisation Qgis 1.6* [en ligne], Disponible sur : http://download.osgeo.org/qgis/doc/manual/qgis-1.6.0_user_guide_fr.pdf.Il

PREFECTURE POITOU-CHARENTES, « Annexe 1 – Prodige à la loupe », *Rapport final Pégase* [en ligne], Disponible sur : http://www.poitou-charentes.pref.gouv.fr/datas/File/rapport_final_pegase.pdf

THE POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP, *Documentation PostgreSQL 9.0.4* [en ligne], Disponible sur : http://docs.postgresql.fr/9.0/pg90.pdf

UICN, *La liste rouge des espèces menacées en France, Oiseaux de France métropolitaine* [en ligne], Disponible sur : http://www.uicn.fr/IMG/pdf/Liste_rouge_France_Oiseaux_de_metropole.pdf

ZAL, *Présentation ZAL* [en ligne], Disponible sur : http://www.za.univ-nantes.fr/zal/?lang=fr

INDEX DES TERMES TECHNIQUES

API : Application Programmable Interface
APNE : Association de Protection de la Nature et de l'Environnement
DDT : Direction Départementale des Territoires
DIREN : Direction Régionale de l'Environnement
DO : Directive Oiseau
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
FEDER: Fonds européen de développement régional
FTP: File Transfer Protocol
GISOM: Groupement d'Intérêt Scientifique Oiseaux Marins
GPS: Global Positioning System
IGN: Institut Géographique National
ISO : International Organization for Standardization
LPO: Ligue pour la Protection des Oiseaux
MEDDTL: Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement
OGC : Open Geospatial Consorcium
RNNVL: Réserve Naturelle Nationale du Val de Loire
SGBD: Système de Gestion de Base de Données
SIEL: Système d'Information et d'Evolution du Lit
SIG: Système d'Information Géographique
SINP: Système d'Information sur la Nature et les Paysages
WFS: Web Feature Service
WMS: Web Map Service
WMS-C: Web Map Service-Caching
ZAL: Zone Atelier Loire
ZICO: Zone d'Intérêt de Conservation des Oiseaux
ZNIEFF: Zone Naturelle d'Intérêt Faunistique et Floristique

Contribution à l'analyse des tendances d'évolution de l'avifaune du bassin ligérien par la géomatique et l'approche géomorphologique

Développement d'une base de données interactive

ANNEXES

Master 2 professionnel Systèmes d'Information Géographique

Vincent LANHER

Université d'Orléans

2010 / 2011

Sous la direction de :

Maître de stage
M. Benoît Marchadour
Chargé de mission Faune vertébrée
Ligue pour la Protection des Oiseaux

Tuteur universitaire
M. Stéphane Grivel
Maître de conférences en Géographie
Université d'Orléans

ANNEXE

ANNEXE I : TYPOLOGIE DES DIFFERENTS TYPES DE BANCS 71

ANNEXE II : TENDANCES DE PEUPLEMENT DES ESPECES ETUDIEES (2006) 72

ANNEXE III : REPONSES AU QUESTIONNAIRE SUR L'ETAT DES DONNEES NATURALISTES 75

ANNEXE IV : CARTE DE LOCALISATION DES SITES-TEMOINS 77

ANNEXE V : FICHES DE SYNTHESE SUR LES SITES-TEMOINS 78

ANNEXE VI : TYPOLOGIE DES TRONCONS GISOM 86

ANNEXE VII : CONDITIONS D'UTILISATION DE CARMEN – LIEN AVEC LE CENTRE DE RESSOURCES 87

ANNEXE VIII : EXTRAITS DE CONVENTIONS D'ECHANGES DE DONNEES DE PLATEFORMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE 88

ANNEXE IX : EXTRAITS DE LA DIRECTIVE EUROPEENNE INSPIRE 98

ANNEXE X : LES THEMATIQUES D'INSPIRE 103

ANNEXE I : TYPOLOGIE DES DIFFERENTS TYPES DE BANCS

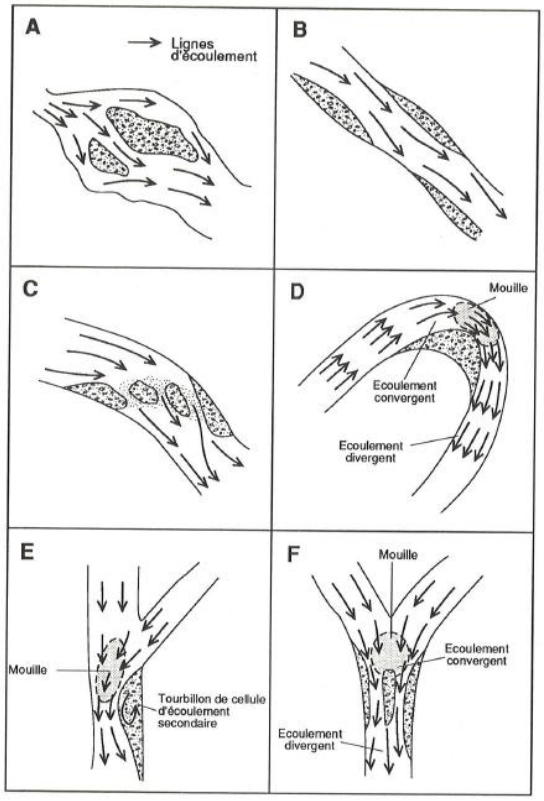


Figure 4.7 — *Morphologie du lit et des bancs sur des cours d'eau à charge caillouteuse de la zone tempérée : A) banc médian, B) banc latéral, C) banc diagonal, D) banc de convexité, E) banc de confluence (angle de jonction > 45°), F) banc de confluence (jonction en Y).*

Typologie des bancs d'Amoros et Petts (1993)

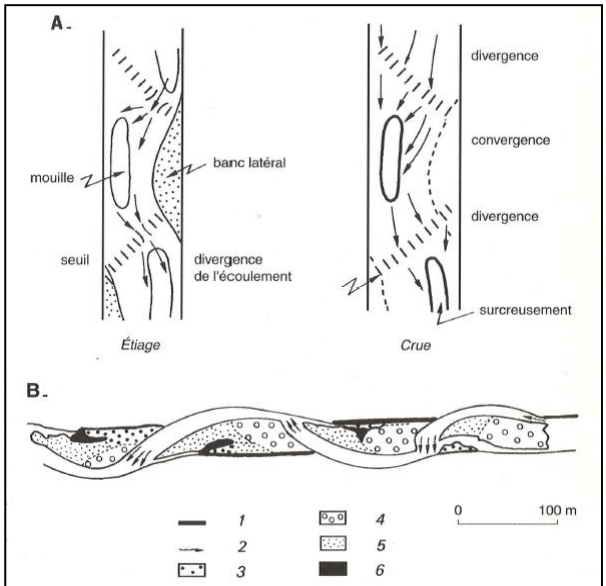
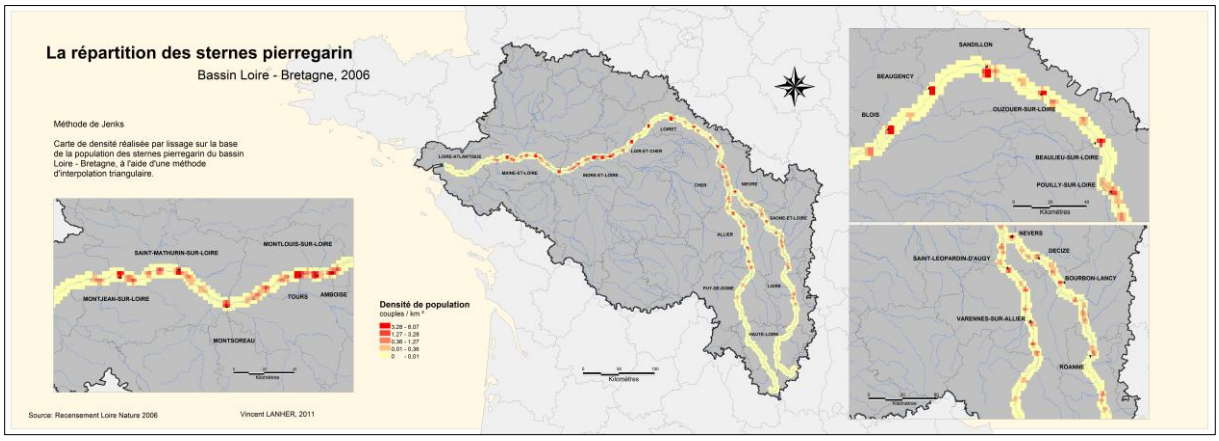


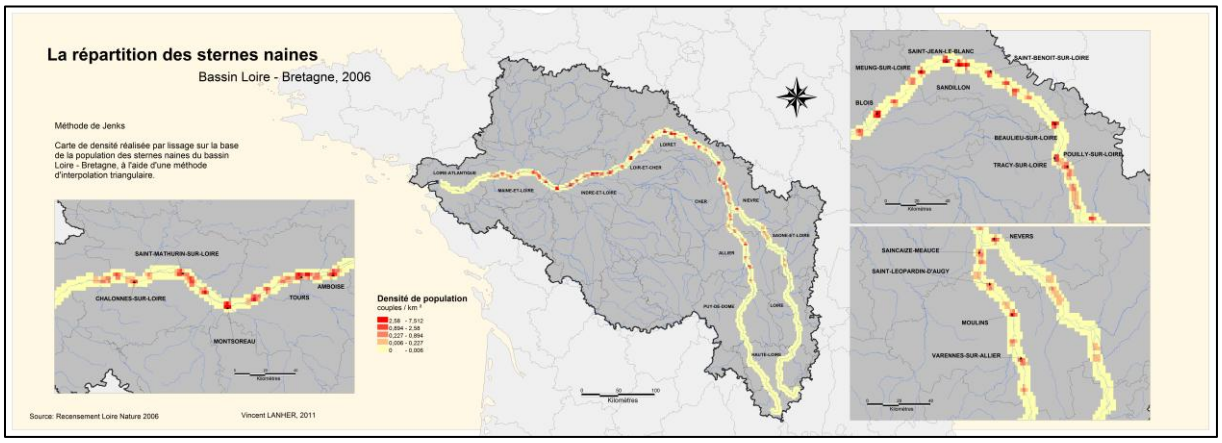
figure 8.2 – A. Développement morphologique résultant de la formation de seuils alternés (d'après Ferguson, 1987) ; **B.** Développement de seuils latéraux et méandration incipiente dans un chenal rectifié artificiellement (d'après Lewin, 1976) : **1.** berges initiales ; **2.** seuils dans le chenal d'étiage ; **3.** dépôts caillouteux anciens ; **4.** dépôts caillouteux récents ; **5.** dépôts de graviers en position d'abri ; **6.** dépôts sableux.

Typologie des bancs Ferguson (1987)

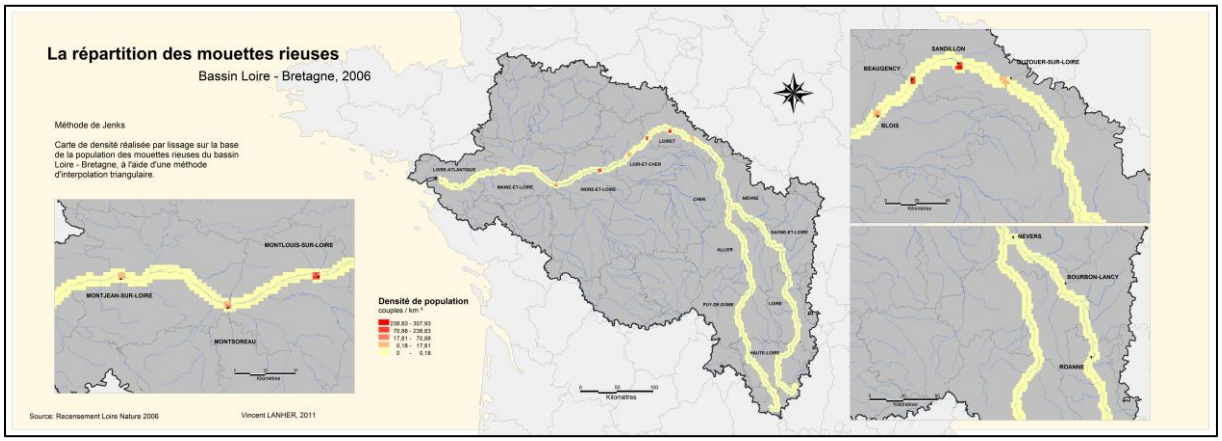
ANNEXE II : TENDANCES DE PEUPLEMENT DES ESPECES ETUDIEES (2006)



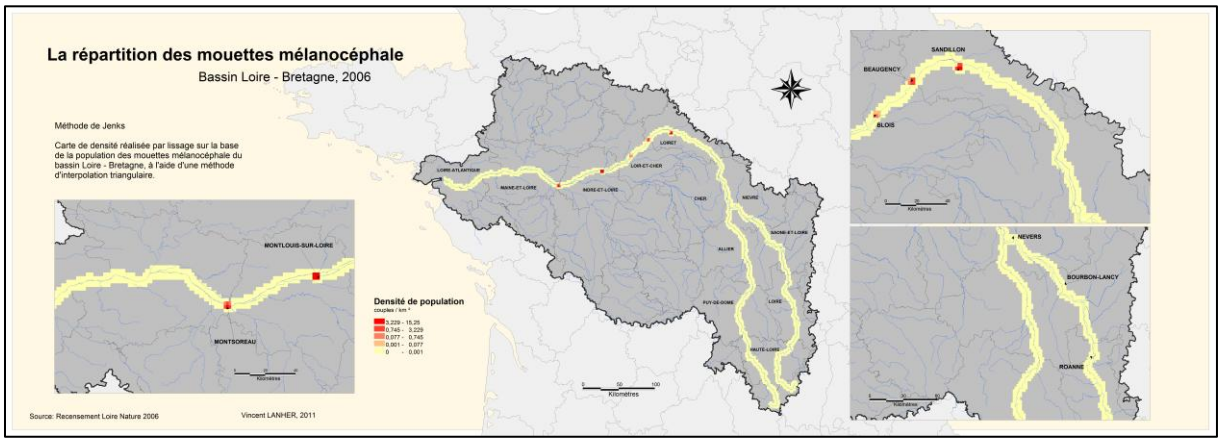
Répartition des sternes pierregarins



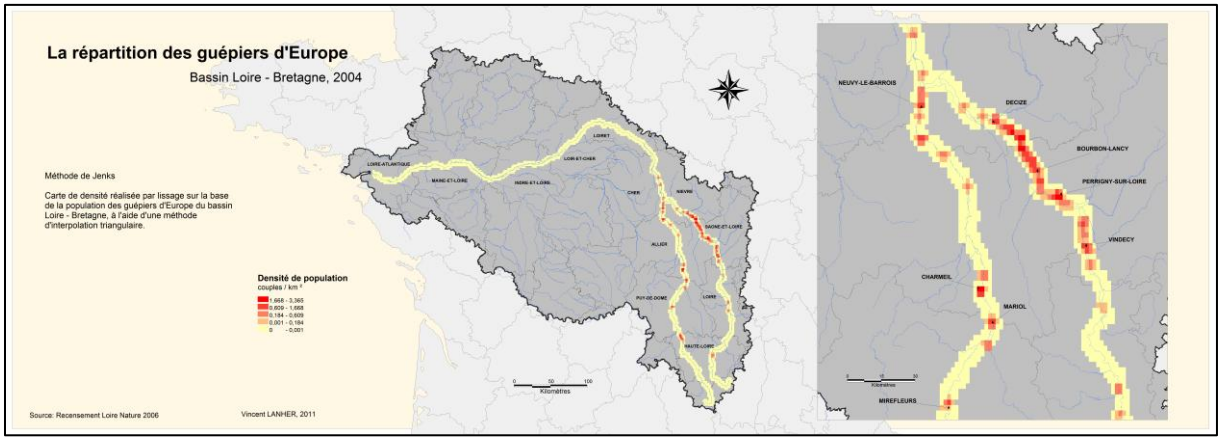
Répartition des sternes naines



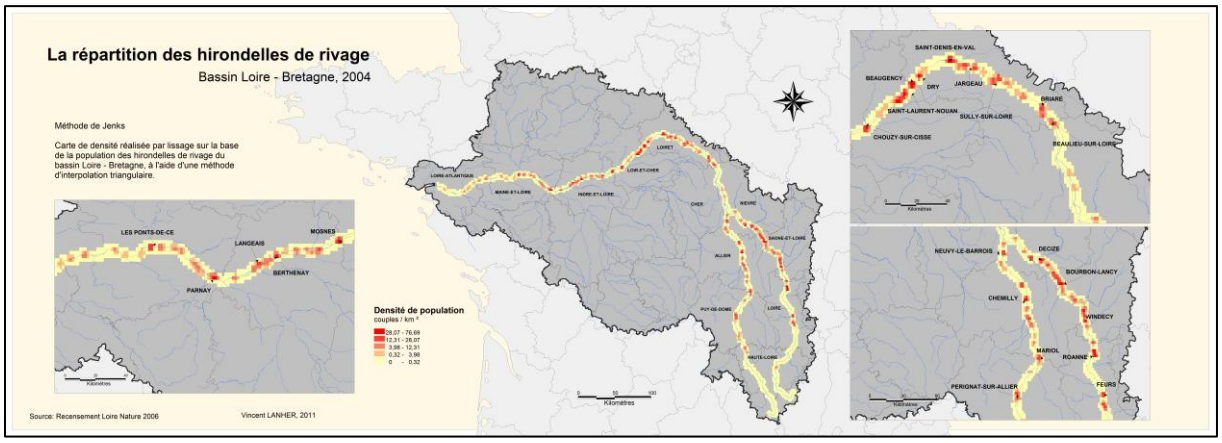
Répartition des mouettes rieuses



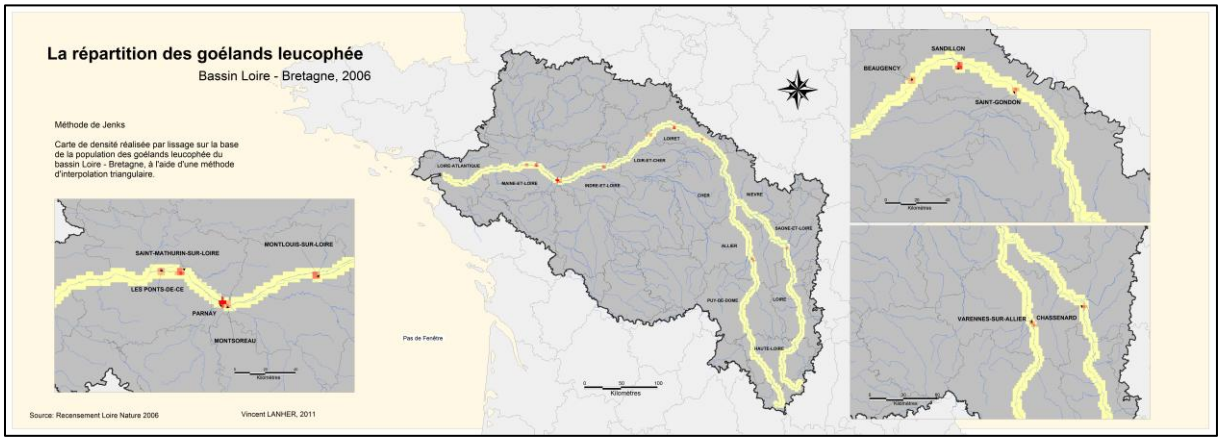
Répartition des mouettes mélanocéphales



Répartition des guêpiers d'Europe



Répartition des hirondelles de rivage



Répartition des goélands leucophée

ANNEXE III : REPONSES AU QUESTIONNAIRE SUR L'ETAT DES DONNEES NATURALISTES

Partie 1/3

Nom de la structure	Nom du contact	Coordonnées	Secteur de recensement
LPO Vienne	Thomas Williamson	thomas.williamson@lpo.fr	Vienne, Creuse, Clain, Gartempe
PNR Loire Anjou Touraine	Guillaume Delaunay	g.delaunay@parc-loire-anjou-touraine.fr	Loire entre bec de Vienne et la confluence avec la Maine
LPO Anjou	Edouard Beslot	edouard.beslot@lpo-anjou.org	Loire dans le Maine-et-Loire, Montsoreau à Ingrandes en particulier
SOBA Nature Nièvre	A. CHAPALAIN	soba_naturenievre@yahoo.fr	
Loir-et-Cher Nature	Jean Pinsach	jean.pinsach@club-internet.fr	Loire pour le département du Loir-et-Cher
LPO Loire	Emmanuel Véricel	loire@lpo.fr	Loire dans le département de la Loire
LNE	Marie-des-Neiges de Belefroid	mariebellefroid.lne@orange.fr	Loire de Belleville à Tavers
EPOB	Brigitte Grand	brigitte.grand@wanadoo.fr	Loire entre Iguerande et Cronat
LPO Loire-Atlantique	Anthony Boureau	anthony.boureau@lpo.fr	Loire entre le fresnes-sur Loire à Nantes mais aussi de Nantes à St Nazaire
LPO Touraine	Etienne Sarazin	sarazin.etienne@orange.fr	Loire en Indre-et-Loire
LPO Auvergne	Jean Jacques Lallemant	jean-jacques.lallemant@lpo.fr	Val d'Allier, la Dore, Val de Cher (63 et 03), Val de Loire (03)

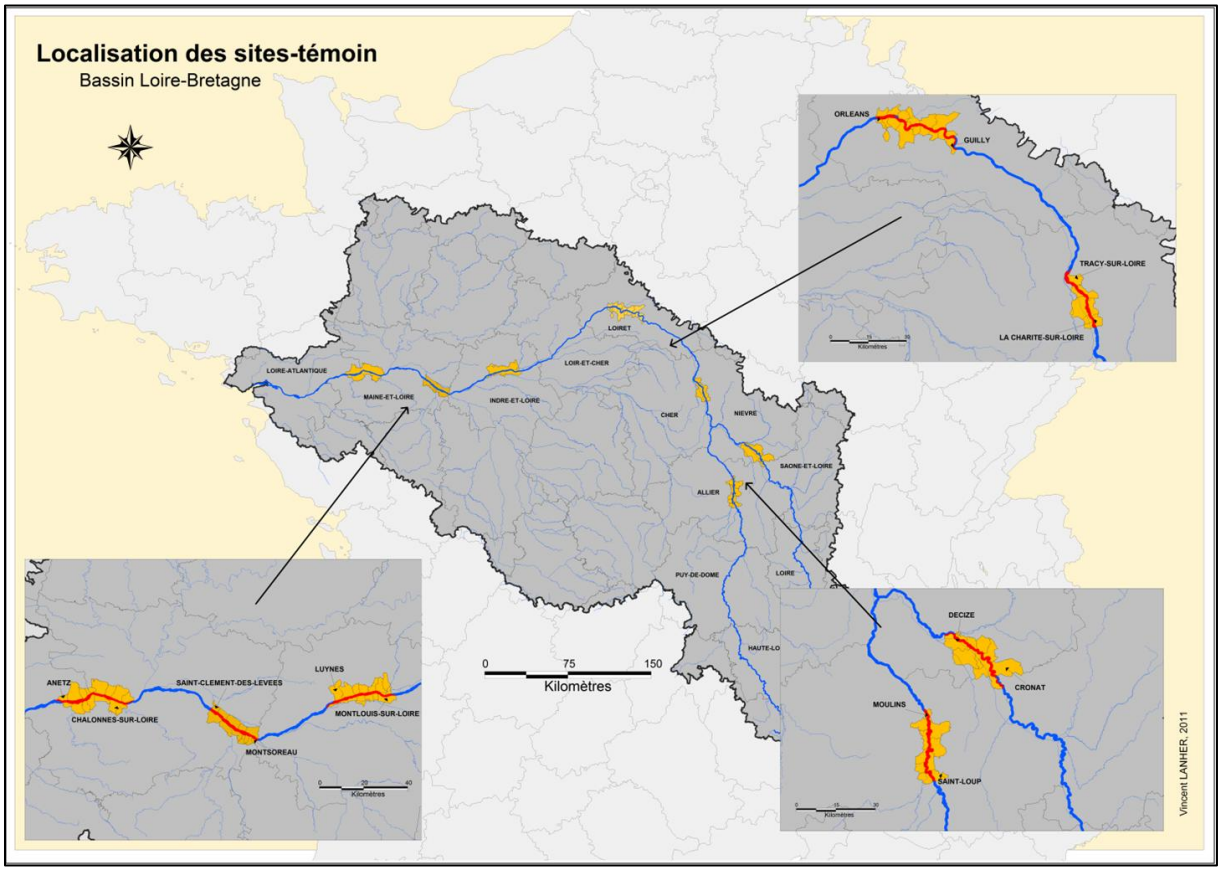
Partie 2/3

Fréquence de suivi						
Goéland Leucophée	Mouette rieuse	Mouette mélanocéphale	Sterne pierregarin	Sterne naine	Hirondelle de rivage	Guêpier d'Europe
			1 couple		enquête départementale 1989, enquête Loire Nature 2004, atlas régional des oiseaux nicheurs 2005-2008	suivi annuel des colonies connues depuis 1993, enquête Loire Nature 2004
annuel depuis 2001					première obs. 1988, pas de suivi part., suivi en 2004 sur l'ensemble de la Loire, suivi en 2002 entre les Ponts-de-Cé et Montsoreau	1 site en 2008, 2 sites en 2009
toutes les semaines en période de reproduction / suivi depuis 1989						
suivis ponctuelles, données fiables 2008/2009			suivi régulier (15j.) sur un site, sinon données ponctuelles		données ponctuelles, recensement en 2009	données ponctuelles
suivis annuels (plusieurs passages) depuis les années 80					données ponctuelles, recensement en 2006	
			1970, 79, 85,88,89,90,91,95,2003, 2004, 2005, 2006, 2010 pour les sternes		1996, 2003 et 2010 (partiel pour hirondelle et guêpiers)	
			2001	1983 à 1989 (ouvrage),1996 (BD)	à partir de 2000 sur la BD	
			un week end de comptage par an			
?			1° données depuis 1974 pour le Val d'Allier, suivi annuel avec quelques trous		?	

Partie 3/3

Localisation données	Stockage données	Commentaires
1999-2009: lieu-dit, depuis 2009: géoréférencement, géoréférencement atlas 2005-2008	BdNat, VisioNature	Données sur les Hirondelles de rivage et les Guêpiers d'Europe essentiellement
géoréférencement, commune, lieu-dit	BDDn	personne ressource --> Guillaume AMIRAULT, administrateur BD
géoréférencement, commune, lieu-dit		
		difficulté à disposer de données
géoréférencées	tableau excel	
géoréférencées	Visio Nature	personne ressource Jean Dominique LEBRETON, CNRS de Montpellier, suivi depuis 1960
lieu-dit	tableau Excel	
géoréférencées	base de données Fnat de l'AOMSL	
géoréférencement, commune, lieu-dit	BD Visio Nature, stockage chez les particuliers	suivis très irréguliers du fait de l'irrégularité des saisies sur la BD en ligne de la part des observateurs
lieu-dit	BD Access jusque 2006, puis mises à jour plus éparses depuis, quelques données également depuis 1977	
lieu-dit	Fiches papiers, tableaux Excel avant 2009 et BD Faune Auvergne depuis 2009 + données anciennes soit sur Faune Auvergne, soit sur tableau Excel	Pour le Val de Loire, informations sur les années 80 avec D. Brugière (cf. biblio) + 2004, travail sur la zone Natura 2000 + données éparses

ANNEXE IV : CARTE DE LOCALISATION DES SITES-TEMOINS



ANNEXE V : FICHES DE SYNTHESE SUR LES SITES-TEMOINS

SITE 1 : RESERVE NATURELLE DU VAL D'ALLIER 79

SITE 2 : CRONAT – DECIZE 80

SITE 3 : RESERVE NATURELLE DU VAL DE LOIRE 81

SITE 4 : JARGEAU - SAINT-PRYVE-SAINT-MESMIN 82

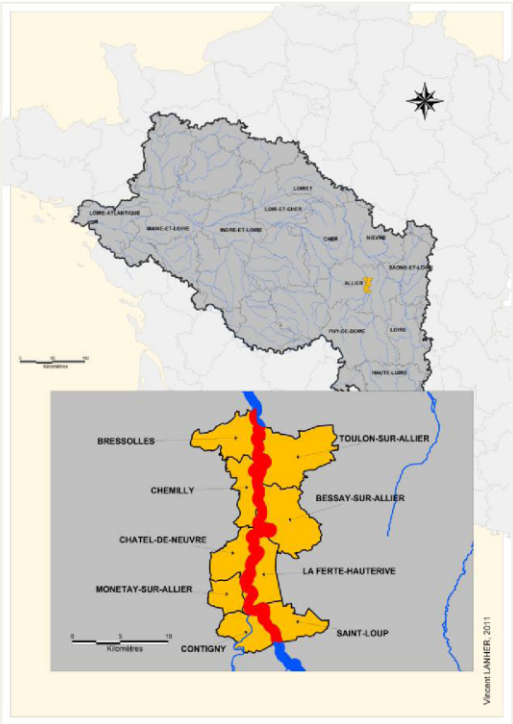
SITE 5 : MONTLOUIS-SUR-LOIRE – LUYNES 83

SITE 6 : MONTSOREAU – SAINT-CLEMENT-DES-LEVEES 84

SITE 7 : CHÂLONNES-SUR-LOIRE - ANETZ 85

SITE 1 : Réserve Naturelle Nationale du Val d'Allier	**Méandres libres**
LPO Auvergne	Allier (03)

Caractéristiques du site	
Espèces	**Effectifs sur le tronçon**
Sterne pierregarin	*5 couples (2006)*
Sterne naine	*5 couples (2006)*
Hirondelle de rivage	*743 couples (2004)*
Suivis des populations d'oiseaux	
LPO Auvergne	*1° données pour les sternes en 1974 sur le* Val d'Allier, suivi annuel avec quelques trous *Informations sur les années 80 avec D. Brugière (cf. biblio) sur le Val de Loire (03) 2004, travaux sur la zone Natura 2000 sur le Val de Loire (03)*
Données disponibles	
Mosaïques aériennes	1983, 2000, 2005 sur l'ensemble du tronçon
Cartes de végétation	2000, 2005 sur l'ensemble du tronçon

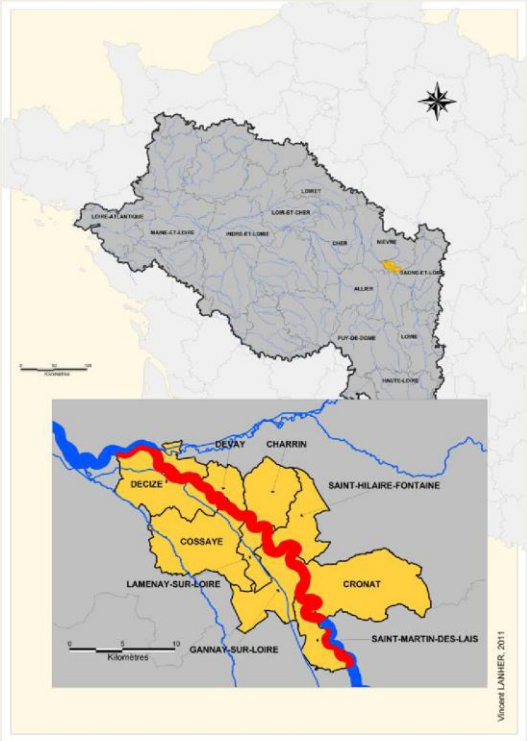


La Réserve Naturelle du Val d'Allier accueille seulement 10 couples de sternes. Toutefois, ce style fluvial en méandres libres est propice à la formation de berges d'érosion. Cela permet donc l'installation de nombreux couples d'Hirondelle de rivages (743 en 2004), comme nous l'avons également remarqué pour le même type de site entre Cronat et Decize.

L'utilisation des données existantes de la LPO Auvergne sera à affiner. D'après ce que nous avons comme éléments, nous pouvons envisager de cartographier l'évolution de l'habitat avifaune et des milieux entre 1983 et 2005.

SITE 2 : Cronat - Decize	Loire des méandres libres
Suivis réalisés par l'EPOB / la SOBA Nièvre	Allier (03), Nièvre (58), Saône-et-Loire (71)

Caractéristiques du site		
Espèces	**Effectifs sur le tronçon**	
Sterne pierregarin	*25 couples (2006)*	
Sterne naine	*5 couples (2006)*	
Guêpiers d'Europe	*115 couples (2004)*	
Hirondelle de rivage	*1 275 couples (2004)*	
Suivis des populations d'oiseaux		
SOBA Nature Nièvre	Pas d'informations disponibles pour le *moment*	
EPOB	*1970, 1979, 1985, 1988, 1989, 1990, 1991, 1995, 2003, 2004, 2005, 2006, 2010 pour les sternes*	*1996, 2003 et 2010 (partiel pour hirondelles et guêpiers)*
Données disponibles		
Mosaïques aériennes	*2000, 2005, 2008* sur l'ensemble du tronçon *1969, 1982 de Gannay / Loire à Devay* *1986 de St Martin-des-Lais à St-Hilaire-Fontaine*	
Cartes de végétation	*2000 et 2005* sur l'ensemble du tronçon	

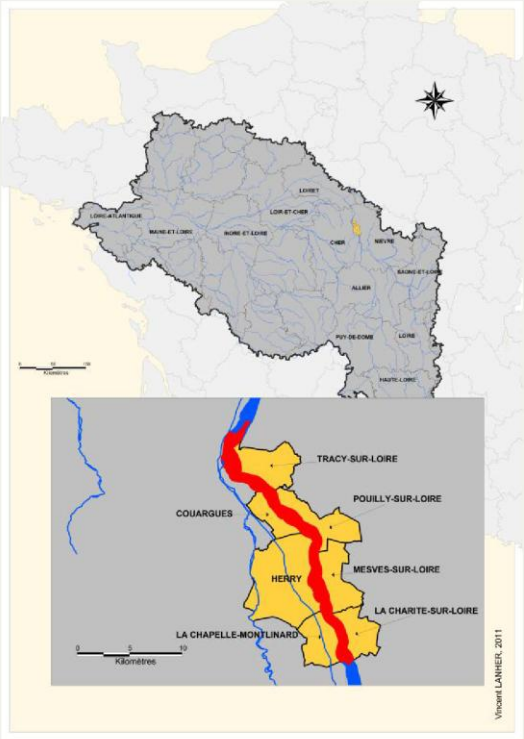


Cette forte présence des Guêpiers, mais surtout des Hirondelles de rivage nous confirme que ce style fluvial en méandres libres est propice à la formation de berges d'érosion, habitat privilégié de ces espèces. Par ailleurs, il serait aussi intéressant de comprendre pourquoi il n'y a pas plus de sternes, au sein de ces milieux.

Concernant notre étude, les seules données exploitables pour le moment sont le recensement de 2005 pour les sternes, car les vues aériennes et les cartes de végétation existent pour cette date (cf. tableaux ci-dessus). Toutefois, ce constat reste à affiner car nous ne disposons actuellement d'aucuns renseignements de la part de la SOBA Nièvre, qui couvre la partie nord du site-témoin.

SITE 3 : Réserve Naturelle du Val-de-Loire	Loire des îles (anastomose)
Suivis réalisés par la SOBA Nièvre / RNVL	Cher (18), Nièvre (58)

Caractéristiques du site	
Espèces	**Effectifs sur le tronçon**
Sterne pierregarin	*34 couples (2006)*
Sterne naine	*29 couples (2006)*
Guêpier d'Europe	*3 couples (2004)*
Hirondelle de rivage	*8 couples (2004)*
Suivis des populations d'oiseaux	
Réserve Naturelle du Val-de-Loire	*1998 à 2005 sur les sternes*
SOBA Nièvre	Pas d'informations disponibles pour le *moment*
Données disponibles	
Mosaïques aériennes	*1969, 1984, 1998, 2002, 2003, 2005 sur* l'ensemble du tronçon *1995 et 1997 pour la Charité-sur-Loire*
Cartes de végétation	*1995 la Charité-sur-Loire* *1998 la Charité-sur-Loire / St Satur* *2002, 2005* pour l'ensemble du tronçon

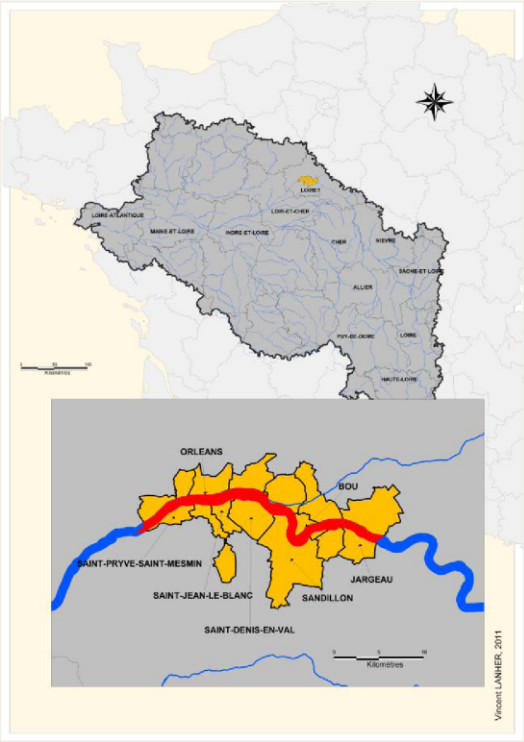


La Réserve Naturelle du Val-de-Loire se situe au niveau de la Loire anastomosée. Il s'agit de la Loire des îles alternant à la fois bancs de sable et nombreuses îles boisées. 71 couples de sternes ont été recensés lors du Plan Loire-Nature de 2006. Toutefois, cette zone semble peu soumise à l'installation des guêpiers d'Europe (3 couples), ni des hirondelles de rivage (8 couples).

Le traitement de nos données sur les espèces et la cartographie des grèves seront facilitées pour cette zone d'étude du fa it de l'existence de multiples sources. En effet, pour notre cas, il nous est possible de réaliser un suivi pour les années 1998, 2002, 2003, 2005. Ce constat sera à affiner lorsque nous en saurons plus sur les données existantes de la SOBA Nièvre.

SITE 4 : Jargeau – Saint-Pryvé-St-Mesmin	Loire corsetée
Loiret Nature Environnement	Loiret (45)

Caractéristiques du site	
Espèces	**Effectifs sur le tronçon**
Sterne pierregarin	*105 couples (2006)*
Sterne naine	*119 couples (2006)*
Goéland leucophée	*10 couples (2006)*
Mouette mélanocéphale	*50 couples (2006)*
Mouette rieuse	*3 000 couples (2006)*
Hirondelle de rivage	*996 couples (2004)*
Suivis des populations d'oiseaux	
Loiret Nature Environnement	*Suivi annuel pour les laridés depuis les années 80* *Suivi ponctuel pour les hirondelles + recensement en 2006*
Données disponibles	
Mosaïques aériennes	*1969, 1984, 1998, 2002, 2003, 2005 sur* l'ensemble du tronçon *1995 pour Combleux / la Chapelle-St-Mesmin*
Cartes de végétation	1998, 2002, 2005 sur l'ensemble du tronç *on*



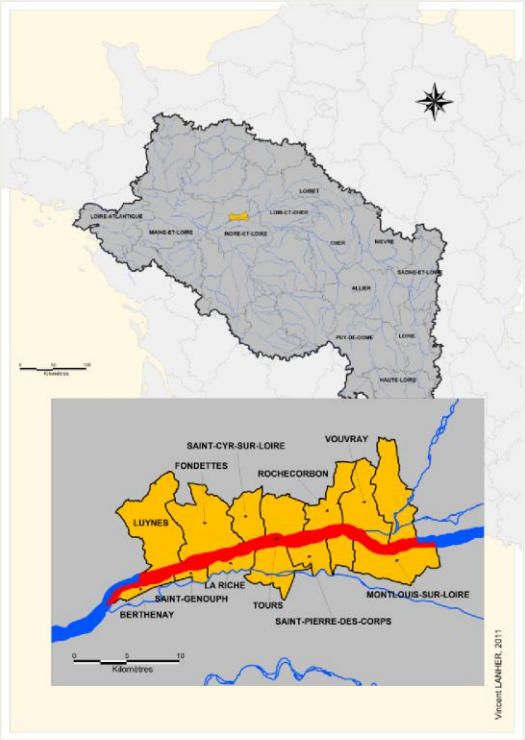
L'Orléanais, localisé dans le secteur de la Loire corsetée, constitue un site d'étude intéressant du point de vue de la grande variété d'espèces présentes. En effet, nous constatons à la fois une forte présence pour les sternes (plus de 220 couples en 2006), mais aussi pour les mouettes rieuses (3000 couples en 2006) et l'Hirondelle de rivage (environ 1000 couples en 2004).

Par ailleurs, nous pouvons cartographier l'évolution de cette zone de manière exhaustive, du fait des suivis annuels remontant aux années 1980. De ce fait, nous pouvons envisager de réaliser l'évolution du site entre 1984 et 2005, au vu des mosaïques aériennes existantes.

Ce site a fait l'objet d'une modification. Il s'étend maintenant des méandres confinés de Guilly à Orléans

SITE 5: Montlouis-sur-Loire – Luynes	Loire corsetée
LPO Touraine	Indre-et-Loire (37)

Caractéristiques du site	
Espèces	**Effectifs sur le tronçon**
Sterne pierregarin	*187 couples (2006)*
Sterne naine	*92 couples (2006)*
Goéland leucophée	*3 couples (2006)*
Mouette mélanocéphale	*185 couples (2006)*
Mouette rieuse	*1 190 couples (2006)*
Hirondelle de rivage	*431 couples (2004)*
Suivis des populations d'oiseaux	
LPO Touraine	*Suivi annuel* *Quelques données à partir de 1977* *BD à jour jusque 2006, après plus éparse*
Données disponibles	
Mosaïques aériennes	*1969, 1984, 1999, 2002, 2005 sur* l'ensemble du tronçon *1995 pour St-Cyr-sur-Loire / Luynes*
Cartes de végétation	1995 (à vérifier), 1999, 2005 sur l'ensemble *du tronçon*

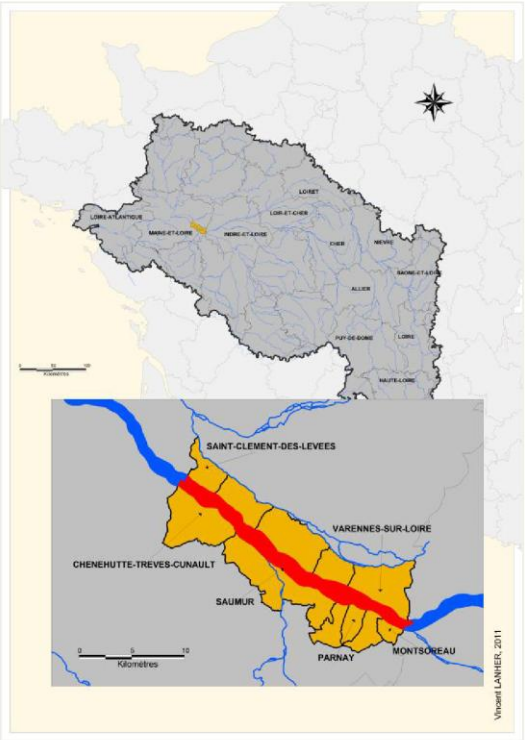


Ce site de la Loire corsetée compris entre Montlouis-sur-Loire et Luynes a également été choisi pour sa grande diversité d'espèces, ainsi que leurs forts effectifs, notamment à Montlouis -sur-Loire pour les mouettes rieuses (1190 couples en 2006). De plus sur l'ensemble du tronçon, le recense ment du Plan Loire de 2006 fait état d'environ 280 couples de sternes, 185 de mouettes mélanocéphales et 431 pour l'Hirondelle de rivage. Comme pour l'Orléanais, le Goéland leucophée reste minoritaire avec 3 couples recensés en 2006.

Pour ce tronçon, nous disposons de photographies aériennes allant de 1969 à 2005, constituant une bonne plage pour réaliser une évolution. De plus, nous disposons également de quelques cartes de végétation entre 1995 et 2005.
Toutefois, le suivi exhaustif des données et leur utilisation sera à redéterminer ultérieurement pour décider de la période étudiée.

SITE 6 : Montsoreau – St-Clément-des-Levées	Loire corsetée
LPO Anjou	Maine-et-Loire (49)

Caractéristiques du site	
Espèces	**Effectifs sur le tronçon**
Sterne pierregarin	*58 couples (2006)*
Sterne naine	*93 couples (2006)*
Goéland leucophée	*64 couples (2006)*
Mouette mélanocéphale	*30 couples (2006)*
Mouette rieuse	*160 couples (2006)*
Hirondelle de rivage	*540 couples (2004)*
Suivis des populations d'oiseaux	
LPO Anjou	*Suivi annuel depuis 2001 pour les laridés + données antérieurs remontant aux années 60* *Suivis ponctuelles depuis 1988 pour les Hirondelles de rivage* *Guêpiers depuis 2008* *Données non saisies remontant aux années 60*
Données disponibles	
Mosaïques aériennes	1969, 1999, 2002, 2009 sur l'ensemble du *tronçon* 1995, 1998 de Montsoreau à l'île d'Ardou *in 1984, 2005 pour Montsoreau*
Cartes de végétation	*1999 pour Montsoreau / la Daguenière*

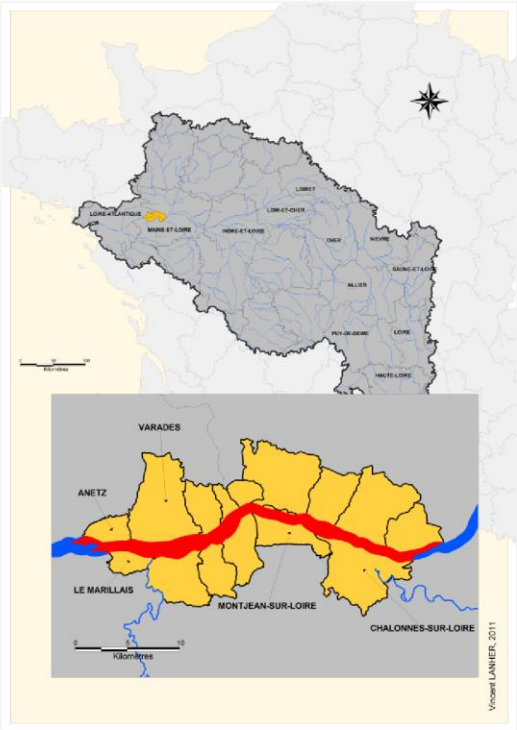


Pour ce troisième site sur la Loire corsetée allant de Montsoreau à Saint-Clément-des-Levées, nous retrouvons cette diversité dans les espèces. Même si les effectifs sont moindres, leur nombre reste quand même important, à savoir une cent cinquantaine de couples de sternes, 190 couples de mouettes et 540 couples d'Hirondelles de rivage. Cependant, nous notons aussi la présence non négligeable de goélands leucophée avec 64 couples, ce qui représente l'effectif le plus conséquent pour nos différents sites traités.

Concernant l'évolution de l' habitat et des milieux, un travail sur la période 2002-2009 semble cohérent, au vu des données existantes. De plus, il serait intéressant de retrouver des données non saisies antérieures à 2001, et plus précisément des années 60, pour réaliser l'évolution sur la période 1969-2009, soit un pas de temps de 40 ans.

SITE 7 : Pont de Châlonnes-sur-Loire - Anetz	Loire des épis
Suivis réalisés par la LPO Anjou / la LPO Loire-Atlantique	Loire-Atlantique (44), Maine-et-Loire (49)

Caractéristiques du site		
Espèces	**Effectifs sur le tronçon**	
Sterne pierregarin	*99 couples (2006)*	
Sterne naine	*38 couples (2006)*	
Mouettes rieuses	*2 couples (2006)*	
Hirondelle de rivage	*102 couples (2004)*	
Suivis des populations d'oiseaux		
LPO Anjou	*Suivi annuel des laridés depuis 2001*	*Suivis ponctuels pour hirondelles (1988, 2004, et 2002 entre les Ponts-de-Cé et Montsoreau) et guêpiers (1 site en 2008 et 2 en 2009)*
LPO Loire-Atlantique	*Suivis de 1983 à 1989, puis dans les années 90 pour les sternes naines, 2001 pour les sternes pierregarin*	*Depuis 2000 pour les hirondelles*
Données disponibles		
Mosaïques aériennes	1969, 1999, 2002, 2009 sur l'ensemble du *tronçon* *1995 de Montjean / Loire à St-Florent-le-Vieil*	
Cartes de végétation	*1995 et 1999 (à voir mais pas au-delà de St-Florent-le-Vieil)*	



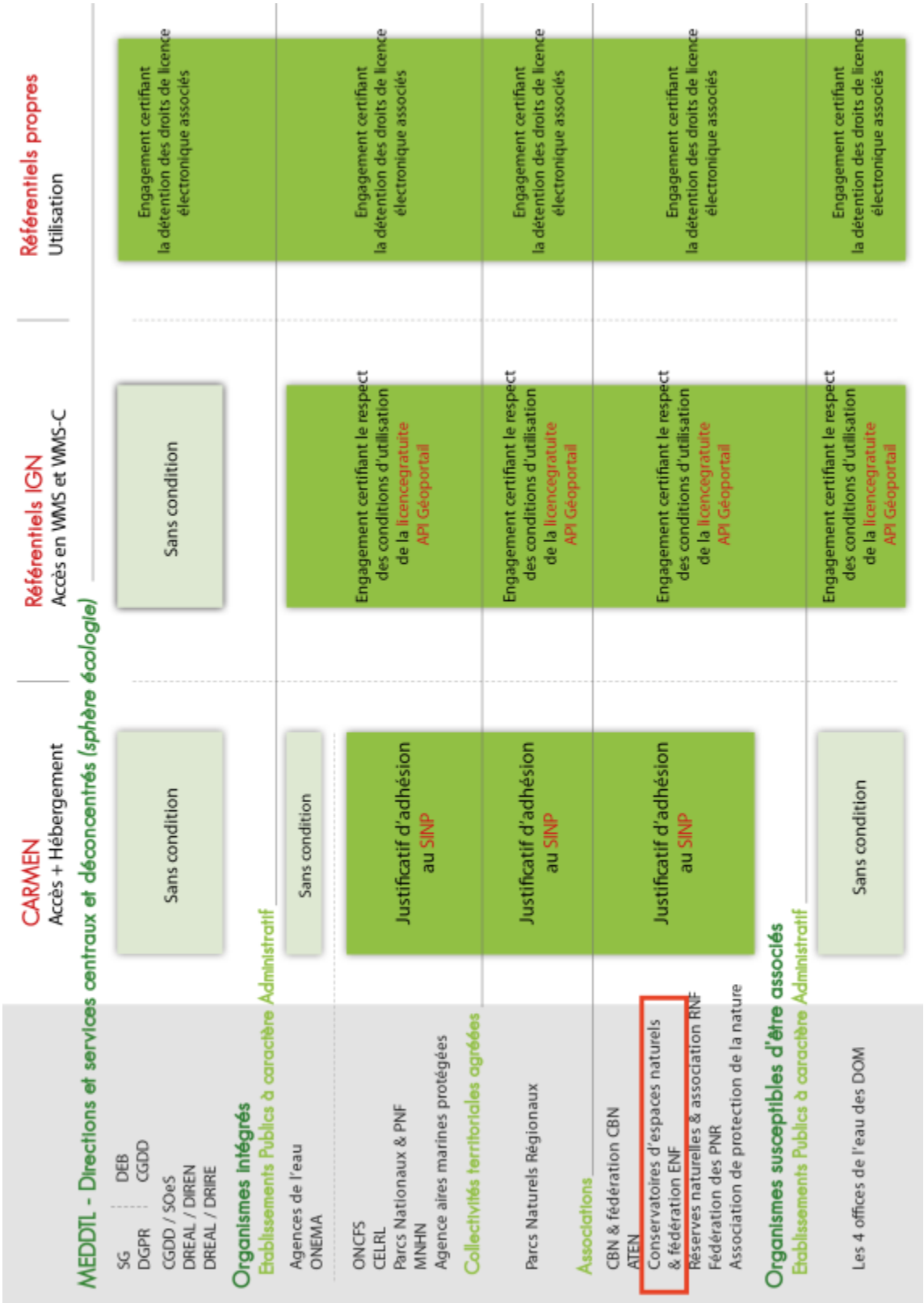
Pour ce secteur de Loire des épis, environ 140 couples de sternes ont été recensés lors du Plan Loire-Nature de 2006. Nous retrouvons également une centaine de couples d'Hirondelles de rivage. L'enjeu ici sera de savoir si les sternes peuvent également nicher sur les bancs accessibles par les berges, issus de la sédimentation des épis, lorsque l'on sait qu'elles sont habituées à nicher sur des grèves isolées.

D'autre part et au vu des données disponibles, il serait intéressant de réaliser l'évolution sur les années 2000, du moins pour les sternes. Du fait de la disponibilité des vues aériennes de 1969, nous pourrions aussi réaliser la cartographie des bancs et le suivi des espèces, en nous basant sur les archives non saisies existantes. Concernant les cartes de végétation, elles n'englobent q ue certains secteurs, donc leur utilisation reste à affiner.
Par ailleurs, l'étude de R. Binard pourrait également nous servir car les données sont exploitables pour l'année 2002. Toutefois, son étude se limite au Maine -et-Loire et se termine à Montjean-sur-Loire.

ANNEXE VI : TYPOLOGIE DES TRONCONS GISOM

Num	Zone (Loire-Allier)	tronçon (=secteur, de l'amont vers l'aval))	num secteur
01	LA	amont Balbigny (42)	LALO01
02	LA	Balbigny(42) - Roanne(42)	LALO02
03	LA	Roanne(42) - Iguerande (71)	LALO03
04	LA	Iguerande - Digoin (71)	LALO04
05	LA	Digoin - Bourbon-Lancy (Pont "Le Fourneau") (71)	LALO05
06	LA	Bourbon-Lancy - Cronat (71) "Les Grèves"	LALO06
07	LA	Cronat - Decize (Pont D978a) (58)	LALO07
08	LA	Decize - amont de Nevers (58) (pont A77)	LALO08
09	LA	Nevers - Bec d'Allier	LALO09
10	LA	Bec d'Allier - La Charité/Loire (58) (pont N151)	LALO10
11	LA	La Charité/Loire - Tracy/Loire (58) (Pont de St Thibault)	LALO11
12	LA	Tracy/L - Neuvy/L.(pont)	LALO12
13	LA	Neuvy/L.- Gien (pont D940) (45)	LALO13
14	LA	Gien - Chateauneuf/L.(pont D11) (45)	LALO14
15	LA	Chateauneuf/. - Orléans (pont A71) (45)	LALO15
16	LA	Orléans-Centrale de St Laurent des eaux (41)	LALO16
17	LA	St Laurent des eaux - Blois (D174) (41)	LALO17
18	LA	Blois- Mosnes "Saugeons" (37)	LALO18
19	LA	Mosnes - Tours (pont A10) (37)	LALO19
20	LA	Tours - Langeais (Pont D57) (37)	LALO20
21	LA	Langeais - Bec de Vienne	LALO21
22	LA	Bec de Vienne - Saumur (pont N147) (49)	LALO22
23	LA	Saumur - Les Rosiers/L.(pont D751 bis) (49)	LALO23
24	LA	Les Rosiers/L. - Les Ponts-de-Cé (Pont Dumnacus)	LALO24
25	LA	Les Ponts-de-Cé - Varades (pont de la Meilleraie)	LALO25
26	LA	Varades - Ancenis	LALO26
27	LA	Ancenis - Champtoceaux (49)	LALO27
28	LA	Champtoceaux-Nantes (44)	LALO28
01	LA	Amont Puy-Guillaume (63)	LAAL01
02	LA	Puy-Guillaume - Vichy (pont N209) (03)	LAAL02
03	LA	Vichy - Varennes/Allier (pont D46)	LAAL03
04	LA	Varennes/Allier - Moulins (pont SNCF)	LAAL04
05	LA	Moulins - Aubigny "Les Poissons"(03)	LAAL05
06	LA	Aubigny - Bec d'Allier	LAAL06
01	LA	Maine - Ile St Aubin (49)	LAMA01
02	LA	Ile St Aubin - (49/53)	LAMA02
03	LA	49 - Laval (53)	LAMA03
01	LA	Bec de Loir - Morannes (Dione) (49/53)	LASA01
02	LA	Morannes (Dione) (49/53) - Noyen/S. (pont D.35)	LASA02
03	LA	Noyen/S. (pont D.35) - Le Mans (72)	LASA03
01	LA	Bec de Loir (49) - Durtal (49)	LALR01
02	LA	Durtal - Clermont-Créans (Créans) (72)	LALR02
03	LA	Clermont-Créans - Le Lude(72)	LALR03

ANNEXE VII : CONDITIONS D'UTILISATION DE CARMEN – LIEN AVEC LE CENTRE DE RESSOURCES



ANNEXE VIII : EXTRAITS DE CONVENTIONS D'ECHANGES DE DONNEES DE PLATEFORMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

Extrait de la Charte partenariale de Geobretagne – Conditions de mises à disposition et d'utilisation des données

5 - CONDITIONS DE MISE À DISPOSITION ET D'UTILISATION DES DONNÉES

L'avertissement sur les conditions de mise à disposition et d'utilisation des données disponible sur le site www.geobretagne.fr figure en annexe 8 et fixe le cadre par défaut concernant les données de GéoBretagne en tenant compte du contexte légal.

5.1 - Périmètre des données

Le système d'information mis en oeuvre porte sur les données géographiques de la région Bretagne. Il s'agit de données géométriques, descriptives, et de métadonnées décrivant les objets géographiques traités.

A la date de son ouverture, le patrimoine de données géographiques accessibles par le dispositif technique de GéoBretagne, est le résultat d'une contribution partenariale entre les services de l'État et des collectivités territoriales dans la région, et menée dans le cadre de l'étude d'opportunité du projet. Cette démarche a pris en considération la très variable complexité de l'exploitation de ces données et leur intérêt.

Le principe général du partenariat GéoBretagne est la mise à disposition en consultation et en télé-chargement des données de la façon la plus large et la plus simple possible pour limiter les freins à l'usage des données publiques, comme le prévoit la Directive INSPIRE n°2007/2/CE du 14 mars 2007, transposée par l'ordonnance n°2010-1232 du 21 octobre 2010, et la loi n°78-753 du 17 juillet 1978. Les cas de dérogations devront être justifiés.

5.2 - La mise à disposition des données

La liste initiale des données mises à disposition

La liste des données fournies par les partenaires figure dans l'annexe 2 de la charte partenariale.

Description des données fournies :

- Un modèle de description des données est proposé par l'administrateur de la plate-forme afin d'homogénéiser leur saisie et de pouvoir répondre aux règles de mise en

oeuvre d'INSPIRE liées aux métadonnées (cf. Annexe 3) et de pouvoir assurer leur utilisation optimum dans le cadre de la plate-forme GéoBretagne.

- La mise à disposition effective des fiches de métadonnées peut se faire en utilisant la technique du moissonnage à distance (norme CSW) ou, à défaut, par la mise à disposition par le partenaire de fichiers XML répondant aux normes ISO 19115 et ISO 19139. Le partenaire pourra alors disposer au sein de la plate-forme d'un espace d'administration dédié à la gestion de ses métadonnées.
- Au moment de la transmission des données, le partenaire-fournisseur devra renseigner ce fichier de métadonnées par lot de données mis à disposition.
- Ce travail des partenaires-fournisseurs est mutualisé au sein du pôle métier Catalogage qui permet de donner des outils pour accompagner la mise à disposition de données (ex. modèle de fiche de métadonnées, vocabulaire sémantique commun, méthodologie, manuels, etc.)

5.3 - Propriété intellectuelle

Les clauses de mise à disposition de données décrites dans la présente charte ne constituent pas une cession des droits de propriété intellectuelle de la part du partenaire-fournisseur, ni au secrétariat de GéoBretagne, ni aux partenaires du dispositif.

La mise à disposition des données n'implique aucun transfert des droits sur les données autres que ceux expressément mentionnés dans la présente charte.

Chaque partenaire-fournisseur veille à la licéité des informations mises à disposition. Il est le garant du fait qu'il dispose des droits nécessaires pour les mettre à disposition et permettre une jouissance paisible de ces informations sans porter atteinte aux droits des tiers. Il fera son affaire de toute réclamation ou revendication de droit émanant de tiers

Dans le cadre de création et d'entretien de «couche collaborative», c'est-à dire une couche d'information définie selon une structure discutée en commun, et renseignée ensuite par plusieurs partenaires souvent «délocalisés» (ex. le tableau de bord communal de suivi de la numérisation des Plans locaux d'urbanisme), il convient de préciser que chacun des contributeurs sera co-producteur de l'ensemble de la couche constituée, ce qui signifie que tout ou partie de cette couche sera donc ainsi réutilisable dans le cadre d'utilisation fixé ci-après. Les co-producteurs seront identifiés dans la fiche de métadonnées liée à chaque couche d'information co-produite.

5.4 - Règles d'utilisation des données

Les principes d'utilisation et de réutilisation des données doivent respectées le cadre réglementaire fixé par la directive INSPIRE n°2007/2/CE du 14 mars 2007, transposée par l'ordonnance n°2010-1232 du 21 octobre 2010, et la loi n°78-753 du 17 juillet 1978.

Les membres du partenariat s'engagent à respecter les droits du partenaire fournisseur et par conséquent, les conditions et limites d'exploitation des données telles qu'elles sont définies par le partenaire-fournisseur dans la fiche de transmission et la fiche de métadonnées.

Les membres du partenariat sont autorisés à diffuser les études et analyses résultant de l'utilisation des données, sous réserve de mentionner d'une part la source des données, d'autre part la source des études et analyses.

Les membres du partenariat devront faire figurer sur tout document et/ou produit et service électronique ayant pour origine partielle les données la mention "Source des données" suivie obligatoirement du nom du fournisseur et de la date de validité des données.

Le partenaire-fournisseur garantit que les données sont conformes aux données utilisées pour ses propres besoins.

Le partenaire-utilisateur s'engage à:

- ne pas supprimer ni altérer les mentions de propriété et les informations juridiques figurant dans les mentions ou dans les métadonnées;
- ne pas supprimer ni altérer les métadonnées;
- prendre toutes les mesures pour que son personnel, ainsi que ses sous-traitants, soient informés et respectent le contenu de la charte, notamment en terme de propriété.
- Les droits concédés aux membres du partenariat le sont à titre gratuit.
- Toute diffusion de tirages papier ou de fichiers utilisant les lots de données de GéoBretagne doit expressément porter mention de la source indiquée dans le catalogue des données.

5.5 - Responsabilité et engagement sur la qualité des données

5.5.1 Responsabilité du partenaire-fournisseur

Il est expressément convenu entre les parties que le partenaire-fournisseur est soumis à une obligation de moyens au titre de la présente charte, et que sa responsabilité ne saurait être engagée qu'à raison d'une faute lourde prouvée par l'utilisateur.
Le partenaire-fournisseur d'un lot de données s'engage à ne mettre en circulation que des données approuvées officiellement par sa structure, et accompagnées des métadonnées associées répondant aux règlements d'INSPIRE.
Il s'engage à ne fournir que des informations dont il est chargé dans le cadre de ses missions de service public.
Il s'engage à fournir des fichiers conformes aux fichiers utilisés pour ses propres besoins dans le cadre de son propre SIG, abstraction faite des éventuelles agrégations nécessaires au respect du secret statistique.
En dépit des efforts et diligences mis en oeuvre pour en vérifier la fiabilité, le partenaire fournisseur n'est pas en mesure de garantir l'exactitude, la mise à jour, l'intégrité, l'exhaustivité des données et en particulier que les données sont exemptes d'erreurs, notamment de localisation, d'identification ou d'actualisation ou d'imprécisions.
Les données ne sont pas fournies en vue d'une utilisation particulière et aucune garantie quant à leur aptitude à un usage particulier n'est apportée par le partenaire fournisseur. En conséquence, les utilisateurs utilisent les données sous leur responsabilité pleine et entière, à leurs risques et périls, sans recours possible contre le partenaire fournisseur dont la

responsabilité ne saurait être engagée du fait d'un dommage résultant directement ou indirectement de l'utilisation de ces données.
En particulier, il appartient aux utilisateurs d'apprécier, sous leur seule responsabilité :

- l'opportunité d'utiliser les données ;
- la compatibilité des fichiers avec leurs systèmes informatiques ;
- l'adéquation des données à leurs besoins ;
- qu'ils disposent de la compétence suffisante pour utiliser les données ;
- l'opportunité d'utiliser la documentation ou les outils d'analyse fournis ou préconisés, en relation avec l'utilisation des données, le cas échéant.
- Le fournisseur partenaire n'est en aucune façon responsable des éléments extérieurs aux données et notamment des outils d'analyse, matériels, logiciels, réseaux..., utilisés pour consulter et/ou traiter les données, même s'il a préconisé ces éléments.
- L'utilisateur veille à vérifier que l'actualité des informations mises à disposition est compatible avec l'usage qu'il en fait.

5.5.2 Responsabilité des porteurs du projet GéoBretagne

La Région Bretagne et la DREAL Bretagne, en tant que porteurs du projet GéoBretagne, n'assurent aucun contrôle sur le contenu et la qualité des informations transmises par les différents partenaires. Eu égard à la nature évolutive des Services, aux contraintes notamment de maintenance et d'évolution technologique, la continuité des Services sur le site GéoBretagne s'efforce d'être la plus élevée possible mais ne peut être totale. En cas d'interruption des Services, l'équipe de GéoBretagne mettra en oeuvre tous les moyens raisonnables pour y remédier dans les meilleurs délais.

PEGASE, Poitou-Charentes : Extrait de la Charte d'adhésion à la Plate-forme Régionale pour Organiser et Diffuser l'Information Géographique de l'Etat (PRODIGE)

CONDITIONS JURIDIQUES D'ECHANGE DES DONNEES

Respect du droit d'auteur, du droit sur les bases de données, et du droit économique. Tout lot de données mis à disposition sur PRODIGE reste la propriété de son producteur, et constitue une réalisation intellectuelle protégée par la loi N°92-597 du 1er juillet 1992 du code de la propriété intellectuelle). La mise à disposition des données ne constitue en aucun cas un transfert de propriété. Elle se limite à une simple cession de droit d'usage.

Chaque membre bénéficiaire (ou utilisateur) s'engage à ne pas porter atteinte, directement ou indirectement, ou par l'intermédiaire d'un tiers, aux droits détenus par le producteur du lot de données mis à disposition sur PRODIGE.

Chaque membre bénéficiaire s'engage à prendre à l'égard de son personnel (chaque utilisateur) toutes les mesures nécessaires pour assurer le respect des droits sur les fichiers et les données faisant l'objet de la présente charte. Chaque membre bénéficiaire s'engage à veiller à ce que des tiers non autorisés ne puissent avoir accès à PRODIGE. Il partage la responsabilité en cas d'utilisation abusive.

Chaque membre bénéficiaire s'engage à maintenir en permanence les mentions de propriété et de source, dont la date de validité, attachées aux données, aux fichiers, à la documentation et à tous les médias joints.

Il est rappelé que toute reproduction non autorisée des données est passible des sanctions pénales s'appliquant à la contrefaçon (article L 112-3 du code de la propriété intellectuelle).

Responsabilité de l'Administration

(sur la qualité, la diffusion des données)

**** en tant que producteur***

Les données mises à disposition de PRODIGE sont utilisables dans une gamme d'échelles spécifiée dans le catalogue correspondant. Ce catalogue contient notamment les spécifications techniques des données métiers. Leur utilisation doit par conséquent respecter cette précision. Les utilisateurs sont mis en garde contre toute interprétation des données à une échelle autre que celle indiquée dans le catalogue.

Le producteur d'un lot de données ne peut être tenu pour responsable de l'usage qui est fait des fichiers mis à disposition sur la plate-forme. Il ne peut être tenu pour responsable des dommages directs ou indirects qui pourraient résulter de l'utilisation des informations contenues dans les fichiers mis à disposition de la plate-forme ou de la méconnaissance des modalités de constitution des fichiers ou de leurs caractéristiques.

Le producteur d'un lot de données s'engage à fournir des fichiers conformes aux fichiers utilisés pour ses propres besoins dans le cadre de son propre SIG, abstraction faite des éventuelles agrégations nécessaires au respect du secret statistique.

Le producteur d'un lot de données s'engage à diffuser la mise à jour des données.

Les données partagées sur PRODIGE n'ont aucun caractère opposable.

**** en tant que membre bénéficiaire / utilisateur***

Chaque membre de PRODIGE s'engage à ne pas diffuser à l'extérieur des données brutes mises à disposition sur la plate-forme dont il n'est pas le producteur. L'exploitation des données et la diffusion des résultats sont entièrement libres entre les membres de PRODIGE, quel que soit le statut de la donnée.

La diffusion de résultats d'exploitation des données, vers l'extérieur de la plate forme est soumise à conditions. Soit, toutes les données utilisées possèdent un statut d'usage « libre ». Dans ce cas, le membre bénéficiaire est libre de diffuser ses productions, en citant les sources et la date de validité des données. Soit, tout ou partie des données utilisées possède un statut d'usage restreint. Dans ce cas, l'autorisation écrite de chaque service producteur des données est impérative.

L'échange d'informations publiques entre les autorités publiques, dans le cadre de l'exercice de leurs missions de service public, n'est pas considéré comme une réutilisation : administrations et personnes publiques peuvent donc s'échanger gratuitement des informations dont la réutilisation serait payante pour d'autres, à condition d'agir dans le cadre dans le cadre de leurs missions de service public.

L'utilisateur n'est pas autorisé à adapter ou modifier les données : à titre d'exemple, l'utilisateur ne peut pas, sauf autorisation écrite préalable du producteur, modifier la géométrie des données et notamment opérer un changement d'échelle de référence.

L'utilisateur d'un lot de données informe l'administrateur de données compétent, des difficultés, des erreurs ou anomalies qu'il peut relever. Il s'engage à ne pas procéder par lui-même à la modification de ces erreurs.

L'utilisateur d'un lot de données informe l'administrateur de données compétent, des difficultés, des erreurs ou anomalies qu'il peut relever. Il s'engage à ne pas procéder par lui-même à la correction de ces erreurs.

Une mise à disposition temporaire des données hébergées dans PRODIGE peut être accordée à un prestataire de services sous maîtrise d'ouvrage d'un membre de la plate-forme. Si le statut d'usage de la (des) donnée(s) est libre, dans ce cas une simple information du service producteur est bienvenue. Si le statut d'usage de la (des) donnée(s) est restreint, dans ce cas une autorisation écrite est impérative. Le prestataire doit alors s'engager à restituer les fichiers communiqués dès l'achèvement du contrat le liant au maître d'ouvrage. Le maître d'ouvrage

doit formaliser la mise à disposition temporaire des données à l'aide d'un acte d'engagement (voir modèle en annexe).

Protection des données nominatives Les administrateurs de données doivent s'assurer que les services producteurs de données portant des mentions nominatives se sont bien acquittés des obligations de déclaration auprès de la CNIL.

Les données nominatives, numérisées par PRODIGE et constituées par l'intégration de différentes données issues de différents services de l'Etat, devront faire l'objet d'une déclaration auprès de la CNIL, par le représentant de la plate forme régionale et inter départementale.

Les membres bénéficiaires et les utilisateurs de la plate forme s'engagent à respecter la législation en vigueur en ce qui concerne la diffusion éventuelle de données nominatives.

PRODIGE s'interdit la constitution de bases de données nominatives illicites.

Confidentialité de certaines données

Les services producteurs s'engagent à ne pas intégrer d'informations classifiées de défense dans les données attributaires.

Définitions

- Données du « cadre de cohérence » : ensemble de données métiers produites par un ou plusieurs services de l'Etat, ou établissement public selon des spécifi cations défi nies de façon conjointe et cohérente entre différents services de l'Etat, voire au sein d'un établissement public.
- Données métiers : ensemble des données produites par les services de l'Etat, ou les établissements publics. Ces données sont constituées d'objets géo-référencés et de données attributaires.
- Données référentielles : ensemble de données géographiques de base servant à produire et à géoréférencer les données métiers.
- Données attributaires : données descriptives (alphanumérique) associée à un objet géoréférencé.
- Statut d'usage de la donnée métier : une donnée métier possède soit un statut d'usage libre, soit un statut d'usage restreint, qui concerne sa diffusion à l'extérieur de la plate-forme.
- Définitions des acteurs Groupe thématique : groupe composé d'agents des services de l'Etat, d'agents des établissements publics, voire d'agents d'autres partenaires (*), en vue de rédiger les spécifications des données du « cadre de cohérence ».
- Membre bénéficiaire : personne morale adhérente à la charte (service de l'Etat, établissements publics listés en annexe).
- Utilisateur : personne physique issue d'un service de l'Etat, d'un établissement public ou d'un partenaire signataire d'une convention d'échange de donnée.

- Producteur de données : service de l'Etat, établissement public, producteur de données, considéré comme un « fournisseur interne ».
- Fournisseur de données : fournisseur externe de données payantes (ex : IGN, INSEE …), et de données gratuites (ex : code offi ciel géographique de l'INSEE).
- Partenaire : organisme public non adhérent à la charte avec lequel des conventions d'échanges de données sont possibles (ex : collectivité territoriale, autres acteurs de la sphère publique …).
- Tiers autorisé : organisme autorisé à accéder à la plate-forme sous l'autorité d'un membre bénéficiaire de PRODIGE (ex : les SDIS sous l'autorité du préfet délégué à la sécurité et à la défense sud est – état major de zone).

Extrait des Conventions d'échanges entre les communautés de commune et le Conseil Général 67

entre :

Le Conseil général du Bas-Rhin, représenté par son Président

et

La Communauté de communes de ..... représentée par son Président.

Contexte :

Cette convention d'échange est établie initialement dans le cadre du dispositif d'aide du département du Bas-Rhin vers les Communautés de communes en matière de systèmes d'information géographique.
L'objectif de cette convention est de favoriser l'échange d'informations géographiques dans une perspective d'enrichissement de la connaissance du territoire départemental.

Article 1 : Objet de la convention :

Cette convention d'échange a pour objectif de fixer les engagements réciproques du Conseil général et de la Communauté de communes en matière d'information géographique.

Article 2 : Nature des données faisant l'objet des échanges

Les définitions ci-après sont issues de la convention cadre du partenariat CIGAL (Coopération pour l'Information Géographique en ALsace).

- **Données géographiques** : description d'objets spatiaux (vecteurs ou rasters) localisés par un système de coordonnées faisant référence au positionnement à la surface du globe terrestre. La description des entités spatiales est complétée par les informations qui y sont rattachées (technologie SIG).

- **Données sémantiques** : toute information alphanumérique qualitative ou quantitative complétant la description des objets géographiques préalablement définis (technologie base de données).

- **Données graphiques** : objets spatiaux présentés dans un système graphique mais non référencés dans un système de coordonnées (technologie CAO - PAO).

- **Les produits cartographiques** : représentation de données géographiques et sémantiques sous forme thématique, descriptive, synthétique ou analytique, représentant un phénomène spatial donné à une date donnée. Ces produits sont « finis » et ils doivent être utilisés tels qu'ils se présentent.

Partenaire titulaire des données géographiques
Il est propriétaire des données. Il transmet les données à l'utilisateur selon certaines règles d'utilisation définies dans la convention d'échange de données.

Partenaire utilisateur des données géographiques
Il demande les données au titulaire. Il s'engage à utiliser les données transmises par le titulaire selon certaines limites d'utilisation définies dans la convention.

Article 3 : les principes d'échanges de données :

Les échanges de données se font dans le respect des dispositions légales et des droits éventuellement rattachés aux données.

3.1 Description des données échangées

- Les partenaires s'engagent à décrire les données échangées « à minima » selon le tableau en annexe.
- les partenaires s'informent annuellement des nouvelles données acquises ou constituées qui pourront être mises à disposition en plus de celles déjà listées dans la présente convention. A cet effet, ils mettent à jour annuellement la description des données prévues en annexe.
- Les transferts de données sont effectués à titre gratuit, sauf coût particulier d'extraction et de transmission.

3.2 Responsabilité du titulaire des données

Le titulaire ne transmet que des données pour lesquelles il dispose des droits d'utilisation nécessaires.
Il garantit la validité des données à la date de mise à jour indiquée dans le fichier en annexe.
Il n'est pas responsable de l'usage qui sera fait des fichiers fournis par l'utilisateur.

3.3 Responsabilité de l'utilisateur des données

Il s'engage à utiliser les données conformément à leurs descriptions dans le tableau annexe (limite d'échelle, date de constitution, droits de diffusion).

Il s'engage à ne pas rediffuser ces données à des tiers ou à des fins commerciales. Néanmoins les Communautés de communes ont le droit de rediffuser les données aux communes membres. Pour cela elles doivent obligatoirement respecter les règles de diffusion et d'exploitation de chaque donnée et transmettre les métadonnées qui leurs sont associées.

Il s'engage à mentionner la source des données lors de leurs exploitations.

Il peut mettre à disposition d'un prestataire les données transmises dans le cadre d'une étude commanditée par lui. Le prestataire devra signer une convention lui interdisant la conservation et l'utilisation des données transférées en dehors du cadre de sa mission.

Article 4 : les données mises à disposition par le Conseil général

La description de ces données est répertoriée en annexe 1, mise à jour annuellement.

Article 5 : les données mises à disposition par les Communautés de communes

La description de ces données est répertoriée en annexe 2, mise à jour annuellement.

ANNEXE 1 : les données géographiques et connexes mises à disposition par le département du Bas-Rhin aux Communautés de communes.

Date de mise à jour de ces informations :

Nom de la donnée	Type de données : raster/ vecteurs / alphanumérique	Qui constitue cette donnée ?	Aire géographique de mise à disposition	Mode de constitution	Echelle d'utilisation (précision maximale)	A quelle occasion cette donnée a-t-elle été créée ?	Le système de projection	Formats de transmission de la donnée	Date de création	Fréquence de mise à jour	Limites et droits d'utilisations de la donnée ?	Autorisation de mise à disposition aux communes
BD ORTHO®	Raster	IGN	Périmètre de la CDC	Photographies aériennes orthorectifiées	1/5 000 ième	Acquisition dans le cadre du partenariat CIGAL	Lambert 1 nord	Raster : Tiff / jpeg / ecw Fichiers de géoréférencements : .tfw / .jgw / .tab/.ers	Prises de vues de -1998 -2002	IGN fait des campagnes de mise à jour tous les 5 ans	Le bénéficiaire ne doit pas remplir «l'acte d'engagement. Par contre il doit signer une annexe à la convention et la déclarer à l'IGN. Le département diffuse cette convention.	Oui - Si la Communautés de communes diffuse la BD ORTHO® vers les communes via un réseau Extranet, elle n'est pas soumise à déclaration. - Si la communauté de communes ne dispose pas de réseau Extranet, elle est contrainte d'installer les données sur les disques durs des communes. Dans ce cas, la Cdc est soumise à une déclaration auprès de l'IGN
BD OCS®	Deux types : - raster - vecteur	Partenariat CIGAL	Périmètre de la CDC	Traitements d'images satellitaires (télédétection)	1/15 000 ième	Projet opérationnel du Partenariat CIGAL	Lambert 1 nord	Raster : jpeg + .tab Vecteur : .mif + .mid + tab	Les images satellitaires datent de 2000	Non défini	Mention « BD OCS® - 2000 » à indiquer sur les productions cartographiques	Oui

Séance plénière des 7 & 8 novembre 2005

Convention d'échange de données entre les Communautés de communes et le Conseil général 67

Matrice cadastrale	alphanumérique	DGI	Périmètre de la CDC	Numérisation des microfiches				Format ASCII	1er janvier de l'année	Mise à jour annuelle	Acte d'engagement DGI et déclaration CNIL	Oui sous réserve d'acte d'engagement DGI et déclaration CNIL collectés par la CDC
Schéma départemental des espaces naturels		DDAF										

ANNEXE IX : EXTRAITS DE LA DIRECTIVE EUROPEENNE INSPIRE

DIRECTIVE 2007/2/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 14 mars 2007 établissant une infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne (INSPIRE)

MÉTADONNÉES

Article 5

1. Les États membres veillent à ce que des métadonnées soient créées pour les séries et les services de données géographiques correspondant aux thèmes figurant aux annexes I, II et III, et à ce que ces métadonnées soient tenues à jour.

2. Les métadonnées comprennent des informations sur les aspects suivants:

a) la conformité des séries de données géographiques avec les règles de mise en oeuvre prévues à l'article 7, paragraphe 1;

b) les conditions applicables à l'accès et à l'utilisation des séries et des services de données géographiques et, le cas échéant, les frais correspondants;

c) la qualité et la validité des séries de données géographiques;

d) les autorités publiques responsables de l'établissement, de la gestion, de la maintenance et de la diffusion des séries et des services de données géographiques;

e) les restrictions à l'accès public et les raisons de ces restrictions, conformément à l'article 13.

3. Les États membres prennent les mesures nécessaires pour garantir que les métadonnées sont complètes et d'une qualité suffisante pour satisfaire à l'objectif visé à l'article 3, point 6.

4. Les règles de mise en œuvre du présent article sont adoptées conformément à la procédure de réglementation visée à l'article 22, paragraphe 2, au plus tard le 15 mai 2008. Ces règles tiennent compte des normes internationales et des exigences des utilisateurs qui existent en la matière, en particulier en ce qui concerne les métadonnées sur la validité.

Article 6

Les États membres créent les métadonnées visées à l'article 5 conformément au calendrier suivant:

a) au plus tard deux ans après la date d'adoption des règles de mise en œuvre, conformément à l'article 5, paragraphe 4, dans le cas des séries de données géographiques correspondant aux thèmes figurant aux annexes I et II;

b) au plus tard cinq ans après la date d'adoption des règles de mise en œuvre, conformément à l'article 5, paragraphe 4, dans le cas des séries de données géographiques correspondant aux thèmes figurant à l'annexe III.

CHAPITRE III INTEROPÉRABILITÉ DES SÉRIES ET DES SERVICES DE DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Article 7

1. Les règles de mise en oeuvre fixant les modalités techniques de l'interopérabilité et, lorsque cela est possible, de l'harmonisation de ces séries et services ayant pour objet de modifier des éléments non essentiels de la présente directive en la complétant, sont adoptées conformément à la procédure de réglementation avec contrôle visée à l'article 22, paragraphe 3. Les exigences des utilisateurs en la matière, les initiatives existantes et les normes internationales pour l'harmonisation des séries de données géographiques, ainsi que la faisabilité et l'analyse des coûts et des avantages sont prises en compte pour élaborer les règles de mise en œuvre. Lorsque des organisations établies en vertu du droit international ont adopté des normes visant à garantir l'interopérabilité et l'harmonisation des séries et des services de données géographiques, ces normes sont intégrées et les moyens techniques existants sont mentionnés, le cas échéant, dans les règles de mise en œuvre visées dans le présent paragraphe.

2. Aux fins de l'élaboration des propositions concernant les règles de mise en œuvre visées au paragraphe 1, la Commission réalise les analyses pour s'assurer que les règles sont faisables et

proportionnées en termes de coûts et d'avantages attendus, et met les résultats à la disposition du comité visé à l'article 22, paragraphe 1. Les États membres fournissent à la Commission, à la demande de celle-ci, les informations nécessaires en vue de réaliser ces analyses.

3. Les États membres veillent, d'une part, à ce que les séries de données géographiques nouvellement collectées et restructurées en profondeur et les services de données géographiques correspondants soient disponibles conformément aux règles de mise en œuvre visées au paragraphe 1 dans un délai de deux ans à compter de leur adoption, et, d'autre part, à ce que les autres séries et services de données géographiques encore utilisés soient disponibles, conformément aux règles de mise en œuvre, dans un délai de sept ans à compter de leur adoption. Les séries de données géographiques sont mises à disposition en conformité avec les règles de mise en œuvre, soit par l'adaptation des séries existantes, soit par les services de transformation visés à l'article 11, paragraphe 1, point d).

4. Les règles de mise en œuvre visées au paragraphe 1 comprennent la définition et la classification des objets géographiques liés aux séries de données géographiques correspondant aux thèmes figurant aux annexes I, II ou III, ainsi que les modalités de géoréférencement de ces données géographiques.

5. Les représentants des États membres aux niveaux national, régional et local, ainsi que les autres personnes physiques ou morales pour lesquelles les données géographiques concernées présentent un intérêt du fait de leur rôle dans l'infrastructure d'information géographique, y compris les utilisateurs, les producteurs, les fournisseurs de services à valeur ajoutée ou tout L

108/6 FR Journal officiel de l'Union européenne 25.4.2007 organisme de coordination, ont la possibilité de participer aux discussions préparatoires sur la teneur des règles de mise en œuvre visées au paragraphe 1 avant leur examen par le comité visé à l'article 22, paragraphe 1.

Article 8

1. Dans le cas de séries de données géographiques correspondant à un ou à plusieurs des thèmes figurant aux annexes I ou II, les règles de mise en oeuvre prévues à l'article 7, paragraphe 1, remplissent les conditions fixées aux paragraphes 2, 3 et 4 du présent article.

2. Les règles de mise en oeuvre ont trait aux aspects des données géographiques figurant ci-après:

a) un cadre commun pour l'identification unique des objets géographiques avec lequel les moyens d'identification nationaux peuvent être mis en correspondance afin de garantir leur interopérabilité;

b) le lien entre les objets géographiques;

c) les attributs essentiels et les thésaurus multilingues correspondants communément requis en ce qui concerne les politiques susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement;

d) des informations sur la dimension temporelle des données;

e) la mise à jour des données.

3. Les règles de mise en œuvre sont conçues pour assurer la cohérence entre les éléments d'information qui concernent le même lieu ou entre les éléments d'information qui concernent le même objet représenté à différentes échelles.

4. Les règles de mise en œuvre sont conçues pour que les informations obtenues à partir de différentes séries de données géographiques soient comparables en ce qui concerne les aspects visés à l'article 7, paragraphe 4, et au paragraphe 2 du présent article.

Article 9

Les règles de mise en oeuvre prévues à l'article 7, paragraphe 1, sont adoptées conformément au calendrier suivant:

a) au plus tard le 15 mai 2009, dans le cas des séries de données géographiques correspondant aux thèmes figurant à l'annexe I;

b) au plus tard le 15 mai 2012, dans le cas des séries de données géographiques correspondant aux thèmes figurant à l'annexe II ou III.

Article 10

1. Les États membres veillent à ce que les informations nécessaires pour se conformer aux règles de mise en œuvre prévues à l'article 7, paragraphe 1, y compris les données, les codes et les classifications techniques, soient mises à disposition des autorités publiques ou des tiers conformément à des conditions qui ne restreignent pas leur utilisation à cette fin.

2. Afin de garantir la cohérence des données géographiques concernant un élément géographique qui englobe la frontière entre deux États membres ou plus, les États membres décident d'un commun accord, le cas échéant, de la représentation et de la position de ces éléments communs.

CHAPITRE V PARTAGE DES DONNÉES

Article 17

1. Chaque État membre adopte des mesures concernant le partage des séries et des services de données géographiques entre ses autorités publiques visées à l'article 3, point 9, a) et b).

Lesdites mesures permettent auxdites autorités publiques d'accéder aux séries et aux services de données, de les échanger et de les utiliser aux fins de l'exécution de missions publiques ayant une incidence sur l'environnement.

2. Les mesures prévues au paragraphe 1 excluent toute restriction susceptible de créer des obstacles pratiques, au point d'utilisation, au partage de séries et de services de données géographiques.

3. Les États membres peuvent autoriser les autorités publiques qui fournissent des séries et des services de données géographiques à octroyer des licences d'exploitation et/ou à demander un paiement pour ces séries et services aux autorités publiques ou aux institutions et aux organes de la Communauté qui les utilisent. Tout droit ou redevance doit être absolument conforme au but de faciliter le partage de séries et de services de données géographiques entre autorités publiques. Lorsque des redevances sont prélevées, elles sont fixées au minimum requis pour assurer la qualité nécessaire et la fourniture des séries et des services de données géographiques, tout en permettant un retour sur investissement raisonnable, et en assurant, le cas échéant, les exigences d'autofinancement des autorités publiques qui fournissent des séries et des services de données géographiques. Les séries et services de données géographiques fournis par les États membres aux institutions et aux organes communautaires pour la réalisation des obligations de rapport résultant de la législation communautaire en matière d'environnement ne sont pas soumis à paiement.

4. Les dispositions relatives au partage des séries et des services de données géographiques prévues aux paragraphes 1, 2 et 3 sont ouvertes aux autorités publiques visées à l'article 3, point 9, a) et b), des autres États membres, ainsi qu'aux institutions et aux organes de la Communauté, aux fins de l'exécution de tâches publiques pouvant avoir une incidence sur l'environnement.

5. Les dispositions relatives au partage des séries et des services de données géographiques prévues aux paragraphes 1, 2 et 3 sont ouvertes, selon le principe de la réciprocité et de l'égalité de traitement, aux organes établis par des accords internationaux auxquels la Communauté et les États membres sont parties, aux fins de l'exécution de tâches pouvant avoir une incidence sur l'environnement.

6. Lorsque les dispositions relatives au partage des séries et des services de données géographiques prévues aux paragraphes 1, 2 et 3 sont offertes conformément aux paragraphes 4 et 5, elles peuvent être assorties d'exigences relevant du droit national conditionnant leur utilisation.

7. Par dérogation au présent article, les États membres peuvent limiter le partage, si cela est susceptible de nuire à la bonne marche de la justice, à la sécurité publique, à la défense nationale ou aux relations internationales.

8. Les États membres offrent aux institutions et aux organes de la Communauté un accès aux séries et aux services de données géographiques dans des conditions harmonisées. Les règles de mise en œuvre qui régissent ces conditions, ayant pour objet de modifier des éléments non essentiels de la présente directive en la complétant, sont adoptées conformément à la procédure de réglementation avec contrôle visée à l'article 22, paragraphe 3. Ces règles de mise en œuvre respectent pleinement les principes fixés aux paragraphes 1 à 3.

ANNEXE X : LES THEMATIQUES D'INSPIRE

Thèmes des 3 annexes de la directive INSPIRE

ANNEXE I

1. Référentiels de coordonnées
2. Systèmes de maillage géographique
3. Dénominations géographiques
4. Unités administratives
5. Adresses
6. Parcelles cadastrales
7. Réseaux de transport
8. Hydrographie
9. Sites protégés

ANNEXE II

1. Altitude
2. Occupation des terres
3. Ortho-imagerie
4. Géologie

ANNEXE III

1. Unités statistiques
2. Bâtiments
3. Sols
4. Usage des sols
5. Santé et sécurité des personnes
6. Services d'utilité publique et services publics
7. Installations de suivi environnemental
8. Lieux de production et sites industriels
9. Installations agricoles et aquacoles
10. Répartition de la population, démographie
11. Zones de gestion, de restriction ou de réglementation et unités de déclaration
12. Zones à risque naturel
13. Conditions atmosphériques
14. Caractéristiques géographiques météorologiques
15. Caractéristiques géographiques océanographiques
16. Régions maritimes
17. Régions biogéographiques
18. Habitats et biotopes
19. Répartition des espèces
20. Sources d'énergie
21. Ressources minérales