



**HAL**  
open science

# Comment un projet urbain centré sur un fleuve peut-il développer la richesse floristique des berges en réadaptant les formes urbaines établies ?

Samuel André

## ► To cite this version:

Samuel André. Comment un projet urbain centré sur un fleuve peut-il développer la richesse floristique des berges en réadaptant les formes urbaines établies ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-01627791

**HAL Id: dumas-01627791**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01627791v1>**

Submitted on 9 Jan 2018

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

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

CFR Angers

CFR Rennes

### Mémoire de Fin d'Études

Année universitaire : 2016-2017

Spécialité : Paysage

Spécialisation : Maîtrise d'œuvre et ingénierie

d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysages

de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage

d'un autre établissement (étudiant arrivé e M2)

**Comment un projet urbain centré sur un fleuve peut-il développer la richesse floristique des berges en réadaptant les formes urbaines établies?**

Par : Samuel ANDRE



*Soutenu à Angers le 26 septembre 2017*

**Devant le jury composé de :**

Président : Hervé Davodeau

Maître de stage : Christophe Cozette

Enseignant référent : Valéry Malécot



# Fiche de confidentialité et de diffusion du mémoire

## Confidentialité

Non  Oui si oui :  1 an  5 ans  10 ans

Pendant toute la durée de confidentialité, aucune diffusion du mémoire n'est possible <sup>(1)</sup>.

Date et signature du maître de stage <sup>(2)</sup> :

**A la fin de la période de confidentialité**, sa diffusion est soumise aux règles ci-dessous (droits d'auteur et autorisation de diffusion par l'enseignant à renseigner).

## Droits d'auteur

L'auteur<sup>(3)</sup> Nom Prénom .....

autorise la diffusion de son travail (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui  Non

Si oui, il autorise

la diffusion papier du mémoire uniquement<sup>(4)</sup>

la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé

la diffusion papier et électronique du mémoire (joindre dans ce cas la fiche de conformité du mémoire numérique et le contrat de diffusion)

(Facultatif)  accepte de placer son mémoire sous licence Creative commons CC-By-Nc-Nd (voir Guide du mémoire Chap 1.4 page 6)

Date et signature de l'auteur :

## Autorisation de diffusion par le responsable de spécialisation ou son représentant

L'enseignant juge le mémoire de qualité suffisante pour être diffusé (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui  Non

Si non, seul le titre du mémoire apparaîtra dans les bases de données.

Si oui, il autorise

la diffusion papier du mémoire uniquement<sup>(4)</sup>

la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé

la diffusion papier et électronique du mémoire

Date et signature de l'enseignant :

(1) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(2) Signature et cachet de l'organisme

(3) Auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(4) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option)) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé

## REMERCIEMENTS

Ce mémoire met un point final à mon stage de fin d'études. Je tiens d'abord à remercier Loïc Mareschal et Christophe Cozette, pour leur accueil et pour la confiance accordée sur un beau projet qui je l'espère ne fait que débiter. Merci également à toute l'équipe de Phytolab.

Merci à Valéry Malécot pour son aide dans la rédaction de ce mémoire.

Je n'oublie pas mes précédents maîtres de stage et collègues qui m'ont formé pendant ces quatre dernières années, et qui à leur manière m'ont apporté cette connaissance et cette vision du paysage.

Merci également à mes parents, ma famille, mes amis pour leur soutien pendant ces six années de formation.

## ABRÉVIATIONS

CNPN : Conseil national de la protection de la nature

CSRPN : Conseil scientifique régional du patrimoine naturel

CORELA : Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents

DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

NGF : Nivellement général de France

OAP : Orientation d'aménagement et de programmation

PSU : Practical salinity unit

PSMV : Plan de sauvegarde et de mise en valeur

SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

SIC : Site d'importance communautaire

ZICO : Zone d'importance pour la conservation des oiseaux

ZNIEFF : Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique

ZPS : Zones de protection spéciales

ZSC : Zones spéciales de conservation

## GLOSSAIRE

**Aquifère** : formation géologique ou roche, imprégnée d'eau, et capable de la restituer naturellement ou par captage.

**Basses eaux (ou étiage)** : écoulement ou niveau d'eau le plus faible de l'année, mesuré par la hauteur d'eau ou le débit. Durant une période de basses eaux ou d'étiage, le cours d'eau n'occupe que son lit mineur.

**Biocénose** : la biocénose correspond à l'ensemble des êtres vivants (animaux, végétaux, champignons, bactéries, etc.) établis dans un même milieu (ou biotope).

**Boire** : bras mort de la Loire.

**Castrum** : lieu fortifié.

**Dragage** : extraction de matériaux au dessous du niveau de l'eau.

**Ecosystème** : un écosystème caractérise un milieu dans lequel les conditions physicochimiques sont relativement homogènes et permettent le développement d'un ensemble d'organismes vivants. L'écosystème définit l'ensemble du biotope et la biocénose induite, dépendante du milieu.

**Etiage** : cf basses eaux.

**Eutrophe** : se dit d'un milieu riche en matière organique.

**Flot** : mouvant de l'eau à marée montante  
**Halophile**.

**Hautes eaux** : écoulement ou niveau d'eau relativement important, et également le plus élevé de l'année, tel qu'il est mesuré par la hauteur d'eau ou le débit. Durant une période de hautes eaux, le cours d'eau occupe son lit majeur.

**Héliophile** : se dit d'une espèce ayant d'importants besoins en lumière pour se développer.

**Hydrodynamisme** : ensemble des événements impliqués dans le déplacement des masses d'eau (courants, houle, marées, turbulences).

**Hydrophyte** : plante semi-aquatique, qui nécessite d'avoir les racines mouillées.

**Induration** : terme « relatif aux berges présentant un revêtement en dur (enrochements, levées, cales, quais), par opposition le terme de non induré » (CORELA, 2012).

**Jusant** : mouvement de l'eau à marée descendante.

**Mortes eaux** : état d'amplitude de marée minimale, lorsque la lune, la Terre et le soleil sont en quadrature.

**Pénéplaine** : surface de vastes dimensions très faiblement ondulée, formée par l'érosion et comportant parfois des reliefs résiduels.

**Perré** : revêtement en pierres qui protège un ouvrage et empêche les eaux de le dégrader ou les terres d'un talus de s'effondrer.

**Phytocénose** : biocénose végétale.

**Résilience** : capacité d'un organisme, d'une espèce ou d'un écosystème à résister et à surmonter des perturbations importantes pour retrouver un fonctionnement normal.

**Service écosystémique** : avantage matériel ou immatériel que l'homme retire des écosystèmes.

**Vives eaux** : état d'amplitude de marée maximale, lorsque la lune, la Terre et le soleil sont alignés.

**Xérophile** : se dit d'espèces adaptées aux milieux secs.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>1. LA LOIRE ET L'EAU, STRUCTURE FONDAMENTALE DU PAYSAGE LIGÉRIEN ET URBAIN</b>	<b>2</b>
<b>A. L'EAU, SCULPTEUR DU PAYSAGE</b>	<b>2</b>
1°) Sculpture de la morphologie du paysage	2
2°) La Loire fluviale et son dynamisme	2
3°) La Loire estuarienne et son hydrodynamisme* particulier	5
<b>B. UN PATRIMOINE NATUREL RICHE</b>	<b>9</b>
1°) La Loire, colonne vertébrale de la trame verte et bleue, corridor de vie pour le maintien d'une diversité écologique menacée	9
2°) Reconnaissance et inscription de la Loire pour sa biodiversité à préserver	10
<b>C. COHABITATION LOIRE/URBANISATION, LA TRANSFORMATION PAR LES USAGES NUIT AUX CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES</b>	<b>12</b>
1°) Développement des cités à des points clefs	12
2°) Adaptation structurelle des rives et de la ville aux usages illustrée par le cas nantais	12
3°) Les Complements nantais, l'apogée des adaptations de l'hydromorphisme de la Loire	14
4°) La rive artificielle nantaise, rupture entre fleuve et ville	15
<b>D. DU DÉCLIN DES USAGES VERS DES RIVES OUBLIÉES, SIMPLIFIÉES ET MENACÉES</b>	<b>16</b>
1°) Le déclin du transport fluvial laisse place à un paysage banalisé et simplifié	16
2°) La Perception négative des rives suscite une prise de conscience	16
<b>2. QUELLE RICHESSE FLORISTIQUE DES BORDS DE LOIRE NANTAISE ?</b>	<b>17</b>
<b>A. LA TYPOLOGIE DES BERGES CONDITIONNE LA DIVERSITÉ ÉCOLOGIQUE</b>	<b>17</b>
1°) Comment décrire une berge ?	17
2°) Une multitude d'habitats en faveur d'une richesse floristique	21
3°) Valeur des espèces floristiques (exotique envahissante et patrimoniale)	25
<b>B. L'INTÉRÊT CONTEMPORAIN DES FORMES INDURÉES DES RIVES URBAINES DE LA LOIRE.</b>	<b>26</b>
1°) Le paradoxe des formes urbaines indurées	26
2°) Supprimer, réaffirmer ou réadapter ces formes établies	26
3°) Quel modèle de pente le plus efficace, pour une richesse optimale ?	28
<b>C. COMMENT INCITER LES DÉCISIONNAIRES À PROTÉGER LA RICHESSE FLORISTIQUE ?</b>	<b>29</b>
1°) Les services écosystémiques* rendus, un argument pour la rédaction des directives et préconisations d'aménagement	29
2°) Les espaces protégés, un devoir de sauvegarde au regard de la loi	30



<b>3. LA RECONQUÊTE DES BERGES DANS LE PROJET DE LA PETITE HOLLANDE</b>	<b>31</b>
<b>A. L'IMAGE DE LA LOIRE NATURELLE, UN ENJEU MAJEUR POUR LA RECONQUÊTE DES BERGES NANTAISES</b>	<b>31</b>
1°) Nantes, une ville attachée à sa biodiversité	31
2°) Nantes, ville nature au cœur de l'étoile verte	32
3°) Le projet de la petite Hollande, un projet à la charnière de l'étoile verte	33
<b>B. UN MAILLON DE BERGE ADAPTÉ À SA SITUATION GÉOGRAPHIQUE, CAS PARTICULIER DE LA VILLE DE NANTES INFLUENCÉE PAR L'ESTUAIRE.</b>	<b>34</b>
1°) Le choix du bon maillon, les berges soumises à marée	34
2°) L'angélique des estuaires, un marqueur du succès de la restauration des berges nantaises	35
<b>C. ADAPTATION DES RIVES DU PROJET À LA FLORE LIGÉRIENNE SOUMISE À MARÉE</b>	<b>35</b>
1°) Rendre perméables les quais, un compromis entre sauvegarde du patrimoine bâti nantais et valorisation écologique des berges	35
2°) Planter les berges pour favoriser la résilience* et se prémunir des exotiques envahissantes	38
3°) Un aménagement protectionniste	39
<b>CONCLUSION</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>41</b>
<b>SITOGRAFIE</b>	<b>41</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>I</b>

## TABLE DES FIGURES

Figure 1	Le bassin versant de la Loire et ses cinq sous-bassins (A) Loire Amont et Allier ; (B) Vallée de la Loire ; (C) Affluents rive gauche ; (D) Sous-bassin de la Maine ; (E) Sous-bassin de l'estuaire (Moatar & Dupont, 2016)	2
Figure 2	Paysage de méandres et de boires* dans la plaine du Forez (Moatar & Dupont, 2016)	3
Figure 3	Loire endiguée dans le Val d'Orléans (Moatar & Dupont, 2016)	3
Figure 4	Basse Loire endiguée et cultivée (Moatar & Dupont, 2016)	4
Figure 5	Evolution de la hauteur de marnage en condition de vives eaux* et étiage* (Moatar & Dupont, 2016)	5
Figure 6	Evolution du front de salinité (Phytolab)	6
Figure 7	Schéma de formation du bouchon vaseux (AURAN, 2012)	7
Figure 8	Evolution du bouchon vaseux (Phytolab)	7
Figure 9	Déplacement de l'aire de répartition de l'angélique des estuaires (Lacroix & al., 2009)	8

Figure 10	Le mouvement de l'eau (Phytolab)	8
Figure 11	Zone de protection du bassin versant de la Loire (Moatar & Dupont, 2016)	11
Figure 12	Modification de l'hydromorphisme au niveau de Nantes (Moatar & Dupont, 2016)	14
Figure 13	Typologie des rives de Loire nantaises (AURAN, 2012)	15
Figure 14	La cale aux foins, aujourd'hui disparue (Pajot, 2006 a)	15
Figure 15	Le quai de la fosse, entre activité portuaire et lieu de promenade (Pajot, 2006 b)	15
Figure 16	Lits emboîtés d'un cours d'eau, exemple de la Durance (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003)	17
Figure 17	Linéaires de berge par type de pente (CORELA 2012)	18
Figure 18	Les dix profils de pentes observés lors de l'étude des berges de Loire entre Saint Nazaire et Montsoreau (CORELA, 2012)	19
Figure 19	Comparaison des hauteurs de berge (CORELA, 2012)	19
Figure 20	Caractérisation de l'érosion sur les berges de Loire (CORELA, 2012)	20
Figure 21	Comparaison des longueurs d'érosion par type de berge (CORELA, 2012)	20
Figure 22	Longueurs de berges végétalisées et situation de la végétation selon le type d'induration* (CORELA, 2012)	20
Figure 23	Principaux habitats de la plaine inondable de Loire moyenne (Moatar & Dupont, 2016)	21
Figure 24	Principaux habitats de la plaine inondable de Loire moyenne (Moatar & Dupont, 2016)	22
Figure 25	Trois typologies caractéristiques des berges de Loire nantaise : (1) Quai de la Fosse ; (2) Quai Magellan ; (3) Quai Malakoff (Samuel ANDRE, Phytolab)	27
Figure 26	Les pentes idéales pour l'angélique des estuaires (Blanchard, Pradel, & Quenesson, 2010)	29
Figure 27	L'Étoile Verte, la confluence des vallées nantaises (Samuel ANDRE, Phytolab)	32
Figure 28	Profil de berge soumise à marée et phytosociologie (Blanchard & al, 2010)	33
Figure 29	Le marnage nantais, station Anne de Bretagne [4]	34
Figure 30	L'angélique des estuaires, <i>Angelica heterocarpa</i> Lloyd	35
Figure 31	Aires de répartition de l'angélique à Nantes (Phytolab, 2015)	35
Figure 32	Proposition de mise en valeur de la Chézine (Samuel ANDRE, Phytolab)	36
Figure 33	Coupe de principe du profil de berge modifié (Samuel ANDRE, Phytolab)	37
Figure 34	Quai Magellan à marée haute (Samuel ANDRE)	37
Figure 35	Quai Magellan à marée basse (Samuel ANDRE)	37
Figure 36	Multiplicité des usages sur les berges reprofilées (Samuel ANDRE, Phytolab)	39

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau I	Caractérisation des berges selon leur type d'artificialisation (CORELA, 2012)	18
Tableau II	Profils et phytocénoses associées entre Saint Nazaire et Montsoreau (CORELA, 2012).	23
Tableau III	Pourcentage des relevés par type de profil botanique et de pente (Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents, 2012)	28

## ANNEXES

Annexe I	le cycle de l'eau (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003)	II
Annexe II	Carte géologique simplifiée de France ( <a href="http://www.geologues-prospecteurs.fr/documents/cartes-geologiques-france/index.php">http://www.geologues-prospecteurs.fr/documents/cartes-geologiques-france/index.php</a> )	III
Annexe III	Unité paysagère de la Loire estuarienne ( <a href="http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/la-loire-estuarienne-a459.html">http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/la-loire-estuarienne-a459.html</a> )	IV
Annexe IV	Extrait de la classification niveau 2 des habitats selon la base CORINE Biotope ( <a href="https://inpn.mnhn.fr">https://inpn.mnhn.fr</a> )	V
Annexe V	Le corridor de vie (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003)	VI
Annexe VI	Extrait de l'annexe I de la Directive Habitat (source : DIRECTIVE 92/43/CEE DU CONSEIL du 21 mai 1992)	VIII
Annexe VII	Extrait de l'annexe II de la directive Habitat (source : DIRECTIVE 92/43/CEE DU CONSEIL du 21 mai 1992)	X
Annexe VIII	Les grands complements de Loire (Source archives municipales)	XI
Annexe IX	Phytocénoses observées entre Saint Nazaire et Montsoreau (Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents, 2012)	XII
Annexe X	Liste de la flore invasive (CORELA 2012)	XIII
Annexe XI	Récapitulatif de l'autorité chargée de donner un avis lors de l'instruction d'une demande de dérogation (source : <a href="http://www.espaces-naturels.fr/Actualites/Juridique/Nouvelle-procedure-relative-aux-derogations-Especies-protegee">http://www.espaces-naturels.fr/Actualites/Juridique/Nouvelle-procedure-relative-aux-derogations-Especies-protegee</a> )	XIV
Annexe XII	Arbre des décisions opérationnelles dans le cadre d'un aménagement touchant à l'angélique des estuaires (Lacroix & al., 2009)	XV
Annexe XIII	Emprise du projet de la Petite Hollande (Source Phytolab)	XVI
Annexe XIV	Plan masse du projet de la Petite Hollande (Source Phytolab)	XVII

« Appréhender un paysage de cours d'eau, son inscription dans l'espace et ses formes de vie végétales et animales, c'est imaginer la genèse et en comprendre le fonctionnement et la dynamique »

(Dupuis-Tate & Fischesser, 2013)



# INTRODUCTION

La genèse de nombreuses villes s'est faite au dépend des grandes formes structurantes du paysage, et notamment les cours d'eau. A la fois moteur économique, force mécanique, ou tout simplement moteur de vie, les fleuves participent à l'identité forte d'une ville, à l'instar de Bordeaux, Lyon, Paris, Nantes... Qui dit bâtir une ville en bord de fleuve, dit également s'en protéger. Si l'eau constitue la base du développement anthropique, elle reste pour le moins un aléa naturel majeur, parfois imprévisible.

Les grandes politiques d'aménagement et de protection ont fait naître les formes urbaines caractéristiques de ces villes fluviales. Quais, perrés, enrochements, digues sont autant de formes qui ont négligé le caractère biologique des cours d'eau et de la trame verte associée. Ils ont mis à mal le fonctionnement autonome des écosystèmes originels des berges.

Après plusieurs siècles d'activités portuaires et industrielles, les berges en cœurs de villes, devenues inadaptées aux navires à grands tirants d'eau et aux techniques modernes de conteneurisation, laissent place à de vastes espaces oubliés ou investis par les automobiles. Véritables frontières entre villes et fleuves, le passage du fleuve en ville est désormais anecdotique.

Le retournement des villes vers leurs cours d'eau paraît inévitable et l'engouement est général. Ces friches industrielles deviennent les espaces idéaux pour le développement de projets urbains renouant avec leur fleuve. Avec le projet de la petite Hollande et ses quatre kilomètres de rive concernées, la Ville de Nantes s'inscrit dans cette mouvance.

Les cours d'eau profitent encore généralement d'une vision très positive en terme de naturalité. Ils constituent les plus grands axes du réseau de trames vertes et bleues français souvent

menacé au niveau des villes fluviales.

Le questionnement du devenir des berges en milieu urbain intervient dans un contexte où l'enjeu de biodiversité est primordial. Les zones humides présentent beaucoup d'habitats riches et divers, favorables au développement d'une faune et une flore particulière. Elles méritent de reprendre de la place sur les franges urbanisées. Un nouvel espace de transition ville/fleuve se dessine, conciliant les usages urbains et le retour de la nature en ville via le fleuve.

## **Comment un projet urbain centré sur un fleuve peut-il développer la richesse floristique des berges en réadaptant les formes urbaines établies ?**

L'étude de cette problématique au regard du projet de la Petite Hollande oriente la réflexion sur le cas de la Loire.

Il paraît juste de d'abord s'interroger sur le fonctionnement global de l'entité qu'est la Loire comme élément initiateur du paysage, naturel ou anthropique. L'illustration de certains propos par le cas nantais permet d'appréhender les facteurs particuliers qui rentrent en jeu dans le cas de la Petite Hollande.

La Loire apporte l'eau et les sédiments, indispensables au développement de la végétation de ses rives. C'est sur ce point que porte la seconde partie de la réflexion, à l'échelle plus fine des berges nantaises : quelle est cette richesse floristique spécifique des bords de Loire, et comment se met-elle en place ?

Une bonne compréhension de l'évolution structurelle, fonctionnelle de la Loire, et l'élément clef pour initier une reconquête des berges nantaises. Nous verrons comment ces observations sont intégrées dans le cas de la reconquête des berges de Loire dans le projet de la Petite Hollande.

# 1. LA LOIRE ET L'EAU, STRUCTURE FONDAMENTALE DU PAYSAGE LIGÉRIEN ET URBAIN

## A. L'EAU, SCULPTEUR DU PAYSAGE

La Loire prend sa source au cœur du Massif central sur les flancs du mont Gerbier-de-Jonc. C'est le début d'une longue course jusqu'à l'océan atlantique. Elle parcourt pas moins de 1010 kilomètres à travers vingt-deux départements avant d'arriver dans son estuaire. Son bassin versant est le plus grand de France. Il occupe vingt pourcents de la superficie de la France. Chargée d'histoire et sans cesse remaniée par les hommes, la Loire a servi de point d'ancrage à de nombreuses agglomérations, de Nevers à Nantes en passant par Orléans, Blois, Tour, ... Elle conserve cependant l'image par excellence du fleuve naturel de France.

### 1°) SCULPTURE DE LA MORPHOLOGIE DU PAYSAGE

L'eau est un des principaux agents d'érosion sur Terre. Mise en mouvement dans un cycle bien connu (Annexe I), elle va façonner le socle rocheux des paysages en s'adaptant à nature des roches du territoire. Dans sa forme liquide, l'eau ruisselle sous l'action de la gravité d'autant plus vite que la pente sera importante. Elle exerce alors une force mécanique qui va arracher selon la dureté de la roche plus ou moins de minéraux, préférant de fait les roches tendres pour s'écouler.

En amont de son cours, la Loire parcourt des roches volcaniques plus dures, et un relief marqué qui lui donne un dynamisme très actif. Le bassin drainé ne représentant qu'une petite surface, elle n'est encore qu'un petit cours d'eau. Ces roches dures laissent place à des roches plus tendres dans le bassin parisien, ce qui favorise l'étalement de la Loire dans une large vallée (Moatar & Dupont, 2016).

A fur et à mesure, alimentée par les eaux de ses affluents, elle prend de l'ampleur et débite des quantités d'eau plus importantes. Le passage du cisaillement armoricain et l'arrivée sur une vaste dépression marque le passage dans l'estuaire (Annexe II pour comprendre la géologie de France).

Le bassin versant de la Loire est découpé en cinq sous-bassins suivant l'hétérogénéité et la diversité de la morphologie des territoires traversés (figure 1). La pédologie de ces sous-bassins oriente l'occupation des sols. Elle présente également trois tronçons spécifiques : Loire supérieure, Loire moyenne et Loire inférieure qui décrivent une Loire fluviale. L'estuaire, cas particulier, décrit une Loire maritime.

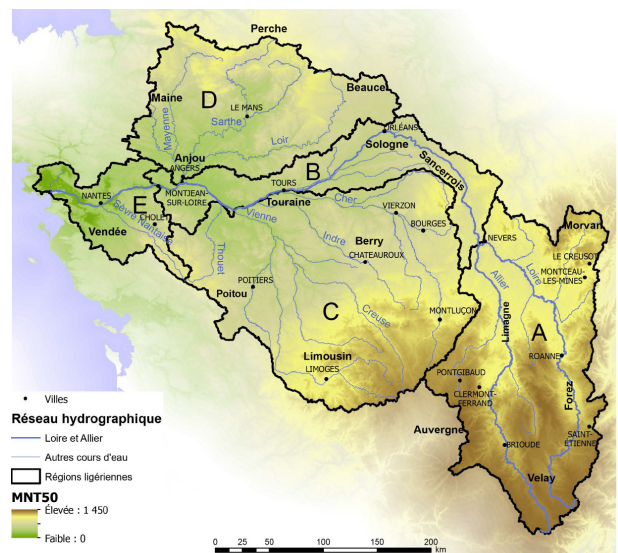


Figure 1 Le bassin versant de la Loire et ses cinq sous-bassins (A) Loire Amont et Allier ; (B) Vallée de la Loire ; (C) Affluents rive gauche ; (D) Sous-bassin de la Maine ; (E) Sous-bassin de l'estuaire (Moatar & Dupont, 2016)

### 2°) LA LOIRE FLUVIALE ET SON DYNAMISME

#### La Loire supérieure : cas du sous-bassin versant Loire amont et Allier (A)

La Loire supérieure débute alors qu'elle n'est encore qu'un petit cours d'eau. C'est d'abord une Loire de montagne qui traverse des terres volcaniques granitiques et métamorphiques, sous forme de torrent ou de cours d'eau à forte

déclivité.

Elle s'établit ensuite jusqu'à Roanne dans des gorges granitiques encaissées qui laissent peu de place au développement d'une végétation alluviale, puis à travers la plaine du Forez dans des sédiments lacustres. Dans ces plaines aux roches tendres, la pente plus faible de la Loire lui permet de s'étaler modérément, quand elle n'est pas contenue par des aménagements. Elle façonne ainsi un paysage fluctuant au fil des années, de méandres et d'îles végétalisées (figure 2). Le changement fréquent de lit mineur de la Loire occasionne la formation de boires ou chenaux secondaires riches de biodiversité. Peu après Nevers, l'Allier vient gonfler son débit après avoir traversé une partie du Massif central et la plaine de la Limagne.

Ce sous-bassin **Loire amont et Allier (A)** est battu par des précipitations abondantes au printemps et à l'automne. C'est une région forestière, avec quarante pourcents de la surface occupée par des boisements, et également une région orientée vers l'élevage de bovin sur des prairies permanentes. Seule la plaine de la Limagne apparaît comme une région de grandes cultures (Moatar & Dupont, 2016).

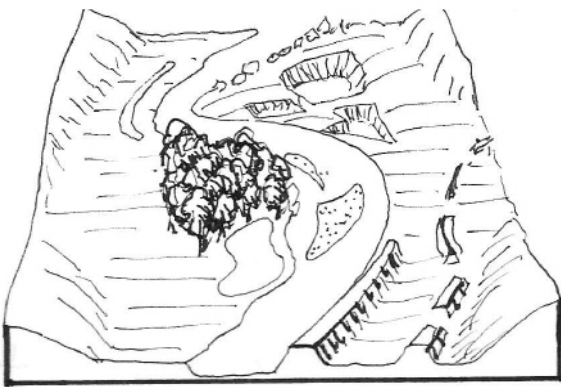


Figure 2 Paysage de méandres et de boires\* dans la plaine du Forez (Moatar & Dupont, 2016)

### La Loire moyenne

La Loire moyenne est une Loire qui traverse des plaines sédimentaires, formant une vallée alluviale rythmée de méandres et boires\*, et canalisée aux moyens de levées. Elle est

alimentée par trois sous-bassins :

Le sous-bassin **Vallée de la Loire (B)** correspond au bassin sédimentaire parisien. Son sol calcaire et sableux ou argileux influence le réseau hydrographique de tout le bassin. Des nappes souterraines se développent dans les sols poreux et des étangs se forment dans les sols rendus imperméables par l'argile. Le climat est tempéré océanique. Ces facteurs orientent l'occupation du sol vers la viticulture et les grandes cultures. La Loire subit peu d'apports d'eau entre Nevers et la Touraine en dehors de ceux des nappes souterraines. Viennent ensuite se greffer à la Loire plusieurs affluents du sous bassin de la rive gauche. Le paysage qui s'y dessine est le paysage classique de Loire, entre bancs de sable et ripisylves. Les levées insubmersibles longent et isolent la Loire de son lit majeur. La ville se resserre comme un étai au niveau de la Loire (figure 3) (Moatar & Dupont, 2016).

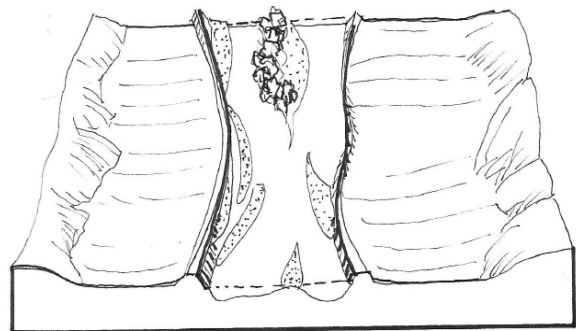


Figure 3 Loire endiguée dans le Val d'Orléans (Moatar & Dupont, 2016)

Le sous-bassin des **affluents rive gauche (C)** est constitué de roches granitiques et métamorphiques en amont du bassin, puis sédimentaires en approche du bassin parisien. Il est traversé par un gradient climatique de l'amont vers l'aval en terme de précipitations et de températures. Elevages et forêts sont les principales occupations du sol en altitude, et l'agriculture intensive est également de mise dans la plaine sédimentaire. Le Cher, l'Indre et la Vienne viennent doubler le débit de la Loire entre Tour et Saumur. Ce régime hydrique



dynamique vient profondément modifier la morphologie ligérienne. On lui associe alors l'hydromorphisme de l'anabranchement : « les nombreux chenaux côtoient les îles boisées et les barres sédimentaires » (Moatar & Dupont, 2016). On y trouve un lit mineur dans lequel le chenal principal circule. Celui-ci alimente en période de hautes eaux\* les chenaux secondaires. Le lit laisse paraître en période d'étiage\* des bancs de sables colonisés par « des espèces herbacées annuelles ou ligneuses pionnières » (Moatar & Dupont, 2016).

Le **sous-bassin de la Maine (D)** draine la Maine, affluent de la Loire composée de la Mayenne et de la Sarthe. Il s'établit à la fois sur le massif armoricain cristallin et le bassin sédimentaire parisien. Il est soumis à un climat océanique et à de fortes précipitations. Ce sous-bassin est surtout destiné à la grande culture et à l'élevage intensif de bovins et porcins (figure 4) (Moatar & Dupont, 2016).

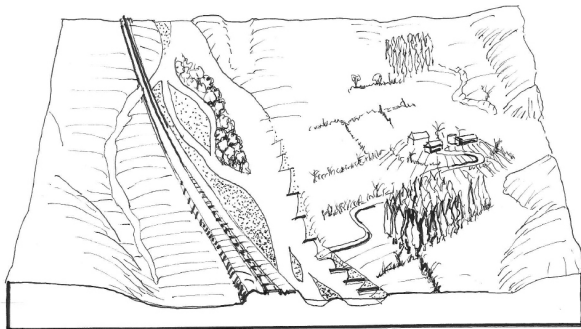


Figure 4 Basse Loire endiguée et cultivée (Moatar & Dupont, 2016)

### La Loire inférieure

Le sous-bassin **Loire aval et estuaire (E)** est soumis au climat océanique. Ses affluents principaux sont la Sèvre, le Layon et l'Erdre. Etabli sur les roches du Massif Armoricain, le sable de Loire est peu à peu remplacé par les vases en approche de l'estuaire. Le paysage est très marqué par le bocage mais aussi par les aménagements et les industries qui se sont développés en périphérie directe des bords de

Loire (Moatar & Dupont, 2016) (Annexe III).

### Vers une maîtrise de l'hydrodynamisme\* fluvial

La politique, longtemps, a été d'améliorer les écoulements dans le lit de la Loire afin de rendre le fleuve navigable, par la construction de barrages en amont des affluents, de digues et levées. Mais ces aménagements servent aussi à la protection des espaces habités et exploités.

La Loire fluviale est très soumise aux étiages\* parfois extrêmes de juin à octobre. Il est important de les prendre en compte pour en limiter les conséquences socio-économiques et environnementales. Certains domaines d'activité sont en effet dépendants de l'eau de la Loire, notamment pour le fonctionnement des centrales et la production agricole. Il est possible de soutenir les étiages\* par des lâchers d'eau au niveau des barrages de Villerest et Naussac, retenues d'eau respectivement sur la Loire et l'Allier. Connue pour ses étiages\* sévères, la Loire peut également prendre un tout autre visage avec ses crues. Les hommes ont longtemps tenté de s'en protéger au moyen de digues bétonnées et de barrages. En partie amont, les crues sont dites à cinétiques rapides, c'est à dire qu'elles sont liées à aux fortes précipitations soudaines qui entraînent une montée des eaux rapides. En Loire moyenne, les crues peuvent être dues à une conjonction entre crue en partie amont et précipitations dans le bassin versant qui saturent les aquifères\*. (Moatar & Dupont, 2016).

La Loire rend donc les usages et espaces vulnérables : aussi bien en cas d'étiage\* fort qu'en période de crue. Le développement économique des industries en bords de cours d'eau rend ces nouvelles installations dépendantes d'un débit de Loire minimal. Le développement de l'agriculture et de zones urbanisées dans des plaines inondables, bien que protégées par des artifices, augmente le coût des dommages en cas de catastrophe.

Une connaissance poussée des régimes de la Loire permet d'anticiper les périodes d'étiage\* fort ou d'identifier les enjeux pour réduire la vulnérabilité en zones inondables (Moatar & Dupont, 2016).

### 3°) LA LOIRE ESTUARIENNE ET SON HYDRODYNAMISME\* PARTICULIER

#### L'estuaire, une confrontation des eaux fluviales et marines

A Nantes, commence l'estuaire de la Loire. Il s'étend ensuite sur 60 km de long. Il s'est formé selon un long processus géologique. Il y a quelques millions d'années, ce n'était encore qu'une vaste pénéplaine\*. Cassures et déformations de la région ont permis la formation du sillon de Bretagne, du coteau de Guérande et l'affaissement de Grand Lieu. Pendant le Würm, le niveau de la mer, bien plus bas que le niveau actuel, a entraîné un creusement du lit de la Loire. Le relèvement du niveau de la mer a eu pour effet le comblement de ce lit par les eaux du fleuve et de la mer et la formation du marais de l'estuaire (Agence d'Urbanisme de la Région Nantaise, 2012).

Cette Loire de mer est une zone de confrontation entre les eaux du fleuve et les eaux de la mer à l'origine d'un hydrodynamisme\* estuarien spécifique. Si Nantes est la ville à l'interface entre une Loire maritime et une Loire fluviale, les effets de marée sont encore perceptibles quelques kilomètres en amont.

#### L'hydrodynamisme\* spécifique de l'estuaire, un dynamisme fluctuant qui contraint les milieux de vie

« La dynamique des masses dans le systèmes estuarien est entièrement contrainte par la géométrie des fonds, [...] le niveau de marée, les vagues, les courants, la structure thermohaline, les apports d'eau douce en amont, le vent... » (Moatar & Dupont, 2016)  
Ces nombreux facteurs, particulièrement le

niveau de marée et la salinité, vont largement influencer la végétation des bords de Loire, mais nous y reviendrons.

La **marée** est formée par la propagation d'une oscillation du plan d'eau, résultant de l'attraction Terre-lune et Terre-soleil. L'amplitude de cette onde de marée est plus ou moins marquée selon que l'on est en vives eaux\* (niveau de pleine mer) ou mortes eaux\* (niveau de basse mer). Plus on remonte dans l'estuaire, plus la hauteur du marnage s'amplifie. Ceci est à relier à la morphologie du lit de la Loire et des aménagements notamment. A partir de Nantes, les effets de l'onde s'ammortissent en raison de la remontée du lit de la Loire (Moatar & Dupont, 2016).

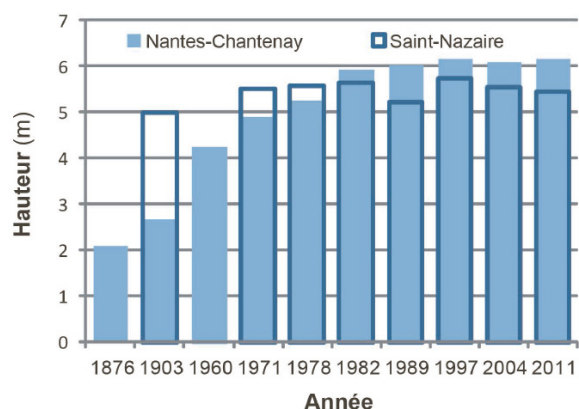


Figure 5 Evolution de la hauteur de marnage en condition de vives eaux\* et étiage\* (Moatar & Dupont, 2016)

On assiste depuis plus d'un siècle à une amplification de la hauteur de marée mesurée à Nantes. L'effet est moindre à Saint Nazaire (figure 5). Cette amplification est à relier à l'activité d'extraction de granulats, la chenalisation de l'estuaire et les endiguements, procédés techniques mis en œuvre au début du XXème siècle pour garantir la navigabilité du fleuve par les gros navires. Ce marnage se fait ressentir désormais jusqu'à Ancenis, voire Saint Florent le Viel (AURAN, 2012).

Les **courants** dépendent de la marée et du débit fluvial. Jusant\* et flot\* définissent le sens du courant de marée. Plus on remonte vers Nantes, plus le jusant\* (période de marée descendante) est renforcé par le débit fluvial,

et inversement, plus on remonte vers l'amont, plus le flot\* (période de marée montante) diminue jusqu'à s'annuler, à la limite de la remontée de l'onde de marée. Le courant n'est pas uniforme dans une même section. Il est souvent plus faible au niveau des rives, ce qui favorise le dépôt de sédiments fins. Le gradient de densité peut être à l'origine d'une stratification eaux douces/eaux salées et développer un écoulement inversé entre eaux de surface (douce) et eaux de fond (salées) (Moatar & Dupont, 2016).

Marées et courants sont des éléments moteurs du mouvement de l'eau dans l'estuaire. En résulte une remontée des eaux marines qui modifie la composition haline des eaux et change les caractéristiques du milieu. Le mouvement de l'eau est également associé au charriage des sédiments et, particulièrement, à la formation d'un bouchon vaseux. **Salinité**

et **bouchon vaseux** sont deux paramètres importants qui vont moduler la flore des berges (Moatar & Dupont, 2016).

La **salinité** est variable selon un gradient vertical et horizontal ; le gradient horizontal dépend de l'amplitude de marée et du débit de la Loire et le gradient vertical de la densité des eaux et des courants de marée. Elle résulte du mélange de l'eau fluviale et marine. Une salinité de 0,15 à 0,50 PSU est définie comme la limite admissible entre eau douce et eau salée. Cela permet de délimiter un front de salinité qui, au même titre que l'onde de marée, a évolué dans l'estuaire ces cent dernières années (figure 6). Il est actuellement situé aux environs de Thouaré (Moatar & Dupont, 2016).

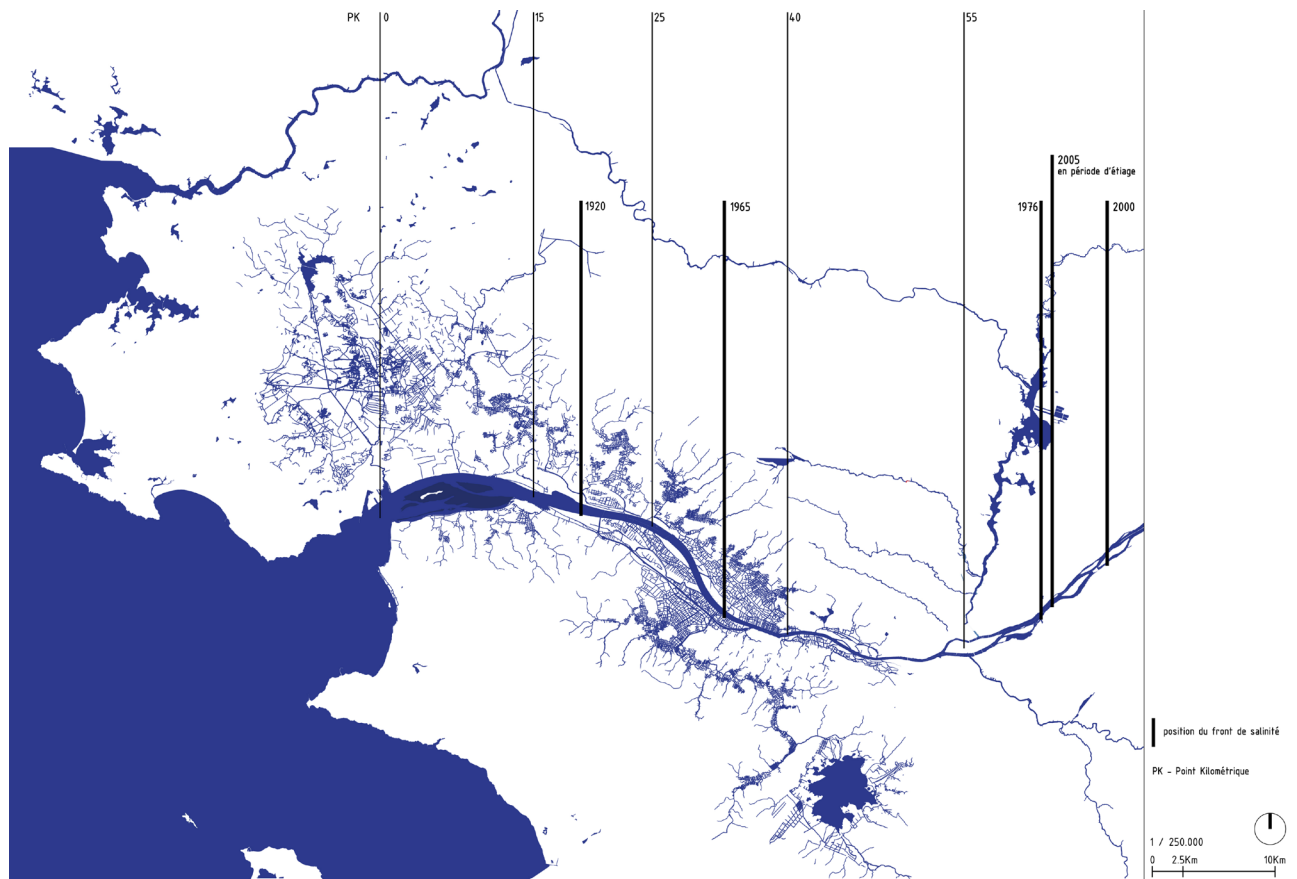


Figure 6 Evolution du front de salinité (Phytolab)

Le **bouchon vaseux** de la Loire est aussi appelé masse turbide. C'est une masse formée par des sédiments en suspension issus de l'érosion du bassin versant et de la matière organique. Il se situe à la rencontre des eaux marines et fluviales (figure 7). Les fluctuations de marée remettent en mouvement jusqu'à un million de tonnes de sédiments. L'aire d'évolution du bouchon s'est également déplacée (figure 8).

Le bouchon vaseux est un critère primordial dans l'établissement de la vie dans l'estuaire. Les sédiments qui le composent sont capables d'absorber les micropolluants et peuvent limiter la pénétration de la lumière entraînant un déficit en oxygène...(AURAN, 2012). Ce sont autant de facteurs néfastes qui impactent la qualité de l'eau et conditionnent la vie d'espèces fragiles.

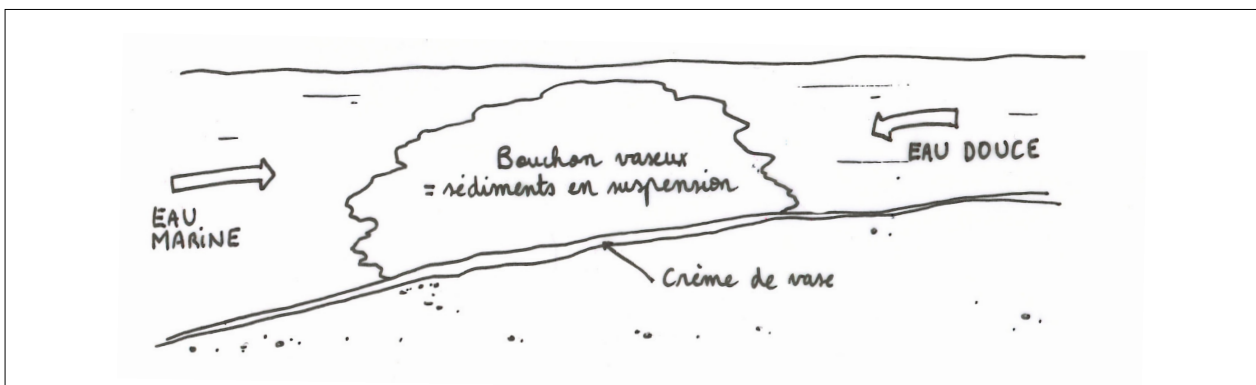


Figure 7 Schéma de formation du bouchon vaseux (AURAN, 2012)

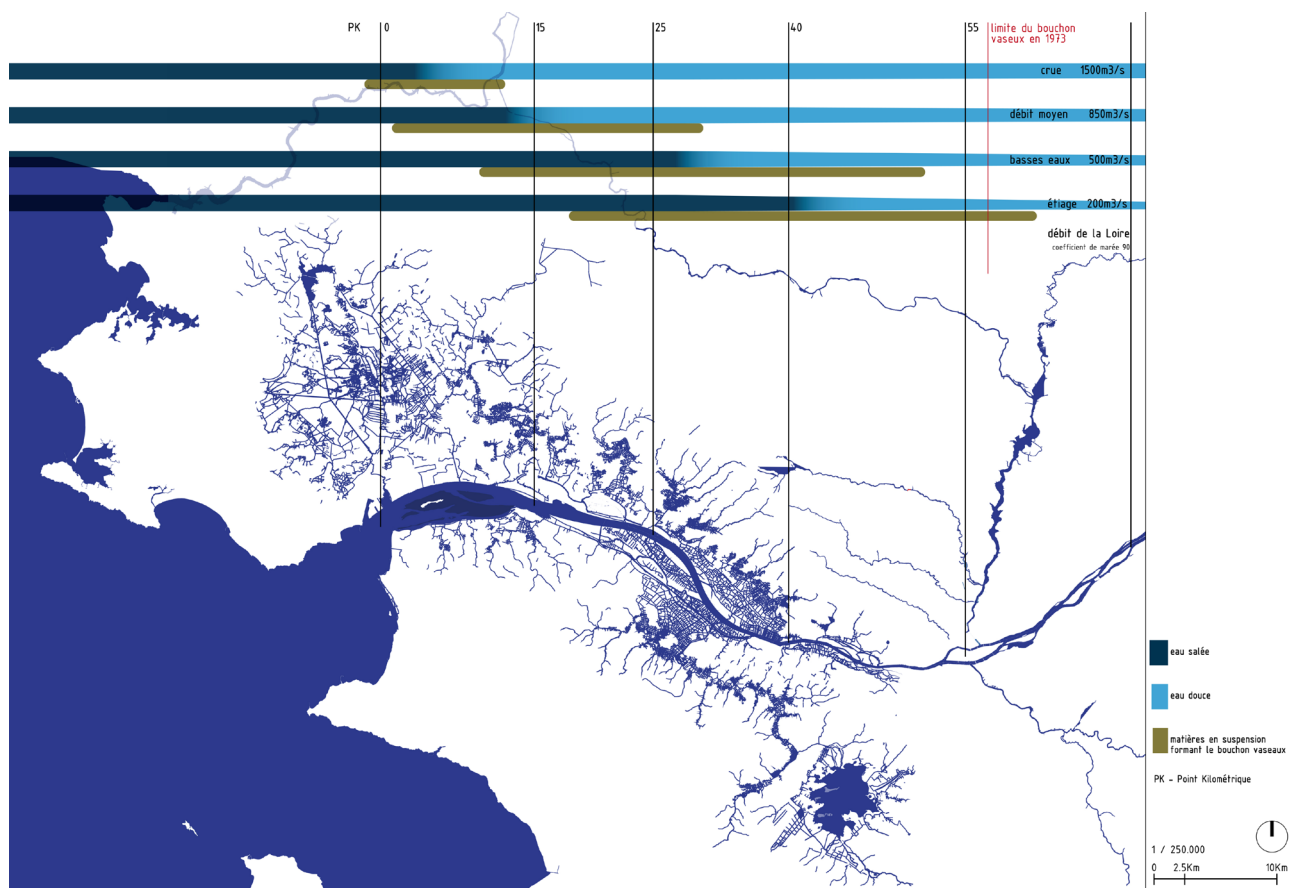


Figure 8 Evolution du bouchon vaseux (Phytolab)

Un bon exemple pour illustrer l'influence de la salinité et du bouchon vaseux sur la modulation de la flore est le cas du déplacement de l'aire de répartition de l'angélique des estuaires (figure 9). La présence de l'angélique étant énormément contrainte par ces deux facteurs, on la retrouve désormais plus en amont dans l'estuaire. Ce déplacement est la conséquence indirecte des aménagements successifs qui ont transformé les bords de Loire et modifié

le précédent équilibre du dynamisme de l'eau. Si le milieu est fluctuant périodiquement selon les marées, il l'est également à l'échelle de plusieurs années, à cause des activités humaines qui imposent de nouvelles contraintes à tout organisme qui s'établirait dans l'estuaire. La question reste de savoir comment éviter et limiter ces conséquences humaines qui brisent un rythme naturel, d'autant plus qu'elles sont encore susceptibles d'évoluer.

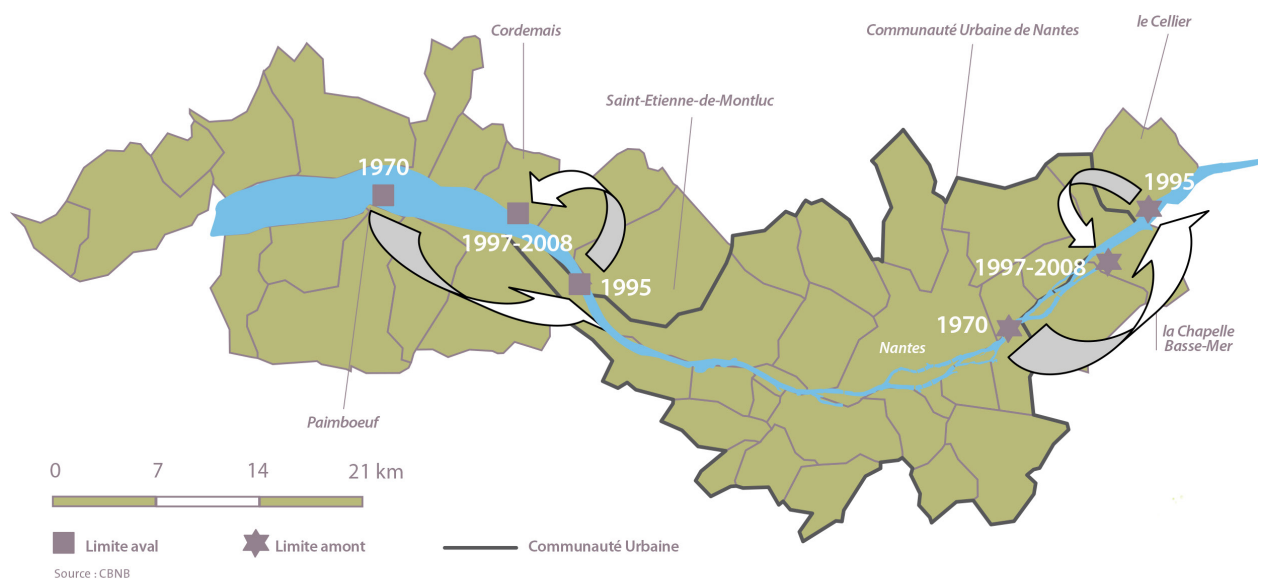


Figure 9 Déplacement de l'aire de répartition de l'angélique des estuaires (Lacroix & al., 2009)

L'eau met constamment en mouvement le territoire et le paysage, que ce soit sur des millions d'années, ou à des échelles de temps beaucoup plus courtes (crues, marées). Ce mouvement perpétuel de l'eau (figure 10) alimente les territoires et conditionne la mise en place d'écosystèmes\* multiples qui viennent habiller la terre.

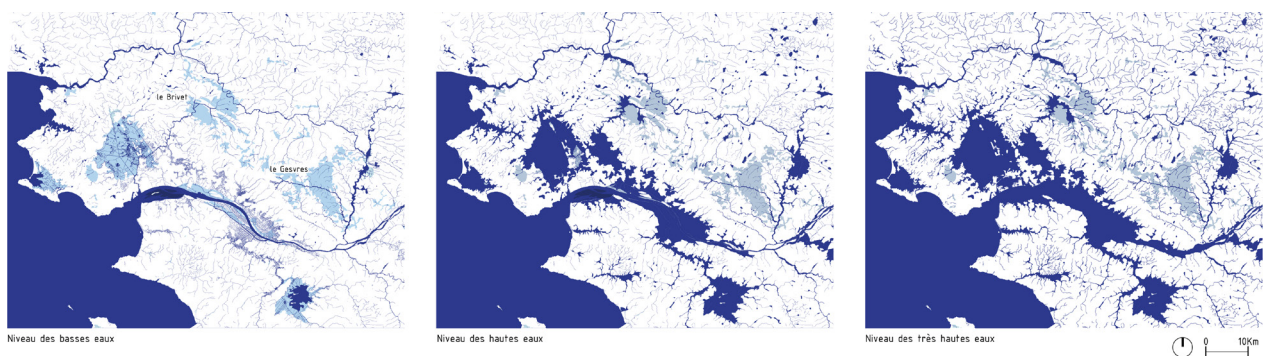


Figure 10 Le mouvement de l'eau (Phytolab)

## B. UN PATRIMOINE NATUREL RICHE

### 1°) LA LOIRE, COLONNE VERTÉBRALE DE LA TRAME VERTE ET BLEUE, CORRIDOR DE VIE POUR LE MAINTIEN D'UNE DIVERSITÉ ÉCOLOGIQUE MENACÉE

« Le corridor fluvial est la portion de territoire d'une plaine qui comprend le chenal en eau du cours d'eau, ses îles, ses rives et les territoires inondables qui l'encadrent » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003).

De l'amont vers l'aval, le corridor fluvial de Loire est source d'une multitude d'ambiances et de milieux de vie (entre torrent, cours d'eau forestier, vallées alluviales), plus ou moins soumis à la perturbation des aménagements humains.

A une échelle plus fine, de nombreux milieux de vie sont décrits (ripisylves, marais tourbeux, marécages, prairies humides, eaux stagnantes,...). Ils sont définis par des déclivités plus ou moins intenses, des pentes plus ou moins abruptes, la rétention ou l'écoulement des eaux, des dépôts de sédiments, des embâcles... mais aussi par la diversité des biocénoses\* qui vont s'y implanter. Pour une meilleure connaissance, une meilleure préservation, mais aussi une maîtrise de ces milieux, les scientifiques s'attachent à expliquer plus précisément ces habitats à différents niveaux d'échelle de précision. C'est le cas par exemple de la base de donnée Corine Biotopes (Annexe IV) qui décrit les habitats naturels et semis naturels, aujourd'hui remplacée par la base EUNIS au niveau européen.

Chacun des milieux de vie traversé par le cours d'eau se voit habité par un écosystème\* riche des interactions entre faune et flore. En altitude, les pentes d'écoulement élevées sur fond rocheux permettent une bonne oxygénation de l'eau.

Cette eau fraîche et riche en oxygène, est le terrain idéal pour le développement d'une petite faune d'insectes qui reste fixée aux rochers au stade larvaire, avant de s'épanouir dans l'eau, dans la végétation de berge, ou être la proie des truites. Une flore pionnière soumise à l'alternance d'inondations et de dessèchements se développe sur les berges. Parfois ce sont des arbustes qui s'implantent s'ils trouvent un terrain suffisamment stable (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003).

A mi-chemin de sa course vers l'estuaire, la Loire s'étend dans sa vallée alluviale, lorsqu'elle n'est pas contrainte par des endiguements. Il subsiste encore des formations végétales témoins de la grande liberté disparue de l'étendue du fleuve. Elles ont néanmoins parfois du mal à subsister et à se développer puisque les extractions et levées ont approfondi la nappe phréatique qui ne peut plus les alimenter en eau. Cette artificialisation limite le développement de la flore et de la faune. La forme typique de la Loire avec ses boires\* et prairies inondables permet de multiplier les types de milieux humides, chacun adapté à un écosystème\* particulier. La boire\* par exemple, alimentée en eau le plus souvent via la nappe phréatique, présente des eaux dormantes avec une flore proche de celle des étangs, et sert d'habitat à des poissons d'eau douce du type brochet ou gardon, ou encore à l'avifaune et petite faune (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). Dans l'estuaire de la Loire, les sols vaseux ou sablonneux et les prairies humides sont propices au développement d'une végétation spécifique (angélique des estuaires, scirpe triquètre). Les habitats qui y sont définis « constituent des sites de reproduction, d'hivernage et de halte migratoire » pour de nombreux oiseaux, et servent aux espèces piscicoles du type bar, sole, anguille mais également à quelques mammifères aquatiques [1].

Cependant la Loire n'est qu'une composante de l'ensemble des trames vertes et bleues, sur laquelle viennent se greffer ses affluents, eux-mêmes riches de leurs écosystèmes\*. Les milieux qui se succèdent se lient pour donner de multiples visages à ce cours d'eau et finalement ne forment qu'un seul et même ensemble interconnecté : **le corridor de vie** (Annexe V). Ce continuum fluvial doit rester continu pour garantir la solidarité des échanges de sédiments de l'amont vers l'aval, et permettre aux espèces dont le cycle de vie en dépend, de remonter vers l'amont du fleuve.

Si un écosystème\* est un équilibre capable de s'adapter à certains facteurs fluctuants, il reste pour le moins très fragile, en témoignent les nombreuses espèces en voie de disparition. La flore et la faune, sensibles aux perturbations, servent de bio-indicateurs aux organismes chargés de l'étude des cours d'eau. Un constat alarmant en France est l'estimation à vingt-deux pourcents des cours d'eau malades, c'est à dire trop pollués pour permettre le développement normal et la vie des êtres vivants. Ce constat est d'autant plus grave qu'il concerne les grandes vallées comme la vallée de la Loire, dans lesquelles la concentration humaine est la plus importante (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). Si la menace de l'équilibre des écosystèmes\* présente un risque, il est bon de remarquer que les activités anthropiques en sont la première cause. Le comblement et l'assèchement des chenaux secondaires de la Loire menace par exemple la faune et la flore des zones humides au même titre que les endiguements, qui créent une rupture de la continuité de la Loire avec ses prairies inondables dans son lit majeur.

Il est important de redonner de la place à l'évolution des crues pour permettre l'épaississement de cette trame verte et bleue, de favoriser le développement de milieux aquatiques, semi-aquatiques, humides, forestiers typiques à des espèces particulières.

## 2°) RECONNAISSANCE ET INSCRIPTION DE LA LOIRE POUR SA BIODIVERSITÉ À PRÉSERVER

La menace qui pèse sur les écosystèmes\* est maintenant prise en compte dans les politiques qui visent à protéger les milieux et espèces. Elle passe par des reconnaissances régionales, nationales, européennes voire internationales de la qualité du milieu et de la valeur des sites pour leur biodiversité.

Les rives de Loire sont considérées comme l'un des quatre-vingt-sept sites de zones humides d'importance majeure en France. Un intérêt particulier est porté à ces zones humides, car elles présentent beaucoup d'espèces floristiques uniques. Elles sont également recherchées par l'avifaune comme halte migratoire et comme espace de nidification.

La Loire a fait l'objet de nombreux inventaires (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique 1 et 2 (ZNIEFF), Zone d'importance communautaire pour les oiseaux (ZICO)) qui servent de base lors de la rédaction de documents réglementaires (figure 11).

La disposition de protection Natura 2000 au niveau européen de la presque totalité de la Loire vise à garantir un continuum sur la majeure partie de la Loire. Elle a été initiée par la définition de SIC (Sites d'importance communautaire) et de ZPS (zones de protection spéciales), en application de la directive Habitat et la directive Oiseaux respectivement. Les classements en ZPS et ZSC (Zone spéciale de conservation) (évolution du SIC) impliquent pour l'Etat de prendre des mesures de conservation et de protection adaptées et des mesures de gestion, notamment pour les espèces et habitats cités dans les annexes I et II (Annexe VI et annexe VII).

La directive européenne Cadre sur l'eau met en avant trois points : « la restauration morphologique des cours d'eau, la

préservation et la gestion des zones humides et le rétablissement de la continuité écologique » (Moatar & Dupont, 2016). En réponse à cette directive, la France rédige des SDAGE (Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et développe un cadre réglementaire de gestion de ses cours d'eau. Celui de la Loire, dans notre cas, vise notamment à « la restauration des rivières et des zones humides et la lutte contre les pollutions diffuses » (Broudichou & al., 2016). Ce cadre réglementaire s'accompagne d'actions d'entretien et de préservation des milieux aquatiques, et la réinstauration d'usages locaux comme le pâturage. En outre, le Val de Loire est même inscrit au

patrimoine mondial de l'UNESCO pour « sa valeur universelle exceptionnelle fondée sur la densité de son patrimoine monumental, architectural et urbain, l'intérêt du paysage fluvial et la qualité exceptionnelle d'expressions paysagères héritées de la Renaissance et du siècle des Lumières ».

Il faut reconnaître la forte valeur patrimoniale que la biodiversité apporte à un paysage. Mais le paysage est aujourd'hui en grande partie l'image de sa longue appropriation par les hommes. La trame bleue qu'est la Loire, cernée par la trame verte, se voit de plus en plus rongée par la trame grise anthropique qui a vu en l'eau de la Loire de nombreux avantages.

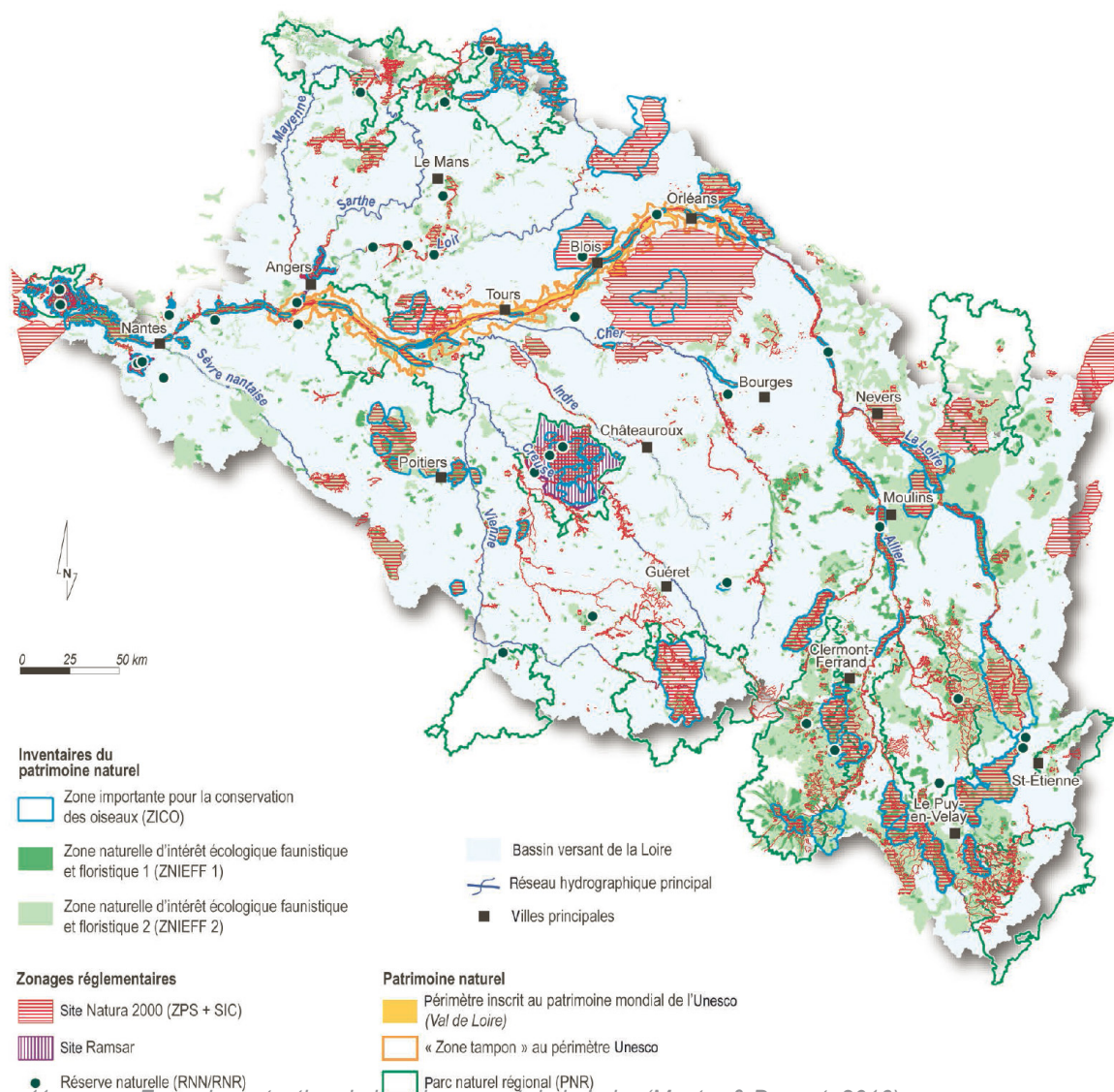


Figure 11 Zone de protection du bassin versant de la Loire (Moatar & Dupont, 2016)



## C. COHABITATION LOIRE/URBANISATION, LA TRANSFORMATION PAR LES USAGES NUIT AUX CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

### 1°) DÉVELOPPEMENT DES CITÉS À DES POINTS CLEFS

Au cœur des grandes vallées, fleuves et villes se confondent, et ce pour de bonnes raisons. Dès le paléolithique, les gués naturels empruntés par les animaux incitent les hommes à faire de même. Ces points stratégiques où le courant s'affaiblit permettent de franchir plus facilement les cours d'eau (Moatar & Dupont, 2016). Le cas de Nantes est une parfaite illustration de ce propos. Le croisement de plusieurs affluents (Sèvre, Erdre et Chézine) et de la Loire, associé à la marée, est à l'origine de la formation de bancs de sables et vasières qui divisent le cours principal en plusieurs chenaux. La vitesse d'écoulement est ainsi réduite et le franchissement du fleuve facilité.

Les prémices des grandes villes se sont donc structurées à ces zones charnières qui en sus sont riches en ressources naturelles et présentent un climat clément. Les usages du cours d'eau commencent à se développer très tôt avec la pêche et la navigation pour les déplacements.

Vers 2000 avant Jésus Christ, les hommes commencent à se sédentariser. Les premières activités agricoles se développent et le cours d'eau constitue le principal moyen d'exploration, de communication et d'échanges entre les communautés installées sur ses rives (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003).

Les romains affirment la place prépondérante que prend le fleuve dans leurs échanges marchands en développant les premiers quais et ponts solides. L'eau reste pendant cette période un luxe, en témoignent les cités romaines riches de fontaines et thermes, alimentées par les aqueducs. La menace barbare reclut les populations derrière les

castrums\* ce qui les contraint à se détacher de leur rivière, porte d'entrée des envahisseurs. Les premiers canaux et fossés apparaissent pour détourner les cours d'eau dans la ville (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003).

La ville médiévale renoue avec les abords de rivière. Les échanges marchands entre les villes par les axes fluviaux se démocratisent ce qui conduit à un enrichissement des cités, même si elles restent protégées derrière des remparts. « La rivière est le moteur de l'économie médiévale » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). La ville basse, qu'on distingue de la ville haute habitée par les aristocrates et membres du clergé, se développe en bord de rivière. C'est là que se pratiquent les métiers artisanaux liés à l'eau (tanneries, draperies, teintureries) et les activités portuaires. L'eau est également utilisée comme énergie hydraulique, permettant d'actionner les moulins et de s'infiltrer dans le réseau de canaux d'irrigation. C'est l'âge d'or du commerce maritime et fluvial, avec des échanges qui s'établissent en dehors des frontières (Moatar & Dupont, 2016).

Les usages continus du fleuve prenant de plus en plus d'importance ont conduit les hommes à adapter les rives, mais également à développer des moyens pour s'en protéger.

### 2°) ADAPTATION STRUCTURELLE DES RIVES ET DE LA VILLE AUX USAGES ILLUSTRÉE PAR LE CAS NANTAIS

Très tôt, le commerce du sel, de l'étain, du cuivre et la vente de produits agricoles s'établit entre les cités. A Nantes, le port prend de l'ampleur et exporte à l'international à partir du XIV<sup>ème</sup> siècle. Le quai de la Fosse se structure au XVI<sup>ème</sup> siècle. Cette ville est la porte d'entrée sur la Loire, le lieu de transit des marchandises françaises venant de toute la France et des marchandises espagnoles, hollandaises, anglaises... Au XVII<sup>ème</sup> siècle, l'essor des compagnies des Indes Françaises voit le port nantais s'emplier de marchandises exotiques

[2]. C'est aussi un haut lieu de trafic d'esclaves. L'ensablement de l'estuaire commence à gêner le transit des embarcations de plus en plus grandes qui tendent à regagner le port de Nantes.

Plus généralement, les chantiers navals prennent de l'importance avec le développement du commerce triangulaire. Les bateaux de plus en plus gros doivent pouvoir circuler sur la Loire mais aussi accoster dans les grandes villes pour déposer leurs marchandises venues d'Afrique, d'Amérique... L'intensification des activités commerciales nécessite un réseau hydraulique de grande envergure qui traverse toute la France. L'idée va être de « creuser des ports, prolonger les quais, modifier les berges » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). L'aménagement de chemins de halage permet de tirer les bateaux dans les terres. Il est accompagné du développement d'activité d'élevage de proximité pour fournir les animaux. Les berges sont modifiées et entretenues par ces activités agricoles, mais aussi des activités de déboisement pour le chauffage.

L'ensablement de la Loire va conduire au XVIII<sup>ème</sup> et XX<sup>ème</sup> siècle à d'importants travaux pour resserrer le lit. Vers le XVIII<sup>ème</sup> siècle, Louis XV institue le corps d'ingénieurs des ponts et chaussées qui apportent des solutions aux problèmes posés par l'hydrographie (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). La volonté est de contrôler les eaux vives. Plusieurs aménagements sont réalisés : la construction de **digues** en aval des ports permet de concentrer l'eau et d'augmenter les profondeurs d'eau ; les **enrochements** protègent les rives de l'érosion et canalise la Loire ; les **épis** permettent de concentrer le fleuve navigable en fixant les sables et en facilitant le flux et reflux de la marée ; le **dragage\*** du chenal principal est également effectué.

Parallèlement à l'activité portuaire, les hommes ont tenu à se protéger des crues de Loire avec l'édification des premières **levées**

dès le Moyen-Âge, appelées turcies. « Nombre de rivières ne sont plus traitées comme des structures physiques transportant de l'eau. Elles sont de plus en plus endiguées pour protéger les hommes et les biens » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). Les levées ont pour objectif de conforter l'agriculture dans le lit majeur de la Loire par l'édification de buttes. Ces levées transforment le paysage par ses lignes parallèles et longitudinales et restreignent le lit d'évolution de la Loire. Elles sont habillées par une végétation naturelle côté fleuve et souvent surmontées d'une route.

Le XIX<sup>ème</sup> siècle voit émerger l'ère industrielle. « Tournés vers les aménagements terrestres, les hommes se sont désintéressés des cours d'eau en tant qu'entités fonctionnelles et naturelles » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). Les usines qui ont besoin d'eau s'établissent en bord de Loire (conserverie, biscuiterie, raffineries, métallurgie). Le fleuve apparaît comme le réseau idéal pour le transport de matière première (charbon pour la métallurgie et la production de fonte), de personnes et de biens, et peut compter sur l'arrivée des bateaux à vapeur. Ces vapeurs prennent peu à peu le relais du halage par cheval. S'en suit une recolonisation des berges par la végétation moins pratiquées et moins soumise aux herbivores.

Ce siècle voit apparaître quelques **barrages** en amont de Loire qui permettent de naviguer sur le fleuve même en période d'étiage\*. Les ports fluviaux de chargement des péniches prennent de l'importance et les quais sont empierrés pour y déposer les marchandises (tonneaux, ballots). Mais ce siècle voit arriver des bateaux au tonnage toujours plus élevé. Des solutions sont envisagées et réalisées comme le creusement du canal de la Martinière. Ce lieu par la suite s'est montré inadapté aux tonnages des bateaux, et trop long à remonter (Cornet, 1996).

Lechallas, ingénieur des ponts et chaussées, propose un projet mis en œuvre à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Il consiste à supprimer des bras secondaires de la Loire par la construction de **barrages de faux bras**, et de donner une forme d'entonnoir au chenal afin de faciliter l'autocurage.

### 3°) LES COMBLEMENTS NANTAIS, L'APOGÉE DES ADAPTATIONS DE L'HYDROMORPHISME DE LA LOIRE

L'adaptation des rives atteint son apogée à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, avec le lancement des comblements de Nantes. « Les nécessités économiques de son port et les capacités techniques atteintes font émerger l'idée du comblement d'un ou de plusieurs bras de la Loire » (Cornet, 1996). Mais c'est en partie pour d'autres raisons que les grands comblements de Loire vont être initiés.

Les questions d'hygiène et de salubrité (pollution du bras de la Bourse et de l'Hôpital), de protection vis à vis des crues, la fragilisation des quais et des immeubles de l'île Feydeau qui s'affaissent et menacent de s'effondrer, la circulation sur les quais de la rive droite de plus en plus difficile (cohabitation automobile, tramways, train, piétons), sont autant de raisons qui donnent le top départ aux grands travaux de comblements (Cornet, 1996).

Les comblement débutent dès 1926 et ce pendant plus de vingt ans. Ils vont profondément modifier l'image de Nantes (figure 12), avec la disparition des pittoresques bateaux lavoirs et linges blancs. La Venise de l'Ouest disparaît sous le sable. (Annexe VIII)

Ils permettent cependant le développement d'un système d'égout et laisse place à des boulevards très vite monopolisés par les voitures, période d'après guerre oblige avec une montée en puissance de l'aire automobile. L'image de Nantes est aussi profondément modifiée avec la fin de l'époque marine industrielle qui voit disparaître les chantiers navals, les grues, ses voiliers, les marchandises sur les docks...

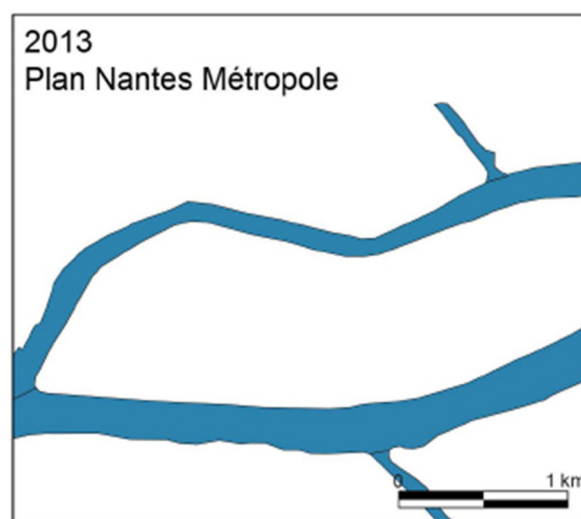
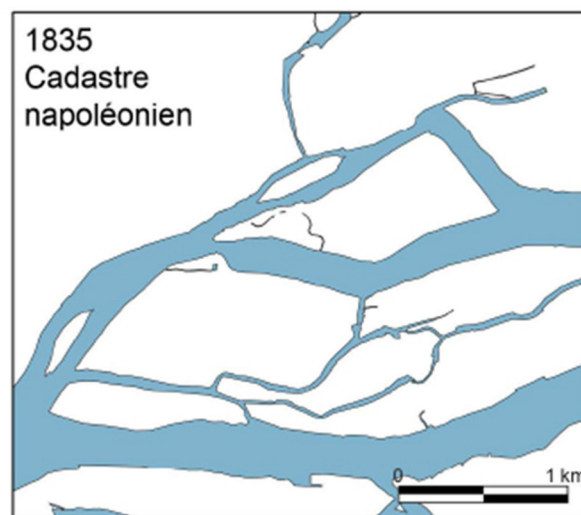
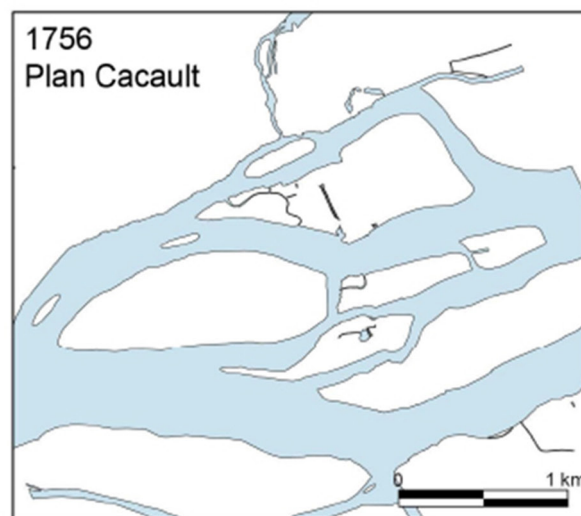


Figure 12 Modification de l'hydromorphisme au niveau de Nantes (Moatar & Dupont, 2016)

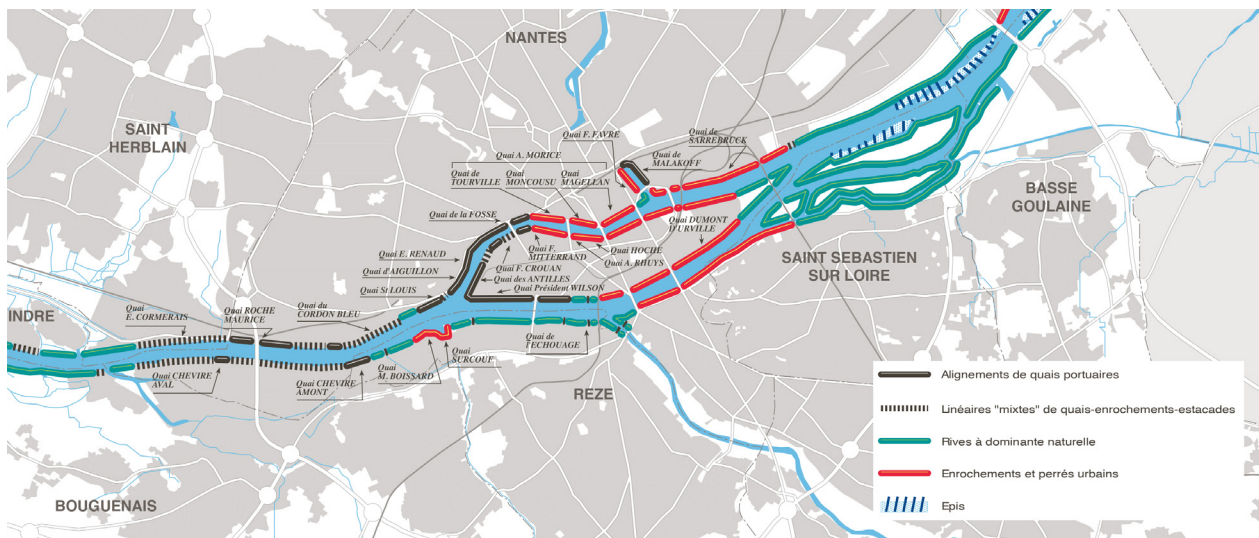


Figure 13 Typologie des rives de Loire nantaises (AURAN, 2012)

#### 4°) LA RIVE ARTIFICIELLE NANTAISE, RUPTURE ENTRE FLEUVE ET VILLE

De ces années de transformations du cours de la Loire ne restent dans l'agglomération nantaise que très peu de berges n'ayant jamais été remaniées. Avec ses cent dix kilomètres de rives (droite et gauche), soixante-dix sont « naturelles » car elles présentent une dominante végétale. Mais sous cette couche de végétation se cachent les enrochements, les épis... Elles se situent surtout en amont de l'agglomération avant de laisser place aux quarante kilomètres restants, correspondant aux quais, cales et perrés\* (figure 13) du coeur d'agglomération.

La typologie des rives nantaises met en avant le fonctionnalisme des berges qui sont circulées plutôt que pratiquées. Les routes constituent de véritables freins pour qui veut profiter de la proximité de la Loire, quand les quelques cheminements du quai André Morice le permettent. La hauteur des quais et les comblements ont aussi eu raison de la rupture des nantais avec leur fleuve. Il y a encore un siècle, les usages et professions tournés vers le fleuve multipliaient les contacts à l'eau, à l'image de la cale aux foins (figure 14) sur l'actuel quai Magellan ou encore le quai de la Fosse (Figure 15).

L'espace gagné par le fonctionnalisme diminue l'emprise de la trame verte ligérienne qui est réduite à quelques mètres sur les enrochements, ou même inexistante. L'urbanisation nantaise a mis à mal cette continuité, venant enserrer le fleuve d'une trame grise et menaçant la continuité ligérienne de plus de 1010 km.



Figure 14 La cale aux foins, aujourd'hui disparue (Pajot, 2006 a)



Figure 15 Le quai de la fosse, entre activité portuaire et lieu de promenade (Pajot, 2006 b)

## D. DU DÉCLIN DES USAGES VERS DES RIVES OUBLIÉES, SIMPLIFIÉES ET MENACÉES

### 1°) LE DÉCLIN DU TRANSPORT FLUVIAL LAISSE PLACE À UN PAYSAGE BANALISÉ ET SIMPLIFIÉ

Vers la moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, « au nom de l'hygiénisme, tout ce qui était fossés, canaux, réseaux hydrauliques à ciel ouvert et marécages périurbains » sont vendus à des compagnies ferroviaires (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). Le développement du réseau de chemin de fer apparaît comme le concurrent majeur du réseau fluvial qui réussit tout de même à perdurer, grâce notamment à la normalisation des canaux, aux péniches qui les pratiquent, la rectification des lits, du développement des écluses... La période d'après guerre met un point d'honneur au transport par train et par routes, ce qui accentue le désintérêt pour le transport fluvial.

Une fois les grands ports connectés au réseau ferroviaire et autoroutier, la question entre train et bateau ne se pose plus, à l'image du rattachement du bassin de Saint Nazaire, qui a précipité la fin de l'activité portuaire nantaise.

Le déclin de la navigation et de la vocation commerciale du fleuve au XIX<sup>ème</sup> siècle a entraîné un entretien moindre du chenal. Les conséquences sont nombreuses : les végétaux et arbres peuvent se développer, moins sujets aux ruminants dont l'activité pastorale associée est également en déclin ; la modification des occupations et pratiques du sol vers des circuits économiques extensifs diminue l'intérêt des berges qui sont moins entretenues par la population. En milieu urbain, le spectacle est tout autre. La fin de l'activité portuaire laisse place à de grandes friches industrielles qui étaient à l'interface entre fleuve et ville.

Parallèlement au déclin de la navigation, c'est paradoxalement l'ensemble des mesures prises pour rendre le fleuve navigable qui se retourne vers les milieux anthropisés. La construction

des épis, l'endiguement et le dragage\* du chenal principal ont réduit le niveau d'étiage\* (l'incision du fleuve). « Cette déstabilisation du fonctionnement physique du fleuve a entraîné des changements paysagers et écologiques importants, participant à la dévalorisation de cette Loire « industrielle » » (Barraud & al 2013). Les aménagements passés appellent à de nouveaux aménagements pour contrebalancer les effets néfastes résultants de ces premiers aménagements, les complements en sont un bon exemple.

La banalisation du paysage rivulaire bétonné lui fait perdre de son attrait. De part la simplification et l'appauvrissement esthétique et écologique des berges naturelles, les services écosystémiques\* rendus disparaissent par l'appauvrissement des écosystèmes\*. Le fonctionnalisme des quais vient appuyer le passage au second plan du fleuve dans la ville, qui ne fait plus que la traverser.

### 2°) LA PERCEPTION NÉGATIVE DES RIVES SUSCITE UNE PRISE DE CONSCIENCE

« L'ingénieur soumet le fleuve, qui n'est naturellement que courbes enchaînées ou tresses lacées, à la dictature de la ligne droite » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). Que reste-t-il des berges de Loire naturelles, autonomes qui ont vu naître les villes d'aujourd'hui ? Mais que reste-t-il également du dynamisme des hauts quais, autrefois courus par les travailleurs, promeneurs, animés par le ballet des grues et les mats des voiliers ? La disparition des ports et la délocalisation des industries en périphérie des villes laissent place à de grandes friches industrielles, de hangars et de vides qui marquent la limite physique entre villes et fleuve.

« La rigidité du site rentre en conflit avec l'élément du site. Le fleuve dès lors ne suscite plus les mêmes émotions. Le graphisme en est appauvri. Les digues constituent des lignes dures qui isolent le fleuve, rompent le dialogue

entre le végétal et l'eau. Une impression d'artifice domine » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). Si la ville est associée à des formes dures et rigides, le végétal en ville semble apporter cette souplesse dans la ligne du fleuve, et vient effacer et gommer l'artificialisation. Les citoyens ont conscience des bienfaits du végétal et ont la volonté de retrouver une qualité de vie et un meilleur équilibre des cours d'eau.

A l'extérieur des villes, la restriction du lit de la Loire par des levées et la fermeture de boires\* entraînent une banalisation de la végétation autour d'un chenal unique, qui voit s'effacer des milieux humides pourtant riches de biodiversité.

Les politiques d'aménagement doivent aujourd'hui permettre d'accéder à l'eau vive et de retrouver un fonctionnement naturel des espaces. L'édification de digues et quais ne doit pas être l'unique alternative à la protection. Il faut laisser au fleuve la place qu'il demande pour s'étaler en cas de crue par exemple. Le retour en eau des boires\* doit favoriser le maintien des milieux humides et rétablir la continuité écologique et sédimentaire. Les mots d'ordre sont : « restauration, réhabilitation, réaffectation » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003).

Une chose est sûre, c'est que « les hommes ont négligé les paramètres biologiques » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003) du fleuve qui peut rester imprévisible, au lieu d'essayer de comprendre son fonctionnement et d'aménager les espaces en conséquent, et de reproduire des dynamiques naturelles pourtant efficaces (berges plantées, zones tampons), avec les services rendus par la biocénose\*.

## 2. QUELLE RICHESSE FLORISTIQUE DES BORDS DE LOIRE NANTAISE ?

La richesse résulte de l'eau de la Loire, sa qualité chimique, les sédiments qu'elle charrie et dépose, mais aussi des graines et fragments végétaux qu'elle disperse. Cette richesse est contrainte ou accentuée par les aménagements humains.

### A. LA TYPOLOGIE DES BERGES CONDITIONNE LA DIVERSITÉ ÉCOLOGIQUE

#### 1°) COMMENT DÉCRIRE UNE BERGE ?

« La berge est à la fois frontière et médiation, elle sépare la terre et l'eau, mais permet aussi d'accéder à l'eau visuellement et physiquement [...] parfois large corridor vivant qui accompagne le fil de l'eau, c'est un espace de transition fortement marqué par l'action humaine » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003).

Le mouvement d'écoulement de l'eau résulte de la pesanteur. Cet écoulement donne naissance à un cours d'eau qui prend force et vitesse selon les milieux qu'il traverse, et qu'il creuse par érosion mécanique. Le cheminement privilégié sera celui passant par les roches plus tendres, souvent les roches sédimentaires.

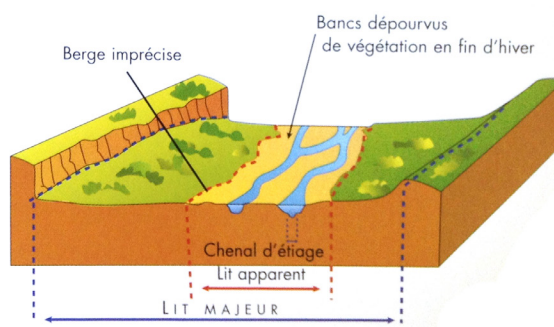


Figure 16 Lits emboîtés d'un cours d'eau, exemple de la Durance (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003)

La dynamique naturelle de l'eau conduit le cours d'eau à établir son lit. On distingue le lit apparent, dit aussi mineur, qui est le lit emprunté en temps normal par le cours d'eau. Le lit majeur correspond à celui connu lors de la plus grande crue. Ces deux lits s'emboîtent, avec au centre le chenal d'étiage, ou chenal principal, dans lequel circulent les basses eaux\*. Pour des cours d'eau à forte énergie comme la Loire, il n'est pas rare que des bancs de sable se forment, occasionnant la formation de plusieurs bras d'eau qui s'entrecroisent dans le lit mineur (cas de la Durance) (figure 16).

Les **berges** sont l'interface entre le lit mineur et le lit majeur. Elles restent parfois imprécises selon la nature du cours d'eau. La **rive** est délimitée par la ligne des plus hautes eaux connues lors des grandes crues (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003).

La méthode de description des berges explicitée ci-après est basée sur des travaux de recherche scientifique réalisés par le conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents. Les scientifiques ont cherché à caractériser les berges de Loire et la végétation qui s'y développe. Les observations réalisées et résultats ne sont pas à prendre comme un modèle systématique, ils permettent de mieux appréhender le sujet et de l'ouvrir à la réflexion.

Les critères principaux de description des berges sont l'induration\*, la pente, la hauteur de berge, l'érosion et la présence ou non de végétation.

Tableau 1 Caractérisation des berges selon leur type d'artificialisation (CORELA, 2012)

Type de berge	Longueur (km)	%
Quai/cale	19,7	3
Levée	71,2	10,84
Enrochement	282,1	42,92
Autre	6,1	0,93
Non induré	278,1	42,31
Total	657,2	100

Les berges sont d'abord caractérisées par leur **induration\***. Ce terme est « relatif aux berges présentant un revêtement en dur (enrochements, levées, cales, quais), par opposition, on trouve le terme de non induré » (CORELA, 2012). Sur 657 kilomètres observés sur le tronçon Saint Nazaire-Montsoreau, les berges sont réparties selon cinq types, dont les longueurs respectives sont présentées dans le tableau 1.

Ces résultats montrent qu'encore aujourd'hui plus de quarante pourcents des berges sont non indurées (à typologie naturelle ou remaniée par le génie végétal). Si presque cinquante sept pourcents des berges sont artificialisées, elles ne sont pas pour autant une rupture dans la trame verte ligérienne, car la végétation peut s'y développer.

Les berges sont également décrites par leur **pente** répertoriée selon dix profils (figure 18). Ces dix types de pentes ont été simplifiés en trois catégories : pente douce (profil 1 et 5), moyenne (profils 2, 6 et 8), forte (profil 3, 4, 7, 9 et 10)

Les fortes pentes sont largement majoritaires (figure 17) (environ deux tiers des linéaires observés). Ces pentes sont majoritairement non indurées (63%) et donc dites « naturelles ». Ce résultat est à relativiser. Les chercheurs émettent trois hypothèses : « (1) la présence d'un enrochement non soupçonné ; (2) une verticalisation de la pente par érosion ; (3) un travail de renforcement (remblaiement) par l'homme, sans qu'il y ait nécessairement d'induration » (CORELA, 2012).

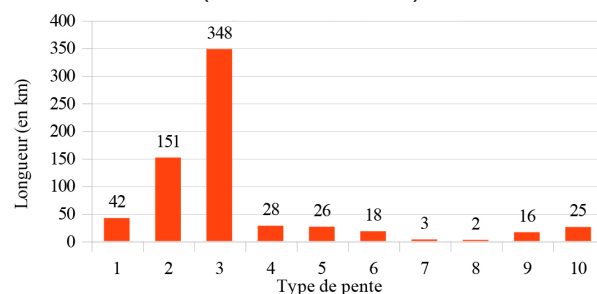


Figure 17 Linéaires de berge par type de pente (CORELA 2012)

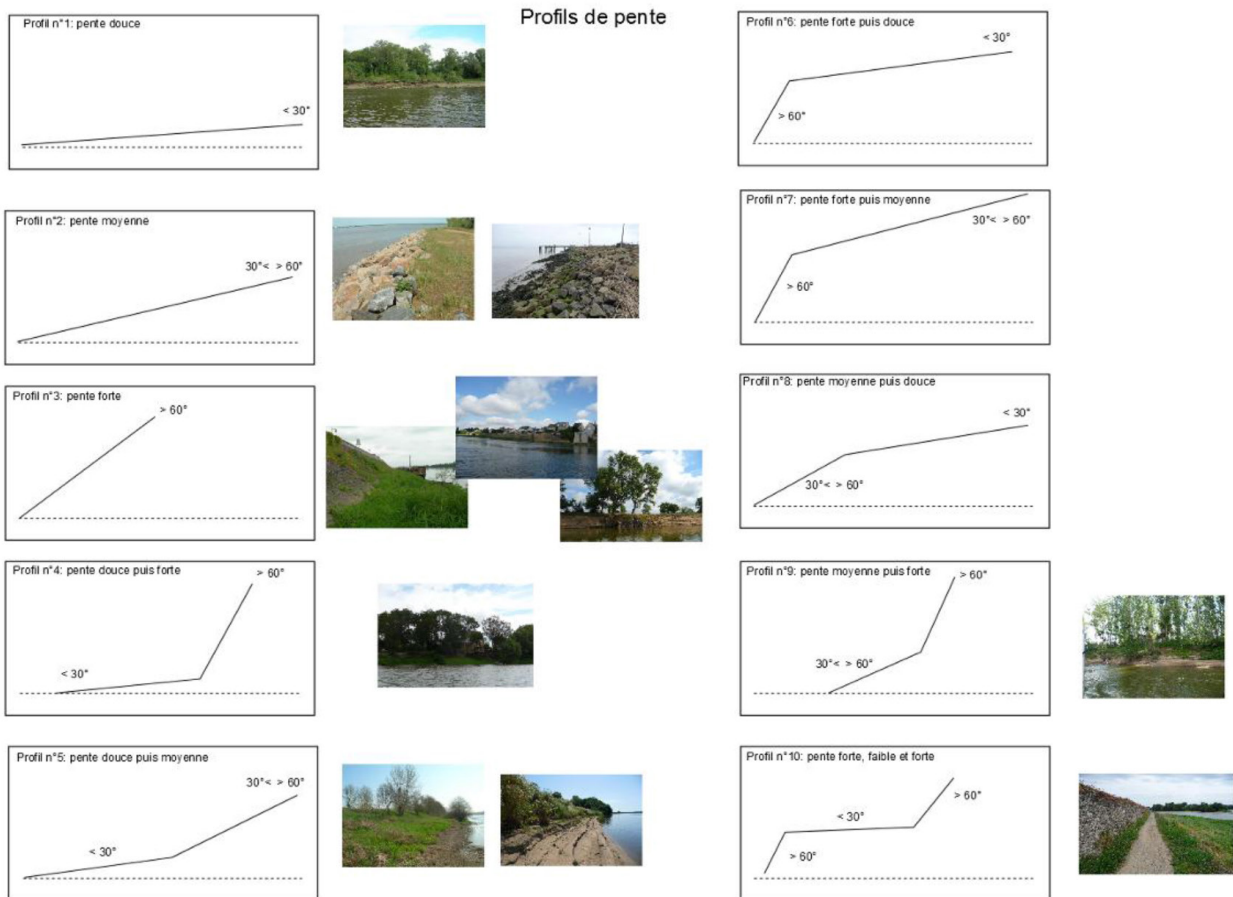


Figure 18 Les dix profils de pentes observés lors de l'étude des berges de Loire entre Saint Nazaire et Montsoreau (CORELA, 2012)

La **hauteur de berge** observée est à mettre en relation avec le type d'artificialisation de la berge (figure 19). Les berges de plus de cinq mètres correspondent essentiellement aux levées. Les berges inférieures à un mètre se situent principalement dans l'estuaire (CORELA, 2012).

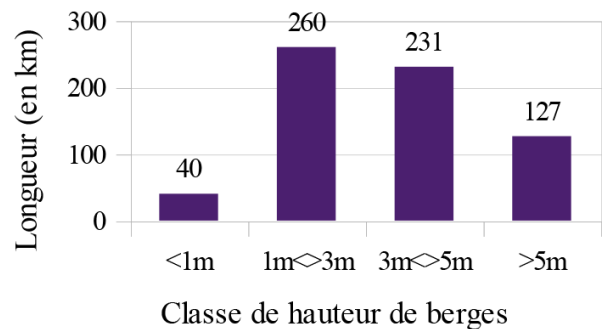


Figure 19 Comparaison des hauteurs de berge (CORELA, 2012)



Quatre critères permettent de caractériser l'érosion dans cette étude, chacun étant pondéré selon leur importance : « (1) la localisation de l'érosion (pied de berge, talus et haut de berge) ; (2) la valeur de la pente liée à l'érosion partant du principe que plus l'érosion est forte, plus la pente est verticale ; (3) la caractérisation physique de l'érosion (très faible, ponctuelle, légère, racines mises à nues, racines mises à nues et arbres déracinés, forte,...) ; (4) la profondeur d'érosion » (CORELA, 2012).

Six types d'érosion ont ainsi pu être décrits. Le diagramme de la figure 20 présente les résultats. Les 536 kilomètres non représentés ne présentent aucune érosion (CORELA, 2012).

L'érosion porte principalement sur les berges non indurées (figure 21). Les berges artificielles, notamment celles enrochées, remplissent leur rôle face à l'érosion. « De plus, Beeson et Doyle (1995) ont démontré que les berges non végétalisées avaient un taux d'érosion cinq fois supérieur à celui observé le long des berges végétalisées » (CORELA, 2012).

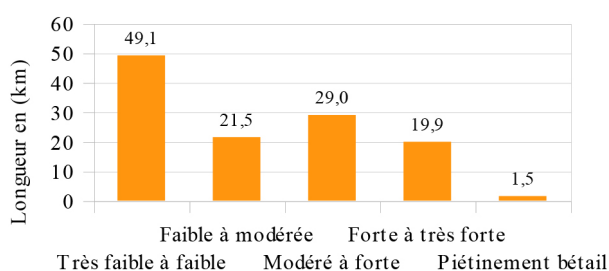


Figure 20 Caractérisation de l'érosion sur les berges de Loire (CORELA, 2012)

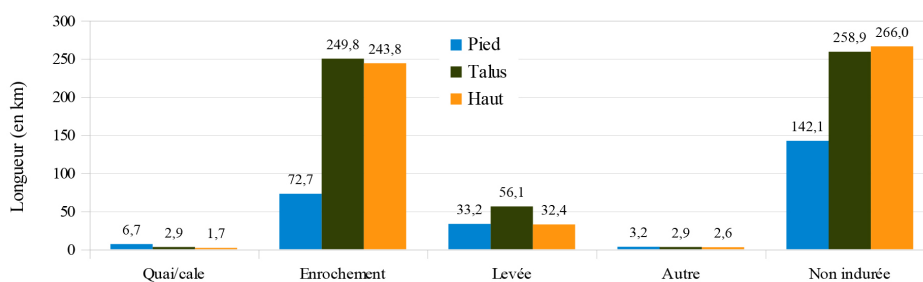


Figure 22 Longueurs de berges végétalisées et situation de la végétation selon le type d'induration\* (CORELA, 2012)

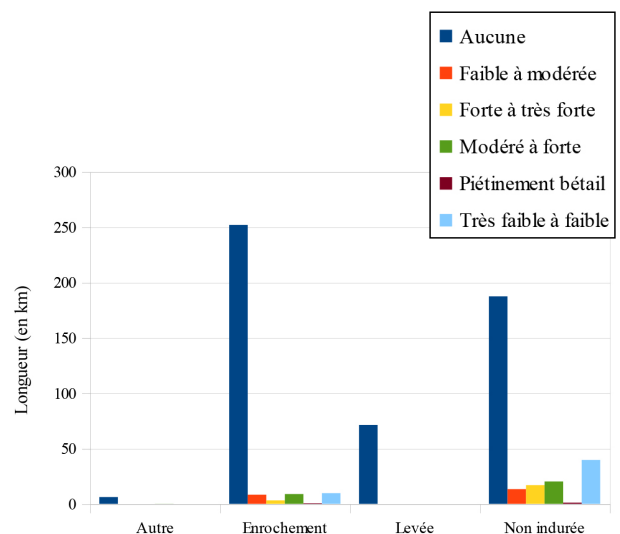


Figure 21 Comparaison des longueurs d'érosion par type de berge (CORELA, 2012)

La présence ou non de **végétation** a été observée à trois niveaux d'implantation : le haut, le talus ou le pied de berge. Cette végétation a également été rattachée au type d'induration\*. Les résultats du CORELA (figure 22) mettent surtout en évidence que les enrochements n'empêchent pas le développement d'une végétation. Elle a tendance à s'y développer au niveau du talus et du haut de berge.

La caractérisation physique des berges montre la diversité des structures susceptibles d'accueillir les végétaux. C'est en partie cette morphologie de berge, le socle dur des habitats, qui conditionne l'implantation d'une espèce particulière et son abondance.

## 2°) UNE MULTITUDE D'HABITATS EN FAVEUR D'UNE RICHESSE FLORISTIQUE

Les plantes étant sensibles à la stabilité de leur substrat, à leur exposition, à leur temps de submersion... la multitude des types de berges va faire apparaître de nombreux habitats caractérisés par une phytocénose particulière. L'étude de la flore des rives de Loire dans la région Val de Loire a mis en évidence la coexistence de ces types d'habitats. Le schéma suivant (figure 23) identifie un étagement de la végétation en bord de cours d'eau, de la même manière qu'un étagement s'établit en altitude.

Les habitats (1) et (6) correspondent au chenal principal et chenal secondaire (boire\*, bras morts). Ils sont caractérisés par des herbiers d'hydrophytes\*. Les milieux aquatiques stagnants présentent quant à eux des communautés végétales typiques des eaux neutro-alcalines eutrophes et calmes. On peut citer quelques espèces : la cornifle immergée, le potamot crépu, le myriophylle à épis, les lentilles d'eau (Moatar & Dupont, 2016).

L'habitat (2) correspond aux grèves et bancs de sables, caractérisés par une végétation peu dense dans un substrat peu riche en minéraux. Les plantes annuelles thérophytes profitent du peu de concurrence et de la pleine lumière pour faire leur apparition. Le bas des grèves présente des espèces du type souchet brun, végétation adaptée à un substrat humide. Les grèves plus sèches présentent des communautés de la pelouse pionnière à chénopodes sur substrat

sableux. Parfois, une végétation xérophile\* du type pelouse comme les orpins, capable de supporter des sécheresses extrêmes, peut être observée (Moatar & Dupont, 2016).

L'habitat (3) développe une végétation pionnière arbustive du type osier pourpre. Cette espèce héliophile\* profite du peu de concurrence et d'une pleine lumière pour se développer. Elle se met en place suivant l'ordre de succession écologique après germination. Si elle se maintient après des phases de submersion, elle donnera une forêt de bois tendres (4) composée de peupliers noirs et saules blancs. Profitent alors les espèces peu héliophiles\* pour s'installer dans ce boisement qui donnent des bois dits durs (5) (ormaises-frênaies) (Moatar & Dupont, 2016).

L'habitat (7) constitué de prairies ou pelouses développent une végétation selon le temps de submersion. Les prairies mésohygrophiles inondées en période hivernale peuvent abriter la fritillaire pintade. Les prairies hygrophiles se développent en cas d'humidité forte. La végétation peut être différente si les prairies sont pâturées. Les prairies mésophiles pâturées ou de fauche nécessitent un entretien régulier pour maintenir les communautés qui y sont rattachées (Moatar & Dupont, 2016).

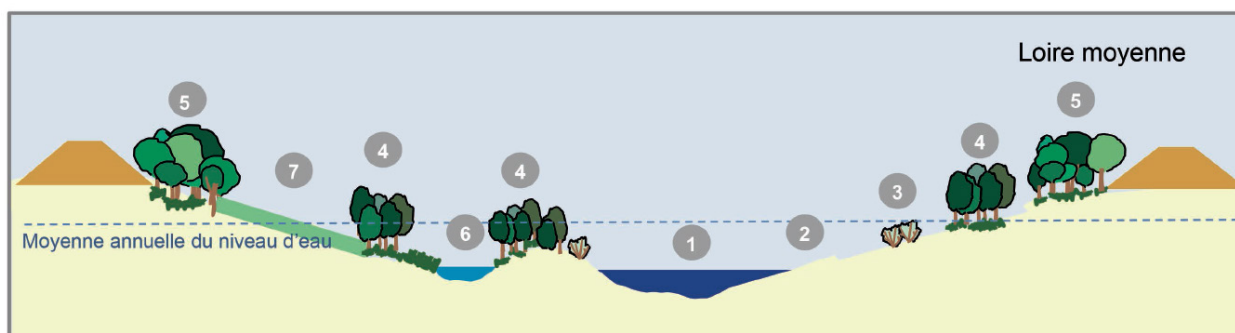


Figure 23 Principaux habitats de la plaine inondable de Loire moyenne (Moatar & Dupont, 2016)

L'estuaire de la Loire, caractérisé par un hydrodynamisme\* particulier, se démarque un peu du schéma vu précédemment (figure 24). L'étagement de la végétation se fait toujours selon le temps de submersion, mais il faut également prendre en compte dans ce cas précis la submersion quotidienne occasionnée par la marée, qui apporte des sédiments et salinise les habitats (Moatar & Dupont, 2016).

Les habitats (9) sont des zones polyhalines en aval de la limite du front de salinité. S'y développent des plantes halophiles de prés salés comme le jonc de Gérard, le glauc, le troscart maritime...

Les roselières saumâtres avec le séneçon aquatique ou le roseau commun, et la roselière basse (10) avec le scirpe marin avoisinent les schorres (prés salés) (Moatar & Dupont, 2016).

Des zones mésohalines avec des espèces qui apprécient l'adoucissement des eaux saumâtres peuvent également apparaître. En cas d'inondation moyenne, la laïche, le vulpin bulbeux et le trèfle maritime se développent. Des communautés avec la renoncule à feuilles d'ophioglosse apparaissent en cas d'inondation prolongée. Les zones oligohalines sont habitées par des espèces qui apprécient les très faibles degrés de salinité comme la célèbre angélique des estuaires, qui en sus se développe sur des vases saumâtres compactes (Moatar & Dupont, 2016).

Ces habitats simplifiés peuvent être décrits avec la base CORINE biotope à différents niveaux de précision. L'annexe IV présente un extrait de cette base de donnée.

Le schéma de la végétation présenté ci-dessous, décrit la végétation sur un profil général. La diversité physique des berges comme vue dans le premier point, multiplie la diversité des cas de figure présents sur les bords de Loire, d'autant plus qu'une grande partie des berges présentent une artificialisation.

L'étude menée par le conservatoire des rives de Loire s'est penchée sur le rattachement de groupements phytosociologiques aux types de profils physiques observés. Huit profils types de berges ont ainsi été répertoriés (tableau II) et regroupent les phytocénoses observées sur le terrain présentées dans l'annexe IX.

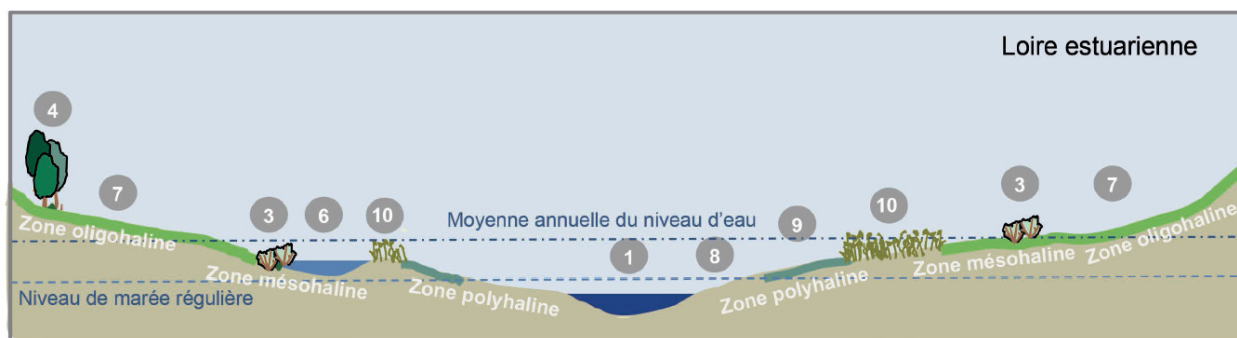
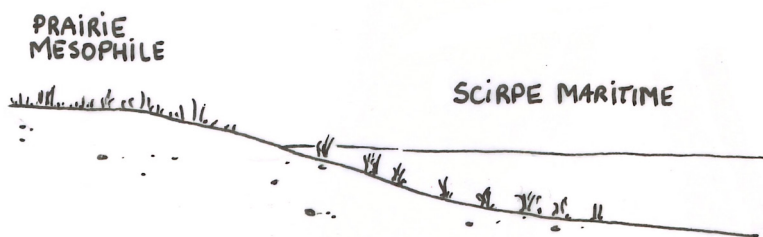
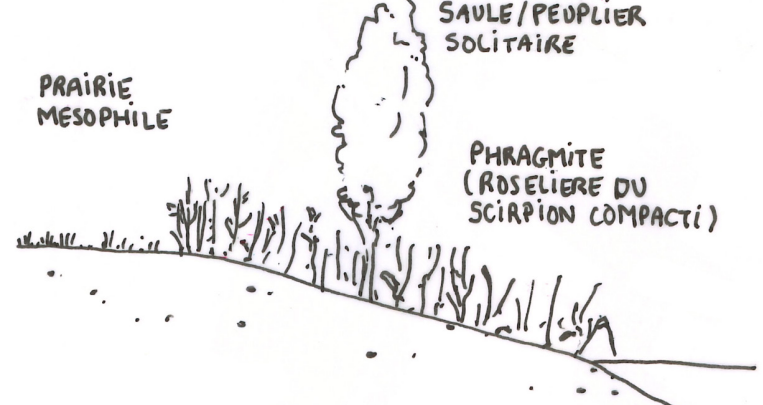
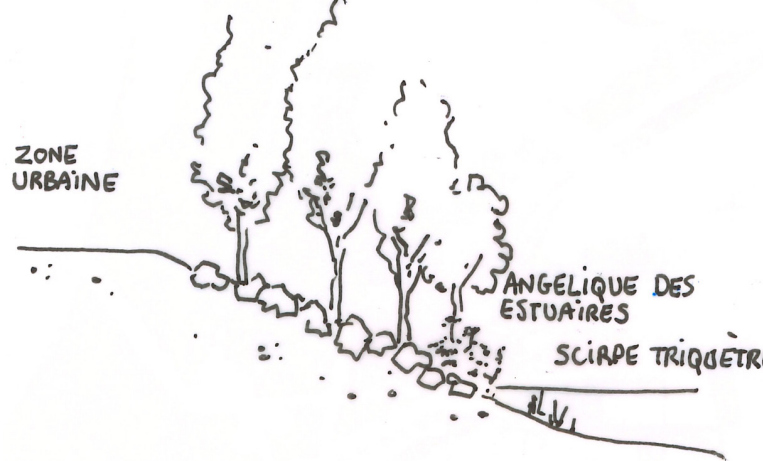
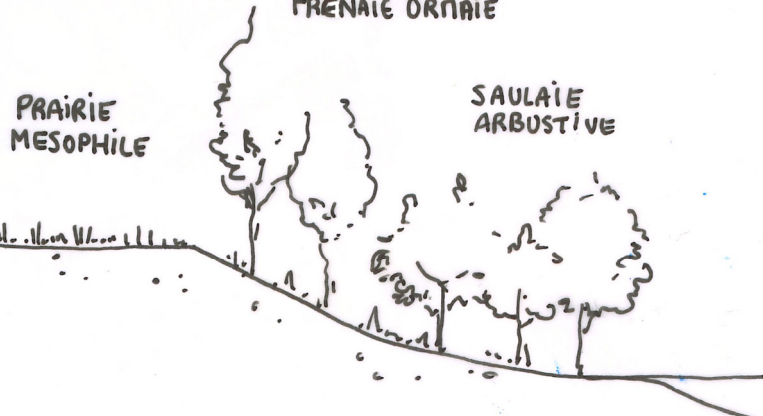
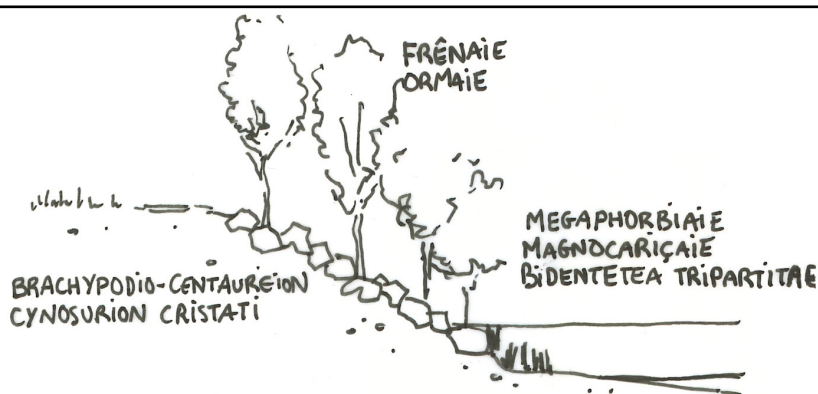


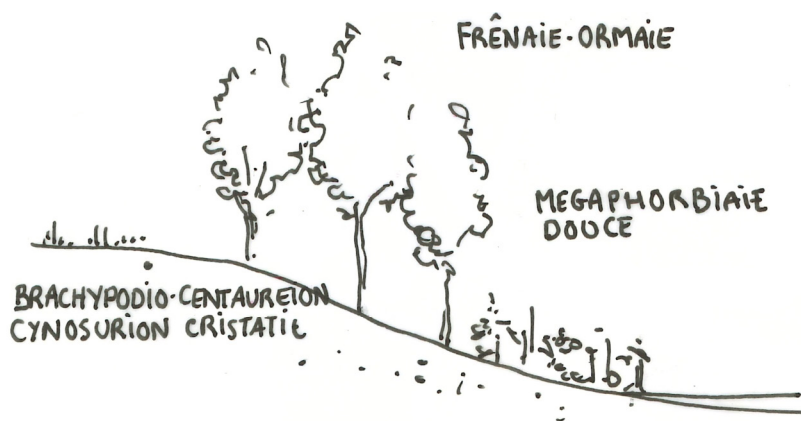
Figure 24 Principaux habitats de la plaine inondable de Loire moyenne (Moatar & Dupont, 2016)

<p>Profil A : présent dans l'estuaire, il est colonisé par le groupe du scirpe maritime en pied de berge jusqu'au talus, en limite de la zone soumise à marée. On trouve des prairies en haut de berge.</p>	
<p>Profil B : présent également dans l'estuaire, il est colonisé par des phragmites sur le talus voire sur le haut de berge. Si la vase est compacte, on peut observer des phragmites en pied de berge. Les arbres observés sont isolés, de types saules et peupliers. On trouve des prairies en haut de berge.</p>	
<p>Profil C : Ce profil présente le groupe du scirpe triquètre, et de l'angélique des estuaires en pied de berge vaseux. Ce pied de berge est recouvert lors des fortes marées. Le talus enroché est boisé, et le haut de berge anthropisé. C'est le profil type observé dans l'agglomération nantaise.</p>	
<p>Profil D : La végétation observée regroupe des saulaies arbustives, des frênaies-ormaises sur talus et une prairie mésophile en haut de berge.</p>	

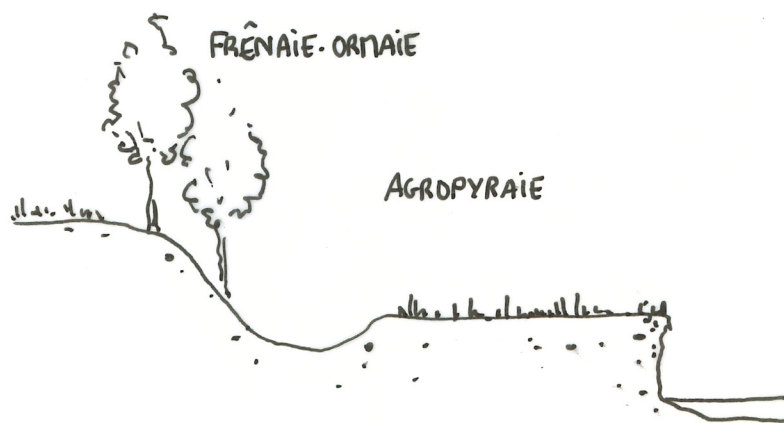
Profil E : Le talus présente une mince ripisylve (de frênes mais parfois de saules et chênes). Le haut de berge est occupé par des prairies mésophiles, le pied de berge par des associations prêtées à la végétation de sables.



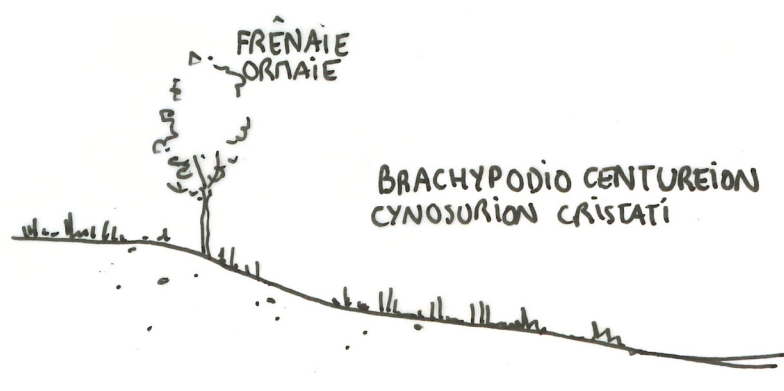
Profil F : Le pied de berge présente une mégaphorbiaie douce. Sur le talus pousse des boisements de type frênaie-Ormaie, et le haut de talus est recouvert d'une prairie mésophile.



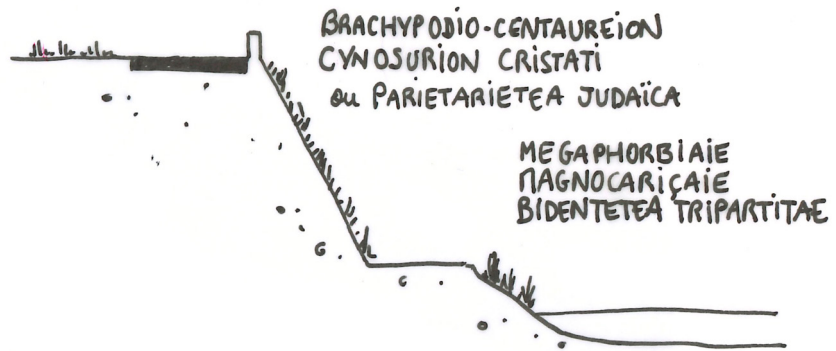
Profils G : Ce profil correspond aux berges sableuses soumises à une érosion forte. Elles présentent une végétation xérophile\*. La forte érosion constitue un habitat typique pour l'installation de la faune comme les hirondelles des rivages.



Profil H : La végétation est de type mésophile en pied de berge et haut de berge, le talus présente un boisement de type frênaie-ormnaie. Ce profil est surtout typique des boires\*.



Profil I : Ce profil est celui des levées de bords de Loire. Le haut de talus est circulé. Le bas de profils présente une mégaphorbiaie et une magnocariçaie. Le talutage est lié à la levée maçonnée recouverte d'une végétation mésophile typique des prairies des hautes berges.



### 3°) VALEUR DES ESPÈCES FLORISTIQUES (EXOTIQUE ENVAHISSANTE ET PATRIMONIALE)

Il est toujours délicat de juger de la valeur d'une espèce par rapport à une autre. Parmi les espèces végétales observées, bon nombre sont dites patrimoniales car elles traduisent de la richesse d'une zone humide et de la diversité qu'elles engendrent. Elles traduisent également la menace qui pèse sur elles. Ces espèces sont vulnérables en partie à cause de la destruction de leur milieu de vie.

La qualification de patrimoniale rattache ces espèces à des valeurs écologiques, culturelles ou scientifiques. Elles sont « une ressource biologique précieuse et une réserve de gènes importante ». Elles peuvent servir aux usages alimentaires, thérapeutiques (synthèse de molécules connues ou au contraire méconnues), autant de fonctions qui nous incitent à les protéger juridiquement (directive faune flore, listes rouges) et à lancer des plans de conservation. C'est le cas de l'angélique des estuaires, la pulicaria commune, le scirpe triquètre... La valeur est d'autant plus importante pour l'angélique des estuaires, « une des rares espèce végétale endémique de France métropolitaine » (Lacroix & al., 2009) parmi la centaine présente en France.

Ces espèces patrimoniales composent les écosystèmes\*, pièces maîtresses des paysages qui nous entourent. Parallèlement, les espèces

exotiques envahissantes menacent la diversité des paysages, ce qui nous incite à nous en prémunir.

Sur les bords de Loire entre Saint Nazaire et Montsoreau, les chercheurs ont mis en évidence que soixante-trois pourcents des sites observés comportent des plantes exotiques. On les trouve surtout sur les talus ou pied de berge, les hauts de berges étant le plus souvent entretenus (CORELA, 2012). Aster Lancéolé, bident, paspale à deux épis... en sont quelques exemples. Une liste plus exhaustive est présentée en annexe. (Annexe X)

Les exotiques profitent d'un milieu facilement perturbé, parfois très hostile pour s'implanter. Elles savent être moins contraintes par les conditions édaphiques, physiques, physiologiques, écologiques d'un site, et peuvent profiter de l'ouverture et la fragilisation d'un milieu. Elles utilisent également la Loire comme axe privilégié de dispersion (de graines et boutures).

## B. L'INTÉRÊT CONTEMPORAIN DES FORMES INDURÉES DES RIVES URBAINES DE LA LOIRE.

### 1°) LE PARADOXE DES FORMES URBAINES INDURÉES

Le milieu urbain est en lui même un paradoxe, du moins le sont les stratégies humaines. On veut absolument se protéger de l'eau qui peut parfois être indomptable, mais on veut aussi s'en approcher le plus possible. On se protège de la Loire au moyen de béton et de roches tout en souhaitant préserver le corridor de vie ligérien. Les divers stratagèmes évoqués dans la première partie, qui ont modifié le dynamisme fluvial, sont autant d'éléments aujourd'hui hostiles à l'établissement d'une végétation et qui ont même contraint le déplacement d'aire de répartition de certaines espèces par modification de l'équilibre de leur écosystème\*. De plus, certaines formes indurées ont tendance à créer une rupture dans la continuité écologique de la trame ligérienne, mais aussi une rupture entre l'eau et le riverain.

Le grand problème des formes indurées tient d'abord dans la distance qu'il établit entre l'eau et le riverain. L'apogée du transport sur des bateaux à gros tonnage a transformé la forme des quais. Ils font désormais plusieurs mètres de haut, en comparaison aux anciennes cales qui établissaient une certaine proximité avec le fleuve. Les berges inscrites dans un fonctionnalisme flagrant affermissent les barrières. Les formes urbaines indurées ne semblent plus adaptées à la demande des citoyens.

Les berges de Loire à Nantes sont également remises en question avec le développement de la trame verte et bleue. Si on reprend l'étude menée par le CORELA, elle cherche à observer l'influence du type de berge sur la végétation observée. Ce qu'il faut retenir de cette analyse et qu'un enrochement n'est pas néfaste à l'établissement d'une communauté végétale, de même que les levées, qui développent sur

leur flanc ligérien une végétation particulière (Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents, 2012). Il faut donc tempérer l'aspect négatif des berges artificielles. Les écosystèmes\* réussissent à s'établir dans certains milieux artificiels.

Par contre, ce qu'on observe à Nantes, et notamment au niveau du quai de la Fosse, c'est que la verticalité des quais va à l'encontre de la végétalisation. Par manque de porosité et de possibilités de dépôts de vases et sédiments, la végétation ne trouve pas de support suffisamment important pour s'implanter. Attention, le manque de végétation ne signifie pas absence de biodiversité. La notion de biodiversité urbaine est différente de la biodiversité naturelle. Ces quais peuvent être l'habitat d'organismes plus microscopiques.

L'enjeu est de s'accorder sur une image des rives urbaines qui ferait suffisamment appel à l'image de nature telle que perçue en milieu urbain et non pas l'image de la nature en temps que telle, observée en milieu rural souvent moins anthropisé ; s'accorder également sur une image de rive, transition entre le milieu urbain et le fleuve sauvage, d'où l'importance de s'interroger sur les formes urbaines à préserver, dans lesquelles la richesse floristique peut reprendre ses droits.

### 2°) SUPPRIMER, RÉAFFIRMER OU RÉADAPTER CES FORMES ÉTABLIES

Certaines formes aménagées de rives en ville ont une valeur patrimoniale forte qui nous incite à les conserver. Un projet urbain se doit de s'inscrire dans les formes anciennes de la ville et éventuellement de les révéler. Nantes a été considérablement transformée pendant le XX<sup>ème</sup> siècle. La trace de la Loire reste cependant écrite dans la morphologie de la ville. Les vides témoignent des anciens bras de Loire, sous lesquels reposent, ensevelis, les vestiges des cales et promenades du siècle dernier.

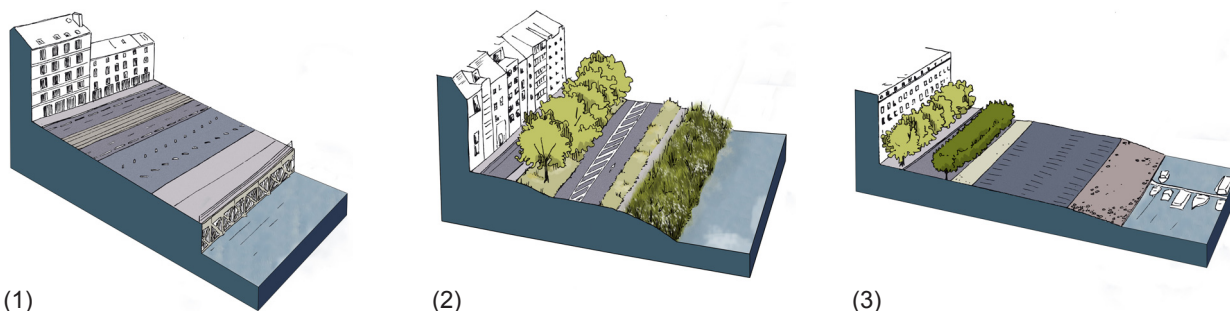


Figure 25 Trois typologies caractéristiques des berges de Loire nantaise : (1) Quai de la Fosse ; (2) Quai Magellan ; (3) Quai Malakoff (Samuel ANDRE, Phytolab)

Mais la Loire reste aujourd'hui plus contenue dans l'étai des quais, qu'ouverte sur la ville comme l'ont permis les cales de mise à l'eau, les doubles promenades...

A force de travaux successifs, les hommes ont tendance à faire évoluer les aménagements vers des lignes simples ce qui banalise l'image des villes. La maîtrise de la ligne de rive renforce la rupture du rapport avec le fleuve. La ville de Nantes n'y échappe pas et révèle une typologie de quais appauvrie qui se résumerait à ces trois illustrations (figure 25). Le quai de la Fosse qui fut lieu de commerce et d'échanges n'est plus qu'un lieu aménagé en grande partie pour l'automobile. Seule la haute et rigide ligne de quai rappelle le passé portuaire de Nantes. Le quai André Morice est lui aussi aménagé par et pour la voiture. Les enrochements recouverts par la végétation ligérienne rappellent la proximité de la Loire, mais ils sont en soi une version des berges appauvrie qui ne prend de la valeur que lorsque la végétation peut s'y établir correctement.

Les formes de quais de la rive Nord nantaise ont disparu et ne semblent plus adaptées à un rapport à l'eau plébiscité par les citoyens. Mais paradoxalement, elles sont aussi les vestiges de l'évolution de la ville de Nantes. Une ville ne peut pas effacer son passé, c'est ce qui fait toute son âme. L'aménagement doit aller dans le sens d'un renouveau des constructions existantes et perdues qui témoignent des

multiples facettes de la ville.

Les aménagements déjà effectués sur l'île de Nantes ont su faire avec le passé industriel de l'île et mettre en scène les cales de chantiers navals, les détourner de leur fonction. Elles se voient aujourd'hui habitées par une faune et une flore particulière. Cela montre que même les formes existantes peuvent être réadaptées pour donner une image positive de la ville.

Si berges urbaines rime aujourd'hui avec maîtrise, par soucis de protection et d'anticipation des crues, il ne faut pas oublier que la nature, bien avant l'intervention humaine a trouvé des alternatives pour stabiliser ses rives. Il faut se mettre en tête que la stabilisation des berges ne doit pas uniquement faire appel aux techniques de reprofilage par enrochement et au bétonnage. Des techniques plus écologiques mises en avant par le génie végétal permettent de développer la végétation, qui maintient alors le substrat et limite l'érosion.



Tableau III Pourcentage des relevés par type de profil botanique et de pente (Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents, 2012)

Profils botaniques	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Fort	50%	33%	86%		63%	36%	78%		100%
Moyen	50%	30%		100%	26%	36%	22%		
Faible		17%	14%		9%	27%		100%	

### 3°) QUEL MODÈLE DE PENTE LE PLUS EFFICACE, POUR UNE RICHESSE OPTIMALE ?

Si l'on considère les profils définis précédemment (tableau II), il faut d'abord remarquer qu'il n'y en a pas un plus riche par rapport à un autre. Il est vrai que certains profils ont l'avantage de favoriser l'implantation d'espèces protégées. Mais il n'est pas garanti qu'ils puissent s'établir ailleurs le long la Loire. Chaque profil répond aux caractéristiques du milieu inhérentes à la Loire même ou à l'estuaire. Dans le cas des rives de Loire nantaise, la végétation est surtout influencée par la salinité de l'eau, l'adaptation à la submersion cyclique... L'intégration des contraintes doit être le point de départ dans l'adaptation de la berge pour développer une flore spécifique.

La question est déjà de savoir si la pente influence la végétation de berge. L'étude menée par le conservatoire des rives de Loire montre que les pentes traduisent généralement une forte ou faible érosion liée au courant et à la composition du sol (profils de pentes détaillés figure 18). D'après le tableau qui étudie les pentes relatives aux profils (tableau III), l'artificialisation explique le plus souvent les fortes pentes, imposées par l'enrochement et les levées (profil C et I), ce qui n'empêche pas pour autant le développement de la végétation. Le profil G quant à lui est très soumis au phénomène d'érosion, d'où les fortes pentes. Le profil H est peu ou pas soumis au courant ce qui explique les faibles pentes des relevés qui lui sont attribués.

La majorité des profils de végétation ne semble pas contrainte par la pente. Pour un profil donné, on observe le plus souvent les trois inclinaisons de pente définies, ce qui exclut l'hypothèse que la végétation se développe uniquement suivant la déclivité.

La question est alors de savoir quelle pente favoriserait le plus grand nombre d'individus d'une communauté ? Dans le cas de la ville de Nantes, la présence de la végétation typique comme l'angélique des estuaires étant conditionnée par les zones submersibles, un étalement des surfaces de zones soumises à marée permettrait d'agrandir les aires de répartition. Il faut cependant être vigilant concernant cette pente qui doit pouvoir se maintenir en cas de fort débit, même si la végétation qui s'y installe participe au maintien des berges. Le resserrement des canaux et le dragage\* de la Loire a entraîné une augmentation de la vitesse d'écoulement pour un débit inchangé, ce qui augmente l'érosion.

La pente doit également favoriser un profil qui permet le dépôt de vases et sédiments essentiels au développement des espèces végétales.

Ce schéma présenté dans le memento de l'angélique (figure 26), résume bien la question de la pente et présente quelques alternatives pour l'adapter et lui permettre de favoriser l'implantation de végétaux. Dans le cas nantais, les quais enrochés préférés aux quais bétonnés, ont tout intérêt à le rester si la pente n'est pas adoucie. Tendre vers un profil de pente douce permettrait de réduire l'enrochement, quitte à le maintenir en pied de berge.

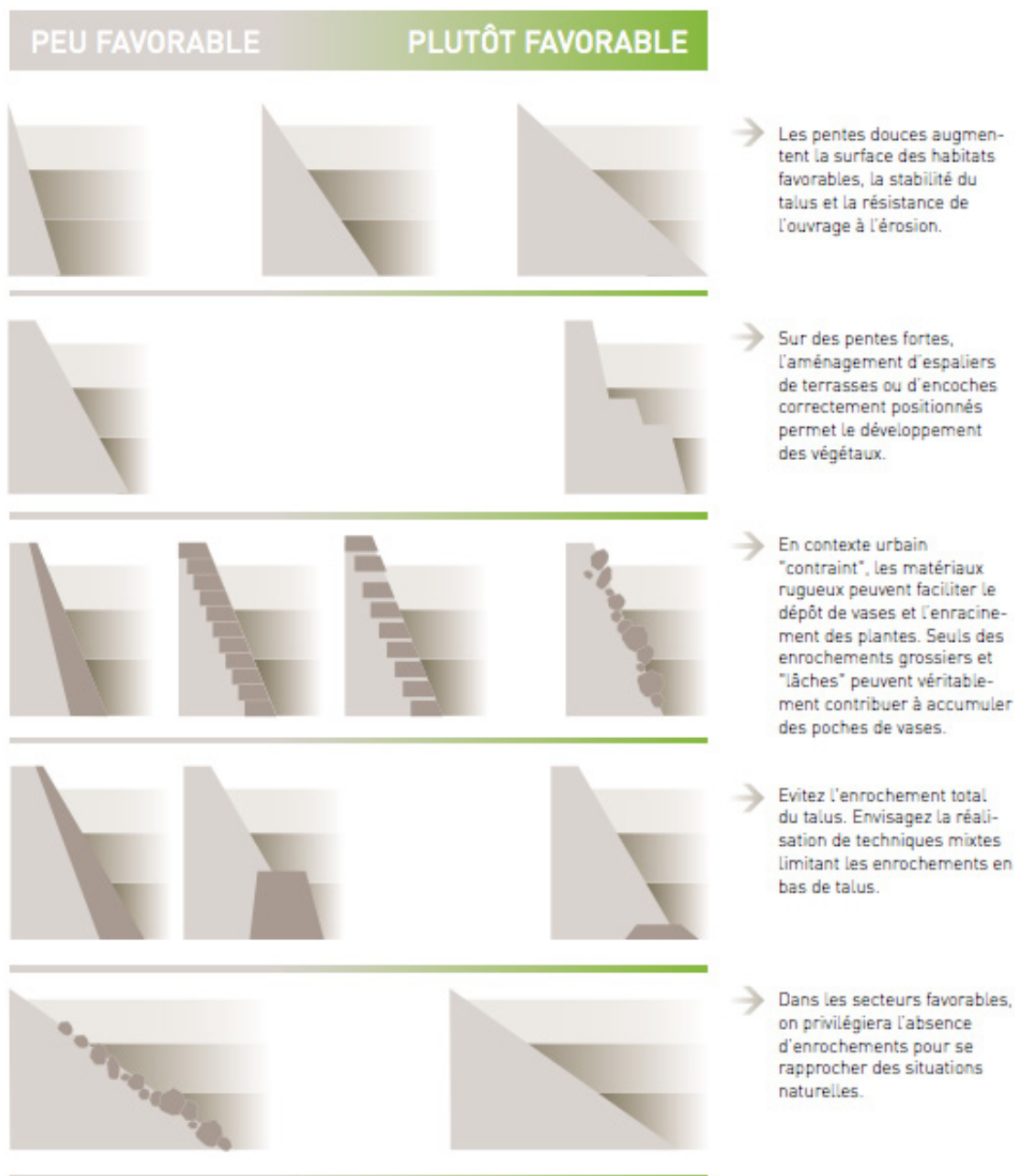


Figure 26 Les pentes idéales pour l'angélique des estuaires (Blanchard, Pradel, & Quennesson, 2010)

## C. COMMENT INCITER LES DÉCISIONNAIRES À PROTÉGER LA RICHESSE FLORISTIQUE ?

### 1°) LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES\* RENDUS, UN ARGUMENT POUR LA RÉDACTION DES DIRECTIVES ET PRÉCONISATIONS D'AMÉNAGEMENT

Ce n'est pas la richesse floristique, mais bien à plus large spectre la richesse d'un écosystème\* qu'il est important de conserver. Valoriser une

richesse floristique et reconstituer son habitat, c'est également favoriser toutes formes de vie qui viendront s'y installer et rétablir le fonctionnement d'un système équilibré, sans quoi la flore ne subsistera pas longtemps. Si un cadre réglementaire existe, encore faut-il que dans la planification et la programmation d'un aménagement, soit franchement mis en avant des objectifs en faveur de la biodiversité.

Il est parfois difficile de visualiser l'impact des activités humaines sur les écosystèmes\*, ce qui peut expliquer le comportement réfractaire de certains décisionnaires à protéger des espaces. Si le concept de biodiversité est parfois difficile à cerner par les citoyens, mais également les décisionnaires, l'approche par les services écosystémiques\* rendus est souvent un moyen de compréhension, et un moyen d'imager les bienfaits d'un écosystème\*. Les services écosystémiques\* représentent les biens communs et publics rendus par un écosystème\* pour l'humanité (qualité de l'eau, régulation des inondations, nourriture, utilité récréative). La prise de conscience des bienfaits pour l'homme et sans doute un argument solide pour une société qui fait passer des intérêts avant tout.

L'étude menée sur l'analyse des services écosystémiques\* rendus sur la Communauté urbaine de Bordeaux a même porté ses fruits, puisqu'elle a permis d'influencer les décisions concernant la planification d'aménagements (notamment sur la protection des corridors écologiques et la création de zones Natura 2000) (Cabral, Feger, Levrel, Chambolle, & Basque, 2016). La méthode de traitement des données employée permet de développer un moyen de modéliser l'évolution des services écosystémiques\* entre deux dates clefs, pour visualiser les effets de l'utilisation des territoires sur le bon fonctionnement écosystémique (Cabral & al, 2016). Cette exercice a l'avantage d'établir un dialogue avec les acteurs de l'aménagement et du développement urbain. Il ouvre la réflexion sur les conséquences de l'utilisation des sols pour à terme mieux les anticiper, les limiter voire les éviter.

## 2°) LES ESPACES PROTÉGÉS, UN DEVOIR DE SAUVEGARDE AU REGARD DE LA LOI

Les espèces végétales qui font l'objet d'une protection dans le code de l'environnement se doivent d'être prises en compte dès le début

d'un projet, pour limiter les litiges. « Le non-respect des dispositions des arrêtés fixant la liste d'espèces végétales protégées constitue un délit » (Blanchard & al., 2010). Il est interdit de déplacer ou détruire des individus d'espèces végétales protégées sauf dans le cas d'une dérogation qui vient mettre en avant le caractère et l'intérêt public du nouvel aménagement. Un dossier doit être monté puis instruit par le CNPN dans le cas notamment où le projet envisage des « travaux soumis à une étude d'impact, et le transport pour l'introduction dans le milieu naturel d'animaux ou de végétaux » [3]. Le CRSPN peut également être sollicité si nécessaire, ou alors si le tiers des membres du CSRPN en fait la demande [3]. L'annexe XI récapitule l'autorité en charge de l'instruction selon l'objet de la dérogation.

L'aménagement doit garantir le maintien voire une amélioration de l'habitat. La dérogation est possible si le projet « améliore la qualité écologique des berges par rapport à la situation initiale avant aménagement, en favorisant l'implantation durable de populations de l'espèce protégée concernée [...] ; respecte le corridor écologique, [...] ; propose un protocole de suivi pour au moins 5 ans » (Blanchard & al., 2010).

Il faut cependant garder en tête la difficulté d'envisager des conditions compensatoires à la destruction d'une population, de même qu'à son déplacement. Déplacer une population est tout aussi impactant qu'une destruction, puisqu'on modifie la station à l'équilibre de l'habitat, et on ne peut pas garantir la reprise des individus dans le nouveau lieu d'implantation.

L'ensemble des observations de cette partie, nous permet de mettre en évidence une typologie de berge propre aux berges nantaises, à respecter dans le cadre de la réhabilitation des berges ligériennes du projet de la Petite Hollande.

### 3. LA RECONQUÊTE DES BERGES DANS LE PROJET DE LA PETITE HOLLANDE

#### A. L'IMAGE DE LA LOIRE NATURELLE, UN ENJEU MAJEUR POUR LA RECONQUÊTE DES BERGES NANTAISES

Nantes peut se vanter de la richesse de son patrimoine, hérité de son histoire et façonné par les hommes. La Loire en a cependant subi les conséquences sur certains de ses tronçons, perdant les formes et codes qui lui donnent l'image du dernier fleuve naturel français.

« Les français voient aujourd'hui dans un cours d'eau l'une des expressions parfaites de la naturalité » (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003). La tendance actuelle qui questionne la nature en ville doit pouvoir promouvoir cette image oubliée de la Loire.

#### 1°) NANTES, UNE VILLE ATTACHÉE À SA BIODIVERSITÉ

Si Nantes peut être contrainte par la réglementation imposée par les espèces emblématiques de ses bords de Loire, elle a fait de cette contrainte un atout en l'intégrant directement dans les programmes directeurs d'aménagement et de protection. Il n'est plus possible d'envisager un projet en faisant fi de la biodiversité. Dans les OAP de son plan de sauvegarde et de mise en valeur (PSMV), la ville de Nantes souligne l'importance de penser la présence du végétal « à la fois dans sa dimension écologique et pour son apport esthétique et sensible ». Le végétal n'est plus là uniquement pour orner la ville, mais bel et bien pour s'intégrer dans l'écosystème\* concerné. Sur les berges de Loire, la végétation doit donc pouvoir s'intégrer parfaitement dans l'écotone entre fleuve et ville. Toute la difficulté est d'avoir une végétation adaptée à deux milieux bien différents.

Il faut également être prudent de manière à ce que « l'absence de contraintes réglementaires ne soit pas synonyme de non prise en compte des équilibres écologiques, ni d'aménagements contraignants systématiques » (Blanchard & al., 2010). La préservation de la flore ne s'arrête pas aux quelques espèces et habitats cités sur les listes de protection, il faut également prendre en compte les autres espèces susceptibles de s'installer dans les habitats préservés, restaurés. Pour ce faire, il est nécessaire d'envisager un aménagement à large échelle, et bien intégrer les aménagements rivulaires à l'échelle du corridor estuarien et fluvial. Cela passe par une connaissance parfaite du système dynamique qu'est la Loire, afin d'anticiper les conséquences en amont et aval d'un projet et son intégration dans sa trame écologique.

Avec l'exemple majeur du plan de conservation de l'angélique des estuaires, la Ville de Nantes illustre sa politique de valorisation de la biodiversité ligérienne. « Par délibération du 26 avril 2002, Nantes Métropole a engagé un programme de protection et de valorisation de l'angélique des estuaires » (Nantes métropole, 2017), suivi d'un plan de conservation annuel, validé par le CNPN.

Ce plan de conservation se doit « (1) d'assurer la conservation de l'angélique des estuaires et répondre aux demandes de développement du territoire ; (2) de constituer un réseau de stations refuges à l'échelle de l'ensemble de l'estuaire ; (3) de définir et mettre en place des pratiques favorables à l'angélique des estuaires ; (4) d'améliorer les connaissances sur l'angélique applicables à sa conservation ; (5) valoriser l'angélique comme un élément fort de l'identité de l'estuaire de la Loire ; (6) évaluer les résultats du plan d'action » (Lacroix & al., 2009). Un projet qui touche dorénavant à l'angélique nantaise actionne un plan d'actions et de décisions détaillé dans l'annexe XII.

## 2°) NANTES, VILLE NATURE AU CŒUR DE L'ÉTOILE VERTE

A l'heure où les villes initient un retour vers leur fleuve, chacune d'elle essaye de développer une image rayonnant sur le grand territoire.

Nantes jouit d'une situation privilégiée : elle est à l'interface entre l'un des estuaires français les plus dynamiques et riches de ses habitats, d'un fleuve dont les qualités écologiques ne sont plus à démontrer, et des affluents nantais de la Loire. Nantes est précisément au centre de connexions de trames vertes et bleues, qui l'ancrent au cœur de l'**Étoile Verte** (figure 27), Elles constituent un écrin végétal riche qu'il reste à affirmer et à sublimer. Consolider le réseau de la trame végétale reste l'un des enjeux majeurs de la ville (Phytolab, 2015). L'image de l'Étoile Verte apporte cohérence et cohésion à ce grand projet nantais, qui veut mettre en relation les trames vertes des vallées naturelles nantaises avec les parcs, jardins et espaces végétalisés de la ville. Elle illustre efficacement la nature en ville retrouvée.

L'image de la « nature en ville ne se borne pas aux parcs et jardins » (Guidet, 2015). Les jardins sortent de leurs barrières, mais pas seulement, la nature pénètre par les vallées et notamment par le biais de l'eau. Nantes devient « la ville

dans un jardin » (Guidet, 2015), un jardin aux multiples formes et codes : jardin horticole, jardin sauvage, jardin cultivé, jardin naturel...

Le jardin ne transcrit pas uniquement la pensée de l'homme, il peut aussi être l'expression même de la Nature. Elle est elle-même actrice de son propre paysage et doit trouver des espaces pour s'exprimer, ce qu'admet Johanna Rolland, maire de la ville : « il faut [...] donner libre cours à la nature » (Guidet, 2015). Quoi de mieux que de réaffirmer la place du fleuve en ville ? Ce n'est qu'un retour aux sources pour Nantes qui s'est construite avec son cours d'eau. Accepter le fleuve, c'est aussi accepter et réaffirmer l'image naturelle qu'il renvoie, et lui donner le support et l'espace pour exprimer la végétation qui l'accompagne.

Pour s'inscrire dans cette démarche de nature en ville, Nantes a fait réaliser un plan de cohérence sur lequel s'appuyer lorsqu'il est question de végétalisation. Il met un point d'honneur au confortement des vallées pénétrantes des affluents, à la réaffirmation des continuités ligériennes au niveau des rives (en libérant l'emprise ses voies circulées pour la végétation et les déplacements doux), et au choix de la végétation adéquate pour révéler le caractère sauvage du fleuve (Phytolab, 2015).

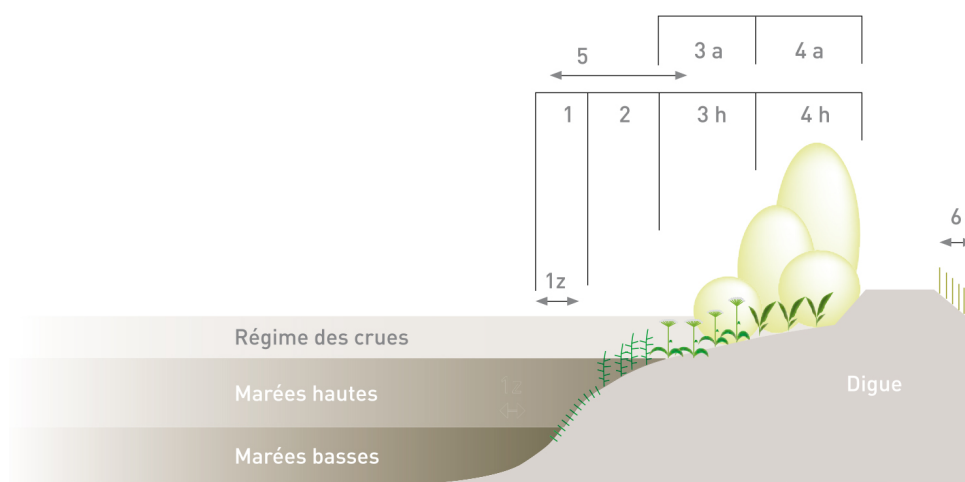


Figure 27 L'Étoile Verte, la confluence des vallées nantaises (Samuel ANDRE, Phytolab)

### 3°) LE PROJET DE LA PETITE HOLLANDE, UN PROJET À LA CHARNIÈRE DE L'ÉTOILE VERTE

Le projet urbain de la Petite Hollande s'inscrit dans la suite des projets lancés par Nantes Métropole pour réaffirmer la centralité métropolitaine. Elle engage une démarche pour penser la transformation sur la rive droite de la Loire, entre le canal Saint Félix et le Bas Chantenay, et suivant l'ambition du grand débat "la Loire et nous" qui est de recentrer la ville sur son fleuve (Annexe XIII).

Ce projet concerne l'espace nantais le plus marqué par les problématiques de navigation fluviale, témoin patrimonial du siècle passé. Le quai de la Fosse symbolise à lui seul le passé portuaire de Nantes, avec ses hauts quais verticaux. La place de la Petite Hollande n'existe que parce que les politiques de comblements se sont imposées, faisant disparaître par la même occasion les vestiges de la Venise nantaise. Ces espaces présentent des berges très artificialisées, et sont les moins cléments en terme d'accueil de la végétation rivulaire. Le



	HABITAT	DH	CB	ESPÈCES VÉGÉTALES CARACTÉRISTIQUES
1	Gazons amphibies	[1130-1]	53.14	<i>Eleocharis bonariensis</i> , <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Veronica anagallis-aquatica</i> , <i>Veronica beccabunga</i>
1z	Roselières basses à scirpe triquètre	[1130-1]	53.17	<i>Scirpus triquetter</i>
2	Roselières hautes	[1130-1]	53.11	<i>Phragmites australis</i> , <i>Senecio gr. aquaticus</i>
3h	Mégaphorbiaies oligohalines	6430-5	37.71	<i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Œnanthe foucaudii</i> , <i>Angelica heterocarpa</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Lysimachia vulgaris</i> , <i>Œnanthe crocata</i>
4h	Ourlets plus ou moins eutrophes	6430-6	37.72	<i>Calystegia sepium</i> , <i>Aster spp.</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Eupatorium cannabinum</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Epilobium hirsutum</i> , <i>Equisetum telmateia</i> , etc...
3a	Saulaies alluviales	91E0*-1	44.13	<i>Salix purpurea</i> , <i>Salix acuminata</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Fraxinus spp.</i>
4a	Forêts alluviales	91E0*-1 91F0-3	44.4	<i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus spp.</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Carex pendula</i> , <i>Carex remota</i> , <i>Leucoium aestivum</i> , <i>Rumex sanguineus</i>
5	Communautés annuelles pionnières des vases	3270-1	24.52	<i>Bidens spp.</i> , <i>Polygonum spp.</i> , <i>Leersia orizoides</i> , <i>Xanthium spp.</i>
6	Friches ou ourlets nitrophiles mésophiles		87.1 Etc...	<i>Arrhenaterum elatius</i> , <i>Dipsacus fullonum</i> , <i>Elymus spp.</i> , <i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Daucus carota</i> , etc.

DH : Code Directive Habitats  
CB : Code Corine Biotope

[1130-1] : sous réserve de se situer en aval de la limite du front de salinité, c'est à dire en eau saumâtre.

Figure 28 Profil de berge soumise à marée et phytosociologie (Blanchard & al, 2010)

quai André Morice, enroché de bout en bout, et l'extrémité de la place de la Petite Hollande sont à ce jour les seuls espaces présentant les habitats à enjeux de biodiversité.

Ce projet est également la colonne vertébrale nantaise sur laquelle se greffent les vallées nantaises de l'Étoile Verte. Avec près de trois kilomètres de rive de Loire, sans compter le canal saint Félix, c'est un projet important en terme d'enjeux de biodiversité, pour conforter la position de Nantes dans la trame ligérienne, et conserver, réaffirmer voire recréer la trame verte.

B. UN MAILLON DE BERGE ADAPTÉ À SA SITUATION GÉOGRAPHIQUE, CAS PARTICULIER DE LA VILLE DE NANTES INFLUENCÉE PAR L'ESTUAIRE.

### 1°) LE CHOIX DU BON MAILLON, LES BERGES SOUMISES À MARÉE

Le projet de la Petite Hollande tel que pensé par Phytolab permet de laisser une part belle à la flore ligérienne des bords de Loire (Annexe XIV). Il s'agit alors de traiter les berges avec le profil optimal pour accentuer la diversité floristique.

Si un des modèles présentés dans la seconde partie doit être retenu pour la ville de Nantes, c'est le profil C. Détaillé plus précisément dans la figure suivante (figure 28), il est important de pouvoir retrouver la stratification de la végétation sur des pentes plus douces qu'elles ne le sont actuellement, ce qui permet d'accroître les surfaces soumises à marée.

Le statut de protection de la flore dans cet habitat contraint l'aménagement à conserver l'angélique des estuaires comme s'y est engagée Nantes Métropole. Nantes fait partie de ces rares communes françaises en amont d'estuaire à abriter des communautés d'angélique des estuaires. C'est un vrai défi de réussir à conserver son habitat ou même de le reproduire. Plusieurs espaces du projet de la Petite Hollande sont concernés par l'angélique, et peuvent devenir un nouveau terrain pour son implantation et celle de la flore associée.

Il est donc important de retrouver des surfaces battues par le marnage sur les berges. A Nantes, le niveau de marée enregistré à la station du pont Anne de Bretagne avoisine les sept mètres (figure 29). La station étant située à une cote de -3,21 mètres NGF, on considère que pour pouvoir accueillir des communautés d'angélique des estuaires, les berges devront être à une cote de 3,79 mètres NGF et en deçà. On admet généralement que l'angélique pousse entre 3,8 et 2,7 m NGF.

Finalement, pente et cotes sont les deux paramètres primordiaux de ce projet.

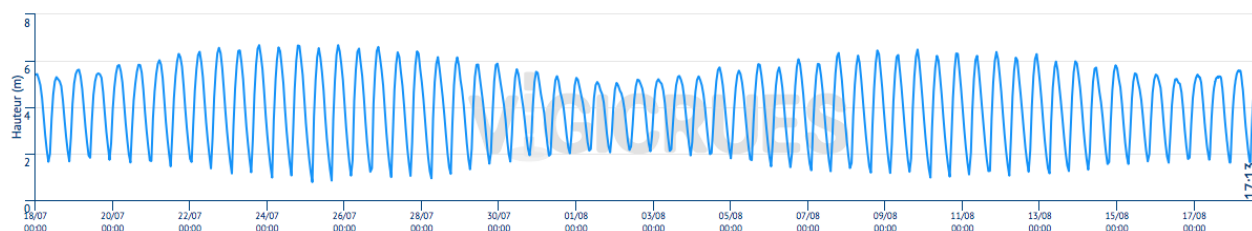


Figure 29 Le marnage nantais, station Anne de Bretagne [4]

## 2°) L'ANGÉLIQUE DES ESTUAIRES, UN MARQUEUR DU SUCCÈS DE LA RESTAURATION DES BERGES NANTAISES

L'angélique des estuaires (figure 30), *Angelica heterocarpa* Lloyd, est une espèce rare qui ne trouve que quelques espaces en France dans lesquels se développer : en amont des estuaires.



Figure 30 L'angélique des estuaires, *Angelica heterocarpa* Lloyd

Quatre facteurs conditionnent sa présence : « Le degré de salinité, la fréquence de submersion par la marée, la nature du substrat et le degré de luminosité » (Lacroix & al., 2009). Nantes étant à l'amont de l'estuaire,

elle fait partie des rares endroits qui abritent l'habitat typique de l'angélique des estuaires. On sait que l'espèce trouve en terrain nantais des dispositions idéales à son implantation, puisqu'elle y est déjà présente (figure 31). Les aménagements se doivent de réussir à conserver l'aire de répartition de cette espèce et éviter de malmener son habitat.

L'angélique n'est bien sûr pas l'unique espèce souhaitée sur les berges de Loire et son habitat n'est pas limité à sa seule présence. Elle représente cependant un bon marqueur de la qualité du milieu, au vu de ses exigences de croissance.

## C. ADAPTATION DES RIVES DU PROJET À LA FLORE LIGÉRIENNE SOUMISE À MARÉE

### 1°) RENDRE PERMÉABLES LES QUAIS, UN COMPROMIS ENTRE SAUVEGARDE DU PATRIMOINE BÂTI NANTAIS ET VALORISATION ÉCOLOGIQUE DES BERGES

La typologie actuelle des rives Nord de la Loire nantaise est marquée par la disparition d'un lien fort entre la ville et son fleuve. La question de perméabilité des rives vient revaloriser ce lien en ouvrant la ville sur le fleuve, et le fleuve sur la ville. La barrière physique des formes



Figure 31 Aires de répartition de l'angélique à Nantes (Phytolab, 2015)



urbaines doit donc être franchie pour révéler la naturalité du fleuve. Elle ne peut être possible qu'en faisant la démarche inverse de celle suivie jusqu'à maintenant, qui est de rogner l'urbanisation au profit de la végétation et de l'accessibilité des rives de Loire aux citoyens.

Les propositions du projet de la Petite Hollande permettent d'ouvrir les formes indurées des rives pour développer de nouveaux espaces battus par la marée, et faire remonter la flore ligérienne sur les berges. Cette reconfiguration doit être judicieusement pensée pour garantir des zones de colonisation maximales, notamment pour l'habitat de l'angélique des estuaires. À l'extrémité de la place de la Petite Hollande, le développement d'une prairie à pente douce qui vient se jeter dans le fleuve, en est une bonne illustration. Mais la perméabilité permet également de renouer sensiblement avec la Loire, en ouvrant des cônes de vue et en créant un accès direct à l'eau pour les nantais.

La remise en valeur du débouché de la Chézine

(figure 32) est aussi l'occasion de créer une percée dans les hautes structures du quai de la fosse et d'ouvrir les quais bétonnés à une possible recolonisation. Cette solution permet de favoriser des zones de développement de végétation sans pour autant effacer les formes urbaines existantes. Ces dernières peuvent également faire l'objet d'un embellissement et d'une remise en valeur, puisqu'elles sont données à voir par une promenade flottante.

Le quai André Morice est celui qui illustre le mieux l'image actuelle de la végétation ligérienne en ville. Il reste très contraint par le fonctionnalisme de ses quais. Le projet de la Petite Hollande est l'occasion de donner de l'ampleur à la trame verte, et de développer une zone de battement plus large pour la trame bleue (figure 33). La suppression de la double voie de circulation en position basse permet de profiler la rive avec une pente plus douce, et de recréer le profil type des rives battues à marée. La question des enrochements existants est délicate puisqu'ils garantissent une faible érosion des berges, mais aussi le

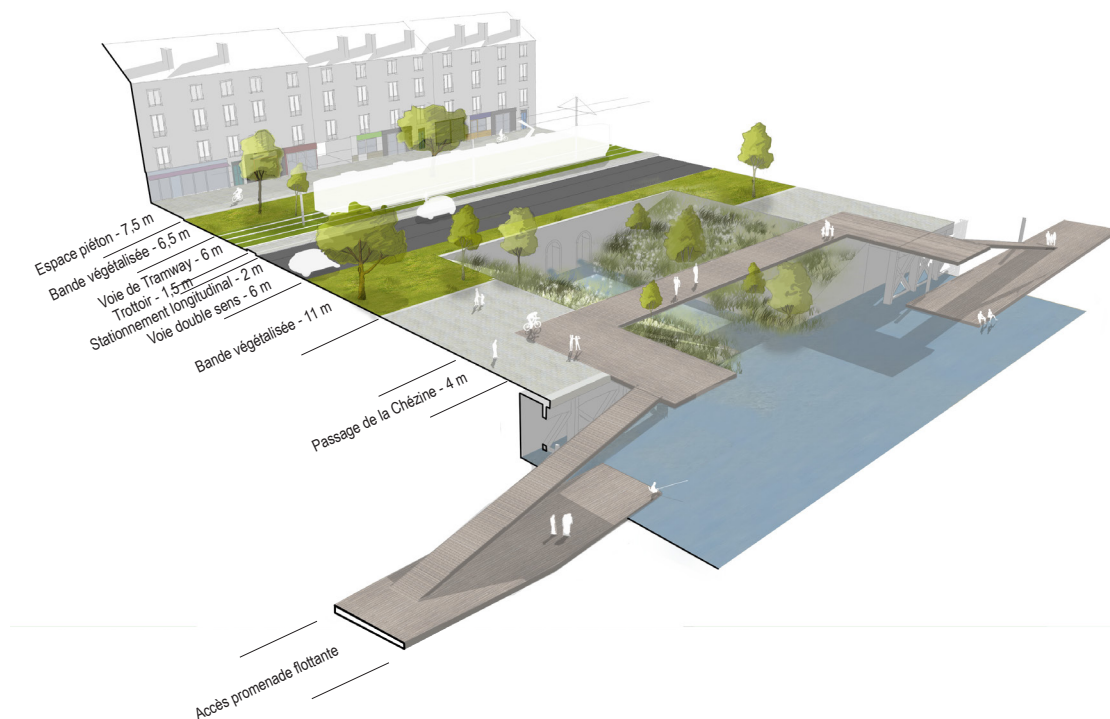


Figure 32 Proposition de mise en valeur de la Chézine (Samuel ANDRE, Phytolab)

dépôt des vases et sédiments supports de la végétation. Ils restent cependant très visibles à marée basse, et peu colonisés en bas de talus (figure 34 et 35). L'adoucissement de la pente permettrait d'effacer l'effet « ravin »

observé une fois la végétation interrompue. Il faudrait voir s'il serait suffisant pour réduire l'enrochement sans compromettre la solidité des rives.

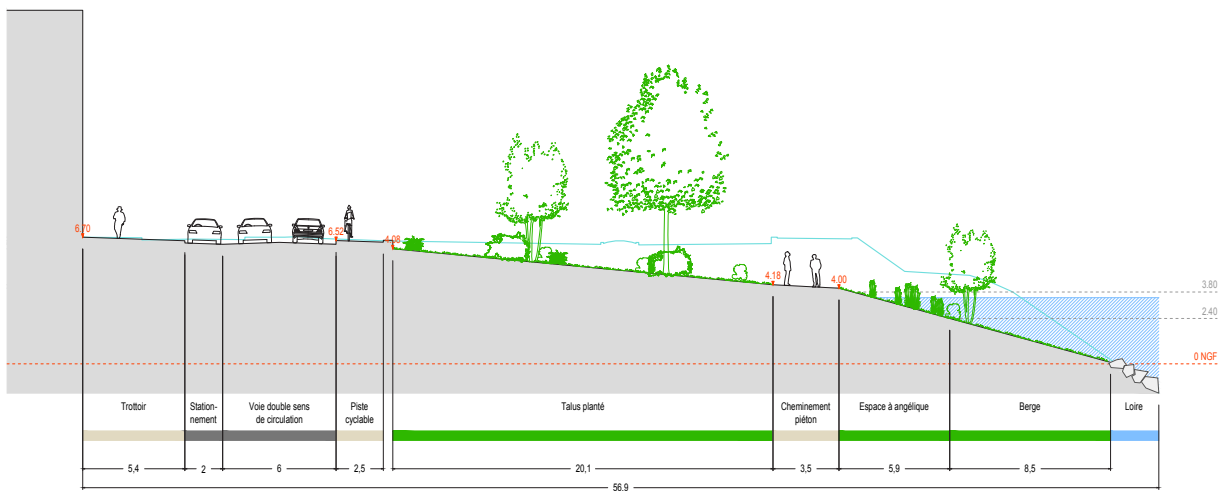


Figure 33 Coupe de principe du profil de berge modifié (Samuel ANDRE, Phytolab)



Figure 34 Quai Magellan à marée haute (Samuel ANDRE)



Figure 35 Quai Magellan à marée basse (Samuel ANDRE)

## 2°) PLANTER LES BERGES POUR FAVORISER LA RÉSILIENCE\* ET SE PRÉMUNIR DES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

La résilience\* d'un écosystème\* est sa capacité à retrouver son fonctionnement normal après une perturbation. Le cas d'une intervention sur les berges de Loire intervient comme un élément perturbateur majeur du système déjà en place, même si l'objectif est de le préserver et de lui donner de l'ampleur. Il faut donc veiller à l'évolution des berges une fois reprofilées, et à sa protection face aux envahissantes qui savent profiter de ces perturbations pour s'implanter.

La reconstitution d'une berge demande une parfaite gestion des espèces qui vont se développer. Si on peut avoir une idée des espèces qui vont s'implanter selon les contraintes du milieu, il peut cependant paraître nécessaire d'initier la résilience\* des berges pour accélérer le processus de cicatrisation, les processus de successions végétales décrits dans la seconde partie pouvant prendre plusieurs années. La bonne reconstitution du couvert végétal est importante pour une stabilisation optimale des berges et la limitation du développement des espèces envahissantes. Elle doit savoir s'inspirer de la forme qui s'établit naturellement, d'où l'importance de bien connaître la végétation de l'habitat reconstitué.

L'idéal est d'implanter une végétation locale pour éviter une pollution génétique, adaptée aux conditions climatiques. Pour ce faire, le mieux est de bouturer les individus locaux des espèces indigènes, lorsque cela est possible, de prélever des graines et de les mettre en culture, ou bien de prélever les plantes dans des milieux identiques, après demande d'autorisation évidemment (Blanchard & al., 2010). Dans le cadre d'aménagements relatifs aux berges de Loire nantaise, il est même demandé dans les OAP du PSMV de respecter la provenance locale : « La restauration ou la

création d'habitats à angélique des estuaires peut faire l'objet d'une plantation de végétaux ligneux typiques des forêts riveraines de la Loire : (1) plançons ou jeunes plants sont à prélever dans la zone à angélique [...] ; (2) possibilité de production en pépinière par contrat de culture à partir des prélèvements dans la zone géographique désignée ». Ces ordres d'actions sont en cohérence avec le plan de conservation de l'angélique qui stipule « qu'aucune autre espèce végétale d'origine cultivée, n'est admise dans les habitats à angélique et à proximité immédiate » (Nantes métropole, 2017).

L'objectif étant d'accompagner la dynamique naturelle de la végétation, le schéma d'implantation des végétaux pendant l'aménagement va conditionner l'espace laissé libre pour le développement d'individus d'espèces spontanées. Ce schéma d'implantation devra respecter la stratification de la végétation. Une densité de plantation moindre selon un schéma irrégulier mimant la nature, va permettre aux semences apportées par la marée de se déposer dans les vases et sédiments (Blanchard & al., 2010). Même s'il est possible d'accélérer l'ensemencement en dispersant de la terre avec une banque de graines locales, il vaut mieux parfois préférer la dynamique naturelle. C'est le cas par exemple de l'angélique des estuaires, qui a normalement toutes ses chances de se réimplanter si son habitat est respectueusement reconstitué. Cela permet d'éviter par ailleurs des démarches et demandes d'autorisations supplémentaires pour prélever les semences d'une espèce protégée.

Pour mesurer l'impact d'un tel aménagement, il est important d'instaurer un suivi de l'intervention avant, pendant et après. Il doit permettre de constater un gain ou une perte de la biodiversité, et mesurer le succès ou l'échec de l'aménagement. Si ce succès est avéré, il sera alors possible de l'optimiser ou le reproduire à plus grande échelle. Le suivi

de l'intervention débute avec l'inventaire de l'existant qui est nécessaire, pour prendre les bonnes décisions d'intervention (cas de présence d'espèces protégées).

Pendant les travaux, il faut veiller à ne pas introduire de plantes invasives et exotiques, en contrôlant les outils employés, l'origine des remblais... Après les travaux, il faut garantir une bonne gestion du site pour un meilleur contrôle de la flore qui s'établit. La gestion des berges inondables se fait de manière autonome par les marées et les crues. Un suivi doit cependant permettre de surveiller le développement d'espèces envahissantes et exotiques. Il est donc nécessaire de former des agents techniques pour savoir reconnaître ces espèces.

### 3°) UN AMÉNAGEMENT PROTECTIONNISTE

Si le succès de renaturation des berges fonctionne, encore faut-il anticiper la possible dégradation du milieu. L'aménagement des rives de Loire dans le projet de la Petite Hollande est l'occasion de redévelopper le corridor de vie, mais pas seulement. Il s'accompagne notamment de nouveaux usages en lien direct avec l'eau : embarcadères, péniches habitées, péniches travaillées ou même simplement espaces de déambulation au bord de la Loire (figure 36). Ce sont autant de nouvelles activités qui vont soumettre le milieu fragile de

l'angélique des estuaires à une fréquentation hypothétiquement nuisible. Il convient donc d'aménager le site de manière simple et efficace, sans pour autant rompre l'ambiance de nature réinstaurée.

La dégradation la plus probable pour ce type d'espace est le piétinement. L'organisation de cheminements permet de diriger les flux et de rendre les berges praticables. Le cheminement doit être agrémenté d'espaces pour approcher l'eau au plus près, d'espaces pour contempler, d'espaces pour s'isoler. Ces espaces, s'ils sont bien anticipés, limiteront le passage sauvage des visiteurs dans les espaces plantés. La mise en défend des zones replantées permet de contenir les visiteurs sur les espaces qui lui sont réservés.

Cette végétation ligérienne, bien plus qu'un écrin pour ces nouveaux usages, doit pouvoir être mise en valeur pour être respectée et protégée par les citoyens. Une signalétique pertinente et judicieusement placée permet d'adresser, par la qualité sensible, un message fort aux visiteurs : responsabilité et sauvegarde. La municipalité nantaise devra donc expliquer et valoriser l'importance d'une naturalité retrouvée en ville, pour toucher et développer la conscience de ses citoyens vers le maintien de la biodiversité.

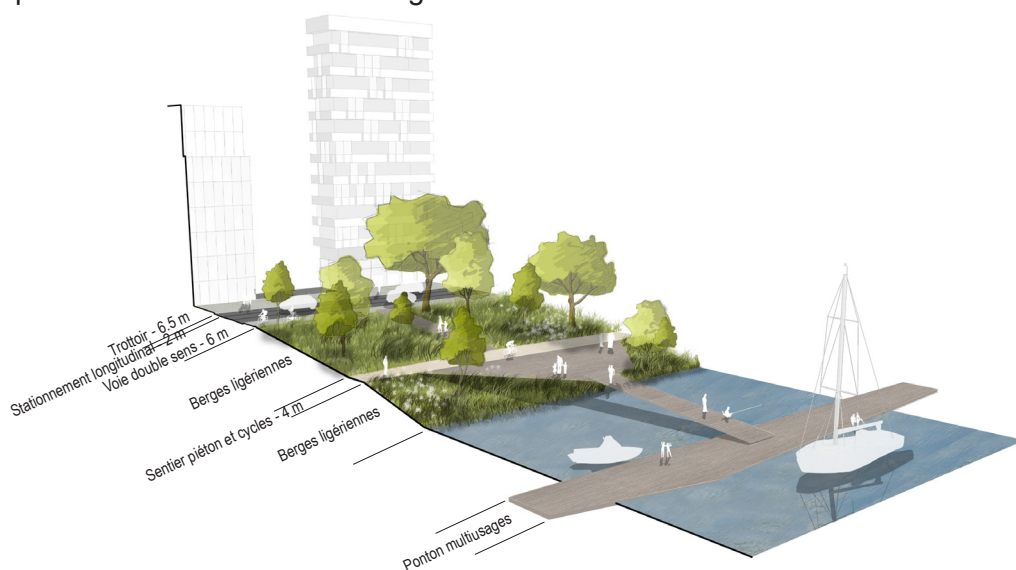


Figure 36

Multiplicité des usages sur les berges reprofilées (Samuel ANDRE, Phytolab)

## CONCLUSION

A l'image de Nantes et son rapport à la Loire, les villes fluviales ont adapté le lit de leur cours d'eau aux usages. Dans un aménagement centré sur un fleuve, il est important de réinterroger la typologie des berges afin de déterminer s'il est primordial de conserver les formes indurées urbaines ou si elles doivent servir d'accroche au projet. La valeur des berges ne se limite plus à l'usage actuel qu'il en est fait. Elle est à relier à l'image patrimoniale des éléments architecturaux qu'elles évoquent. A cela s'ajoute la problématique de la biodiversité du corridor écologique d'un cours d'eau, souvent menacée par la trame urbaine. Doit-on valoriser le patrimoine bâti ou la richesse de la trame verte ?

L'étude des différentes typologies montre la coexistence de végétation et de formes indurées, ce qui nous pousse à esquisser une nouvelle forme de berge, qui marie richesse écologique et mise en valeur des éléments patrimoniaux, plutôt que de valoriser un type de patrimoine.

L'intérêt et la force des écosystèmes sur la qualité de vie d'un espace participent aujourd'hui à la mouvance du retour de la nature en ville. Ils nous incitent à retrouver les formations végétales autonomes et naturelles.

La richesse floristique inscrite dans la dynamique naturelle, est surtout liée à l'effet des facteurs environnementaux. Une espèce se développe à un endroit donné, parce qu'elle y retrouve les caractéristiques de son habitat. Avant même de chercher à implanter une végétation donnée, il convient de déterminer le bon maillon de berge qui définit les espèces qui enrichissent le milieu. L'adaptation du profil de berge doit ensuite pouvoir accroître le nombre d'individus d'une population plutôt qu'envisager de multiplier le nombre d'espèces. C'est la nature qui doit être le guide à suivre en matière de plantation, assurant une pérennité

à l'aménagement. L'intervention humaine peut cependant s'avérer utile lorsque le milieu perturbé pendant la réalisation des travaux est soumis aux exotiques envahissantes.

L'enrichissement floristique des berges de manière ponctuelle doit pouvoir être à l'initiative d'une renaturation des berges généralisée à l'ensemble des cours d'eau. La succession de maillons restaurés autonomes à petite échelle structure à plus grande échelle, le corridor de vie. Le petit est à l'origine du grand.

## BIBLIOGRAPHIE

AURAN. Agence d'Etudes Urbaines de l'Agglomération Nantaise. (2012). *Atlas des rives de Loire : territoires stratégiques et de projets*

Barraud, R., Carcaud, N., Davodeau, H., Montembault, D., & Pordoy, C. (2013). *Les épis de la Loire armoricaine, un héritage à la patrimonialité incertaine*. *Norois*, (228), 39-52. <https://doi.org/10.4000/norois.4729>

Blanchard, F., Pradel, C., & Quenesson, A. (2010). *Memento des bonnes pratiques à l'usage des gestionnaires et aménageurs des berges*. Audenge : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique

Broudichou, A., Goetschy, N., Histace, C., & Operiol, P. (2016). *L'eau en Loire-Bretagne n°90*. Agence de l'eau Loire-Bretagne.

Cabral, P., Feger, C., Levrel, H., Chambolle, M., & Basque, D. (2016). *Assessing the impact of land-cover changes on ecosystem services: A first step toward integrative planning in Bordeaux, France*. *Ecosystem Services*, 22, 318-327. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.08.005>

CORELA. Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents. (2012). *Inventaire et cartographie des berges de Loire entre Saint Nazaire et Montsoreau*

Cornet, C. (1996). *Nantes, le comblement de la Venise de l'Ouest*. Montreuil-Bellay: Éd. CMD.

Dupuis-Tate, M.-F., & Fischesser, B. (2003). *Rivières et paysages*. Paris: Martinière

Guidet, T. (2015). *Nantes, ville nature*. Place publique.

Moatar, F., & Dupont, N. (Éd.). (2016). *La Loire fluviale et estuarienne: un milieu en évolution*.

Versailles: Quae

Lacroix, P., Figureau, C., & Garcia Melgares, J. (2009). *Angélique des estuaires, un enjeu de la biodiversité*.

Nantes métropole. (2017). *Plan de sauvegarde et de mise en valeur Orientations d'aménagement et de programmation* (Pièce N°2-6).

Pajot, S. (2006 a) . Nantes fascinante: trésors photographiques de la mémoire d'une ville. Château-d'Olonne : D'Orbestier.

Pajot, S. (2006 b) . Nantes la jolie: photographies inédites de la mémoire d'une ville. Le Château-d'Olonne : D'Orbestier.

Phytolab. (2015). *Schéma de cohérence des espaces publics de Nantes*

## SITOGRAPHIE

[1] CONSERVATOIRE DU LITTORAL, Estuaire de la Loire, <http://www.conservatoire-du-littoral.fr/siteLittoral/302/28-estuaire-de-la-loire-44-loire-atlantique.htm>, consulté le 19 août 2017

[2] PORT DE NANTES SAINT NAZAIRE, histoire du port, <http://www.nantes.port.fr/decouvrir-lactivite-portuaire/histoire-du-port/>, consulté le 21 août 2017

[3] AGENCE FRANCAISE POUR LA BIODIVERSITÉ, Procédures relatives aux dérogations, <http://www.espaces-naturels.fr/Actualites/Juridique/Nouvelle-procedure-relative-aux-derogations-Especies-protgees>, consulté le 4 septembre 2017

[4] VIGICRUES, Données en temps réel, <https://www.vigicrues.gouv.fr>, le 12 Août 2017



CFR Angers

CFR Rennes

### Mémoire de Fin d'Études

Année universitaire : 2016-2017

Spécialité : Paysage

Spécialisation : Maîtrise d'œuvre et  
ingénierie

d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences  
agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysages

de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques,  
agroalimentaires, horticoles et du paysage

d'un autre établissement (étudiant arrivé e M2)

**Comment un projet urbain centré sur un fleuve peut-il développer la richesse floristique des berges en ré adaptant les formes urbaines établies?**

Par : Samuel ANDRE

## ANNEXES

*Soutenu à Angers le 26 septembre 2017*

**Devant le jury composé de :**

Président : Hervé Davodeau

Maître de stage : Christophe Cozette

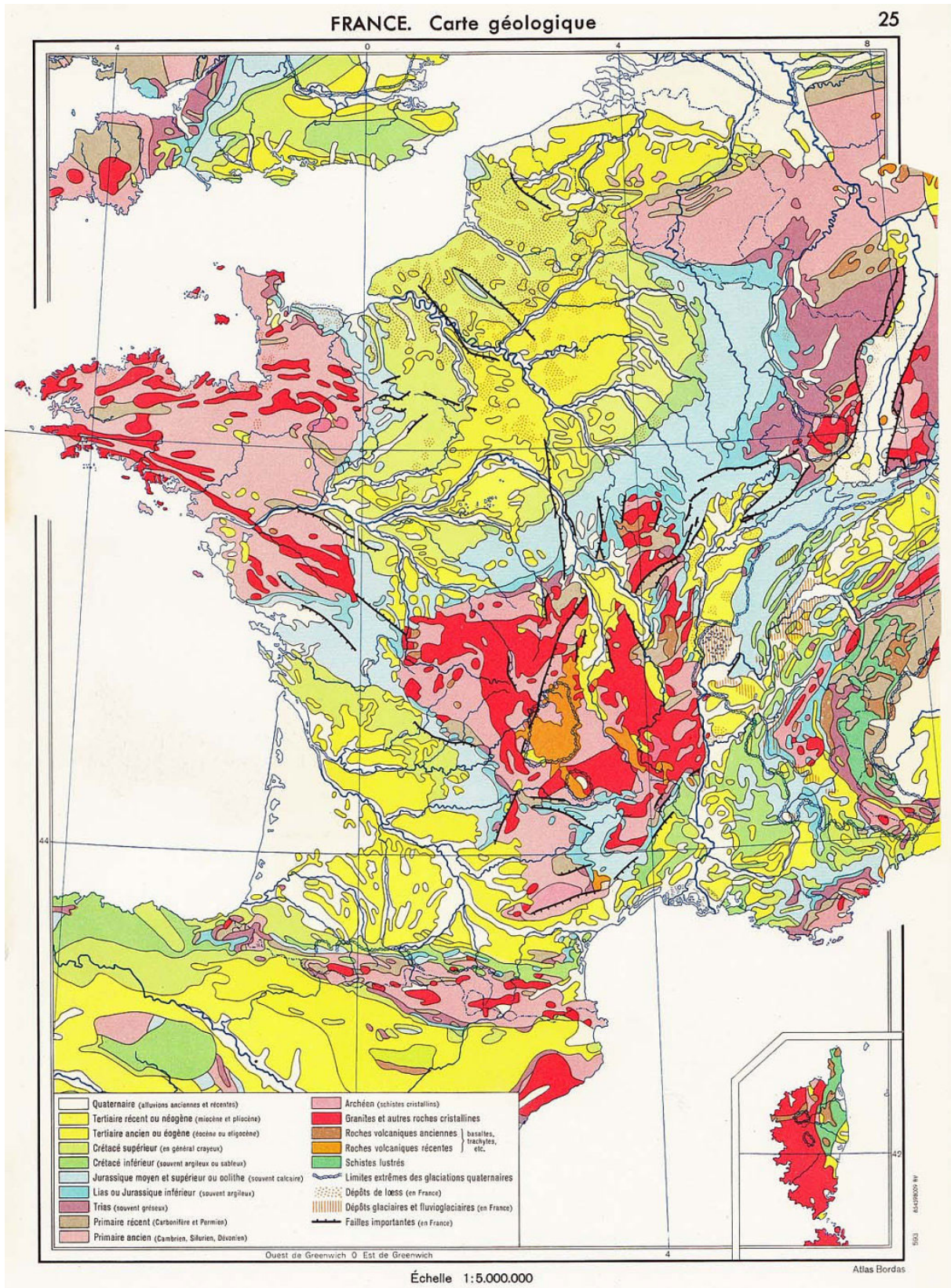
Enseignant référent : Valéry Malécot



# Annexe I le cycle de l'eau (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003)

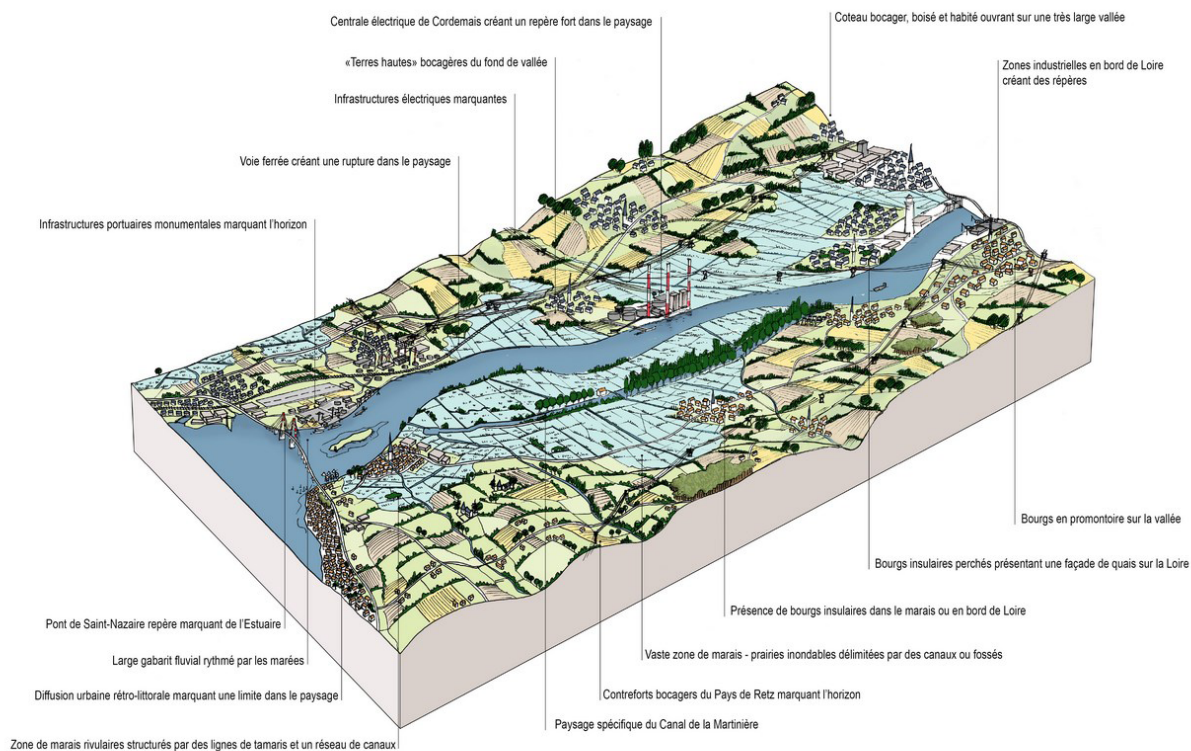


Annexe II Carte géologique simplifiée de France (<http://www.geologues-prospecteurs.fr/documents/cartes-geologiques-france/index.php>)



## Annexe III Unité paysagère de la Loire estuarienne (<http://www.paysages.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/la-loire-estuarienne-a459.html>)

Bloc-diagramme de l'unité paysagère de la Loire estuarienne (32)



## Annexe IV Extrait de la classification niveau 2 des habitats selon la base CORINE Biotope (<https://inpn.mnhn.fr>)

CD_H AB	FG_VA LIDITE	CD_TY PO	LB_CO DE	LB_HAB_FR	LB_NIVEAU	DESCRIPTIF_CB97_FR
490	NR	22	34	Pelouses calcicoles sèches et steppes	Niveau 2	Pelouses sèches et thermophiles des plaines, collines (étage collinéen) et étage montagnard, sur des sols principalement calcaires, sur sables, à la surface de rochers décomposés ; steppes ; formations de lisières forestières thermophiles.
491	NR	22	42	Forêts de conifères	Niveau 2	Forêts et bois de conifères indigènes, à l'exception des forêts riveraines et des forêts marécageuses ; formations dominées par des conifères, y compris celles incluant des feuillus sempervirents.
492	NR	22	41	Forêts caducifoliées	Niveau 2	Forêts et terrains boisés d'arbres indigènes caducifoliés (autres que des forêts riveraines ou de terrains marécageux). Les forêts dominées par des feuillus caducifoliés mais comprenant des espèces sempervirentes sclérophylles sont incluses.
493	NR	22	35	Pelouses silicicoles sèches	Niveau 2	Pelouses atlantiques et sub-atlantiques des sols fortement acides et pauvres ; pelouses des sables décalcifiés ; pelouses silicicoles méditerranéennes.
494	NR	22	38	Prairies mésophiles	Niveau 2	Pâturages et prairies fauchées mésophiles de plaine et de montagne.
495	NR	22	36	Pelouses alpines et subalpines	Niveau 2	Pelouses des étages alpin et subalpin des Alpes, des Pyrénées, du Jura, du Massif central, avec des avants-postes très fragmentaires dans la grande région hercynienne de l'Europe moyenne ; pelouses des étages oro-méditerranéen et cryo-méditerranéen (sensu Peinadi Lorca et Rivas-Martinez, 1987) de Corse, ...
496	NR	22	37	Prairies humides et mégaphorbiaies	Niveau 2	Prairies humides non fertilisées ou faiblement fertilisées ; mégaphorbiaies.
497	NR	22	61	Eboulis	Niveau 2	Surfaces végétalisées ou partiellement végétalisées et fréquemment instables constituées de pierres, de blocs, de galets ou de débris rocheux sur les versants escarpés, engendrées par l'érosion en terrain montagneux. Elles sont bien développées dans les Alpes, les Pyrénées et les montagnes méditerranéennes ainsi que dans les collines.
498	NR	22	65	Grottes	Niveau 2	Toute grotte naturelle ou tout système cavernicole naturel. Ils donnent asile à diverses communautés animales qui leurs sont strictement inféodées. La classification des grottes basée sur la présence de ces communautés doit être utilisée pour subdiviser cette unité. Provisoirement, ce qui suit, contenant uniquement des vertébrés endémiques, doit, au bas mot, être distingué.
499	NR	22	66	Communautés des sites volcaniques	Niveau 2	Sites et produits de l'activité volcanique récente hébergeant des communautés biologiques distinctes.
500	NR	22	81	Prairies améliorées	Niveau 2	Prairies permanentes semées ou très fortement fertilisées, parfois aussi traitées avec des herbicides sélectifs, avec une flore et une faune appauvries.
501	NR	22	82	Cultures	Niveau 2	Champs de céréales, betteraves, tournesols, légumineuses fourragères, pommes de terre et autres plantes récoltées annuellement. La qualité et la diversité faunistiques et floristiques dépendent de l'intensité des pratiques agricoles et de la présence de marges ou de bordures de végétation naturelle entre les champs. Si des arbres sont présents, ils peuvent être indiqués simultanément par l'usage des codes 83 ou 84 en complément du présent code.

Annexe V Le corridor de vie (Dupuis-Tate & Fischesser, 2003)





# Annexe VI Extrait de l'annexe I de la Directive Habitat (source : DIRECTIVE 92/43/CEE DU CONSEIL du 21 mai 1992)

## ANNEXE I

### TYPES D'HABITATS NATURELS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE DONT LA CONSERVATION NÉCESSITE LA DÉSIGNATION DE ZONES SPÉCIALES DE CONSERVATION

#### Interprétation

Des orientations pour l'interprétation des types d'habitats sont données dans le «Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne» tel qu'approuvé par le comité établi par l'article 20 («Comité Habitats») et publié par la Commission européenne (1).

Le code correspond au code NATURA 2000.

Le signe «\*» indique les types d'habitat prioritaires.

#### 1. HABITATS CÔTIERS ET VÉGÉTATIONS HALOPHYTIQUES

##### 11. Eaux marines et milieux à marées

1110 Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine

1120 \* \* Herbiers à *Posidonia* (*Posidonium oceanicae*)

1130 Estuaires

1140 Replats boueux ou sableux exondés à marée basse

1150 \* Lagunes côtières

1160 Grandes criques et baies peu profondes

1170 Récifs

1180 Structures sous-marines causées par des émissions de gaz

##### 12. Falaises maritimes et plages de galets

1210 Végétation annuelle des laissés de mer

1220 Végétation vivace des rivages de galets

1230 Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques

1240 Falaises avec végétation des côtes méditerranéennes avec *Limonium* spp. endémiques

1250 Falaises avec flore endémique des côtes macaronésiennes

##### 13. Marais et prés-salés atlantiques et continentaux

1310 Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses

1320 Prés à *Spartina* (*Spartinion maritimae*)

1330 Prés-salés atlantiques (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)

1340 \* Prés-salés intérieurs

##### 14. Marais et prés-salés méditerranéens et thermo-atlantiques

1410 Prés-salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)

1420 Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (*Sarcocorneteta fruticosi*)

1430 Fourrés halo-nitrophiles (*Pegano-Salsoletea*)

##### 15. Steppes intérieures halophiles et gypsophiles

1510 \* Steppes salées méditerranéennes (*Limonietaalia*)

1520 \* Végétation gypseuse ibérique (*Gypsophiletalia*)

1530 \* Steppes salées et marais salés pannoniques

##### 16. Archipel, côtes et surfaces émergentes de la Baltique boréale

1610 Îles esker de la Baltique avec végétation des plages de sable, de rochers ou de galets et végétation sublittorale

1620 Îlots et petites îles de la Baltique boréale

1630 \* Prairies côtières de la Baltique boréale

1640 Plages de sable avec végétation vivace de la Baltique boréale

1650 Criques étroites de la Baltique boréale

#### 2. DUNES MARITIMES ET INTÉRIEURES

##### 21. Dunes maritimes des rivages atlantiques, de la mer du Nord et de la Baltique

2110 Dunes mobiles embryonnaires

2120 Dunes mobiles du cordon littoral à *Ammophila arenaria* («dunes blanches»)

2130 \* Dunes côtières fixées à végétation herbacée («dunes grises»)

2140 \* Dunes fixées décalcifiées à *Empetrum nigrum*

2150 \* Dunes fixées décalcifiées atlantiques (*Calluno-Uliceteta*)

2160 Dunes à *Hippophaë rhamnoides*

2170 Dunes à *Salix repens* ssp. *argentea* (*Salicion arenariae*)

2180 Dunes boisées des régions atlantique, continentale et boréale

2190 Dépressions humides intradunales

21A0 Machairs (\* en Irlande)

##### 22. Dunes maritimes des rivages méditerranéens

2210 Dunes fixées du littoral du *Crucianellion maritimae*

2220 Dunes à *Euphorbia terracina*

2230 Dunes avec pelouses du *Malcolmietalia*

2240 Dunes avec pelouses du *Brachypodietalia* et de plantes annuelles

2250 \* Dunes littorales à *Juniperus* spp.

2260 Dunes à végétation sclérophylle du *Cisto-Lavenduletalia*

2270 \* Dunes avec forêts à *Pinus pinea* et/ou *Pinus pinaster*

##### 23. Dunes intérieures, anciennes et décalcifiées

2310 Landes psammophiles sèches à *Calluna* et *Genista*

2320 Landes psammophiles sèches à *Calluna* et *Empetrum nigrum*

2330 Dunes intérieures avec pelouses ouvertes à *Corynephorus* et *Agrostis*

2340 \* Dunes intérieures pannoniques

#### 3. HABITATS D'EAUX DOUCES

##### 31. Eaux dormantes

3110 Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (*Littorelletalia uniflorae*)

3120 Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp.

3130 Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation du *Littorelletalia uniflorae* et/ou du *Isoëto-Nanojuncetalia*

3140 Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp.

3150 Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou *Hydrocharition*

(1) «Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne, version EUR 15/2» adopté par le Comité Habitats le 4 octobre 1999 et «Modifications du "Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne" en vue de l'élargissement de l'UE» (Hab. 01/11b-rev. 1) adopté par le Comité Habitats le 24 avril 2002 après consultation écrite, Commission européenne, DG ENV.

- 3160 Lacs et mares dystrophes naturels
- 3170 \* Mares temporaires méditerranéennes
- 3180 \* Turloughs
- 3190 Lacs de karst gypseux
- 31A0 \* Lits de lotus transylvaniens de sources chaudes
- 32. Eaux courantes — tronçons de cours d’eaux à dynamique naturelle et semi-naturelle (lits mineurs, moyens et majeurs), dont la qualité de l’eau ne présente pas d’altération significative**
- 3210 Rivières naturelles de Fennoscandie
- 3220 Rivières alpines avec végétation ripicole herbacée
- 3230 Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à *Myricaria germanica*
- 3240 Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à *Salix elaeagnos*
- 3250 Rivières permanentes méditerranéennes à *Glaucium flavum*
- 3260 Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculus fluitans* et du *Callitriche-Batrachion*
- 3270 Rivières avec berges vaseuses avec végétation du *Chenopodium rubri* p. p. et du *Bidention* p.p.
- 3280 Rivières permanentes méditerranéennes du *Paspalo-Agrostidion* avec rideaux boisés riverains à *Salix* et *Populus alba*
- 3290 Rivières intermittentes méditerranéennes du *Paspalo-Agrostidion*
4. LANDES ET FOURRÉS TEMPÉRÉS
- 4010 Landes humides atlantiques septentrionales à *Erica tetralix***
- 4020 \* Landes humides atlantiques tempérées à *Erica ciliaris* et *Erica tetralix*
- 4030 Landes sèches européennes
- 4040 \* Landes sèches atlantiques littorales à *Erica vagans*
- 4050 \* Landes macaronésiennes endémiques
- 4060 Landes alpines et boréales
- 4070 \* Fourrés à *Pinus mugo* et *Rhododendron hirsutum* (*Mugo-Rhododendretum hirsutum*)
- 4080 Fourrés de *Salix* spp. subarctiques
- 4090 Landes oro-méditerranéennes endémiques à genêts épineux
- 40A0 \* Fourrés péri-pannoniques subcontinentaux
- 40B0 Taillis de *Potentilla fruticosa* des Rhodopes
- 40C0 \* Taillis caducifoliés ponto-sarmatiques
5. FOURRÉS SCLÉROPHYLLÉS (MATORRALS)
- 51. Fourrés subméditerranéens et tempérés**
- 5110 Formations stables xérothermophiles à *Buxus sempervirens* des pentes rocheuses (*Berberidion* p.p.)
- 5120 Formations montagnardes à *Cytisus purgans*
- 5130 Formations à *Juniperus communis* sur landes ou pelouses calcaires
- 5140 \* Formations à *Cistus palhinhae* sur landes maritimes
- 52. Matorrals arborescents méditerranéens**
- 5210 Matorrals arborescents à *Juniperus* spp.
- 5220 \* Matorrals arborescents à *Zyziphus*
- 5230 \* Matorrals arborescents à *Laurus nobilis*
- 53. Fourrés thermoméditerranéens et présteppiques**
- 5310 Taillis de *Laurus nobilis*
- 5320 Formations basses d'euphorbes près des falaises
- 5330 Fourrés thermoméditerranéens et prédesertiques
- 54. Phryganes**
- 5410 Phryganes ouest-méditerranéennes des sommets de falaise (*Astragalus Plantaginatum subulatae*)
- 5420 *Sarcopoterium spinosum* phryganes
- 5430 Phryganes endémiques du *Euphorbio-Verbascion*
6. FORMATIONS HERBEUSES NATURELLES ET SEMI-NATURELLES
- 61. Pelouses naturelles**
- 6110 \* Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles du *Alysso-Sedion albi*
- 6120 \* Pelouses calcaires de sables xériques
- 6130 Pelouses calaminaires du *Violetalia calaminariae*
- 6140 Pelouses pyrénéennes siliceuses à *Festuca eskia*
- 6150 Pelouses boréo-alpines siliceuses
- 6160 Pelouses oro-ibériques à *Festuca indigesta*
- 6170 Pelouses calcaires alpines et subalpines
- 6180 Pelouses mésophiles macaronésiennes
- 6190 Pelouses pannoniques rupicoles (*Stipo-Festucetalia pallentis*)
- 62. Formations herbeuses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement**
- 6210 Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*) (\* sites d'orchidées remarquables)
- 6220 \* Parcours substeppiques de graminées et annuelles du *Thero-Brachypodietea*
- 6230 \* Formations herbeuses à *Nardus*, riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale)
- 6240 \* Pelouses steppiques sub-pannoniques
- 6250 \* Pelouses steppiques pannoniques sur loess
- 6260 \* Steppes pannoniques sur sables
- 6270 \* Pelouses fennoscandienne de basse altitude, sèches à mésophiles, riches en espèces
- 6280 \* Alvar nordique et roches plates calcaires pré-cambriennes
- 62A0 Pelouses sèches de la région subméditerranéenne orientale (*Scorzoneratalia villosae*)
- 62B0 \* Pelouses serpentiphiles de Chypre
- 62C0 \* Steppes ponto-sarmatiques
- 62D0 Pelouses acidophiles oro-moesiennes
- 63. Forêts sclérophylles pâturées (dehesas)**
- 6310 Dehesas à *Quercus* spp. sempervirents
- 64. Prairies humides semi-naturelles à hautes herbes**
- 6410 Prairies à *Molinia* sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caeruleae*)
- 6420 Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes du *Molinio-Holoscchoenion*
- 6430 Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin



# Annexe VII Extrait de l'annexe II de la directive Habitat (source : DIRECTIVE 92/43/CEE DU CONSEIL du 21 mai 1992)

## ANNEXE II

### ESPÈCES ANIMALES ET VÉGÉTALES D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE DONT LA CONSERVATION NÉCESSITE LA DÉSIGNATION

#### Interprétation

- a) L'annexe II est complémentaire à l'annexe I pour la réalisation d'un réseau cohérent de zones spéciales de conservation.
- b) Les espèces figurant à la présente annexe sont indiquées:
- par le nom de l'espèce ou de la sous-espèce, ou
  - par l'ensemble des espèces appartenant à un taxon supérieur ou à une partie désignée dudit taxon.

L'abréviation «spp.» suivant le nom d'une famille ou d'un genre sert à désigner toutes les espèces appartenant à cette famille ou à ce genre.

- c) Symboles

Un astérisque (\*) placé devant le nom d'une espèce indique que ladite espèce est une espèce prioritaire.

La plupart des espèces figurant à la présente annexe sont reprises à l'annexe IV. Lorsqu'une espèce qui figure à la présente annexe n'est reprise ni à l'annexe IV ni à l'annexe V, son nom est suivi du signe (o); lorsqu'une espèce qui figure à la présente annexe n'est pas reprise à l'annexe IV mais figure à l'annexe V, son nom est suivi du signe (V).

#### a) ANIMAUX VERTÉBRÉS

#### MAMMIFÈRES

#### INSECTIVORA

#### Talpidae

*Galemys pyrenaicus*

#### CHIROPTERA

#### Rhinolophidae

*Rhinolophus blasii*

*Rhinolophus euryale*

*Rhinolophus ferrumequinum*

*Rhinolophus hipposideros*

*Rhinolophus mehelyi*

#### Vespertilionidae

*Barbastella barbastellus*

*Miniopterus schreibersii*

*Myotis bechsteinii*

*Myotis blythii*

*Myotis capaccinii*

*Myotis dasycneme*

*Myotis emarginatus*

*Myotis myotis*

#### Pteropodidae

*Rousettus aegyptiacus*

#### RODENTIA

#### Gliridae

*Odontites granatensis* Boiss.

\* *Pedicularis sudetica* Willd.

*Rhinanthus oesilensis* (Ronniger & Saarsoo) Vassilcz

*Tozzia carpathica* Wol.

*Verbascum litigiosum* Samp.

*Veronica micrantha* Hoffmanns. & Link

\* *Veronica oetaea* L.-A. Gustavsson

#### SOLANACEAE

\* *Atropa baetica* Willk.

#### THYMELAEACEAE

\* *Daphne arbuscula* Celak

*Daphne petraea* Leybold

\* *Daphne rodriguezii* Texidor

#### ULMACEAE

*Zelkova abelicea* (Lam.) Boiss.

#### UMBELLIFERAE

\* *Angelica heterocarpa* Lloyd

*Angelica palustris* (Besser) Hoffm.

\* *Apium bermejoi* Llorens

*Apium repens* (Jacq.) Lag.

*Athamanta cortiana* Ferrarini

\* *Bupleurum capillare* Boiss. & Heldr.

\* *Bupleurum kakiskalae* Greuter

*Eryngium alpinum* L.

\* *Eryngium viviparum* Gay

\* *Ferula sadleriana* Lebed.

*Hladnikia pastinacifolia* Reichenb.

\* *Laserpitium longiradium* Boiss.

\* *Naufraga balearica* Constans & Cannon

\* *Oenanthe conioides* Lange

*Petagnia saniculifolia* Guss.

*Rouya polygama* (Desf.) Coincy

\* *Seseli intricatum* Boiss.

*Seseli leucospermum* Waldst. et Kit

*Thorella verticillatunidata* (Thore) Briq.

#### VALERIANACEAE

*Centranthus trinervis* (Viv.) Beguinot

#### VIOLACEAE

*Viola delphinantha* Boiss.

\* *Viola hispida* Lam.

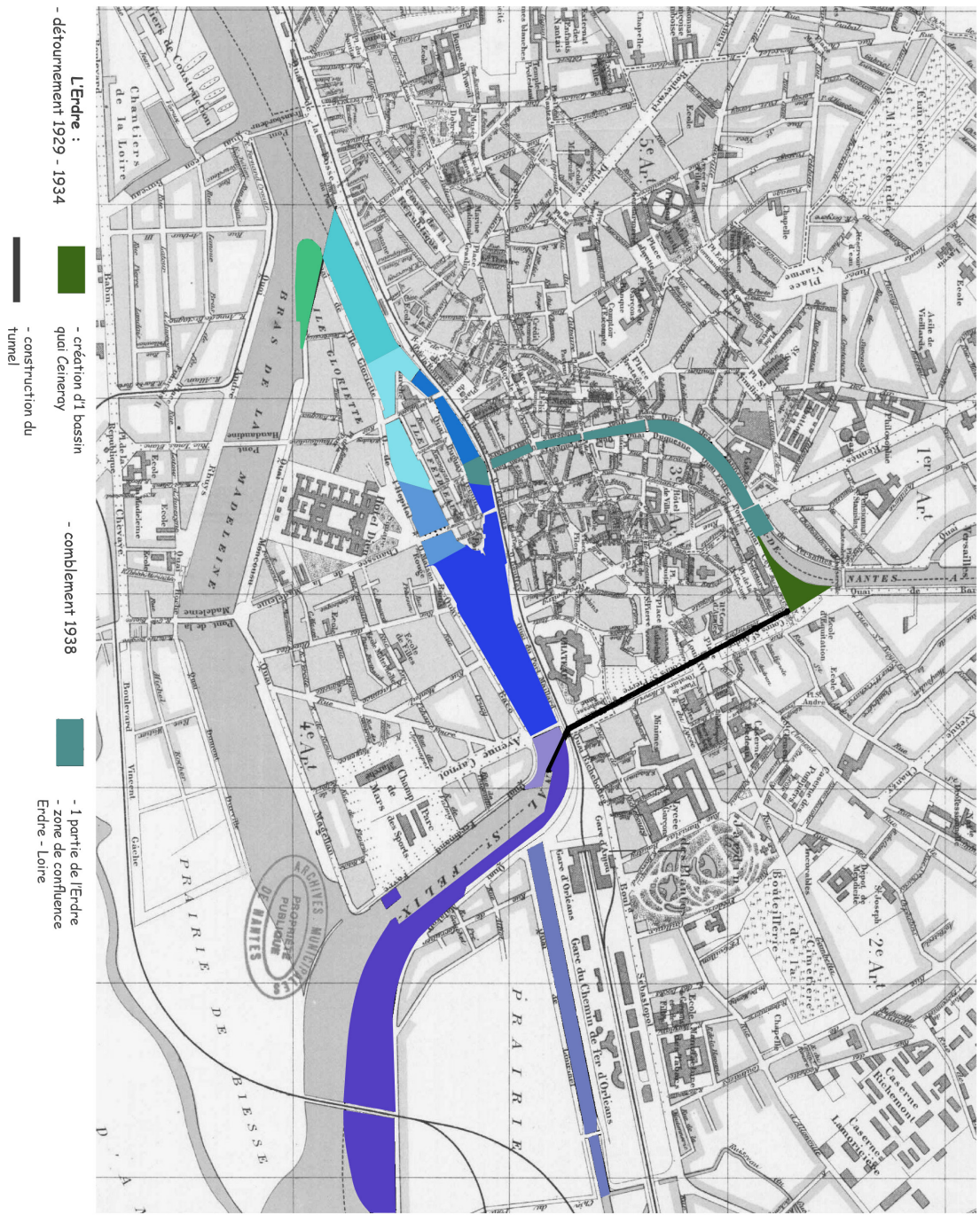
*Viola jaubertiana* Mares & Vigineix

*Viola rupestris* F.W. Schmidt subsp. *relicta* Jalas

#### PLANTES INFÉRIEURES

#### BRYOPHYTA

# Annexe VIII Les grands complements de Loire (Source archives municipales)



- Les bras de la Loire :**
- Bras de la Bourse**

  - 1926-1927 : autour du pont de la Bourse

- Bras de l'Hôpital**

  - partie centrale
  - 1929-1931 : autour du pont Mauduit
  - 1930-1936 : autour du pont de la Belle Croix

- secteur aval**

  - 1928 : rescindement de l'île Gloriette
  - 1931-1934 : en aval des terrains comblés

- secteur amont**

  - 1936-1938 : entre la Poissonnerie et le pont de la Rotonde

- Bras de Saint Félix**

  - 1933-1934 : remblais du quai Malakoff + entre le tunnel et le pont Traktir
  - 1938 : en amont du pont de la Rotonde
  - 1941 : comblement du canal de la Gare

## Annexe IX Phytocénoses observées entre Saint Nazaire et Montsoreau (Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents, 2012)

### Milieus semi aquatiques :

- Roselières halophiles :

- *Aster tripolum*, *Beta vulgaris*, *Atriplex prostrata*. Pied ou talus de berge (Association *Scirpetum compacti* (van Langendonck & Beeftink 1931) Beeftink 1957 [ass].)
- Association *Scirpetum triquetri* Zonneveld 1955 corr. et em. Géhu et Biondi 1988 [ass.] : vases molle mise en mouvement lors des marées : (*Schoenoplectus triqueteter*) y a été observé accompagné, entre autre, d'un *Eleocharis* (probablement *Eleocharis bonariensis*) et de *Juncus compressus*.
- Roselière à phragmite : phragmite souvent la seule espèces, sol hydromorphe inondé, vaseux, eaux méso eutrophes

- La mégaphorbiaie saumâtre : angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa*), association du *Convolvulo sepium* – *Angelicetum heterocarpace* Géhu & Géhu-Franck 1978 [ass.] (syn. *Calystegio sepium* - *Angelicetum heterocarpace*) . En amont des estuaires, substrats oligohalins à saumâtre, inondés par marées. On trouve aussi : *Senecio aquaticus*, *Oenanthe crocata* dans des substrat oligo halins, inondés lors des grandes marées.

- Végétations des grèves et des bancs de sables exondés à l'étiage (exemple de formations observées : mégaphorbiaie (*Urtico dioicae* – *Calystegietum sepium* Görs et Müller 1969 [ass.] ) ; magnocariçaie (*Magnocaricetalia elatae Pignati* 1954 [ord.]) ; *Bidentetea tripartitae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951 [cl.]

- Mégaphorbiaie douce : dépressions humides, sols riches en sédiments, association de l'*Urtico dioicae* - *Calystegietum sepium* Görs et Müller 1969 [ass.] avec *Calystegia sepium*, *Urtica dioica*, *Galium asparine*, *phalaris arundinacea*

### Les boisements :

- La saulaie blanche, interface entre strate herbacée des pieds de berges et chênaie ormaie. Difficulté insertion blocs rocheux et pentes abruptesb

- La saulaie arbustive : *Salix x rubens*, *phalaris arundinacea*, *lythrum salicaria*

- Frênaie-ormaise : emprise d'une largeur de haie –

- Strate arborée : *Fraxinus angustifolia* et *Fraxinus excelsior*, parfois *Acer negundo*
- Strate arbustive : *Ulmus minor*, *Crataegus monogyna*, *Rhamnus cathartica*, *Prunus spinosa*
- Strate herbacée : *Aristolochia clematitidis*, *Calystegia sepium*, *Anthiscus sylvestris*, *Arctium lappa*

### Milieus ouverts :

- Agropyraie : végétation xérophile sur berges sableuses : *Elytrigia repens*, *Elytrigia campestris*

- Prairie de hautes berges : 2 alliances observées :

- *Brachypodio rupestris* – *Centaureion nemoralis* Br.-Bl. 1967 [all.] avec *Arrhenaterum elatius*, *Gaudinia fragilis*, *Bromus hordeaceus* dans les prairies de fauches thermophiles, mésotrophes à méso oligotrophes
- *Cynosurion cristati* Tüxen 1947 [all.] : rives mésoeutrophes à eutrophes soumises au tassement : *Lolium perenne*, *Cynosurus cristatus*, *Trifolium repens*, *Bellis perennis*, *Taraxacum officinalis*

- Levées maçonnées : classe du *Parietarietea judaica* Rivas-Martinez in Rivas Goday 1964 [cl.] : *Sedum sp*, *Cymbalaria muralis*, *Centranthus ruber*

## Annexe X Liste de la flore invasive (CORELA 2012)

NOM LATIN	NOM VERNACULAIRE	Catégorie invasive
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailanthe	IA1
<i>Aster lanceolatus</i>	Aster lancéolé	IA1
<i>Azolla filiculoides</i>	Azolla fausse-fougère	IA1
<i>Bidens frondosa</i>	Bident feuillé	IA1
<i>Egeria densa</i>	Égéria, Élodée dense	IA1
<i>Elodea nuttallii</i>	Élodée à feuilles étroites	IA1
<i>Eragrostis pectinacea</i>	Éragrostis en peigne	IA1
<i>Lemna minuta</i>	Lentille d'eau minuscule	IA1
<i>Lindernia dubia</i>	Lindernie fausse-gratiolle	IA1
<i>Paspalum distichum</i>	Paspale à deux épis	IA1
<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	IA1
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	Renouée de Sakhaline	IA1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux-acacia	IA1
<i>Baccharis halimifolia</i>	Baccharis	IA1/3
<i>Cuscuta australis</i>	Cuscute du Bident	IA1/3
<i>Ludwigia uruguayensis</i>	Ludwigie à grandes fleurs	IA1/3
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Myriophylle aquatique	IA1/3
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Ambroise élevée	IA2
<i>Artemisia verlotiorum</i>	Armoise de Chine	IP2
<i>Berteroa incana</i>	Alysson blanc, Alysse blanche	IP2
<i>Buddleja davidii</i>	Arbre à papillon	IP2
<i>Conyza sumatrensis</i> var. <i>floribunda</i>	Vergerette à fleurs nombreuses	IP2
<i>Cortaderia selloana</i>	Herbe de la Pampa	IP2
<i>Paspalum dilatatum</i>	Paspale dilaté	IP2
<i>Senecio inaequidens</i>	Séneçon sud-africain	IP2
<i>Sporobolus indicus</i>	Sporobole fertile	IP2
<i>Claytonia perfoliata</i>	Claytonie perfoliée	IP5
<i>Cyperus eragrostis</i>	Souchet vigoureux	IP5
<i>Epilobium adenocaulon</i>	Épilobe cilié	IP5
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Hydrocotyle fausse renoncule	IA1
<i>Impatiens balfouri</i>	Impatience de Balfour	IP5
<i>Impatiens capensis</i>	Balsamine du Cap	IP5
<i>Impatiens glandulifera</i>	Balsamine de l'Himalaya	IP5
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Panic à fleurs dichotomes	IP5
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	Noyer du Caucase	IP5
<i>Sagittaria latifolia</i>	Sagittaire à larges feuilles	IP5
<i>Veronica filiformis</i>	Véronique filiforme	IP5
<i>Acer negundo</i>	Érable negundo	AS5
<i>Ludwigia peploides</i>	Jussie	IA1/3

**IA1/3** : Invasive avérée catégorie 1 (concurrence les espèces indigènes)

**IA2** : id. IA1 et plantes pouvant causer un préjudice à certaines activités économiques

**IP2** : invasive potentielle. Id. IA1 mais uniquement à l'intérieur de communautés végétales fortement anthropisées

**IP5** : Invasive potentielle tendant à développer un caractère invasif

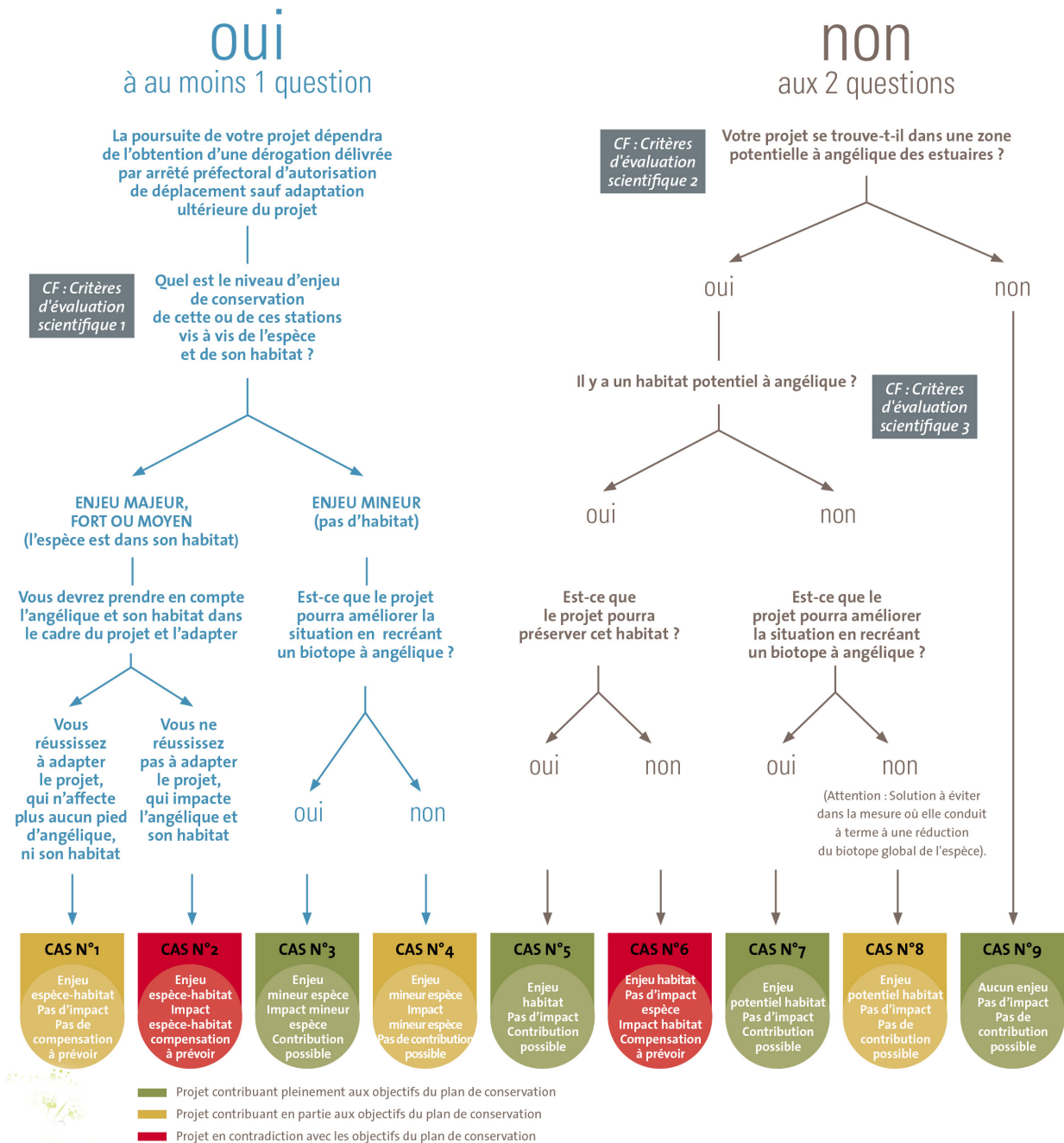
## Annexe XI Récapitulatif de l'autorité chargée de donner un avis lors de l'instruction d'une demande de dérogation (source : <http://www.espaces-naturels.fr/Actualites/Juridique/Nouvelle-procedure-relative-aux-derogations-Especes-protgees>)

CNP	CRSPN	Absence de consultation
Réalisation de travaux et d'ouvrages soumis à <b>étude d'impact</b>	Toutes les autres demandes de dérogations	Détention, utilisation ou transport, à d'autres fins qu'une introduction dans la nature, d'animaux vivants d'espèces protégées, hébergés ou à héberger dans des <b>établissements autorisés au titre de l'article L. 413-3 c. env.</b>
Prélèvement, capture, ou transport en vue de la réintroduction dans la nature de <b>spécimens d'animaux appartenant aux espèces menacées d'extinction en France</b>	Le préfet pourra néanmoins solliciter l'avis du CNPN (en lieu et place du CRSPN) <b>s'il est nécessaire, en raison de l'impact de l'activité sur l'une des espèces concernées, d'examiner la demande dans un contexte plus large que celui de la région considérée</b>	Détention, utilisation ou transport, à d'autres fins qu'une introduction dans la nature, d'animaux vivants d'espèces protégées, hébergés ou à héberger par des <b>personnes bénéficiant d'une autorisation préfectorale de détention, délivrée au titre de l'article L. 412-1 c. env.</b>
Opérations à des fins de recherche et d'éducation conduites sur le <b>territoire de plus de dix départements</b> par des personnes morales placées sous la tutelle ou le contrôle de l'État	Le préfet pourra néanmoins solliciter l'avis du CNPN (en lieu et place du CRSPN) <b>si le tiers des membres du CRSPN le demande</b>	Détention, transport ou utilisation d' <b>animaux naturalisés d'espèces protégées</b>
Transport en vue de <b>l'introduction dans le milieu naturel d'animaux ou de végétaux</b>		Demandes de dérogations régies par les arrêtés ministériels prévus à l'article R. 411-13 c. env. (espèces dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département : grands cormorans, etc.)
Réalisation d' <b>activités concernant au moins deux régions administratives</b>		

# Annexe XII Arbre des décisions opérationnelles dans le cadre d'un aménagement touchant à l'angélique des estuaires (Lacroix & al., 2009)

1- Y a-t-il une station d'angélique des estuaires dans le périmètre de vos projets et/ou travaux ?

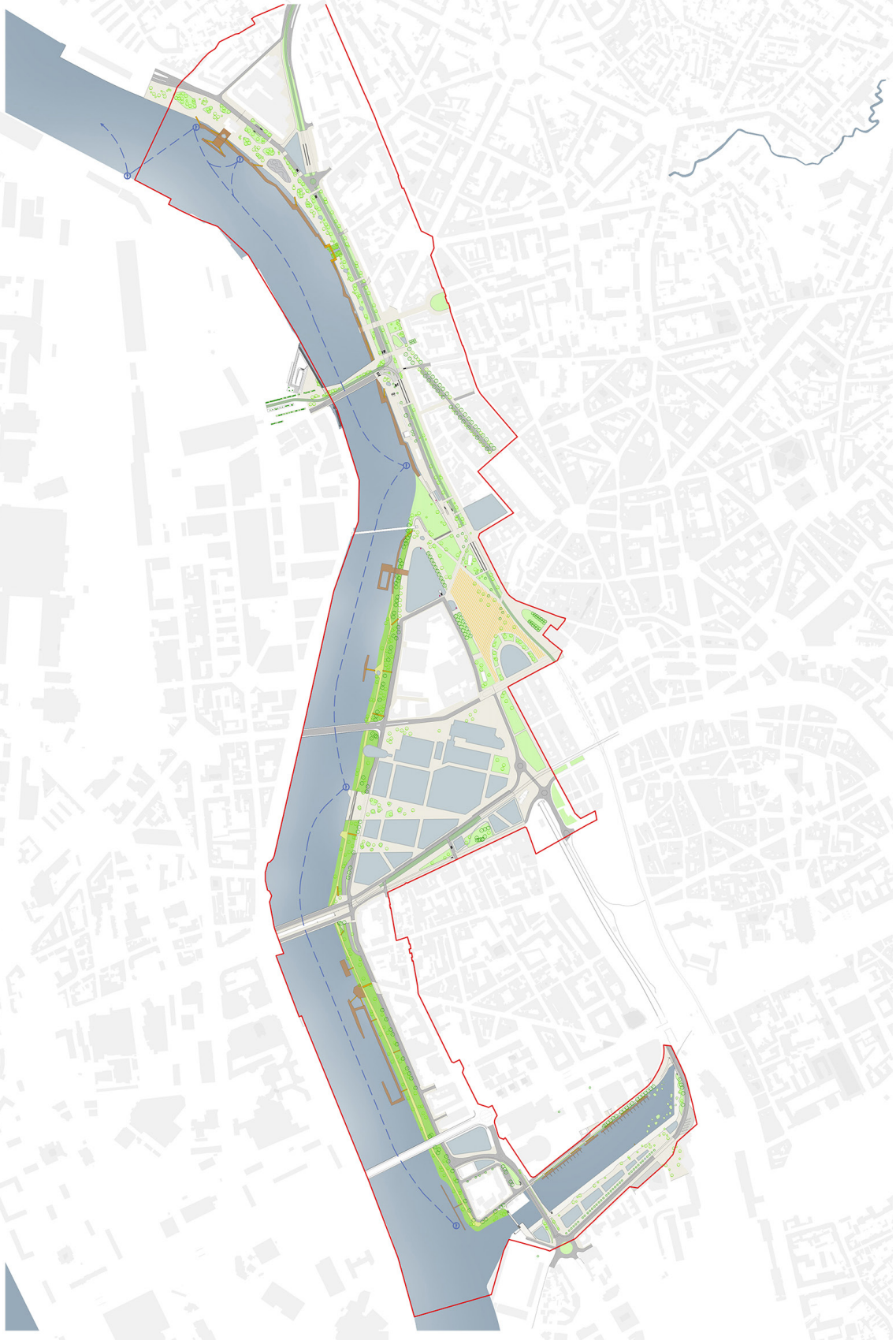
2- Votre projet est-il susceptible d'avoir un impact écologique indirect sur des populations d'angélique au-delà du périmètre du projet et des travaux ?



## Annexe XIII Emprise du projet de la Petite Hollande (Source Phytolab)




**Annexe XIV Plan masse du projet de la Petite Hollande (Source Phytolab)**









	Diplôme : Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysages Spécialité : Paysage Spécialisation / option : Maîtrise d'œuvre et ingénierie Enseignant référent : Valéry MALECOT
Auteur(s) : Samuel ANDRE  Date de naissance : 23 septembre 1993	Organisme d'accueil : Phytolab Adresse : 4 bis, rue du Général Leclerc de Hauteclocque, 44000 Nantes
Nb pages :                      Annexe(s) :	Maître de stage : Christophe Cozette
Année de soutenance : 2017	
Titre français : Comment un projet urbain centré sur un fleuve peut-il développer la richesse floristique des berges en réadaptant les formes urbaines établies?	
Titre anglais : How can an urban river project, develop the flora richness of its banks, readapting the urban shapes ?	
Résumé (1600 caractères maximum) :  Eléments structurels du paysage, les cours d'eau ont servi de point d'ancrage à de nombreuses villes. Les différents usages associés (navigation, agriculture, ...) et politiques de protection ont participé à la banalisation de leurs rives, menaçant par la même occasion la continuité de la trame verte et bleue. Vers la moitié du XIXème siècle, le déclin du transport fluvial révèle la frontière qui s'est établie entre ville et cours d'eau. A l'heure où les villes initient un retournement vers leur fleuve, il apparaît comme primordial de redonner une qualité environnementale aux berges, sans pour autant gommer les formes urbaines qui les structurent.	
Abstract (1600 caractères maximum) :  Major point in the landscape, rivers served as an anchor to many cities. Uses (shipping, agriculture...) and protection policies participated to the normalization of their shores, threatening at the same time the continuity of the ecological corridor. In the middle of the ninetieth century, the decrease of waterway transport reveals the gap established between the town and the river. Now that cities step toward their rivers, it seems to be relevant to give back a high environmental quality to the banks, keeping the urban shapes.	
Mots-clés : fleuve, biodiversité, typologie de berge Key Words: rivers, biodiversity, banks	