



Cette étude a été financée par :



L'inventaire de la flore et de la faune  
des linéaires de berges de la vallée de la Loire  
entre Montsoreau et l'océan  
est cofinancé par l'Union européenne



# INVENTAIRE ET CARTOGRAPHIE DES BERGES DE LOIRE ENTRE SAINT-NAZAIRE ET MONTSOIREAU



Conservatoire régional des rives de la  
Loire et de ses affluents

2012



CONSERVATOIRE RÉGIONAL DES RIVES  
DE LA LOIRE ET DE SES AFFLUENTS

Cette étude a été réalisée par Olivier GEFFRAY et Sonja KAUPÉ, chargés de mission au CORELA.

# AVANT PROPOS

---

Les auteurs expriment leur reconnaissance aux organismes (collectivités territoriales, associations et institutions publiques) qui ont contribué, par les informations qu'ils nous ont transmises, leur aide logistique ou leurs conseils, à la réalisation de cette étude. Ils remercient aussi tous ceux qui ont bien voulu répondre même s'ils ne détenaient pas les informations demandées.

CBNB (Conservatoire National Botanique de Brest)

CPIE Loire et Mauges

Direction Régionale des Pays-de-la-Loire (DIREN)

Fédération Départementale des Associations Agréées pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (FDAAPPMA) 49.

Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire

Ligue pour la Protection des Oiseaux : LPO-Anjou

Municipalité de Bouguenais

Municipalité du Cellier

Municipalité de Mauves-sur-Loire

Municipalité des Ponts-de-Cé

Municipalité de Rezé

Municipalité des Rosiers-sur-Loire

Municipalité de Sainte-Gemmes-sur-Loire

Municipalité de Saint-Julien-de-Concelles

Municipalité de Saint-Martin-de-la-Place

Municipalité de Saumur

Municipalité de Turquant

Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) : SD44

Parc naturel régional de Loire Anjou Touraine

Voies Navigables de France (VNF)



## SOMMAIRE

---

<b>AVANT PROPOS .....</b>	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Objectifs .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Contexte .....</b>	<b>7</b>
1.2.1 <i>Zone d'étude.....</i>	7
1.2.2 <i>Entretien des berges .....</i>	8
<b>2. MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Matériel .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Méthode.....</b>	<b>9</b>
2.2.1 <i>Numérisation des berges .....</i>	9
2.2.2 <i>Recueil des informations sur le terrain.....</i>	10
<b>2.3 Analyse des données bibliographiques .....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Numérisation des données .....</b>	<b>16</b>
<b>3. RESULTATS .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Berges.....</b>	<b>17</b>
3.1.1 <i>Caractéristiques physiques générales des berges .....</i>	17
3.1.2 <i>Quelques éléments de description des berges .....</i>	19
3.1.3 <i>Caractérisation de l'érosion .....</i>	20
3.1.4 <i>Caractérisation des pentes.....</i>	23
3.1.5 <i>Caractérisation des hauteurs de berge .....</i>	24
3.1.6 <i>Présence de la végétation sur les berges .....</i>	24
<b>3.2 Les relevés botaniques .....</b>	<b>26</b>
3.2.1 <i>Le traitement des données.....</i>	26
3.2.2 <i>Les phytocénoses.....</i>	27
3.2.3 <i>Habitats d'intérêt communautaire.....</i>	35
<b>3.3 La faune et la flore patrimoniale et invasive .....</b>	<b>36</b>
3.3.1 <i>La flore patrimoniale.....</i>	36
3.3.2 <i>La flore invasive.....</i>	37
3.3.3 <i>La faune patrimoniale.....</i>	38
3.3.4 <i>Analyse d'un cas : l'hirondelle de rivage .....</i>	39
<b>4. ANALYSE.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Regroupement des berges par profil.....</b>	<b>41</b>
4.1.1 <i>Détermination des paramètres des profils .....</i>	41
4.1.2 <i>Profils de berges de Loire .....</i>	43
<b>4.2 Regroupement des successions végétales par profil .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3 Étude de la flore selon différents critères .....</b>	<b>54</b>
4.3.1 <i>Évolution linéaire .....</i>	54
4.3.2 <i>Étude d'un facteur de l'estuaire : le gradient de salinité.....</i>	54
4.3.3 <i>Lien avec la géologie.....</i>	56
<b>4.4 Croisement de la flore et des types de berge .....</b>	<b>56</b>
4.4.1 <i>Lien entre la nature de la berge et la végétation.....</i>	56
4.4.2 <i>Analyse statistique du lien entre la végétation et la berge .....</i>	59

4.4.3	<i>Lien entre les profils de berge et les profils de végétation</i> .....	60
<b>5.</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>62</b>
<b>5.1</b>	<b>Comparaison avec les études précédentes</b> .....	<b>62</b>
5.1.1	<i>Les berges</i> .....	62
5.1.2	<i>Comparaison de la flore avec les études précédentes</i> .....	66
<b>5.2</b>	<b>Limites méthodologiques de l'étude</b> .....	<b>69</b>
5.2.1	<i>Cartographie des berges</i> .....	69
5.2.2	<i>Cartographie de la faune et de la flore</i> .....	69
<b>5.3</b>	<b>Les trames vertes et bleues</b> .....	<b>70</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>71</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>72</b>
<b>8.</b>	<b>TABLE DES TABLEAUX, FIGURES ET ILLUSTRATIONS</b> .....	<b>75</b>
<b>8.1</b>	<b>Table des tableaux</b> .....	<b>75</b>
<b>8.2</b>	<b>Table des figures</b> .....	<b>76</b>
<b>8.3</b>	<b>Table des illustrations</b> .....	<b>76</b>
<b>9.</b>	<b>ANNEXES</b> .....	<b>79</b>
<b>9.1</b>	<b>Annexe I : Liste des espèces recherchées</b> .....	<b>79</b>
9.1.1	<i>Faune patrimoniale</i> .....	79
9.1.2	<i>Flore patrimoniale</i> .....	80
9.1.3	<i>Flore invasive</i> .....	85
<b>9.2</b>	<b>Annexe II : Feuille de description des berges</b> .....	<b>86</b>
<b>9.3</b>	<b>Annexe III : Détermination de la force de l'érosion</b> .....	<b>87</b>
9.3.1	<i>Attribution d'une valeur selon la pente de la berge</i> .....	87
9.3.2	<i>Attribution d'une valeur pour les commentaires accompagnant la rubrique « Érosion »</i> . 87	
<b>9.4</b>	<b>Annexe IV : Synthèse des caractéristiques des berges par profil botanique</b> .....	<b>88</b>
<b>9.5</b>	<b>Annexe V : Liste des espèces floristiques observées</b> .....	<b>90</b>
<b>9.6</b>	<b>Annexe VI : Tableaux synthétiques des relevés phytosociologiques</b> .....	<b>95</b>
9.6.1	<i>Les milieux semi-aquatiques</i> .....	95
9.6.2	<i>Les milieux boisés</i> .....	95
9.6.3	<i>Les milieux ouverts</i> .....	95

# 1. INTRODUCTION

---

## 1.1 OBJECTIFS

Cette étude a pour objectif de :

- définir une typologie des berges en se fondant sur des critères physiques,
- décrire la végétation des bords de Loire.

Elle permet aussi de mettre à jour les connaissances sur la nature des berges ainsi que sur la faune et la flore qui y sont inféodés. Enfin, cette étude offrira une vision globale de l'état des berges dans la région des Pays-de-la-Loire.

## 1.2 CONTEXTE

### 1.2.1 Zone d'étude

Elle s'étend de Saint-Nazaire (Loire-Atlantique) à Montsoreau (Maine-et-Loire). Elle est caractérisée par une forte anthropisation des berges ; un gradient de salinité des eaux de la Loire ( $C^{\circ}sel > 0,5 \text{ g/l}$ ) présent jusqu'à Thouaré selon les conditions de marée et de débit fluvial ; un marnage qui se fait ressentir jusqu'à Ancenis.

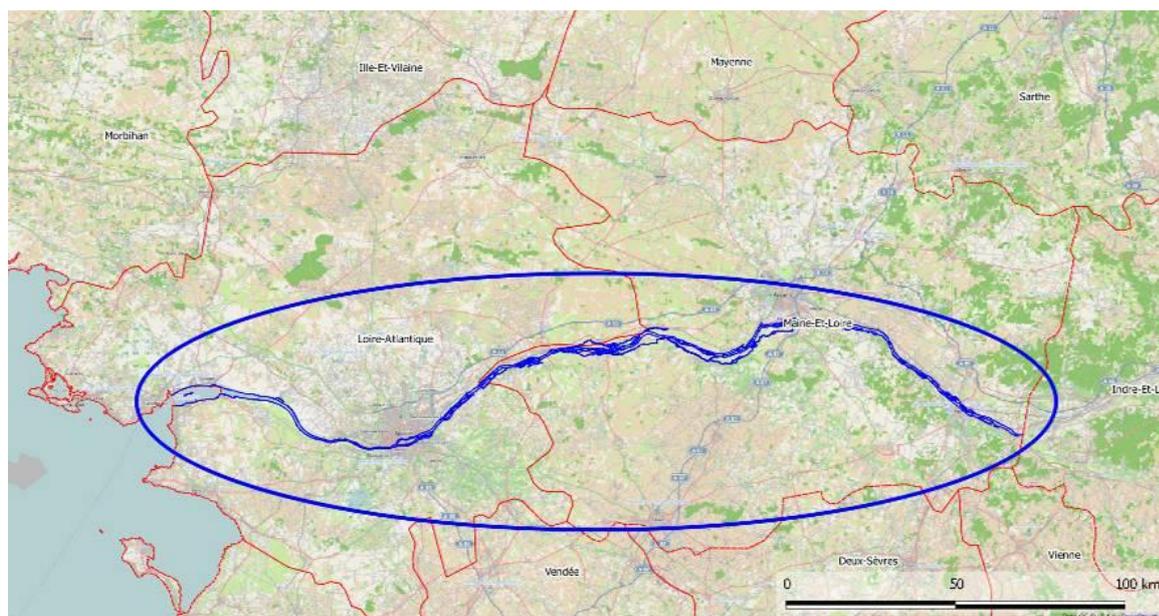


Illustration 1 : Localisation de la zone d'étude (ovale bleu) des berges de Loire (figuré bleu) en Loire-Atlantique et Maine-et-Loire.

## 1.2.2 Entretien des berges

À l'aval de Nantes, la maîtrise d'ouvrage pour l'entretien et l'aménagement du fleuve est réalisée par le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire. À l'amont, elle est assurée par Voies Navigables de France (établissement public à caractère administratif) jusqu'à Bouchemaine. En amont de Bouchemaine, elle est à la charge de la DDT-49.



*Illustration 2 : L'équipe de VNF, basée à la Chapelle-Basse-Mer, dégage du chenal de navigation une branche d'arbre imposante.*

## 2. MATERIEL ET METHODE

---

### 2.1 MATERIEL

- Orthophotos : BD ortho 49-2008 (R = 60 cm)
- BD ortho 44-2009 (R = 30 cm)
- Modèle Numérique de Terrain : Lidar DREAL Centre (R=25 cm) et Litto3d (R = 10 cm)
- Système d'information géographique Qgis 1.8 et GRASS 6.4
- Base de données : Access 2002
- Relevés floristiques et analyses phytosociologiques : TurboVeg 2.93 et Juice 7.0
- Analyses statistiques : Libre office (Calc) et R (couplé à Rstudio).

### 2.2 METHODE

Elle peut être découpée en six phases distinctes :

- récolement et recueil des données bibliographiques ;
- numérisation et délimitation de la berge ;
- observations sur le terrain ;
- numérisation des données ;
- validation ;
- analyse.

#### 2.2.1 Numérisation des berges

La numérisation de la ligne de rive s'est appuyée sur deux MNT : « Litto3D » et « Lidar DREAL Centre ». Cette ligne a été systématiquement tracée en haut de la berge.

Lorsque le tracé était évident (par exemple dans le cas de la levée de la Divatte), un simple contrôle par les orthophotos a suffi. Dans les cas les plus difficiles, un calcul de pente a été réalisé à partir des MNT<sup>1</sup>. Les pentes ont alors été divisées en trois classes égales de 30° chacune, correspondant à trois classes de pente (douce, moyenne, forte). Elles ont été représentées en palettes de couleurs avec une interpolation (des couleurs) linéaire.



Illustration 3 : Tracé de la ligne de rive

---

1 Via le module « analyse de terrain », sous-module « pente » de l'onglet « raster » de QGIS.

Note sur l'illustration 3 : Ligne de rive : trait bleu-clair. Fond de carte : BD ORTHO44©2009 IGN, communes du Cellier et de La Varenne. En superposition : MNT de la DREAL Centre après calcul des pentes (jaune : pente<5° ; mauve : 30°<pente>5° ; orange : 60°<pente>30°.) Réal : O. Geffray.

Pour la partie estuarienne, notamment sur la rive droite, il n'existe pas de véritable rupture de pente ; de plus, la roselière commence sur la slikke et se prolonge au-delà de la ligne de rive : elle perturbe les acquisitions lidar et génère une erreur sur les résultats du MNT. Difficilement pénétrable, elle gêne aussi la vérification sur le terrain (par la réalisation d'une « trace » GPS par exemple). C'est pourquoi, nous avons décidé de mettre la ligne de rive en limite de végétation en utilisant le MNT comme simple information complémentaire.

## 2.2.2 Recueil des informations sur le terrain

Les espèces remarquables (protégées et patrimoniales) et invasives ont fait l'objet de relevés lorsqu'elles ont été observées. Cependant, les délais à respecter, notamment dus à la longueur du linéaire de berge, n'ont pas permis un suivi systématique et exhaustif. Nous insistons sur ce dernier point. L'identification des espèces susceptibles d'être rencontrées sur les bords de Loire s'est fondée sur les ouvrages et sites internet référencés dans la bibliographie.

La liste Faune<sup>2</sup> comprend 33 espèces (voir annexe I.). Leur sélection s'est faite sur la base :

- du rapport SCAP pour la région Pays-de-la-Loire 2010 (COSTE, 2010) qui comprend des espèces classées en priorité 1 (pas ou très peu d'aires protégées) et priorité 2 (insuffisance qualitative du réseau national) ;
- de la liste des espèces protégées pour les Pays-de-la-Loire (Coordination LPO, 2008 et 2009) ;
- de l'état des lieux de la biodiversité régionale en zones humides (Forum des Marais Atlantiques, 2008).

La liste Flore patrimoniale (voir annexe I.) dénombre 238 espèces issues de la Liste rouge régionale des plantes vasculaires rares et/ou menacées en Pays de la Loire (CBNB, 2008B).

La liste Flore invasive (voir annexe I.) dénombre 39 espèces. Elle est issue de la « Liste des plantes vasculaires invasives, potentiellement invasives et à surveiller en région Pays de la Loire » publiée par le CBNB (CBNB, 2008A). Ont été retenues les espèces invasives avérées (IA1/3) et quelques invasives potentielles (IP2 et IP5) régulièrement rencontrées pour la Loire-Atlantique et le Maine-et-Loire.

Toutes les espèces citées dans les listes ci-dessus ont fait l'objet de relevés lorsqu'elles ont été observées.

### ➤ Relevés floristiques

La surface et le temps impartis à cette étude ont été les plus gros facteurs limitants. C'est donc en tenant compte de ces deux contraintes que s'est effectué le choix de la méthode d'inventaire botanique. Les relevés ont été réalisés entre le 20 mars et le 24 juillet 2012, avec la majorité des inventaires concentrée en juin. Un deuxième passage a été effectué entre le 8 août et le 4 septembre 2012 afin de les compléter ; en particulier pour les pieds de berges qui se développent plus tard dans la saison. Par manque de temps, les boires et les îles n'ont pas fait l'objet de relevés botaniques (sauf cas particuliers).

### La méthode d'échantillonnage

La surface d'étude étant relativement importante, il n'était pas possible de faire des relevés de façon continue sur tout le linéaire. Il a donc été nécessaire de définir une méthode d'échantillonnage avec un objectif réalisable.

Le choix s'est porté sur un échantillonnage systématique. Sous SIG, un point de relevé a été placé tous les cinq<sup>3</sup> kilomètres le long de la Loire. Du fait de coupures dans le linéaire, certains points se sont trouvés plus rapprochés que cette distance théorique, notamment dans le secteur Nantes-Angers. Un

---

2 La faune invasive n'a pas été prise en compte en raison de la difficulté à observer les espèces, la plupart aquatiques et souvent nocturnes, sur le terrain ; certaines, comme le ragondin sont quasi omniprésentes (traces abondantes).

3 Le choix s'est porté sur cinq kilomètres car il permettait un nombre satisfaisant de points (un peu moins d'une centaine).

échantillonnage systématique, tant dans les milieux fortement anthropisés (quais/cales/villes) que dans les milieux plus « naturels », présentait l'avantage de placer les points sans à priori. Dès cette étape, il avait été envisagé de densifier le nuage de points si cela s'avérait possible. Malheureusement la météo défavorable du printemps n'a pas permis d'avancer aussi rapidement qu'espéré et le nombre initial de points a été conservé. Avant la phase de terrain, la position des points, placés de façon systématique sous SIG, a été revue et corrigée en fonction des accès et des données pré-existantes.

Au final, 95 points ont été retenus dont 88 ont été effectués (les sept autres points présentaient des difficultés d'accès une fois sur le terrain). Quatre points supplémentaires ont été exclus de l'analyse car les relevés étaient trop partiels, d'où un total de 84 points analysés.

### La méthode d'inventaire

Chaque point a fait l'objet de trois relevés (en haut, en talus et en pied de berge) aussi exhaustifs que possible sur des surfaces variables, en fonction de la strate (selon la phytosociologie Braun-blanketotüxenienne). La berge étant, par définition, une zone de transition, nous avons opté pour une surface de relevé définie à l'avance et non pas pour la méthode de l'aire minimale qui ne pouvait pas s'appliquer à nos conditions d'étude :

- strate herbacée : 10 ml (mètres linéaires) x 2 m = 20 m<sup>2</sup>
- strate arborée et arbustive : 20 ml x 2 m = 40 m<sup>2</sup>

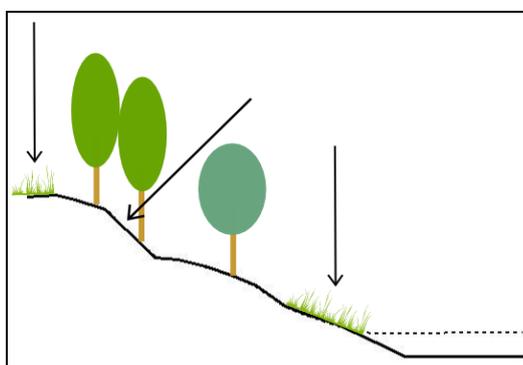


Illustration 4 : localisation des relevés botaniques sur le profil de berge

### ➤ Relevés faunistiques

#### Amphibiens

Sur les sites favorables (essentiellement boires) la prospection de jour a consisté en :

- un repérage visuel des anoures en longeant la berge ;
- un échantillonnage des têtards et urodèles à l'aide d'un troubleau ; en moyenne un coup d'épuisette tous les cinq mètres.

Un effort supplémentaire a été consenti dans les zones les plus favorables aux tritons (pente douce et végétation aquatique). La prospection de nuit fut identique, avec une écoute selon la méthode des IPA : écoute des chanteurs pendant 5 min, tous les cent mètres.

La prospection s'est déroulée en mars et avril, essentiellement de nuit. Cependant, en raison des conditions météorologiques défavorables (notamment en avril) et de la contrainte temps, les résultats sont assez maigres.

#### Odonates, Rhopalocères et *Lucanus cervus*

Initialement, la prospection devait se faire selon la méthode des IKA (Indice Kilométrique d'Abondance) : sur un transect longitudinal de cent mètres, les imagos sont systématiquement recherchés et capturés au filet (si nécessaire) pour identification. Le nombre d'individus par espèce est systématiquement noté. Cet inventaire est complété par une recherche des exuvies sur la végétation et les bords des rives pour les odonates. Les exuvies sont collectées et identifiées sous loupe binoculaire.

La météorologie défavorable du printemps et le rythme des prospections sur le terrain n'ont pas permis de mener des IKA systématiques, d'autant qu'une partie du terrain s'est effectuée en bateau (entre

Nantes et Angers). C'est pourquoi nous nous sommes résolus à simplement noter, le plus souvent, tous les individus (larves et imagos) rencontrés, pour les espèces recherchées uniquement.

### **Mammifères et reptiles**

Notation systématique des observations d'individus ou des traces caractéristiques permettant de confirmer la présence d'une espèce.

### **Hirondelle de rivage**

Sur cette année 2012, la LPO-Anjou et le CORELA ont réalisés ensemble une cartographie exhaustive des sites de nidification des hirondelles de rivage (*Riparia riparia*), selon le protocole suivant (tel que défini dans le document de la LPO, 2005) :

- prospection depuis la berge, à la recherche d'adultes en chasse, indiquant la présence d'une colonie à proximité. Dans les secteurs difficiles d'accès, on privilégiera les descentes en canoë.
- décompte des trous visibles et du nombre d'adultes en vol, puis observation de la colonie pendant 20 minutes en point fixe, face à la colonie, afin de déterminer le nombre de trous effectivement occupés

Le CORELA a couvert les sites de Loire-Atlantique (44) et la LPO les sites du Maine-et-Loire (49).

### ➤ **Relevés de berge**

La description du linéaire de berges s'est effectuée sur le terrain via une fiche préformatée (annexe II). Elle reprend, avec quelques adaptations, celle utilisée par Lebot et Godefroy en 2002.

Cette fiche comporte sept rubriques principales :

- topographie : hauteur et largeur de talus, description de la pente ;
- substrat superficiel : pied, talus et haut de berge (n'est décrit que le substrat visible, s'il existe un enrochement sous-jacent, il n'apparaît pas ici mais à la rubrique 4 -artificialisation) ;
- érosion : présence, localisation et profondeur (par rapport à un linéaire théorique rectiligne) ;
- artificialisation : type d'induration quand elle existe ;
- végétation : indication de présence/absence en pied, talus, haut ;
- environnement de la rive : description simplifiée du haut et pied de berge ;
- entretien de la végétation : si observé au moment du passage sur le secteur.

### **Adaptations de la fiche de 2002**

Lors de la création de notre fiche de terrain, nous nous sommes inspirés de la fiche de terrain utilisée en 2002 par Godefroy et Lebot (Lebot, 2002 et Godefroy, 2002) qui ont réalisé la typologie des berges entre Saint-Nazaire et le Cellier pour le premier et les Ponts-de-Cé et Montsoreau pour le second.

Pente (voir ill. 6) : pour des raisons pratiques (interprétation plus facile sur le terrain) nous n'avons retenu que trois profils de pente : faible (0-30%), moyen (31-60%) et fort (61-90%). Mais comme une pente n'est pas toujours homogène et peut présenter des ruptures, nous en avons combinés parfois deux pour parvenir à neuf profils différents ; un dixième profil, rencontré sur le terrain, combine trois types de pente.

Artificialisation : cette rubrique a été largement remaniée et simplifiée pour ne plus conserver que le type d'artificialisation et sa nature (élément constitutif).

Faune et flore : cette rubrique est supprimée et traitée à part.

Des remarques (rubriques 3 et 4) et une observation générale permettent de nuancer et préciser la rigidité imposée par le formatage de la fiche.

Afin de ne pas multiplier inutilement les tronçons de berge, nous avons choisi une taille minimale de tronçon : dix mètres de long. En effet, à l'échelle du 1:25000<sup>ème</sup> (qui sera utilisé pour la représentation cartographique au niveau des communes pour être cohérent avec le scan 25), 10 mètres ne représentent plus que 0,4 cm sur une carte. D'une manière plus générale, nous nous sommes efforcés de cartographier des tronçons de plus de 50 mètres de long. Cette contrainte nous a obligé à gommer les hétérogénéités ponctuelles (érosion, remblais et surtout variations de largeur ou de hauteur de la berge,

très localisées) pour en faire ressortir les éléments dominants (des aspects ponctuels pouvant être mentionnés si nécessaires en remarques complémentaires).

La pente d'une berge peut présenter une valeur extrêmement fluctuante sur une très courte longueur. C'est notamment vrai pour les berges naturelles où une pente raide peut succéder rapidement à un replat ou inversement. La pente donnée pour un tronçon représente un compromis moyen ou la pente dominante selon le cas. Ceci, répétons le, toujours dans l'optique de ne pas multiplier les tronçons et se noyer dans une masse de détails inexploitable.

Une difficulté majeure est de visualiser clairement la berge sur le terrain. La définition couramment admise est : « La berge est le talus incliné qui sépare le lit majeur du lit mineur. Sa localisation est donc assez précise. La rive est le milieu géographique qui sépare les milieux aquatiques et terrestres. Elle démarre au sommet de la berge et constitue une partie plate plus ou moins étendue qui reste sous l'influence du milieu aquatique » (Degoutte, 2010). Dans le cas d'une berge ou d'une rive artificialisée, cette influence peut être totalement absente comme sur une levée.

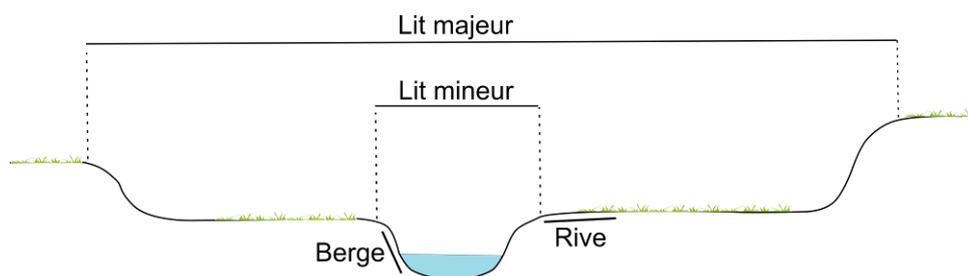


Illustration 5 : illustration du principe de « berge » et « rive ».

À noter que pour cette étude, nous prenons en compte la berge et tout ou partie de la rive (ce qui correspond à notre dénomination « haut de berge »). En raison de l'anthropisation marquée des berges de Loire comme nous le verrons par la suite, la berge correspondrait plutôt à la différence entre le lit mineur et le lit moyen plutôt que majeur.

Lorsqu'une digue délimite la berge, aucune difficulté. Mais dans bien des cas, des îles peuvent se retrouver rattachées à la berge, ou des bancs de sable se végétaliser en pied de berge et reléguer celle-ci à plusieurs dizaines de mètres à l'intérieur des terres.

Nous nous sommes fixés pour règle de faire passer la berge sur les nouveaux atterrissements lorsque leur hauteur est proche de celle de la berge (et permet ainsi le développement d'une végétation persistante). Ont été exclus les atterrissements encore coupés de la berge originelle par un bras inondable en hiver (atterrissement souvent déclive<sup>4</sup>).

4 C'est-à-dire qu'il présente une pente descendante, plus ou moins accentuée, depuis le fleuve jusque vers l'ancienne berge.

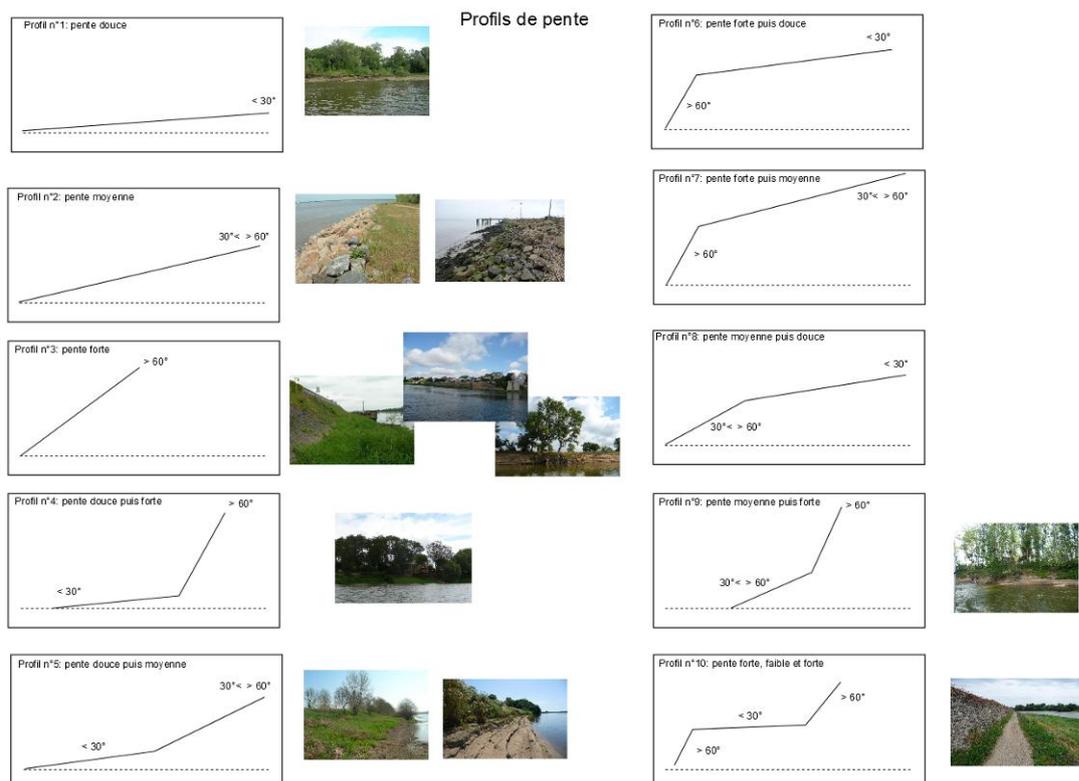


Illustration 6 : Synopsis des différents profils utilisés pour caractériser les pentes des berges, illustrés par des exemples photographiques.

## 2.3 ANALYSE DES DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

Les données bibliographiques ont été compilées de 2001 à 2012. Elles sont issues, d'une part du CORELA, d'autre part de différents organismes dans le cadre d'échanges de données. Elles présentent une extrême hétérogénéité car obtenues selon des protocoles (lorsqu'ils sont connus) très divers. C'est ainsi que bien souvent les données sont localisées au lieu-dit et plus rarement géolocalisées. De plus, les tables attributaires, lorsqu'elles existent, sont rarement exhaustives et des éléments essentiels tels que : la date, la source, les coordonnées, le protocole de suivi manquent. En conséquence, les tables attributaires des bases de données (BdD) créées ont été simplifiées tout en conservant un socle minimum indispensable : nom de l'espèce (en latin), date d'acquisition de la donnée et source.

**Distribution des espèces patrimoniales d'amphibiens des annexes hydrauliques de la Loire en Maine-et-Loire.** (Johanet A. et Lode Th., 2005).

Ce rapport d'activité s'inscrit dans les programmes d'études et de restauration des annexes hydrauliques de la Loire en Pays-de-la-Loire. Il cible la batrachofaune des annexes hydrauliques de la Loire en Maine-et-Loire. Les données sont non vectorisées et localisées par lieu-dit, eux-mêmes référencés par un point sur une carte schématique. Douze espèces patrimoniales sont prises en compte. Pour les 39 sites, les données sont représentées sous forme binaire : absence/présence, sans aucune valeur numérique. Un indice de reproduction est mentionné lorsque celle-ci a été vérifiée.

**Les variations des communautés d'Amphibiens en fonction du réseau hydraulique de la Loire en Maine-et-Loire** (Monguillon A., 2006).

Cette étude évalue l'influence du réseau hydraulique de la Loire sur les peuplements d'amphibiens. Les données sont non vectorisées et localisées par lieu-dit, eux-mêmes référencés par un point sur une carte schématique. Douze espèces patrimoniales sont prises en compte. Pour les 44 sites, le nombre d'individus est noté par espèces (absence = 0).

**État des lieux des populations de scirpe triquètre (*Scirpus triqueter* L.) dans l'estuaire de la Loire. Propositions de conservation** (Le Bail J, Lacroix P, 2005. CBNB).

Cette étude reprend l'inventaire des populations de scirpe triquètre de l'estuaire de la Loire en 2004. Ce rapport contient en annexe les localisations cartographiques des observations.

**Inventaire des populations d'angélique des estuaires en rives du Seil et de la Loire. Réalisation d'inventaire par les services municipaux** (Municipalité de Rezé, 2011).

Cette étude reprend l'inventaire réalisé par les services municipaux de Rezé sur la commune en 2011. Ce document est illustré par des cartographies de localisation de l'angélique.

**Sites témoins** (CORELA, 2010).

Tableau des saproxylophages, global commenté (88 données géolocalisées ; juillet 2010 ; dénombrement ; quinze critères par donnée).

Données CPIE faune et flore (données par site – 4, non géolocalisées ; aucune référence de date ; pas de dénombrement ; indication de présence).

**Données vectorisées et géoréférencées :**

Entomofaune (CORELA) :

- Coléoptères amont (18 données ; aucune référence de date ; pas de dénombrement).
- Coléoptères aval (33 données ; 22 sans références de date ; 11 en 2002 et 1 en 2001 ; pas de dénombrement).
- Odonates points (10 données ; 5 sans références de date ; 1 en 2004, 1 en 2002, 3 en 2000 ; pas de dénombrement).

Flore ponctuelle : localisation d'*Angelica heterocarpa* en Natura 2000 entre Nantes et les Ponts-de-Cé (donnée CBNB, 2002).

Avifaune : Localisation et description des colonies de l'hirondelle de rivage. Le CORELA a cartographié celles présentes en Loire-Atlantique selon le protocole établi par la LPO ; la LPO d'Anjou a réalisé celles présentes en Maine-et-Loire mais ne nous a transmise que la localisation des colonies (voir chapitre 3.3.4.).

**Organismes contributeurs des inventaires :**

Organisme	Type de donnée
CBNB (Conservatoire Botanique National de Brest)	Données flore : Angélique des estuaires : données de 2002 Scirpe triquètre : Le Bail & Lacroix, 2005
CPIE Loire et Mauges	Données faune : castor, invertébrés, amphibiens
Direction Régionale des Pays-de-la-Loire (DIREN)	Données faune : <i>Unio crassus</i> , castor, invertébrés
Ligue pour la Protection des Oiseaux LPO-Anjou	Données faune : avifaune ( <i>Riparia riparia</i> )
Municipalité de Rezé	Données flore : angélique des estuaires sur la commune
Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) : SD44	Données faune : castor
Ouest Aménagement	Données faune : odonates ( <i>Ophiogomphus cecilia</i> )
Université Angers	Données faune : amphibiens
Voies Navigables de France (VNF)	Données flore : pulcaire commune (Thema-VNF, 2011)
Parc Naturel Régional Loire-Anjou-Touraine	Données faune : martin pêcheur

## 2.4 NUMERISATION DES DONNEES

La base de données reprenant l'ensemble des paramètres physiques pour la berge a été créée sous Access. Elle comporte six tables (ill. 7) et un formulaire de saisie (ill. 8).

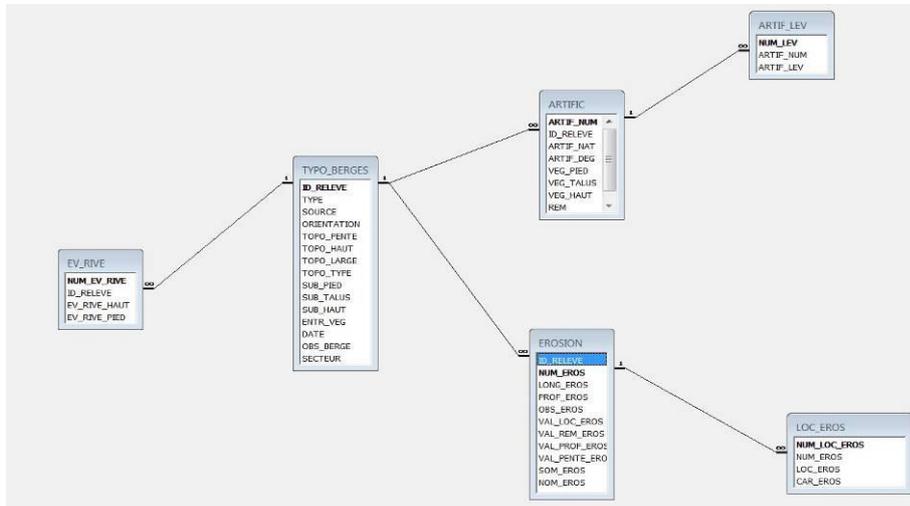


Illustration 7 : Base de données « typologie des berges » : synopsis des tables attributaires créées sous Access et leurs relations.

Le formulaire Access 'TYPOLOGIE DES BERGES' est divisé en plusieurs sections :

- TOPOGRAPHIE** : Releve (383), Type (Tronçon), Tronçon (1306-21), Source (CORELA), Date (13-juin-12), Orientation (Sud-est), Largeur (0m<->5m), Type de rive (Linéaire), Pente de la berge (2), Hauteur de la berge (3m<->5m).
- SUBSTRAT SUPERFICIEL** : Pied de berge (Enrochement), Talus de berge (Terre), Hauteur de berge (Terre), Entretien végétation (Aucun).
- EROSION** : Identifiant (NuméroAuto), Longueur érosion (0), Profondeur érosion (0), Remarque, Localisation érosion (table avec Identifiant, Localisation, Caractère).
- ARTIFICIALISATION** : Identifiant (383), Nature (Enrochement), Remarque (Ponctuel, au niveau des épis), Levée (table avec Identifiant, Surface levée).
- ENVIRONNEMENT BERGE** : Table avec Identifiant, Hauteur de berge, Pied de berge.
- REMARQUE** : Champ de texte libre.

Illustration 8 : Formulaire Access utilisé pour l'introduction des données.

Parallèlement, les tronçons de berges ont été vectorisés au format shp, sous QGIS. Cette numérisation s'appuie sur la BD ortho44©IGN 2009 et BDortho49©IGN 2008. Un identifiant commun permet de joindre les deux types de tables (Access et vectoriel) via une liaison ODBC (Open Database Connectivity).

Nombre de vecteurs créés :

- pour la typologie des berges : 1 vecteur ;
- pour la faune patrimoniale (points et polygones) : 2 vecteurs ;
- pour la flore invasive (points et polygones) : 2 vecteurs ;
- pour la flore patrimoniale (points, lignes et polygones) : 3 vecteurs.

Soit un total de huit vecteurs avec leur table attributaire respective.

## 3. RESULTATS

### 3.1 BERGES

En plus des tableaux de contingence et des graphiques en colonnes classiques, nous avons utilisé le test classique du Khi<sup>2</sup> pour connaître l'existence d'un lien entre deux variables qualitatives.

Un graphique en mosaïque d'un tableau de contingence permet de visualiser les résultats obtenus. Pour mémoire, les couleurs des cases correspondent aux résidus du test du Khi<sup>2</sup> : les cases en bleu indiquent une sur-représentation (d'autant plus importante que la couleur est foncée), en rouge une sous-représentation (d'autant plus importante que la couleur est vive) ; les cases blanches sont statistiquement proches du test d'indépendance ; autrement dit, il n'existe pas de lien entre les deux contingences.

Les cases du tableau sont des proportions, à la fois en ordonnée et en abscisse (fig. 5 et 8).

#### 3.1.1 Caractéristiques physiques générales des berges

La longueur des berges (droite et gauche) totalise 417 km à laquelle il convient d'ajouter 240 km pour les îles ; soit 657 km au total. Les annexes (277 km) ont été mentionnées pour mémoire car si elles ont été cartographiées, leurs berges n'ont pas fait l'objet de description. C'est pourquoi, dans la suite de ce rapport, il n'y sera plus fait référence et tous les chiffres et calculs présentés n'en tiendront pas compte.

La longueur totale de berge retenue sera dorénavant de 657 km (plus précisément 657,2 km comme il apparaît dans certains tableaux).

Type de berge	Longueur (en km)	% (hors annexes)
Rive droite	205	31,2
Rive gauche	212	32,3
Îles	240	36,5
Annexes	277	

Tableau 1 : Longueur des berges de Loire et des annexes hydrauliques.

Note : nous utiliserons fréquemment, dans la suite de ce rapport, le terme « induré » (et son contraire : « non induré »). Par ce terme, nous entendons toutes les berges qui présentent un revêtement en dur, à savoir : enrochements, levées, cales, quais et autres<sup>5</sup>. L'expression « non indurée » s'entend donc pour les berges que l'on peut qualifier, par opposition, de « naturelles » ou réhabilitées par génie végétal.

Type de berge	Longueur (en km)	%
Quai/cale	19,7	3,00
Levée	71,2	10,84
Enrochement	282,1	42,92
Autre	6,1	0,93
Non indurée	278,1	42,31
<b>TOTAL</b>	<b>657,2</b>	<b>100,00</b>

Tableau 2 : Caractérisation des berges de Loire en fonction de leur artificialisation. Une berge non indurée peut-être assimilée à berge « naturelle ».

Sur 657 km de berges, 57,7 % sont indurés. Il est cependant probable que plusieurs kilomètres nous aient échappé car enfouis sous le substrat et la végétation. Des sondages systématiques seraient nécessaires pour améliorer ces résultats.

Enrochements (lorsqu'ils recouvrent l'ensemble de la berge), cales, quais et levées, lorsqu'ils dépassent la hauteur du terrain naturel, peuvent être assimilés à des digues. Construits pour limiter les inondations, ils constituent généralement des facteurs d'appauvrissement des biocénoses terrestres et aquatiques ainsi déconnectées du rythme normal des crues (Malavoi, 2010). Ils ont donc un impact qui reste à évaluer sur la biodiversité des berges.

5 Soit des remblais, soit, plus souvent, des murs de jardins faisant office de digue (voir ill. 10).

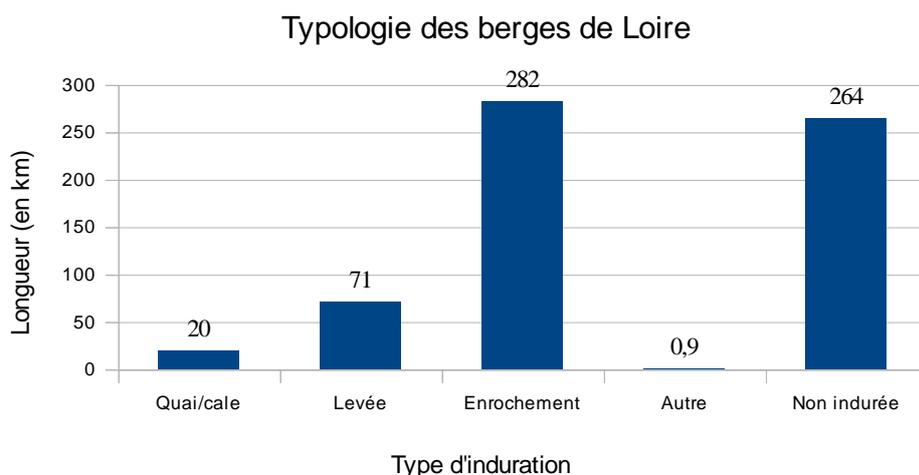


Figure 1 : Typologie des berges

**Remarque** : certains quais (notamment au niveau de Donges ou de Nantes) sont des quais sur pieux avec un enrochement en dessous. Ils apparaissent ici sous la dénomination de « quai ».

### Cas du génie végétal

En 2005, quatorze points de chantiers de génie végétal étaient recensés sur les berges de Loire et cinq sur des îles<sup>6</sup> (données CORELA).

Lors des inventaires de terrain seuls certains sites ont été reconnus et ont été notés en remarque de la fiche de terrain. Ces sites, encore visibles aujourd'hui, concernent des chantiers qui ont échoués et où des traces laissent en voir la présence. Deux sites, soit 10 % des sites recensés en 2005, ont ainsi été observés :

- 1 à Sainte-Luce sur l'île Clémentine (l'île Clémentine compte en tout trois sites de génie végétal) ;
- 1 à Saint-Martin-de-la-Place.



Illustration 9 : Traces de génie végétal à Saint-Martin-de-la-Place

Les dix-sept autres sites n'ont pas été reconnus sur le terrain. Ceci peut témoigner, soit d'une réussite totale (la végétation se fond totalement dans le reste de la ripisylve), soit d'un échec (plus rien n'est visible, une érosion active a emporté tous les signes d'un chantier passé). Dans le cas d'un chantier réussi, celui-ci n'est plus visible après quelques années, lorsqu'il s'est fondu dans le reste du paysage.

6 Nous ne nous sommes pas intéressés aux annexes et affluents

### 3.1.2 Quelques éléments de description des berges

#### ➤ État qualitatif de la berge

Cette description s'appuie sur des observations réalisées sur le terrain. Les chiffres donnés ici doivent être considérés avec prudence. D'une part ils restent partiels car de nombreux enrochements enfouis sous la végétation restent peu visibles et d'autre part, un bon état apparent ne préjuge pas de fissures ou dommages internes, voire une dégradation du soubassement qu'une observation superficielle ne peut déceler. Enfin, il reste une part de suggestibilité qui doit être prise en compte.

État de la berge	Quai / cale (en km)	Enrochement (en km)
Ancien	0,18	0,7
Endommagé	0,04	18,9
Résiduel	0	12,2
Disparu	0	0,6

Tableau 3 : État qualitatif, apparent, des berges indurées.

Note sur le tableau 3 : Ancien : blocs en général plus petits et rectangulaires, patinés par l'usure (surtout constaté dans la région de Saumur). Endommagé : enrochement plus ou moins démantelés. Résiduel : quelques blocs témoignent d'un enrochement détruit par l'érosion. Disparu : absence d'enrochement incongru en regard du contexte ; soit il n'est plus visible (recouvert par la végétation), soit il a disparu sous l'influence de l'érosion, soit il n'a jamais existé.

Parmi les berges indurées, ce sont les rives enrochées qui sont les plus endommagées : blocs écroulés et éparpillés, ou même disparus sur une partie des tronçons : parfois, seuls des blocs épars témoignent de la présence d'un enrochement. C'est ainsi que 11% des rives enrochées présentent un état de dégradation (endommagé et résiduel) plus ou moins important. Les quais/cales endommagés correspondent à des situations d'abandon.

#### ➤ Orientation des berges

Orientation	Ile	Droite	Gauche	Total	%
Est	3,6	0,4	8,7	12,7	1,9
Nord	40,3	0,1	80,4	120,9	18,4
Nord-est	38,2	0,0	80,1	118,3	18,0
Nord-Ouest	34,4	0,1	39,9	74,4	11,3
Ouest	6,7	1,6	0,7	9,0	1,4
Sud	30,3	78,6	0,0	108,9	16,6
Sud-est	37,2	45,3	1,1	83,5	12,7
Sud-ouest	40,0	78,7	1,2	119,9	18,2
Non définie	9,3	0,2	0,0	9,6	1,5
<b>Total</b>	<b>240,0</b>	<b>205,1</b>	<b>212,0</b>	<b>657,2</b>	<b>100,0</b>

Tableau 4 : Orientation des berges selon la rive (droite, gauche et îles).

Note sur le tableau 4 : Il manque dix kilomètres à la somme des rives du tableau ; en effet certains tronçons (principalement des îles) présentaient plusieurs orientations ; ne pouvant trancher, nous ne leur en avons attribuée aucune.

### Orientation des berges de Loire

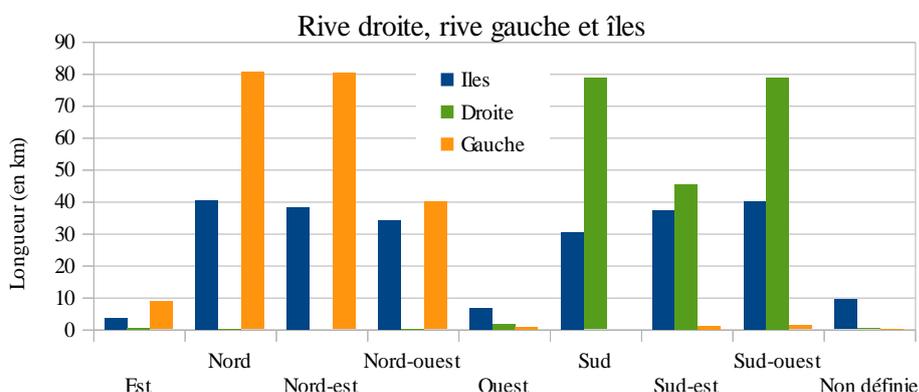


Figure 2 : Orientation des berges de Loire

Comme nous pouvions nous y attendre, la rive gauche est essentiellement orientée Nord-Ouest, Nord et, dans une moindre mesure, Nord-Est tandis que la rive droite est majoritairement Sud-Ouest, Sud, Sud-Est. Les îles s'étirent selon un axe général Est-Ouest avec très peu de linéaire d'orientation Est ou Ouest : ces deux directions correspondant souvent aux têtes et queues d'îles.

### 3.1.3 Caractérisation de l'érosion

L'inventaire des zones d'érosion s'est limité à des observations ponctuelles, au printemps-été 2012. Aucun jugement n'est porté sur la cause ou la dynamique de l'érosion : une zone d'érosion observée ne présume pas forcément d'un retrait de la berge (par exemple l'érosion faible observée dans l'estuaire au niveau de Donges est probablement due au batillage et ne provoque pas de retrait de la berge).

Néanmoins, la rubrique « érosion » de notre fiche terrain n'a pas semblé suffisante en soi pour caractériser suffisamment l'érosion ; c'est pourquoi, nous avons réalisé une analyse plurifactorielle à partir des paramètres suivants basés sur nos observations de terrain :

#### Localisation de l'érosion :

Nous sommes partis du principe qu'une érosion de la berge en pied, talus et haut devait être plus importante qu'en pied seul par exemple. Nous avons donc affecté une valeur de 1 à chacune des trois parties de la berge (haut, pied et talus). Par exemple, « 3 » correspond à une érosion de l'ensemble de la berge, « 1 » à une érosion localisée en pied.

#### Valeur de la pente (voir annexe III) :

Pour les berges érodées, nous avons constaté que le degré de pente pouvait être relié à l'intensité de l'érosion. Autrement dit, plus l'érosion est forte, plus elle va marquer la verticalité de la pente.

#### Commentaire de la rubrique « Érosion » (voir annexe III) :

Comme de nombreux commentaires caractérisaient l'érosion, nous avons repris et trié l'ensemble de ceux-ci en douze classes, chacune affectée d'une valeur d'autant plus forte que l'érosion était marquée. Lorsqu'il n'y avait aucun commentaire, nous avons affecté une valeur moyenne de 3.

#### Profondeur de l'érosion :

Deux valeurs possibles : 3 (si >2m) et 1 (si < 2m).

#### Association des quatre critères :

Les valeurs ont été additionnées, sans élément de pondération. La plus faible est de 3, la plus élevée de 15 :

	localisation	pente	commentaire	profondeur d'érosion	total
<b>Valeur</b>	1 à 3	1 à 3	0 à 6	1 ou 3	3 à 15

Trois classes ont ainsi été déterminées :

- 4 à 6 : érosion très faible à faible ;
- 7 et 8 : érosion faible à modérée ;
- 9 à 11 : érosion modérée à forte ;
- 12 à 15 : érosion forte à très forte ;
- piétinement par le bétail.

Érosion	Longueur (en km)	%
Aucune	536,2	81,6
Très faible à faible	49,1	7,5
Faible à modérée	21,5	3,3
Modérée à forte	29,0	4,4
Forte à très forte	19,9	3,0
Piétinement du bétail	1,5	0,2
<b>TOTAL</b>	<b>657,2</b>	<b>100,0</b>

Longueur de l'érosion sur les berges de Loire

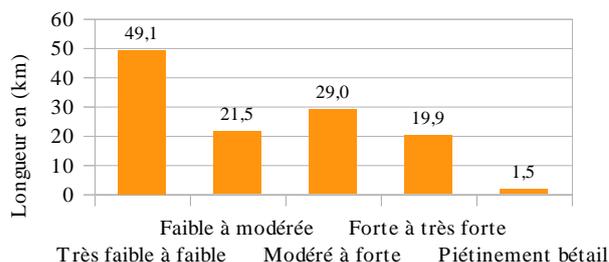


Tableau 5 : Caractérisation et longueur de l'érosion exercée sur le linéaire de berge

Figure 3 : Caractérisation de l'érosion des berges de Loire

Berge	Aucune	Faible à modérée	Forte à très forte	Modérée à forte	Piétinement bétail	Très faible à faible	Total érosion	% érodé
Autre	6,08			0,01			0,01	0,23
Enrochement	251,87	8,25	3,05	8,82	0,47	9,62	30,21	10,71
Levée	71,24						0,00	0,00
Non indurée	187,28	13,22	16,85	20,13	1,04	39,53	90,78	32,65
Quai/cale	19,70						0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>536,18</b>	<b>21,47</b>	<b>19,90</b>	<b>28,97</b>	<b>1,52</b>	<b>49,15</b>	<b>121,00</b>	

Tableau 6 : Caractérisation de l'érosion par type de berge. Les cases vides correspondent à une absence d'érosion.

Comparaison des longueurs d'érosion par type de berge

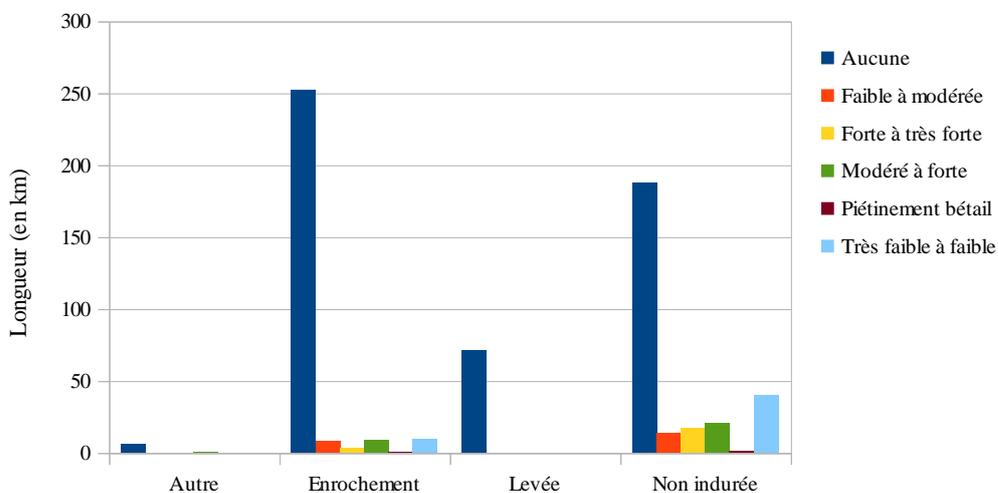


Figure 4 : Comparaison des longueurs d'érosion par type de berge

L'érosion porte pour l'essentiel sur les berges non indurées. Enrochements et levées remplissent donc efficacement leur rôle de protection contre l'érosion lorsqu'ils sont entretenus régulièrement. Cependant, nous avons constaté en plusieurs secteurs (île Héron par exemple), qu'elle peut venir à bout d'un enrochement.

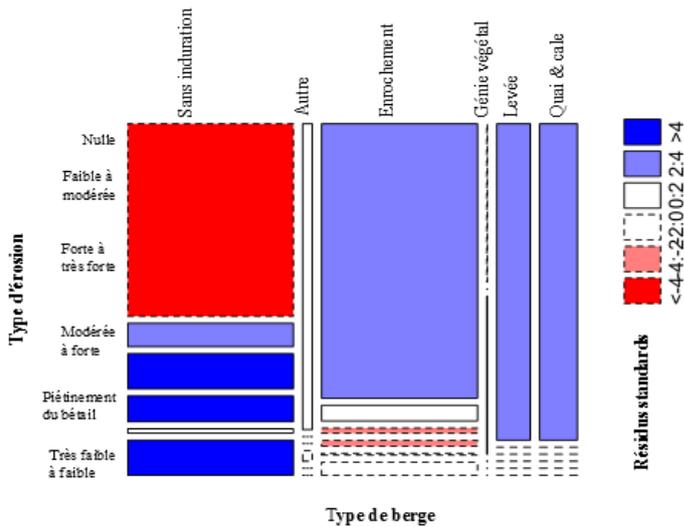


Figure 5 : Graphique en mosaïque du tableau de contingence avec intégration des résidus du test du  $\chi^2$  : érosion de la berge / nature de l'artificialisation.  $\chi^2 = 342,0886$ . Degré de liberté = 30. P-value <  $2.2 \times 10^{-16}$

Le test du  $\chi^2$  montre qu'il existe un lien entre la nature de la berge et la localisation de l'érosion.

Le diagramme en mosaïque indique une sous représentation des berges « naturelles » non érodées, mais une sur-représentation de celles qui le sont, indépendamment de la force de cette érosion. On en déduit que les rives sans protection subissent, proportionnellement, plus d'érosion (plus du tiers d'entre-elles) que les berges artificialisées (à peine 10%). Néanmoins, il convient de souligner qu'entrent dans cette catégorie des berges où l'érosion a complètement détruit l'enrochement initial ; faute d'entretien, celui-ci n'a plus qu'une présence résiduelle.

La sur-représentation des levées, quais & cales et des enrochements sans érosion démontrent leur bon état général. À noter que la présence d'une induration peut créer une érosion sur des berges non protégées, en aval ou en face, comme cela a été constaté sur le terrain à plusieurs reprises. Ceci peut en partie expliquer la très forte proportion (50%) de berges naturelles plus ou moins érodées (voir fig. 6).

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, voire trente fois supérieur pour les très fortes érosions.

### Comparaison berges érodées/non érodées

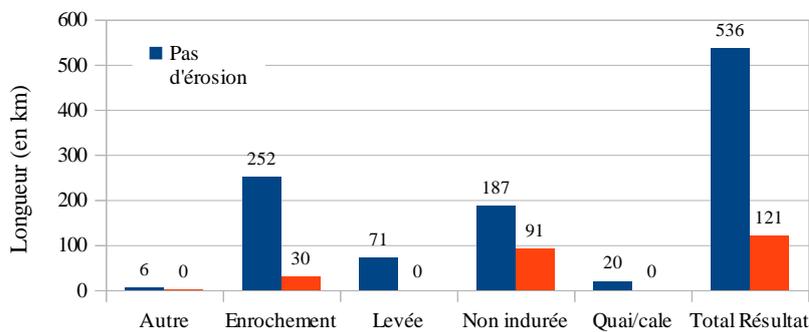


Figure 6 : Comparaison des berges érodées et non érodées.

### 3.1.4 Caractérisation des pentes

Pente	Longueur (en km)	%	Long/3ctgies	%
1	41,5	6,3	<b>Douce (1 et 5)</b>	
5	25,8	3,9	67,2	10,2
2	151,1	23,0	<b>Moyenne (2,6 et 8)</b>	
6	17,7	2,7	170,7	26,0
8	1,9	0,3	<b>Forte (3,4,7,9 et10)</b>	
3	347,6	52,9	419,2	63,8
4	27,6	4,2		
7	2,8	0,4		
9	15,9	2,4		
10	25,3	3,9		
<b>Total</b>	657,2	100	657,2	100,0

Tableau 7 : Longueurs cumulées et pourcentages des pentes des berges de Loire.

Note sur le tableau 7 : Première partie, selon 10 types (voir ill. 6). Deuxième partie, les types ont été regroupés en trois classes : pente douce, codes 1 et 5 ; pente moyenne, codes 2, 6 et 8 ; pente forte, codes 3, 4, 7, 9 et 10.

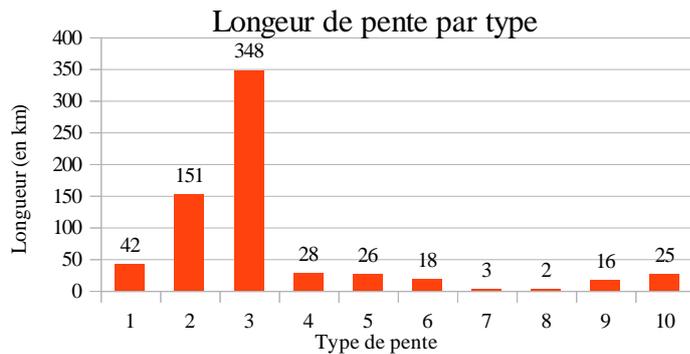


Figure 7 : Longueur de berge par type de pente

Les pentes fortes sont largement majoritaires et représentent presque les 2/3 de l'ensemble des types de pente, indépendamment de la hauteur de la berge. Ceci comprend donc des pentes relativement basses mais soumises à une érosion importante qui aura tendance à la verticaliser. Pente abrupte ne veut donc pas dire automatiquement pente indurée !

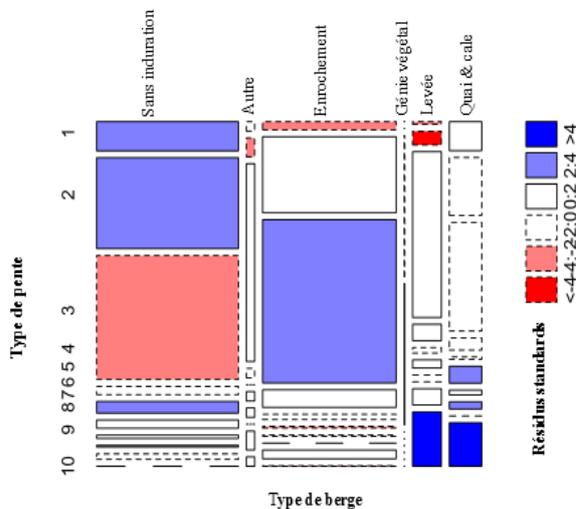


Figure 8 : Graphique en mosaïque du tableau de contingence avec intégration des résidus du test du  $\chi^2$  : type de pente / nature de l'artificialisation.  $\chi^2 = 340,7071$ . Degré de liberté = 54. P-value <  $2.2 \times 10^{-16}$

Le test du Khi<sup>2</sup> montre qu'il existe bien un lien entre la nature de la berge et sa pente.

Ce résultat conforte donc celui du tableau 10 (pente forte = 63,8%). Bien que proportionnellement sous représentées, les berges « naturelles » rentrent pour moitié dans cette catégorie. Cela peut s'expliquer par :

- la présence d'un enrochement non soupçonné (et nous avons vu précédemment que ces berges étaient plus hautes) ;
- une verticalisation de la pente par érosion ;
- un travail de renforcement (remblaiement) par l'homme, sans qu'il y ait nécessairement induration.

Les levées et quais (ceci est moins vrai pour les cales) sont très représentés dans la catégorie 10, justement créée pour rendre compte de la complexité de ce type de berge. Par exemple, les levées sont souvent confortées par un enrochement en pied sur lequel peut passer un chemin de halage.

### 3.1.5 Caractérisation des hauteurs de berge

Hauteur	Longueur (en km)	%
< 1m	40,2	6,1
1m < H < 3m	260,0	39,6
3m < H < 5m	230,5	35,1
> 5m	126,5	19,2
<b>TOTAL</b>	<b>657,2</b>	<b>100,0</b>

Comparaison des hauteurs de berges

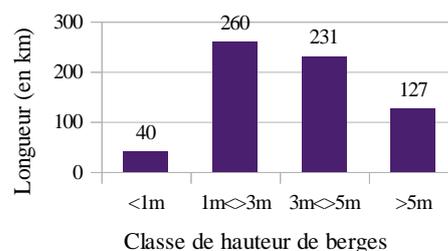


Tableau 8 : Les hauteurs des pentes des berges de Loire : longueurs cumulées et pourcentage.

Figure 9 : Comparaison des hauteurs de berge.

74,7 % des berges ont une hauteur comprise entre 1 et 5 m. Une grande partie des berges inférieures à 1m sont présentes dans l'estuaire. Celles de plus de 5m sont essentiellement représentées par les levées.

### 3.1.6 Présence de la végétation sur les berges

Rappelons que la végétation des berges, notamment les arbres et arbustes, mais aussi certaines herbacées au système racinaire très développé, jouent un rôle important dans la protection des berges vis-à-vis de l'érosion. Ce rôle est modulé par la structure même de la berge : enrochements, sables, limons ou graviers (Malavoi, 2010).

Berge	Pied	Talus	Haut
Enrochement	72,7	249,8	243,8
Levée	33,2	56,1	32,4
Quai/cale	6,7	2,9	1,7
Autre	3,2	2,9	2,6
Non induré	142,1	258,9	266,0
<b>Total</b>	<b>258,0</b>	<b>570,6</b>	<b>546,4</b>

Tableau 9 : La végétation des berges. Longueur cumulée des berges où la végétation présente une couverture partielle ou totale.

## Présence de la végétation en berges

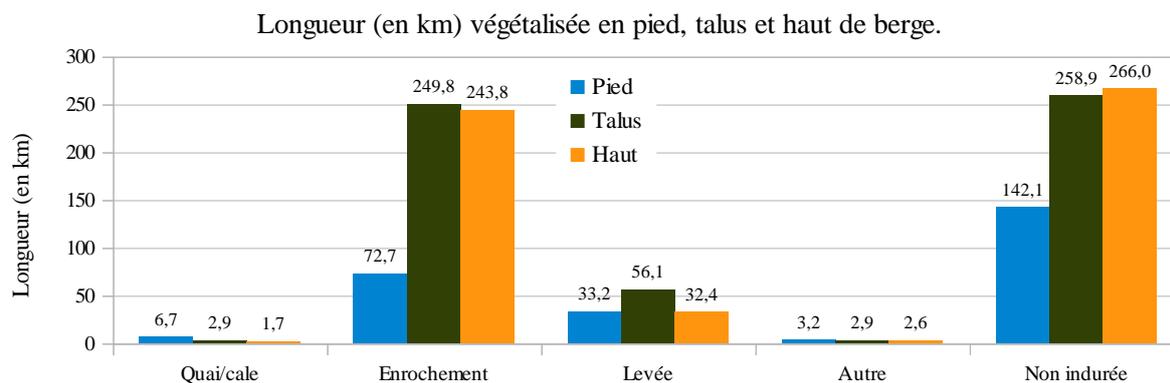


Figure 10 : Répartition de la végétation en pied, talus et haut de berge en fonction du type de berge.

D'une manière générale, lorsque le talus est végétalisé, le haut de berge l'est aussi dans la même proportion. Cela reste beaucoup moins vrai pour les levées. En effet, si une partie d'entre-elles peut être recouverte par la végétation (notamment sur la rive droite au nord de Saumur), une route passe souvent sur le haut de berge. La présence d'un enrochement n'empêche pas le développement de la végétation (voire de la ripisylve) sur son talus puisque 250 km sur 282 km sont végétalisés, soit 88,3% !

Il faut néanmoins rester prudent sur les chiffres des pieds de berge qui sont probablement sous-estimés. En effet ce n'est qu'à partir de août, voire septembre, en fonction de l'étiage, que la végétation peut y être visible. Les prospections ayant commencé dès avril, il est possible que certains sites n'aient pas été pris en compte.

Si la végétation contribue à limiter l'érosion des berges, lorsque les berges sont très hautes, le système racinaire peut être trop court pour protéger le pied de berge, et ainsi le rendre plus sensible à l'érosion que le talus.

## 3.2 LES RELEVÉS BOTANIQUES

Les relevés botaniques de terrain ont été entrés sous Turboveg afin d'avoir une base de données propre, notamment au niveau de la nomenclature des espèces.

Bien que les inventaires aient été réalisés de façon aussi exhaustive que possible, certaines espèces ont pu ne pas être observées si la date de passage ne correspondait pas au stade de développement approprié pour la détermination. Ce travail n'a donc pas pour objectif de faire une étude exhaustive de la flore des berges de Loire mais s'intéresse plutôt aux différents groupements rencontrés.

Nous avons rencontré des difficultés d'identification pour certaines espèces, notamment :

- Les fétuques (*Festuca*) dont une identification précise passe par l'observation à la binoculaire de coupes de feuilles. Elles ont en général été notées *Festuca sp.*
- Les chiendents (*Elytrigia*), notamment entre *Elytrigia repens* et *Elytrigia campestris*, d'autant plus qu'ils sont susceptibles de s'hybrider. Nous émettons donc une certaine réserve face à leur détermination.
- Les vulpins (*Alopecurus*) : la distinction entre *Alopecurus geniculatus* et *Alopecurus pratensis* n'a pas été aisée. Malgré l'attention portée aux déterminations, il est possible que certaines soient erronées notamment avec une sur-représentation d'*Alopecurus geniculatus*.
- Les frênes (*Fraxinus*) : la différenciation entre *Fraxinus angustifolia* et *Fraxinus excelsior* est difficile, d'autant plus que les deux espèces forment des hybrides. Dans le doute, l'espèce a été décrite comme *Fraxinus sp.*
- Les Carex : ils sont très présents sur les bords de Loire, notamment en pied de berge. Cependant ils ont très rarement été observés en fleurs ou avec des fruits (peut-être à cause de la date de passage). Ainsi, même si le port de la plante ainsi que les données bibliographiques permettent de supposer qu'il s'agit de *Carex acutiformis* dans la majorité des cas, en l'absence de ces éléments indispensables à la détermination, ceux-ci ont été notés comme *Carex sp.*
- Les saules (*Salix*) : entre autre le saule fragile (*Salix fragilis*) qui a sans doute été identifié à tort sur plusieurs relevés. Il s'agirait plutôt de l'hybride *Salix x rubens* (hybride entre le saule fragile et le saule blanc).
- Les ronces (*Rubus*) : bien que présent en bord de Loire, *Rubus ulmifolius* n'a pas été observé. Il a peut-être été confondu avec *Rubus caesius* avec lequel il s'hybride.

De manière générale, la détermination s'est limitée à l'espèce et n'est pas allée jusqu'à la sous-espèce.

Les berges sont, par définition, des zones de transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre, d'où la difficulté à trouver des zones de flore homogène : sur le talus de berge (transition entre le haut de berge et le pied), sur le pied (transition entre le talus et la grève). Dans le souci de ne pas trop s'éloigner de la berge, les relevés de haut de berge ont généralement été réalisés sur le bourrelet alluvial. Ainsi, certains d'entre eux ont pu être faits sur des habitats de transition, ce qui ressort en partie dans l'analyse phytosociologique.

### 3.2.1 Le traitement des données

Le traitement des données phytosociologiques a été fait sous Juice 7.0.

La différenciation phytosociologique des groupements s'est appuyée sur les documents et sources suivantes : Barreau 1996A, Barreau 1996C, le référentiel typologique des habitats terrestres du CBNB<sup>7</sup> et le guide des habitats naturels de Poitou-Charentes de Poitou-Charentes Nature<sup>8</sup>.

Une rencontre avec le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB) a permis de confirmer ou de corriger les groupements décrits.

---

7 Référentiel typologique des habitats terrestres de Bretagne, de Basse-Normandie et des Pays de la Loire. Conservatoire National Botanique de Brest. Consultable en ligne : [www.cbnbrest.fr/site/Refer\\_tipo/habit0.php](http://www.cbnbrest.fr/site/Refer_tipo/habit0.php)

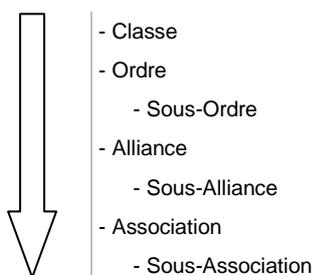
8 Guide des habitats naturels de Poitou-Charentes. Poitou-Charentes Nature. Consultable en ligne : [www.poitou-charentes-nature.asso.fr/-Guide-des-habitats-naturels-du-.html](http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/-Guide-des-habitats-naturels-du-.html)

### 3.2.2 Les phytocénoses

Certains relevés ne sont pas suffisamment homogènes, ou en nombre suffisant, pour permettre l'identification de l'association phytosociologique. Nous nous sommes donc arrêtés à la classe [cl.], l'ordre [ord.], l'alliance [all.] ou l'association [ass.] selon ce qui était possible. L'abréviation a été notée entre crochet.

Certains groupements sont constitués d'un complexe de végétation. Même s'ils n'ont pu être séparés, ils ont été cités.

Pour rappel, ci-dessous la classification phytosociologique :



Pour leur localisation sur la zone d'étude, voir les cartes de l'atlas cartographique.

#### ➤ Les milieux semi-aquatiques

##### Les Roselières halophiles

Plusieurs types de roselières halophiles ont été observées en aval de Nantes. Elles se rattachent à l'alliance du Scirpion compacti A.E. Dahl & Hadac corr. Rivas Martinez, JC Costa, Castroviejo et Valdes 1980 [all.].

Dans cette alliance on peut distinguer plusieurs associations :

- Scirpetum compacti (van Langendonck & Beeftink 1931) Beeftink 1957 [ass.]

Cette association a été observée sur deux sites de l'estuaire des communes de Corsept et Paimboeuf. Ces sites sont régulièrement inondés par la marée et le sol est parfois enrichi par des restes coquilliers. Les espèces observées sur ces points sont l'*Aster tripolium*, *Beta vulgaris*, *Bolboschoenus maritimus*, *Spergularia media*, *Atriplex prostrata*. De manière générale, ce groupement est observé en pied ou en talus, selon la topographie de la berge.



Illustration 10 : Corsept, mai 2012.



Illustration 11 : *Aster tripolium* à Corsept, septembre 2012.

- Scirpetum triquetri Zonneveld 1955 corr. et em. Géhu et Biondi 1988 [ass.]

Cette association est présente sur les vases molles des pieds de berge soumis au balancement des marées. Ces peuplements, découverts à marée basse, sont une constante le long des rives de Cordemais à la Chapelle-Basse-Mer.

Ce groupement présente assez peu d'espèces. Le scirpe triquètre (*Schoenoplectus triqueter*) y a été observé accompagné, entre autre, d'un eleocharis (probablement *Eleocharis bonariensis*) et de *Juncus compressus*.



Illustration 12 : Couëron, juillet 2012



Illustration 13 : Saint-Jean-de-Boiseau, juillet 2012

- Roselière à phragmite

La Roselière à phragmite (*Phragmites australis*), observée en berge, n'a pas pu être rattachée à une association. Nous nous contenterons donc de la qualifier de roselière douce du Scirpion compacti A.E. Dahl & Hadac corr. Rivas Martinez, JC Costa, Castroviejo et Valdes 1980 [all.].

Ces roselières hautes forment un habitat dense, généralement assez pauvre en espèces végétales car dominé par le phragmite en peuplements parfois monospécifiques. Elles se développent sur un sol hydromorphe inondé, souvent vaseux dans des eaux méso-eutrophes.

La roselière est bien représentée et s'étend dans la zone estuarienne, derrière la berge, avec des peuplements importants observés de Donges/Paimboeuf jusqu'à Couëron.

Parmi ces relevés, un seul, présentant aussi l'angélique des estuaires, a pu être rattaché à l'association de l'Angelico heterocarpae – Phragmitetum communis Géhu & Géhu-Franck 1978 [ass.].



Illustration 14 : Saint-Etienne-de-Montluc, juillet 2012.



Illustration 15 : Cordemais, juillet 2012.

### **La mégaphorbiaie saumâtre**

Le groupement exprimant l'angélique des estuaires dans son optimum écologique est l'association du *Convolvulo sepium* – *Angelicetum heterocarpae* Géhu & Géhu-Franck 1978 [ass.] (syn. *Calystegio sepium* - *Angelicetum heterocarpae*).

Cette association se situe dans la partie amont des estuaires. Elle se développe sur des substrats oligohalins à subsaumâtres, inondés lors des marées hautes des grandes marées<sup>9</sup>. Nous y avons observé l'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa*), l'oënanthe safranée (*Oenanthe crocata*), accompagnées parfois du séneçon aquatique (*Senecio aquaticus*). Elle se développe parfois sous la saulaie blanche (*Salicion albae* Soo 1930) ou en mélange avec la magnocariçaie et mégaphorbiaie à *Lythrum salicaria*.

Ce groupement a été observé en particulier entre Couëron et Thouaré.



Illustration 16 : Indre, juillet 2012



Illustration 17 : Sainte-Luce-sur-Loire, juillet 2012.

### **La végétation des sables exondés à l'étiage**

Plus en amont (à partir du Cellier), sur les sables exondés à l'étiage, un complexe de végétation a été observé. Celui-ci est composé de :

- une mégaphorbiaie : *Urtico dioicae* – *Calystegietum sepium* Görs et Müller 1969 [ass.]

Dans les dépressions humides, riches en éléments nutritifs, on note le développement de la mégaphorbiaie avec l'ortie (*Urtica dioica*) ou le liseron des haies (*Calystegia sepium*).

- une magnocariçaie : *Magnocaricetalia elatae* Pignati 1954 [ord.]

Sur les sols riches en matière organique, à éléments fins, une cariçaie se développe avec différents carex (*Carex acutiformis*, etc.) et des espèces comme la Lysimaque vulgaire (*Lysimachia vulgaris*).

- le *Bidentetea tripartitae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951 [cl.] avec :

- o *Bidenton tripartitae* Nordhager 1940 [all.]

- o *Chenopodion rubri* (Tüxen ex Poli & J. Tüxen 1960) Kopecky 1969 [all.]

Sur les sables de pied de berges, de nombreuses pionnières annuelles du *Bidentetea tripartitae* se développent en fin d'été. Parmi les espèces caractéristiques citées par F. Barreau (Barreau, 1996A), les suivantes ont été observées : le bident (*Bidens frondosa*), le cresson des champs (*Rorripa sylvestris*) et occasionnellement le cresson jaune (*Rorripa amphibia*), l'aster (en particulier *Symphiotrichum lanceolatum*), le chénopode glauque (*Chenopodium album*), la lampourde (*Xanthium orientale*), le paspale (*Paspalum distichum*) et le pourpier (*Portulacca oleracea*) lors de l'assèchement.

Il est parfois difficile de distinguer les différents groupements dans ce complexe.

---

9 Référentiel typologique des habitats terrestres de Bretagne, de Basse-Normandie et des Pays de la Loire. Conservatoire National Botanique de Brest. Consultable en ligne : [www.cbnbrest.fr/site/Refer\\_typo/habit0.php](http://www.cbnbrest.fr/site/Refer_typo/habit0.php)



Illustration 18 : Saumur, août 2012.



Illustration 19 : Oudon, août 2012.

### **La mégaphorbiaie douce**

Elle se rattache à l'association de l'Urtico dioicae – Calystegietum sepium Görs et Müller 1969 [ass.]. Elle est présente dans les dépressions humides sur sols riches en éléments nutritifs et est constituée d'espèces comme le liseron des haies (*Calystegia sepium*), l'ortie (*Urtica dioica*), le gaillet gratteron (*Galium aparine*), le lamier maculé (*Lamium maculatum*) et la baldingère (*Phalaris arundinacea*). Cette dernière prend parfois le dessus et domine le groupement, comme cela a été souvent observé.

Cette mégaphorbiaie dominée par le *Phalaris arundinacea* a été observée entre Couëron et les Ponts-de-Cé, parfois sous la saulaie blanche.



Illustration 20 : Ponts-de-Cé, août 2012.



Illustration 21 : *Stachys palustris*, La Varenne, août 2012.

### **➤ Les boisements**

La saulaie blanche à *Salix alba* constitue la frange arborée typique des rives de Loire. Elle forme une interface entre la frênaie-ormie et la strate herbacée du bas des berges. La saulaie à saule blanc, ne forme que rarement un boisement rivulaire, peut-être du fait de la difficulté de son implantation dans les blocs rocheux des levées et des pentes abruptes des berges qui ne présentent pas de terrasses inondables. (Barreau, 1996C)

La saulaie blanche (*Salicion albae* Soo 1930 [all.]) n'apparaît pas dans nos relevés. Ceci peut être dû à différents facteurs : le hasard de l'échantillonnage ou le fait que la saulaie se situant typiquement entre la frênaie-ormie et le pied de berge, les relevés ont été effectués soit plus haut, soit plus bas, sur le profil de la berge. Quelle qu'en soit la cause, la sous-représentation de ce groupement n'illustre pas son absence sur le terrain.

Les groupements observés sont les suivants :

### **La saulaie arbustive**

Une saulaie arbustive sur vases a été observée dans la boire de Saint-Sébastien. Elle se rattache à une saulaie arbustive du *Salicetum albae* Issler 1926 [ass.] composée de *Salix x rubens* (hybride entre *Salix alba* et *Salix fragilis*) sans la présence du saule blanc (*Salix alba*).

Quelques espèces hygrophiles comme la baldingère (*Phalaris arundinacea*) et la salicaire (*Lythrum salicaria*) ont été observées en faible nombre sous la strate arbustive.



Illustration 22 : Saint-Sébastien, août 2012.

### **La frênaie-ormaie**

Sur un grand nombre de talus de berges arborées, un complexe de végétation, dominé par la frênaie-ormaie a été observé. Il se compose de :

- La strate arborée : *Ulmo minoris* – *Fraxinetum angustifoliae* Rameau et Schmitt 1981 [ass.]

La frênaie-ormaie est la plupart du temps réduite à la largeur d'une haie. Le frêne à feuilles étroites (*Fraxinus angustifolia*) et le frêne élevé (*Fraxinus excelsior*) sont souvent les arbres dominants de cette formation. En berge, elle se retrouve parfois aux côtés de l'érable negundo (*Acer negundo*), présent ponctuellement dans la ripisylve, et de cultivars de peupliers plantés en haut de berge. (Barreau, 1996C)

Même si au cours des inventaires, aucun point de relevé n'a été effectué dans la saulaie blanche, le saule blanc (*Salix alba*) est apparu parfois en mélange avec le frêne. Ces groupements ont été traités comme une variante de la frênaie-ormaie.

En d'autres points, le chêne pédonculé est présent dans la frênaie-ormaie, notamment en limite de la zone inondable sur les hauts niveaux topographiques (Barreau, 1996C). Ces points ont été traités comme une autre variante de la frênaie-ormaie.

- La strate arbustive : *Crataego monogynae* – *Prunetea spinosae* Tüxen 1962 [cl.]

La strate arbustive et buissonnante est commune : orme champêtre (*Ulmus minor*), aubépine (*Crataegus monogyna*), neprun purgatif (*Rhamnus cathartica*) et prunellier (*Prunus spinosa*).

- La strate herbacée présente en mélange :

- o *Calystegio sepium* – *Aristolochietum clematitidis* de Foucault et Frileux 1983 [ass.]

Cette association constitue un ourlet d'hémicryptophytes constitué, entre autre, de l'aristoloche (*Aristolochia clematitidis*) et du liseron des haies (*Calystegia sepium*).

- o *Galio aparines* – *Urticetea dioicae* Passarge ex Kopecky 1969 [cl.]

Cette classe est typique des ourlets nitrophiles des sols plus ou moins humides. Les espèces rencontrées sont : le cerfeuil des bois (*Anthriscus sylvestris*), la bardane (*Arctium lappa*), le gaillet gratteron (*Galium aparine*), l'ortie dioïque (*Urtica dioica*), le rumex à feuilles obtuses (*Rumex obtusifolius*), des ronces (*Rubus sp.*)...



Illustration 23 : Oudon, août 2012.



Illustration 24 : Varades, mai 2012.

### ➤ Les milieux ouverts

Aucune association de prairie humide n'a été décrite, peut-être parce que les relevés ont été faits sur le bourrelet de rive qui, soumis à un effet drainant, est donc plus sec.

#### L'agropyraie

Sur l'ourlet apparaît l'Agropyretea pungentis Géhu 1968 [cl.]. Il s'agit d'une végétation vivace graminéenne, xérophile et semi-rudérale, que l'on a rencontrée sur les berges sableuses. Nous avons distingué deux variantes :

- Groupement à chiendent rampant (*Elytrigia repens*)

Le chiendent a une assez large amplitude écologiques vis-à-vis de ses besoins en eau : il est hygrophile à mésoxérophile. (Barreau, 1996C)

- Groupement mésoxérophile à xérophile à *Elytrigia campestris*

Ce groupement déjà décrit par F. Barreau (Barreau, 1996C) a été observé sur les sables de haut de berge, sous la frênaie-ormaie ou sur les zones « d'engraissement » de la berge, c'est-à-dire des zones de dépôt de sable en cours de revégétalisation comme à Chenehutte ou à Parnay. Ce groupement ne permet pas de protéger les niveaux supérieurs des rives instables, soumises à une forte érosion. On y rencontre des espèces héliophiles typiques du bourrelet alluvial comme l'alysson blanchâtre (*Berteroa incana*) et l'aristoloche (*Aristolochia clematidis*).

Pour ce deuxième groupement, seule *Elytrigia campestris* a été décrite. Cependant on suppose qu'elle peut être mélangée au chiendent rampant (*Elytrigia repens*) avec lequel elle s'hybride.



Illustration 25 : Parnay, juin 2012.



Illustration 26 : Saint-Rémy-la-Varenne, juin 2012

### **Prairies de haut de berge**

Les prairies de haut de berge ont été décrites pour la majorité par deux alliances. Cela a été un exercice difficile car ceux-ci ne s'expriment pas nettement, probablement du fait de la localisation des relevés sur le bourrelet alluvial. La présence de ronces (*Rubus* sp.) ou de frênes (*Fraxinus* sp.) témoigne du caractère de transition sur la localisation des relevés.

- *Brachypodio rupestris* – *Centaureion nemoralis* Br.-Bl. 1967 [all.]

Il s'agit de prairies de fauche thermophiles, thermoatlantiques, sur des secteurs mésotrophes à mésooligotrophes.

Cette formation est dominée par des graminées sociales comme l'avoine élevée (*Arrhenaterum elatius*), la gaudinie fragile (*Gaudinia fragilis*) ou le brome mou (*Bromus hordeaceus*). Des apiacées comme les oenanthes ou des astéracées comme les centaurees viennent compléter ce cortège. En conditions plutôt mésotrophes, la strate basse peut être très diversifiée et comprendre de nombreuses espèces comme des fabacées (genres *Trifolium*, *Vicia*...) ou de petites graminées des genres *Agrostis*, *Bromus* ou *Vulpia*. Cet habitat présente une assez grande variabilité du fait de la diversité des conditions stationnelles sur lesquelles il peut être observé<sup>10</sup>.



Illustration 27 : Sainte-Gemmes, juin 2012.



Illustration 28 : *Centaurea* sp., Sainte-Gemmes, juin 2012.

- *Cynosurion cristati* Tüxen 1947 [all.]

Cette alliance a été observée sur les bourrelets de rive soumis au tassement (prairie pâturées ou au bord d'un chemin), sur des secteurs mésoeutrophes à eutrophes.

Ces prairies sont dominées par une strate herbacée basse. Cet habitat présente des touffes de poacées comme le ray-gras (*Lolium perenne*) ou la crénelle (*Cynosurus cristatus*), entre lesquelles se développe un tapis de rampantes comme le trèfle blanc (*Trifolium repens*) et les rosettes de pâquerettes (*Bellis perennis*) ou de pissenlits (*Taraxacum officinale*)<sup>11</sup>.

10 Guide des habitats naturels de Poitou-Charentes. Poitou-Charentes Nature. Consultable en ligne : [www.poitou-charentes-nature.asso.fr/-Guide-des-habitats-naturels-du-.html](http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/-Guide-des-habitats-naturels-du-.html)

11 Guide des habitats naturels de Poitou-Charentes. Poitou-Charentes Nature. Consultable en ligne : [www.poitou-charentes-nature.asso.fr/-Guide-des-habitats-naturels-du-.html](http://www.poitou-charentes-nature.asso.fr/-Guide-des-habitats-naturels-du-.html)



Illustration 29 : La Varenne, avril 2012.



Illustration 30 : Saint-Sébastien, août 2012.

### **Les levées maçonnées**

Sur certaines levées maçonnées s'exprime la classe du *Parietaria judaica* Rivas-Martinez in Rivas Goday 1964 [cl.]. Cette communauté nitrophile des murs présente des orpins (*Sedum* sp.) ou des espèces comme la cymbalaire des murs (*Cymbalaria muralis*) ou la valériane des jardins (*Centranthus ruber*).



Illustration 31 : Ancenis, avril 2012.

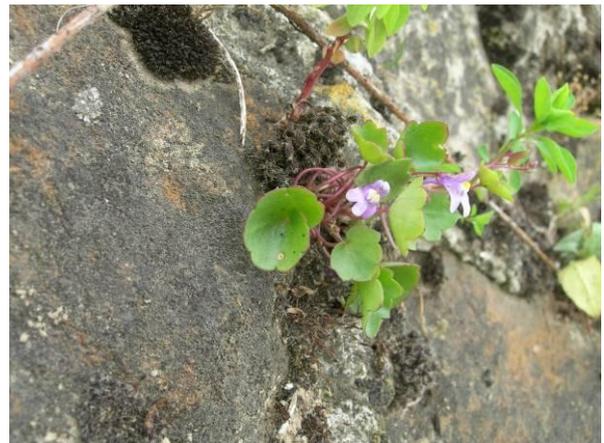


Illustration 32 : *Cymbalaria muralis*, Le Thoureil, juin 2012.

### 3.2.3 Habitats d'intérêt communautaire

Un certain nombre d'habitats décrits ci-dessus peuvent être retenus au titre de la Directive « Habitat » (Annexe I) comme habitat d'intérêt communautaire. Aucun jugement n'est porté ici sur leur état de conservation.

Groupement phytosociologique	Code générique Natura 2000	Intitulé Natura 2000
Scirpetum compacti (van Langendonck & Beeftink 1931) Beeftink 1957	2190 - 5	Roselières et cariçaies dunaires (en situation de dépression humide intradunale)
Bidention tripartitae Nordhager 1940	3270	Rivières avec berges vaseuses avec végétation du <i>Chenopodium rubri</i> p.p. et du <i>Bidention</i> p.p. (en bordure d'eaux courantes)
<i>Chenopodium rubri</i> (Tüxen ex Poli & J. Tüxen 1960) Kopecky 1969	3270	Rivières avec berges vaseuses avec végétation du <i>Chenopodium rubri</i> p.p. et du <i>Bidention</i> p.p. (en bordure d'eaux courantes)
<i>Convolvulo sepium</i> - <i>Angelicetum heterocarpae</i> Géhu & Géhu-Franck 1978	6430 - 5	Mégaphorbiaies oligohalines
<i>Urtico dioicae</i> - <i>Calystegietum sepium</i> Görs et Müller 1969	6430 - 4	Mégaphorbiaies eutrophes des eaux douces
<i>Calystegio sepium</i> - <i>Aristolochietum clematidis</i> de Foucault et Frileux 1983	6430 - 4	Mégaphorbiaies eutrophes des eaux douces
<i>Brachypodio rupestris</i> - <i>Centaureion nemoralis</i> Br.-Bl. 1967	6510	Prairies maigres de fauche de basse altitude ( <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> )
<i>Salicion albae</i> Soo 1930	91E0*	Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )
<i>Ulmo minoris</i> - <i>Fraxinetum angustifoliae</i> Rameau et Schmitt 1981	91F0 - 3	Chênaies-ormaies à frêne oxyphylle

Tableau 10 : Intitulés des habitats de la directive européenne « Habitat ».

### 3.3 LA FAUNE ET LA FLORE PATRIMONIALE ET INVASIVE

Les données faune et flore ont été synthétisées sous la forme de trois tableaux. Attention, les chiffres présentés ne rendent en aucun cas compte d'une valeur d'abondance sur le terrain (d'autant que sont mélangées des données surfaciques, ponctuelles et linéaires) mais plutôt d'un intérêt et d'une pression de prospection plus ou moins importants.

#### 3.3.1 La flore patrimoniale

La base contient 411 données totalisant cinq espèces. 93% proviennent de sources bibliographiques : CBNB (2002 & 2005), THEMA Environnement & VNF (2011), Municipalité de Rezé (2011).

Nous soulignerons ici que cette cartographie n'est pas exhaustive. Elle devra être complétée avec les données du CBNB, recueillis notamment dans le cadre de la réalisation du plan de conservation de l'angélique des estuaires.

Espèces		Type de données	
Nom latin	Nom français	Biblio.	Terrain
<i>Angelica heterocarpa</i>	Angélique des estuaires	113	15
<i>Inula britannica</i>	Inule britannique	1	2
<i>Pulicaria vulgaris</i>	Pulicaire vulgaire	6	1
<i>Schoenoplectus triqueter</i>	Scirpe triquètre	261	11
<i>Schoenoplectus supinus</i>	Souchet étalé	1	0
<b>TOTAL</b>		<b>382</b>	<b>29</b>

Tableau 11 : Flore patrimoniale : nombre de données par espèce.

Note sur le tableau 11 : Biblio. : nombre de données bibliographiques par espèce. Terrain : nombre de données recueillies sur le terrain par le CORELA en 2012, par espèce.

Quelques précisions sur les espèces observées :

#### ➤ Espèces patrimoniales

Espèces		Status de protection		
Nom latin	Nom français	Protection nationale <sup>12</sup>	Liste rouge régionale Pays-de-la-Loire <sup>13</sup>	Liste rouge armoricaine <sup>14</sup>
<i>Angelica heterocarpa</i>	Angélique des estuaires	PN	An.4 (VU)	LRMA1*
<i>Inula britannica</i>	Inule britannique	-	An.5 (NT)	LRMA1
<i>Pulicaria vulgaris</i>	Pulicaire commune	PN	-	LRMA1
<i>Schoenoplectus triqueter</i>	Scirpe triquètre	-	An.4 (VU)	LRMA1
<i>Schoenoplectus supinus</i>	Souchet étalé	-	An.3 (EN)	-

Tableau 12 : Statuts de protection des espèces protégées (CBNB, 2008).

<sup>12</sup> PN : protection nationale

<sup>13</sup> Liste rouge régionale : An.1 (Ex) = Plantes non revues récemment, présumées disparues, An.2 (CR) = Plantes en danger extrême de disparition, An.3 (EN) = Plantes en danger de disparition, An.4 (VU) = Plantes vulnérables, An.5 (NT) = Plantes quasi-menacées.

<sup>14</sup> Liste rouge armoricaine (S. Magnanon, 1993) : LRMA1 = taxons considérés comme rares dans tout le Massif armoricain ou subissant une menace générale très forte - \* = taxon prioritaire (S. Magnanon, F. Hardy, 1999).

Le scirpe triquètre (*Schoenoplectus triquetus*), fréquent de Couëron au Cellier, cette espèce pionnière peuple les vases nues régulièrement inondées.

Le souchet étalé (*Schoenoplectus supinus*), n'a pas été observé au cours de cette étude. Nous disposons d'une donnée unique au Pellerin (CBNB, 2005).

L'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa*) s'installe, plus haut que le scirpe triquètre, sur le haut des berges vaseuses soumises au balancement des marées. Elle est commune d'Indre à Thouaré.

L'inule britannique (*Inula britannica*) est une plante des prairies et prés humides. Assez commune en Loire-Atlantique et Maine-et-Loire (Corillon, 1981), elle a été observée en bord de Loire à proximité d'Angers.

La pulicaria commune (*Pulicaria vulgaris*) pousse sur les grèves alluviales à bident dans les zones riches en nitrates et les chemins humides et bordures d'étangs (Corillon, 1981). Assez commune dans la région, elle a été observée sur les communes de Montrelais et Le Thoureil

#### ➤ D'autres espèces méritent d'être citées

L'helleborine à larges feuilles (*Epipactis helleborine*) a été observée à proximité de Nantes, à Rezé et Basse-Goulaine. Un individu a aussi été vu à Montsoreau.

Le butome en ombelle (*Butomus ombellatus*) est une plante aquatique vivace des bords d'eau calme, en milieu neutre à alcalin. Il a été observé en pied de berge dans des eaux calmes à proximité d'Angers.

Le pigamon jaune (*Thalictrum flavum*) a été observé en pied de berge, en conditions humides mais non aquatiques, assez régulièrement à partir de la Varenne.

### 3.3.2 La flore invasive

La base contient 248 données (229 ponctuelles et 19 surfaciques) totalisant quinze espèces. Ces données ponctuelles sont issues des observations effectuées dans le cadre de cette étude. Quelques espèces dominent avec une fréquence dépassant les 10% : l'érable négundo, le bident feuillé, les jussies, le paspale à deux épis et l'aster lancéolé. Elles se développent sur des pieds de berges en général sableux ; et aussi en milieu aquatique pour les jussies. L'aster est une espèce abondante tout le long des bords de Loire qui peut atteindre des surfaces relativement importantes.

Espèce		Nombre de données	%
<i>Acer negundo</i>	Erable negundo	30	12
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailante	4	1.6
<i>Berteroa incana</i>	Alysson blanc	7	2.8
<i>Bidens frondosa</i>	Bident feuillé	40	16.1
<i>Buddleja davidii</i>	Buddleja	19	7.7
<i>Conyza sp.</i>	Vergerette	9	3.6
<i>Cuscuta scandens subsp. scandens</i>	Cuscute	4	1.6
<i>Impatiens balfouri</i>	Impatience de Balfour	1	0.4
<i>Ludwigia sp.</i>	Jussie	38	15.3
<i>Paspalum distichum</i>	Paspale à deux épis	33	13.3
<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	7	2.8
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux accacia	8	3.2
<i>Symphotrichum lanceolatum</i>	Aster lancéolé	48	19.6
<b>Total</b>		<b>248</b>	<b>100</b>

Tableau 13 : Flore invasive : nombre de données par espèce et pourcentage. Toutes les données ont été recueillies sur le terrain lors des inventaires du CORELA, entre mars et octobre 2012.

### ➤ La flore invasive parmi les points de relevés phytosociologiques

63 % des 84 points de relevés présentent une ou plusieurs espèces invasives, en majorité en talus ou en pied de berge. Les espèces les plus rencontrées sont l'aster lancéolé (sur 33 % des points), le bident feuillé (30 % des points) et le paspale à deux épis (35 % des points).

Espèces		Nombre de points de contact sur les points botaniques	Taux d'occurrence sur l'ensemble des points botaniques
<i>Acer negundo</i>	Érable negundo	11	13 %
<i>Berteroa incana</i>	Alysson blanc	7	8 %
<i>Bidens frondosa</i>	Bident feuillé	26	30 %
<i>Buddleja davidii</i>	Buddleja de David	1	1 %
<i>Conyza sp.</i>	Vergerettes	7	8 %
<i>Cuscuta scandens</i>	Cuscute	4	5 %
<i>Ludwigia sp.</i>	Jussies	15	17 %
<i>Paspalum distichum</i>	Paspale à deux épis	30	35 %
<i>Symphotrichum lanceolatum</i>	Aster lancéolé	28	33 %
<b>Total des points de contact</b>		<b>54</b>	<b>63 %</b>

Tableau 14 : Occurrence des observations d'espèces invasives sur les points de relevés botaniques.

Typiquement, les pieds de berge sont porteurs d'une flore invasive herbacée avec le bident, la cuscute et le paspale. Les jussies se développent en milieux aquatiques. Bien qu'en tant que tels elles n'ont pas fait l'objet de cette étude, elles ont parfois été observées en limite pied de berge / ligne d'eau. Les asters se développent en pied de berge mais aussi en talus, sous couvert arboré.

Les talus sont plus concernés par les espèces ligneuses comme l'érable negundo, le robinier faux acacia (présent bien qu'il n'ait pas été observé sur un point de relevé botanique) ou le buddleja.

Les hauts de berges occupés par de la prairie entretenue (fauche, pâture), sont moins soumises aux invasives.

### Conclusion

La majorité des espèces a été observée à partir de Nantes, nous pouvons commenter ici les principales espèces :

- L'aster lancéolé : a été observé d'Indre à Montsoreau
- Le bident feuillé : d'Oudon à Montsoreau (un contact isolé à Nantes)
- Le paspale à deux épis : d'Oudon à Montsoreau
- La cuscute : ici et là à partir de Varades et en amont
- L'érable négundo : ici et là entre Nantes et le Thoureil (surtout entre le Thoureil et Montsoreau)
- Le robinier faux acacia : ici et là entre Nantes et Montsoreau (surtout en amont des Ponts-de-Cé)

### 3.3.3 La faune patrimoniale

La base contient 213 données (170 données bibliographiques et 43 recueillies par le CORELA et la LPO-Anjou sur le terrain en 2012.) La météorologie très pluvieuse du printemps et d'une partie de l'été, les conditions matérielles de cette étude (une partie du terrain réalisé en bateau) et le manque de temps pour mettre en place efficacement les protocoles n'ont pas permis beaucoup de relevés in situ. Une exception pour les hirondelles de rivage dont les nids ont pu être bien observés depuis le bateau.

*Rappel* : les observations issues de la bibliographie ont été restreintes à la période de 2001 à 2012. Certaines nous ont été transmises au lieu-dit : dans ce cas, l'absence de précision ne permet pas d'affirmer que l'espèce ait été strictement observée sur la berge. Malgré tout ces espèces ont été prises en compte ci-dessous. De plus, si les observations de 2012 se sont limitées aux berges de Loire, les données bibliographiques ont été, pour certaines, étendues notamment aux boires : c'est le cas en particulier pour les amphibiens observés sur les annexes ou la donnée de Cistude de 2009. Pour plus d'information sur les zones d'observation, consultez l'atlas cartographique.

Espèce		Biblio	Terrain
<i>Alcedo atthis</i>	Martin pêcheur	5	11
<i>Bufo calamita</i>	Crapaud calamite	9	0
<i>Castor fiber</i>	Castor	46	6
<i>Cerambyx cerdo</i>	Grand capricorne	6	0
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Agrion de Mercure	1	0
<i>Emys orbicularis</i>	Cistude d'Europe	1	0
<i>Lissotriton vulgaris</i>	Triton ponctué	4	0
<i>Lucanus cervus</i>	Lucane cerf-volant	12	1
<i>Lutra lutra</i>	Loutre	2	0
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Gomphe serpentín	11	0
<i>Osmoderma eremita</i>	Pique-prune	2	0
<i>Pelodytes punctatus</i>	Pélodyte ponctué	8	0
<i>Pelophylax lessonae</i>	Grenouille de Lessona	1	0
<i>Riparia riparia</i>	Hirondelle de rivage	0	24
<i>Rosalia alpina</i>	Rosalie des Alpes	21	0
<i>Stylurus flavipes</i>	Gomphe à pattes jaunes	20	1
<i>Unio crassus</i>	Mulette épaisse	20	0
<i>Vipera aspis</i>	Vipère aspic	1	0
<b>Total</b>		<b>170</b>	<b>43</b>

Tableau 15 : Faune patrimoniale : nombre de données par espèce

Note sur le tableau 15 : Biblio. : nombre de données bibliographiques par espèce. Terrain : nombre de données recueillies sur le terrain par le CORELA en 2012 ainsi que la LPO-Anjou pour les données d'hirondelle de rivage, par espèce. Sources : CORELA, CPIE Loire et Mauges, Dren des Pays-de-la-Loire, MNHN, LPO-Anjou, Ouest aménagement, ONCFS-44 PNRLAT, Université d'Angers.

NB : L'hirondelle de rivage a fait l'objet d'une localisation concertée des colonies, le CORELA prospectant en Loire-Atlantique (44) et la LPO-Anjou en Maine-et-Loire (49). Sur vingt-quatre colonies repérées, huit sont présentes en 44 (mais trois étaient abandonnées en 2012) et seize en 49<sup>15</sup>. Le nombre de colonies occupées en 2012, sur les berges de Loire, est donc de vingt-et-une. Pour plus de détail, voir paragraphe suivant.

### 3.3.4 Analyse d'un cas : l'hirondelle de rivage

Pour l'année 2012, le CORELA et la LPO-Anjou ont réalisé une cartographie exhaustive des sites de nidification des hirondelles de rivage (*Riparia riparia*) le long des berges de Loire pour les départements de Loire-Atlantique et du Maine-et-Loire. C'est donc la seule espèce pour laquelle existe des chiffres récents et couvrant toute la zone d'étude.

Ce passériforme estivant niche dans des habitats assez strictement définis : berges hautes et sableuses, carrière de sable et falaises maritimes sableuses (J.L. Trimoreau in GOLA, 1992).

Vingt-quatre colonies ont été comptabilisées.

15 La description n'a pu être menée à bien pour l'ensemble des colonies, aussi, nous ne savons si certaines étaient abandonnées ou non en 2012.

Orientation	Colonie
Est	2
Nord	5
Nord-Est	3
Nord-Ouest	3
Sud	3
Sud-Est	3
Sud-Ouest	5

Hauteur pente	Colonie
1m < H < 3m	6
3m < H < 5m	16
H > 5m	2

Type de pente	Colonie
douce	1
moyenne	2
forte	21

Erosion	Colonie
Aucune	3
Modérée à forte	5
Forte à très forte	15
Piétinement bétail	1

Tableaux 16 : Caractérisation des sites de nidification des colonies de l'hirondelle de rivage sur les berges de Loire.

On constate que les implantations des colonies se caractérisent par :

- une localisation sur des pentes de plus de 1 mètre de hauteur ;
- des pentes, dans la majorité, abruptes (fortes) ; la seule colonie en pente douce est localisée sur un atterrissement de la commune de Denée (avec bref relèvement de la pente) ;
- un substrat uniquement sableux ; comme nous l'avons constaté, la présence d'enrochement en pied de berge (un cas) n'empêche en aucun cas une installation plus en hauteur sur un talus sableux.
- les berges, dans lesquelles sont implantées la plupart des colonies, subissent une érosion importante (de modérée à très forte) ; cela s'explique très bien car c'est l'érosion qui modèle le profil vertical de la pente (voir ill. 33 & 34).

En conclusion, nous pouvons affirmer que les colonies implantées le long des berges de la Loire répondent bien aux critères relativement stricts définis en début de ce chapitre. Quelques données supplémentaires : présence de boisements ou de prairies proches, modélisation plus poussée des pentes sableuses devraient permettre, en croisant les données sur un SIG de déterminer les habitats potentiels de cette espèce sur les berges de Loire.



Illustration 33 : Colonie d'hirondelles de rivage sur la berge de l'île Coton (vue d'ensemble).



Illustration 34 : Colonie d'hirondelles de rivage (détail) sur la berge de l'île Coton.

## 4. ANALYSE

---

### 4.1 REGROUPEMENT DES BERGES PAR PROFIL

Pour tenter de faire ressortir les caractéristiques principales des berges et permettre de les appréhender facilement et rapidement, nous avons tenté de les regrouper en un nombre limité de profils.

#### 4.1.1 Détermination des paramètres des profils

Des observations sur le terrain et des analyses des données réalisées au chapitre précédent, il est ressorti que quatre paramètres caractérisent fortement la berge : le type, la hauteur, l'érosion et la pente. Chacun de ses paramètres comporte un certain nombre de variables qui permettent, en théorie, de créer 1 440 profils :

- le type d'induration (ou non) : 6 variables ;
- la hauteur : 4 variables ;
- l'érosion : 6 variables ;
- la pente : 10 variables.

Concrètement, la combinaison de ces variables induit un nombre de profils supérieur à la centaine, ce qui est beaucoup trop. C'est pourquoi, nous nous sommes astreints à réduire le nombre de variables de chaque paramètre de manière à parvenir à moins de trente profils ; ce qui est déjà beaucoup.

##### ➤ Le type

Les six variables sont : enrochement, levée, quai/cale, autre, génie végétal et pas d'induration. Il apparaît que le critère principal est la présence ou non d'une induration.

On peut grouper les variables selon les critères : induration (enrochement, levée, quai/cale, autre) et pas d'induration. Nous parvenons alors à deux groupes représentant respectivement 60 et 40 % des berges.

##### ➤ La hauteur

Les quatre variables sont : < à 1 m / comprise entre 1 et 3 m / comprise entre 3 et 5 m / > à 5m.

Nous les regroupons en deux variables : basse (< à 3 m) et haute (> à 3 m).

##### ➤ L'érosion

Les six variables sont : pas d'érosion / très faible à faible / faible à modérée / modérée à forte / forte à très forte / piétinement par le bétail. Comme pour le type, nous avons réduit ce paramètre à deux variables antinomiques : érodée et non érodée.

##### ➤ La pente

Il existe dix critères de pente numérotés de 1 à 10 (voir ill. 6) qui peuvent se classer en trois catégories (voir tab. 7) : douce, modérée et forte.

Au final, vingt-quatre profils sont théoriquement possibles.

Code profil	Type	Érosion	Hauteur	Pente
1	Induration	Érosion	<3 m	Douce
2	Induration	Érosion	<3 m	Moyenne
3	Induration	Érosion	<3 m	Forte
4	Induration	Érosion	> 3m	Douce
5	Induration	Érosion	> 3m	Moyenne
6	Induration	Érosion	> 3m	Forte
7	Induration	Aucune	<3 m	Douce
8	Induration	Aucune	<3 m	Moyenne
9	Induration	Aucune	<3 m	Forte
10	Induration	Aucune	> 3m	Douce
11	Induration	Aucune	> 3m	Moyenne
12	Induration	Aucune	> 3m	Forte
13	Pas d'induration	Érosion	<3 m	Douce
14	Pas d'induration	Érosion	<3 m	Moyenne
15	Pas d'induration	Érosion	<3 m	Forte
16	Pas d'induration	Érosion	> 3m	Douce
17	Pas d'induration	Érosion	> 3m	Moyenne
18	Pas d'induration	Érosion	> 3m	Forte
19	Pas d'induration	Aucune	<3 m	Douce
20	Pas d'induration	Aucune	<3 m	Moyenne
21	Pas d'induration	Aucune	<3 m	Forte
22	Pas d'induration	Aucune	> 3m	Douce
23	Pas d'induration	Aucune	> 3m	Moyenne
24	Pas d'induration	Aucune	> 3m	Forte

Tableau 17 : synopsis des 24 profils de berge



Illustration 35 : Mur de jardin servant de digue et délimitant la berge. Dans notre typologie des berges, cette digue est classée dans le type "Autre". Bouchemaine, lieu-dit de La Pointe.

## 4.1.2 Profils de berges de Loire

Profil	Nombre de tronçons	Longueur (en km)	%
1	2	0,64	0,10
2	14	6,14	0,93
3	11	7,56	1,15
4	1	0,28	0,04
5	14	5,61	0,85
6	23	10,00	1,52
7	29	9,35	1,42
8	62	27,4	4,13
9	133	61,69	9,39
10	7	1,83	0,28
11	84	34,85	5,30
12	357	214,05	32,57
13	9	2,60	0,40
14	40	23,64	3,60
15	73	39,05	5,94
16	1	0,05	0,01
17	17	3,36	0,51
18	81	22,08	3,36
19	59	44,17	6,72
20	92	47,83	7,28
21	57	30,44	4,63
22	8	8,32	1,27
23	45	22,18	3,37
24	65	34,35	5,23

Tableau 18 : Répartition des berges selon les 24 profils types.

### Regroupement des berges de Loire en 24 profils

#### Comparaison de leurs longueurs

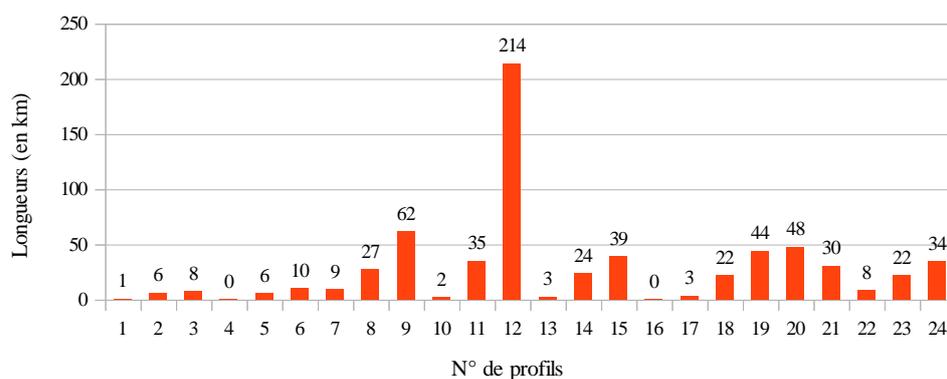


Figure 11 : Regroupements des berges de Loire selon 24 profils

Il apparaît que le profil n°12 domine largement les autres (32,6 % de l'ensemble) : une berge indurée, haute (plus de trois mètres), de pente forte et qui ne subit pas d'érosion. Le profil 9 (9,4%) présente les mêmes caractères à la seule différence de la hauteur de pente inférieure à 3 mètres.

On peut ensuite distinguer un gros ensemble de dix profils : 8, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 23 et 24 qui représente un peu moins de 50% de l'ensemble. Les profils 8 et 11 (9,4 %) <sup>16</sup> se distinguent par la présence d'une induration ; c'est tout ce qui les rapproche. Les huit autres (40,2 %) se caractérisent par une berge non indurée dont trois (13%) : 14, 15, 18 subissent une érosion contrairement aux cinq derniers (27,2%) : 19, 20, 21, 23, 24.

<sup>16</sup> Dans ce paragraphe, les pourcentages se réfèrent à l'ensemble des 24 profils (100%).

Les profils 1 à 6, indurés et peu ou prou érodés en représentent moins de 5%. On peut comparer ce résultat avec l'illustration 10 dans laquelle les surfaces indurées sont proportionnellement peu touchées par l'érosion.

Les profils restants : 7, 10, 16, 17 et 22 représentent à peine 3,5% de l'ensemble des profils et ne constituent pas un groupe homogène. Cependant, vu leur faible fréquence, nous avons décidé de les regrouper.

En résumé :

Groupe	Critère(s) commun(s) caractéristique(s)					
	Profil	%	Type	Hauteur	Érosion	Pente
Groupe 1	12	33,3	Induration	> 3m	Aucune	Forte
Groupe 2	9	9,6	Induration	< 3 m	Aucune	Forte
Groupe 3	8, 11	9,6	Induration	/	Aucune	Moyenne
Groupe 4	14, 15, 18	13,1	Pas d'induration	/	Érosion	Moy./Forte
Groupe 5	19, 20, 21, 23, 24	26,6	Pas d'induration	/	Aucune	/
Groupe 6	1, 2, 3, 4, 5, 6	4,7	Induration	/	Érosion	/
Groupe 7	7, 10, 13, 16, 17, 22	3,1	/	/	/	/

Tableau 19 : Regroupements des profils selon des critères communs.

## 4.2 REGROUPEMENT DES SUCCESSIONS VEGETALES PAR PROFIL

Précédemment, nous avons décrit les groupements phytosociologiques. Afin d'illustrer leur succession au niveau de la berge nous avons choisi de les représenter au sein de profils types.

Neuf profils types ont été déterminés afin d'illustrer les successions végétales de la majorité des cas rencontrés. S'agissant de profils simplifiés, certains points présentent des variations locales. Trois points ne rentrant dans aucun type, ont été regroupés au sein d'un dixième, mixte.

Ces profils botaniques ont pour but de représenter les successions de végétation du pied vers le haut de la berge. Pour ne pas les confondre avec les profils de berge, nos profils botaniques seront nommés de A à I et non pas numérotés.

Attention, certains profils botaniques illustrent très peu de cas. Ceci nous amène à souligner quelques précautions pour l'interprétation de l'analyse qui va suivre :

- lorsque un profil est illustré par un nombre de points trop faible, nous pourrions difficilement généraliser les résultats obtenus ;
- la méthode d'échantillonnage systématique a permis de couvrir l'ensemble de la surface d'étude, mais pas de façon suffisamment homogène : certains points ayant été déplacés en fonction des accès, certaines zones, bien que couvrant une grande surface ont été moins prospectées (par exemple les roselières de l'estuaire par manque d'accès). Les chiffres annoncés pour chaque profil ne sont donc pas un miroir parfait des surfaces couvertes par telle ou telle structure. Nous avons néanmoins fait le choix de les transcrire ci-dessous pour appuyer parfois un « ressenti de terrain ».

Malgré ces difficultés, la représentation sous forme de profils a semblé être l'outil le plus pertinent pour illustrer de façon synthétique les successions végétales.

Pour leur localisation, consulter l'atlas cartographique.

### ➤ Profil A

Ce profil se rencontre dans l'estuaire. Le groupement du scirpe maritime (*Scirpetum compacti*) est présent en pied de berge et remonte sur le talus, sur la zone soumise au phénomène de marnage. Parfois, le phragmite s'insère en massifs, ça et là sur le talus, comme observé à Paimboeuf. Le haut de berge est occupé par des prairies de fauche ou pâturées délimitées par des étiers. Deux relevés s'y rattachent.

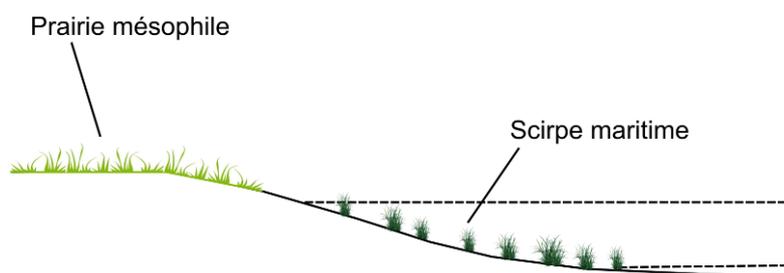


Illustration 36 : Profil botanique A.



Illustration 37 : Corsept, haut de berge.



Illustration 38 : Corsept, pied de berge.

### ➤ Profil B

Ce profil se rencontre dans l'estuaire. Le phragmite s'étend en population dense en talus et parfois même jusque sur le haut de berge. Le pied de berge est colonisé par le phragmite lorsque la vase est compactée. Parfois, le talus accueille des espèces arborées (saules, peupliers) mais rarement en peuplements, plutôt en arbre isolé. Tout comme pour le profil précédent, le haut de berge est occupé par des prairies de fauche ou pâturées. Six relevés s'y rattachent.

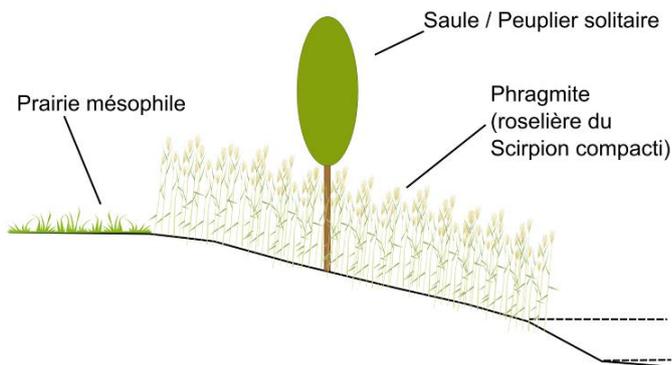


Illustration 39 : Profil botanique B



Illustration 40 : Le Pellerin.



Illustration 41 : Saint-Etienne-de-Montluc.

### ➤ Profil C

Ce profil se rencontre entre Couëron et Thouaré. Le pied de berge vaseux porte le groupement du scirpe triquètre (*Scirpetum triquetri*) et le *Convolvulo – Angelicetum* avec l'angélique des estuaires. Il se développe en partie basse du talus de berge, seulement recouvert lors des fortes marées. Le talus, souvent enroché, peut être boisé (saules, peupliers, parfois frênes).

Ce profil se situant souvent en zone urbanisée (notamment du fait du passage de l'agglomération de Nantes et des communes voisines), le haut de berge est souvent soumis à l'anthropisation (constructions, cultures). Sept relevés se rattachent à ce profil.

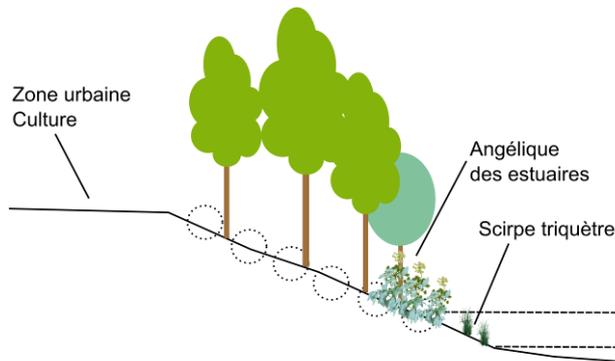


Illustration 42 : Profil botanique C.



Illustration 43 : Basse-Goulaine, pied de berge.



Illustration 44 : Saint Sébastien, pied de berge.

### ➤ Profil D

Nous avons décidé de séparer ce profil du précédent parce que le pied de berge présentait suffisamment de différences avec la saulaie arbustive observée ici. De fait, ce profil n'est constitué que de deux points, dans la boire de St Sébastien.

Le talus est arboré (frênes) et le haut de berge, herbacé, est occupé par le *Cynosurion cristati*.

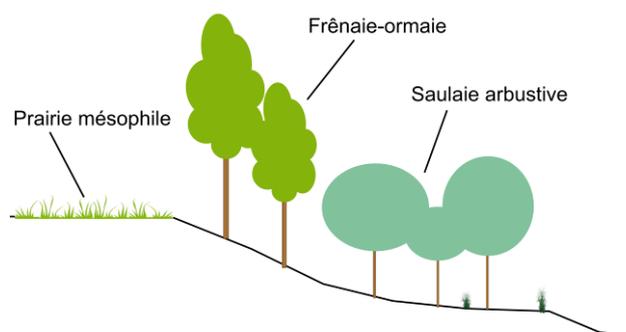


Illustration 45 : Profil botanique du profil D.



Illustration 46 : Saint-Sébastien, pied de berge.



Illustration 47 : Saint Sébastien, haut de berge (le talus est à droite).

### ➤ Profil E

Ce profil est le plus représenté avec trente-cinq relevés et est assez typique des berges en amont du Cellier.

Le talus de berge porte une mince ripisylve constituée surtout de frênes mais aussi localement de saules et de chênes (*Ulmo – Fraxinetum*). La strate arbustive est composée d'aubépine (*Crataegus monogyna*), de ronces (*Rubus sp.*) et localement de prunelier (*Prunus spinosa*) (*Crataego – Prunetea*). La strate herbacée est composée du *Calystegio – Aristolochietum* et du *Galio – Urticetea* : aristoloche (*Aristolochia clematitis*), liseron de haies (*Calystegia sepium*), ortie dioïque (*Urtica dioica*), chiendent rampant (*Elymus repens*), gaillet gratteron (*Galium aparine*), bardane (*Arctium lappa*), ronces (*Rubus sp.*)... Le talus souvent enroché est malgré tout arboré.

Le haut de berge est occupé par des prairies (*Brachypodio – Centaureion* ou *Cynosurion cristati* selon la configuration locale). Souvent, un chemin (de randonnée ou d'exploitation) longe le haut du talus, ce qui engendre un certain tassement.

En pied de berge s'exprime un complexe de végétation composé d'une mégaphorbiaie (*Urtico – Calystegietum* : ortie dioïque, liseron des haies, gaillet gratteron), d'une magnocariçaie (*Magnocaricetalia elatae* : Laiche des marais (*Carex acutiformis*), etc.) et du *Bidentetea tripatitae* (Bident feuillé (*Bidens frondosa*), Chénopode (*Chenopodium album*), Lampourde (*Xanthium orientale*), Rorippe (*Rorippa sp.*)).

Bien que présent localement entre Nantes et Ancenis, ce profil se rencontre surtout en amont d'Ancenis.

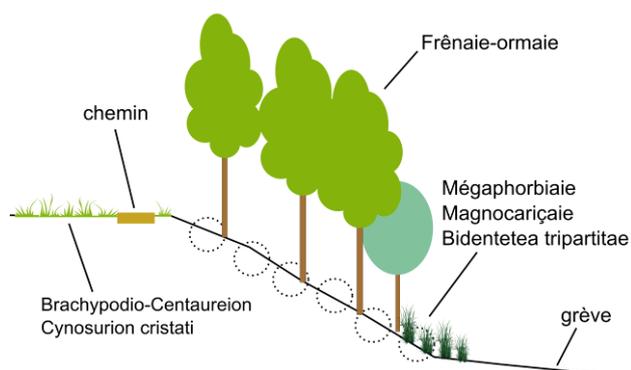


Illustration 48 : Profil botanique E.



Illustration 49 : Saumur, haut de berge.



Illustration 50 : Saumur, talus de berge.



Illustration 51 : La Possonnière, pied de berge.

### ➤ Profil F

Ce profil se rapproche du profil E avec :

- des prairies mésophiles en haut de berge (*Brachypodio – Centaureion* ou *Cynosurion cristati*) et souvent un chemin sur le bourrelet alluvial ;
- une frênaie-ormaie (*Ulmo – Fraxinetum*) sur le talus (enroché ou non), avec les groupements arbustifs et herbacés cités dans le profil précédent.

Au pied de berge, s'exprime la mégaphorbiaie douce de l'*Urtico – Calystegietum*. La baldingère (*Phalaris arundinacea*) domine le groupement et peut s'étendre sur de grandes surfaces dans les dépressions humides du pied de berge.

Ce profil se rencontre surtout entre le Cellier et Ancenis, en onze points de relevés.

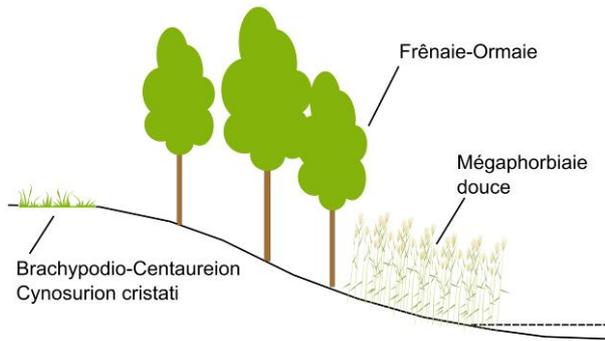


Illustration 52 : Profil botanique F.



Illustration 53 : La Varenne, haut et talus de berge.



Illustration 54 : La Varenne, pied de berge.

### ➤ Profil G

Ce profil est caractérisé par une berge sableuse, en général issue d'un dépôt de sable de la Loire et végétalisé. L'ancien trait de berge boisé se situe le plus souvent en arrière de cette « nouvelle » berge sableuse. Le substrat, très drainant, favorise l'implantation d'une végétation vivace, xérophile dominée par les chiendents (*Agropyreteea pungentis*). En pied de berge s'installent parfois quelques pionnières annuelles comme les bidents, lampourdes, etc.

Cette berge peu stable est souvent soumise à une érosion.

Ce profil a été rencontré, par place, sur le territoire d'étude, en neuf points de relevés.

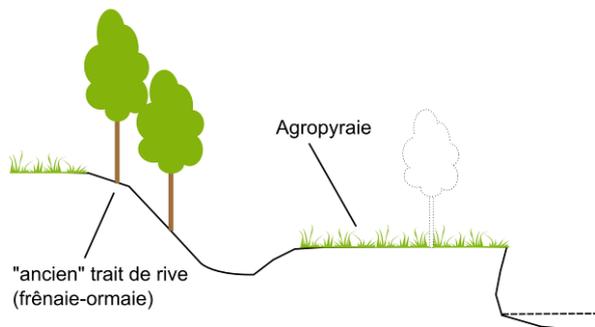


Illustration 55 : Profil botanique G.



Illustration 56 : Saint-Martin-des-Levées, pied de berge.



Illustration 57 : Parnay, haut de berge.

### ➤ Profil H

La caractéristique principale de ce profil est le développement d'une végétation de type mésophile en pied de berge, soit par assèchement saisonnier d'un bras (boire), soit par déplacement du trait de rive (et donc assèchement du pied).

Le talus est généralement boisé (frênaie-ormaise). La nature du haut de berge est assez variable en fonction de la localisation : il peut être occupé par la prairie (*Brachypodio – Centaureion* ou *Cynosurion cristati*), un chemin avec fauche et/ou entretien, etc.

Ce profil a été rencontré, par place, sur le territoire d'étude, en deux points.

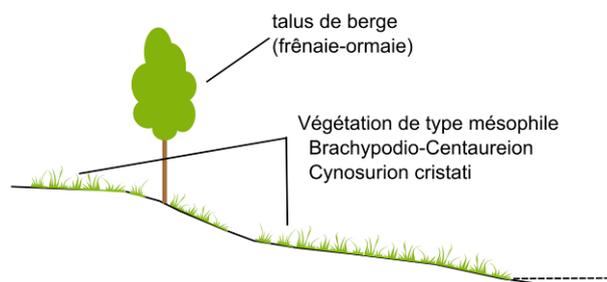


Illustration 58 : Profil botanique du profil H.



Illustration 59 : Saint-Laurent-du-Mottay, pied et talus de berge.

### ➤ Profil I

Ce profil caractérise les levées du bord de Loire. Typiquement elles sont maçonnées avec une route en haut de talus et le pied est enroché. Un chemin passe souvent en pied de levée, au dessus de l'enrochement.

Le pied de berge accueille une végétation similaire à celle observée sur le profil E (magnocariçaie et *Bidentetea tripartitae*).

La levée maçonnée est parfois recouverte par un cortège de graminées (folle avoine (*Arrhenaterum elatius*), brome stérile (*Bromus sterilis*), dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*)), ou lorsqu'elle ne le permet pas, par une population des murs du *Parietarietea judaica*.

Ce profil a été identifié sept fois.

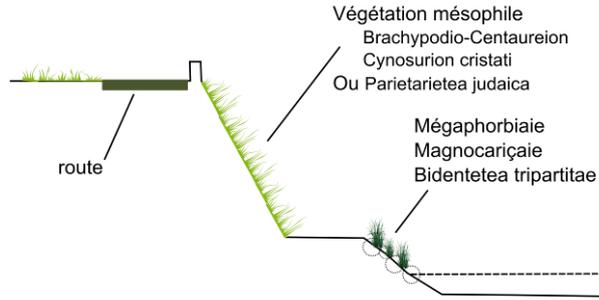


Illustration 60 : Profil botanique du profil I.



Illustration 61 : La Bohalle.



Illustration 62 : Le Thoureil.

➤ **Profils J : cas particuliers**

Un certain nombre de cas n'ont pas pu être classés dans ces profils types. C'est le cas de trois points de relevés.



Illustration 63 : Saint-Brévin.

Saint Brévin.

Le haut de berge est bâti. Le talus enroché est couvert d'espèces halophiles, comme la bette maritime (*Beta maritima*) et d'espèces rudérales.

Le pied de berge est une plage sableuse régulièrement recouverte par la marée.



Illustration 64 : Paimboeuf.

#### Paimboeuf.

Le haut de berge, remblayé, porte une végétation rase de type méso-xérophile.

Le talus et le pied sont enrochés et ne portent pas de végétation.



Illustration 65 : Saint-Jean-de-Boiseau

#### Saint-Jean-de-Boiseau.

Ce point se rapproche du profil C mais présente trop de divergence pour qu'il paraisse pertinent de l'y rattacher.

Le haut est occupé par une prairie qui s'enrichit suffisamment en baldingère (*Phalaris arundinacea*) au niveau de la berge pour être qualifié de phalaridaie en haut de berge.

En talus, la vase recouvrant la roche est colonisée par le scirpe triquètre et l'angélique des estuaires (entre autres).

Le pied de berge vaseux est lâchement enroché.

## 4.3 ÉTUDE DE LA FLORE SELON DIFFERENTS CRITERES

### 4.3.1 Évolution linéaire

On observe bien une évolution de la végétation d'ouest en est :

#### - Pied de berge

La zone estuarienne est caractérisée par l'influence de plusieurs facteurs comme le phénomène de marnage, la salinité, le dépôt de vases, etc... Ces facteurs influent sur la végétation des berges. Cette influence est ressentie jusqu'aux alentours du pont de Mauves avec la présence d'espèces comme l'angélique des estuaires ou le scirpe triquètre. Entre Thouaré et le Cellier une transition progressive s'opère : dans la partie amont, sur les pieds de berge plus sableux, d'autres communautés végétales se développent comme les mégaphorbiaies d'eau douce, les magnocariçaie ou le *Bidentetea tripartitae*. Ces derniers groupements s'observent sur la majorité des pieds de berge entre le Cellier et Montsoreau.

#### - Talus

Dans la partie estuarienne les talus de berge présentent une végétation herbacée de type halophile ou une mégaphorbiaie dans le cas des roselières. Même si une végétation arborée s'y développe, on ne peut pas parler de ripisylve, mais plutôt d'arbres isolés.

En amont de Nantes, les talus de berge commencent à se boiser plus régulièrement de saules, frênes et ormes qui forment ainsi un cordon rivulaire jusqu'à Montsoreau (en l'absence de levées).

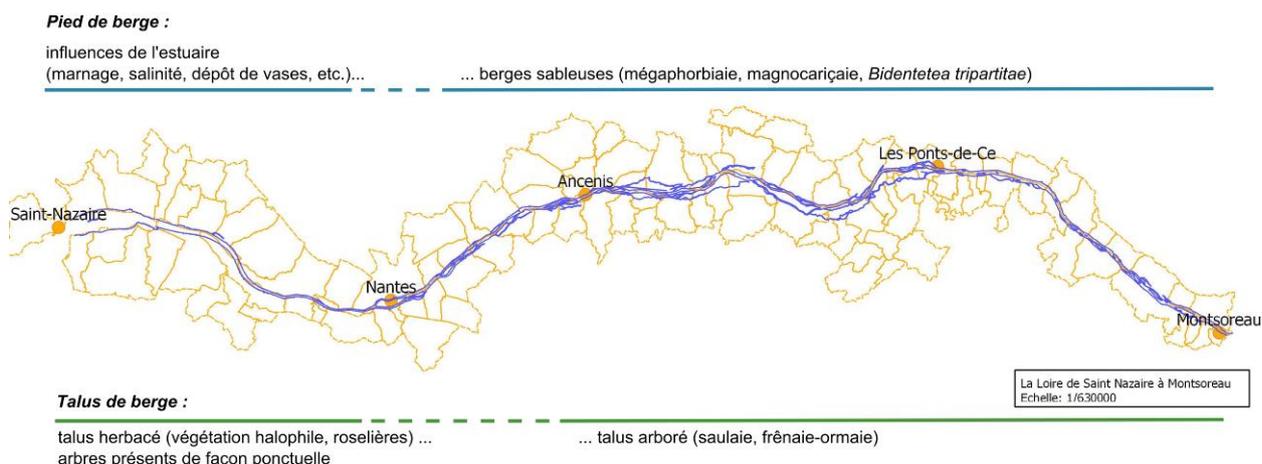


Illustration 66 : L'évolution linéaire de la végétation

#### - Haut de berge

La composition du haut de berge est variable et très dépendante du type d'activité anthropique dans le lit majeur. Elle est donc difficile à commenter. En général le haut de berge est occupé par des prairies de fauche, des pâtures ou une zone entretenue, urbanisée.

### 4.3.2 Étude d'un facteur de l'estuaire : le gradient de salinité

L'estuaire est la zone de mélange des eaux : les eaux marines salées y sont diluées par les eaux douces fluviales. Ainsi, dans un estuaire, on distingue la marée saline qui correspond à l'extension maximale de l'eau marine et de son mélange avec l'eau douce, et la marée dynamique qui correspond à la propagation de l'onde de marée dans la vallée fluviale jusqu'au point où le courant du fleuve vers l'aval n'est plus inversé par les marées.

La marée saline pénètre moins loin dans l'estuaire que la marée dynamique. Le front de salinité, défini comme la dilution de 1% d'eau de mer dans 99% d'eau douce (soit une concentration en sel de 0,5 g/l) se situe, en conditions moyennes, au-dessus de Cordemais ; il se déplace vers l'amont quand les coefficients augmentent et vers l'aval quand les débits fluviaux croissent. Sa position extrême, en vives

eaux exceptionnelles et étiage, se trouverait actuellement à Thouaré, soit 18 km plus en amont qu'en 1953 (Lebret, 2001).

Nous avons cherché à voir si les espèces se répartissent selon un gradient de salinité dans la zone de l'estuaire (voir ill. 67). Nous avons donc étudié les caractéristiques de quatre espèces, observées à différents niveaux de la zone estuarienne et en particulier leur tolérance à la salinité. Pour cela nous nous sommes appuyés sur leurs optima écologiques, notamment en étudiant leurs indices d'Ellenberg relatifs à la salinité, lorsqu'ils étaient disponibles. Les indices d'Ellenberg sont des index phytosociologiques, qui pour la salinité sont notés de 0 à 10. Nous avons consulté l'ouvrage de Hill (2004) pour les espèces qui nous occupent ici.

- Le scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*). Il se rencontre en conditions mésohalines (indice d'Ellenberg de 4), c'est à dire de salinité moyenne. Il se développe sur les substrats à texture fine comme les vases, riches en matière organique. C'est une amphibie saisonnière<sup>17</sup>.
- Le phragmite (*Phragmites australis*). Il présente une large amplitude vis à vis de la salinité et peut se développer en conditions mésohalines, même si son optimum écologique se situe à une salinité assez faible (indice d'Ellenberg de 2). Il aime les milieux humides et les sols à texture fine, riches en matière organique<sup>18</sup>. La présence de zones de sédimentation avec des vases consolidées pourrait donc être une cause toute aussi importante que la salinité pour la présence de peuplements denses de phragmites.
- Le scirpe triquètre (*Schoenoplectus triquetter*). Il a une tolérance à la salinité assez faible (indice d'Ellenberg de 3), il est qualifié d'oligohalin. Il se développe sur les vases de bas de berge, soumis à une submersion régulière par la marée. Il ne se retrouve pas sur les zones de l'embouchure. Sa répartition est un peu plus large que celle de l'Angélique, tant en amont qu'en aval, par rapport à cette dernière.
- L'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa*). Elle tolère assez mal la salinité, elle est oligohaline (nous ne disposons pas d'indice d'Ellenberg pour cette espèce). On la retrouve dans les milieux soumis à l'influence des marées mais faiblement salés comme à la périphérie de Nantes. On ne la retrouve d'ailleurs jamais en association avec des espèces halophiles, mais plutôt au sein de successions végétales oligohalines associée à des plantes comme le scirpe triquètre dont la présence est liée à une baisse significative du niveau de salinité. (Lacroix, CBNB - Jardin Botanique de Nantes). L'angélique des estuaires dépend aussi d'autres facteurs comme la présence d'un substrat composé de vases compactées.

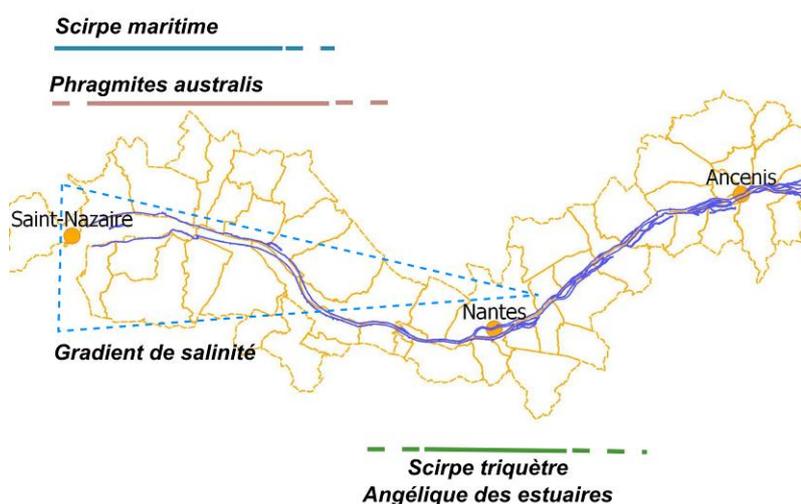


Illustration 67 : Répartition de quatre espèces : scirpe maritime, scirpe triquètre, roseau et angélique des estuaires, selon le gradient de salinité.

17 D'après les fiches e-flore consultables sur [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org)

18 D'après les fiches e-flore consultables sur [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org)

Comme le montrent ces quatre espèces, la salinité joue un rôle important dans la présence (ou l'absence) d'un grand nombre d'espèces. Néanmoins, une combinaison d'autres facteurs (non étudiés ici) interviennent aussi dans la répartition des espèces dans l'estuaire : marnage, nature du substrat, présence de matière organique, etc.

### 4.3.3 Lien avec la géologie

Nous avons étudié les cartes géologiques au 1 :50 000<sup>ème</sup> du BRGM.

La grande majorité des points (95%) se situe sur des alluvions modernes ou des sables et vases. L'analyse de la végétation par rapport à la géologie n'a donc pas paru pertinente.

## 4.4 CROISEMENT DE LA FLORE ET DES TYPES DE BERGE

### 4.4.1 Lien entre la nature de la berge et la végétation

Afin de voir si la nature de la berge avait une influence sur l'expression de la végétation, nous avons croisé les profils botaniques (décrits au paragraphe 3.3.4) aux caractéristiques de la berge. Nous nous sommes intéressés à cinq caractéristiques physiques des berges : la hauteur, la pente, la présence d'induration, l'érosion et l'orientation.

Même si une première limite de cette étude apparaît rapidement (le nombre de points par profil est en général trop faible pour pouvoir en tirer des généralités) il a paru pertinent de travailler profil par profil plutôt que point par point. Cette démarche permet de plus de confirmer la cohérence des profils botaniques avec les caractéristiques physiques de la berge.

Il faut néanmoins garder en mémoire que le nombre de points par profil ne reflète pas forcément sa représentativité sur le linéaire étudié (par exemple : le fait que le profil A ne présente que 2 points ne veut pas dire qu'il couvre un linéaire très faible sur la Loire).

#### ➤ Hauteur de berge

On note une dominance générale des berges de 1 à 3 m de haut parmi nos profils. Il est difficile d'établir un lien direct entre la hauteur de la berge et le type de végétation.

Seul le profil des levées (profil I) se démarque par ses berges hautes, qui sont une caractéristique même des levées.

Profils botaniques	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
H < 1m	1 (50%)									
1m < H < 3m	1 (50%)	6 (100%)	3 (43%)	2 (100%)	16 (46%)	5 (55%)	5 (56%)	2 (100%)		2 (67%)
3m < H < 5m			3 (43%)		14 (40%)	2 (18%)	4 (44%)			1 (33%)
H > 5m			1 (14%)		4 (11%)	3 (27%)			7 (100%)	

Tableau 20 : Nombre de relevés par hauteur de berge et par profil.

### ➤ Influence de la pente sur la végétation du talus

Une première étape a été de simplifier les profils de berge en trois composantes : forte, moyenne et faible, comme cela a déjà été fait au paragraphe 3.1.4, Tab.8.

Profils botaniques	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
fort	1 (50%)	2 (33%)	6 (86%)		22 (63%)	4 (36%)	7 (78%)		7 (100%)	1 (33%)
moyen	1 (50%)	3 (50%)		2 (100%)	9 (26%)	4 (36%)	2 (22%)			1 (33%)
faible		1 (17%)	1 (14%)		3 (9%)	3 (27%)		2 (100%)		1 (33%)

Tableau 21 : Nombre de relevés par type de pente de la berge et par profil botanique (en nombre de points et en % par profil).

Les pentes avec une composante forte se retrouvent sur presque tous les profils botaniques, en particulier sur les profils C, E, G et I. Explications :

- C et E sont des profils avec une induration (enrochement) assez fréquente (voir paragraphe suivant), ce qui explique les pentes plus fortes ;
- G est le profil typique des berges sableuses à érosion forte : l'érosion active créant des pentes abruptes ;
- I est le profil des levées.

Les pentes à composantes moyennes sont assez bien représentées sur l'ensemble des profils. Seuls les profils C et I n'en présentent pas. Si le cas des levées du profil I, permet de rapidement expliquer ce fait, cela est plus difficile à expliquer pour le profil C.

Les pentes faibles ont été assez peu observées de façon générale, sauf sur les profils H et F :

- le profil H est caractérisé par un long talus en pente douce. Ce profil est caractérisé par un long pied de berge dû au retrait de la ligne d'eau (dans certaines annexes par exemple).
- dans presque la moitié des cas (4 sur 9) le profil F se situe en dehors des chenaux principaux, où la vitesse du courant est moins grande et l'érosion moins importante, ce qui autorise plus souvent des pentes douces à moyennes et favorise l'implantation de la phalaridaie dans les dépressions humides des bordures sableuses.

J présente une hétérogénéité trop importante au sein du profil pour en tirer une conclusion.

### ➤ Influence de l'induration (enrochement, levée maçonnée)

Profils botaniques	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nombre de points présentant une induration	1	2	4	0	22	4	1	0	7	3
Proportion des points par profil	50%	33%	57%	0%	63%	36%	11%	0%	100%	100%

Tableau 22 : Taux d'induration par profil botanique.

Il est difficile de tirer des conclusions sur les profils A et J car ils comportent trop peu de points de relevés (2 points pour le profil A) de plus le profil J n'est pas homogène.

Les profils E et I présentent une proportion importante de surfaces indurées :

- I est situé sur des levées, l'induration y est donc importante par définition ;
- E est le profil le plus représenté entre Ancenis et Montsoreau. Son taux d'enrochement montre que la ripisylve (frênaie-ormaie) a bien réussi à s'implanter, malgré les blocs pierreux.

Les autres profils montrent des taux d'artificialisation variables :

- C (à 44%) se situe souvent en zone urbaine, ce qui justifie son taux d'artificialisation assez important ;
- G présente un faible taux d'enrochement. Ce profil est caractérisé par une érosion assez importante (33% d'érosion, modérée à forte) et des pentes fortes (78%) : ceci se justifie soit par

l'absence d'artificialisation (qui autoriserait alors une érosion, même faible), soit par une érosion forte qui aurait emporté l'enrochement.

### ➤ Zones d'érosion

L'érosion n'est pas une composante majeure, quelque soit le profil. Elle ne dépasse pas 33%, sauf pour le profil A, qui se prête difficilement à interprétation, n'étant composé que de deux points.

Les profils D, H, I et J ne sont pas soumis à érosion :

- D et H sont caractérisés par des pentes faibles à moyennes peu sujettes au phénomène d'érosion ;
- I est caractérisé par la présence de levées, éléments non sujets à érosion ;
- J ne présente pas d'homogénéité au sein du profil et ne se prête donc pas à interprétation.

Les érosions les plus fortes se rencontrent sur les profils B, E, G et F :

- G présente 44 % d'érosion cumulée, ce qui illustre bien la berge sableuse instable.

Profils botaniques	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Très faible à Faible	1 (50%)		1 (14%)				1 (11%)			
Faible à Modérée		1 (17%)	1 (14%)							
Modérée à Forte					2 (7%)		3 (33%)			
Forte à très Forte		1 (17%)			1 (3%)	1 (9%)				

Tableau 23 : Caractéristique de l'érosion par profil botanique (en nombre de points et en % par profil).

### ➤ Influence de l'exposition

Du fait du sens d'écoulement de la Loire qui est globalement est-ouest, la majorité des expositions sont au nord (N, NE, NO) ou au sud (S, SE, SO).

Profils	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
N	1 (50%)	1 (17%)	2 (29%)		6 (17%)	2 (18%)	1 (11%)			1 (33%)
NE	1 (50%)	2 (33%)			7 (20%)	3 (27%)	4 (44%)			1 (33%)
NO			1 (14%)		2 (6%)	3 (27%)	2 (22%)	1 (50%)	1 (14%)	1 (33%)
<b>Total N</b>	<b>100%</b>	<b>50%</b>	<b>43%</b>		<b>43%</b>	<b>72%</b>	<b>77%</b>	<b>25%</b>	<b>14%</b>	<b>99%</b>
S		2 (33%)	3 (43%)	2 (100%)	8 (23%)				1 (14%)	
SE			1 (14%)		5 (14%)	1 (9%)		1 (25%)	1 (14%)	
SO		1 (17%)			6 (17%)		2 (22%)		3 (43%)	
<b>Total S</b>	<b>0%</b>	<b>50%</b>	<b>57%</b>	<b>100%</b>	<b>44%</b>	<b>9%</b>	<b>22%</b>	<b>25%</b>	<b>71%</b>	<b>0%</b>
E						1 (9%)			1 (14%)	
O						1 (9%)				

Tableau 24 : Orientation par profil botanique.

A est difficilement interprétable ; néanmoins, on sait qu'il est surtout présent dans l'estuaire et que la rive nord est principalement occupée par les industries du port de Nantes-St Nazaire ou de grandes vasières et roselières : il se limite donc surtout à la rive sud (exposée au nord) ;

- B et E se répartissent de façon assez homogène sur les deux rives et selon les deux expositions ;
- G et F, se rencontrent plus souvent en orientation nord ;
- C, D et I, se rencontrent plus souvent en orientation sud ; concernant le profil I, celui-ci est bien évidemment dépendant de la position des levées : la grande levée qui descend des Rosiers-sur-Loire jusqu'à Saumur est en effet orientée au sud-ouest ;
- J ne peut pas faire l'objet d'une analyse car ce n'est pas un type homogène.

L'exposition ne semble pas jouer un rôle net dans la répartition des différents profils.

## ➤ Conclusion

Un tableau synthétisant toutes ces données par profil botanique est disponible en annexe IV.

L'étude des différentes caractéristiques des berges associées aux profils botaniques permet de confirmer quelques faits :

- l'enrochement n'empêche pas l'installation d'une végétation arborée (il serait intéressant de croiser cette données avec l'âge et l'état de l'enrochement) ;
- les berges sableuses avec une végétation peu fixante sont plus sensibles à l'érosion (dynamique naturelle du cours d'eau) ;
- les berges à faible courant permettent l'installation d'une phalaridaie en pied de berge ;
- d'après nos résultats, l'exposition ne semble pas jouer un rôle important dans la répartition de la végétation.

Malgré tout, les résultats ne sont pas assez nets pour pouvoir prédire un type de végétation par rapport à un type physique de berge. En effet plusieurs autres facteurs doivent être pris en compte (nature du substrat par exemple), notamment le facteur humain qui influe sur la végétation (recépage/taille de la strate arborée, fauche, etc.).

### 4.4.2 Analyse statistique du lien entre la végétation et la berge

N'ayant pas pu démontrer de lien entre la nature de la berge et la flore par une approche purement descriptive, nous avons tenté de le faire par une approche statistique.

Pour cela nous nous sommes intéressés à 7 variables décrivant la nature de la berge, que nous appellerons « variables environnementales » dans la suite du paragraphe :

- orientation
- pente
- hauteur de berge
- largeur de la berge
- substrat (du haut, talus ou bas de berge selon le niveau topographique testé)
- nature de l'érosion
- nature de l'artificialisation

Les trois niveaux topographiques (haut, talus et pied de berge) ont été testés séparément.

Une AFCM (analyse factorielle des correspondances multiples) a été réalisée en 2 étapes :

- une AFCM sur les variables environnementales, afin de les synthétiser sur les axes qui nous permettront de les corrélérer avec les groupements phytosociologiques,
- puis un test de corrélation entre les axes synthétisant les variables environnementales et le type de groupement floristique.

Ce test montre que la corrélation est nulle, quelque soit le niveau topographique étudié : il ne permet pas d'établir un lien entre les variables environnementales et les groupements floristiques observés.

Le fait de ne pas pouvoir statistiquement mettre en évidence de lien berge/flore, ne préjuge pas d'une absence de lien dans l'absolu. Cependant notre jeu de données ne permet pas de le mettre en évidence. Un certain nombre d'hypothèses peuvent être émises afin d'expliquer cette absence de lien :

- l'échantillonnage floristique est insuffisant,
- les associations floristiques n'ont pas été déterminées assez précisément,
- les classes utilisées pour la description des variables environnementales ne sont pas adaptées,
- d'autres facteurs, non décrits dans cette étude, influent d'avantage que ceux relevés,
- ...

Un protocole plus ciblé devra être mis en place pour pouvoir répondre à une question aussi précise.

### 4.4.3 Lien entre les profils de berge et les profils de végétation

L'objectif ici est de croiser la typologie des berges avec les profils botaniques pour voir si à partir d'un type de berge l'on peut prédire un ou plusieurs types de végétation.

#### ➤ Méthodologie

Pour cela nous nous heurtons à plusieurs problèmes méthodologiques, que nous explicitons ci-dessous :

#### Sur quelle base de types de berge travailler ?

Nous disposons de 3 bases de travail pour les types de berge : les 24 profils décrits au paragraphe 4.1, les 7 groupes qui résultent d'une association de types ou les 4 profils simplifiés utilisés lors de la comparaison avec les études précédentes.

Pour choisir la plus appropriée, nous avons croisé nos profils de berge avec ces trois typologies :

- Les 4 types : cette typologie est trop simplifiée pour être exploitable, plusieurs profils botaniques très différents se retrouvent associés au même type de berge. Exemple : le profil à pente forte indurée est associé aux profils botaniques A, B, C et I.
- Les 7 groupes : bien que le croisement avec les groupes limite le nombre de correspondances botanique/berges, au final il ajoute pour chaque profil la multiplicité de ses composantes. Exemple : le profil botanique D correspond aux groupes 5 et 7, qui se déclinent en types 19, 20, 21, 23, 24, 7, 10, 13, 16, 17, 22.
- Les 24 types permettent d'avoir une approche plus restreinte. Ce sont donc ceux-ci que nous avons choisi d'utiliser.

#### Comment aborder l'hétérogénéité au sein des profils botaniques ?

Nos profils botaniques ne sont pas homogènes du point de vue de la berge (pente, érosion, etc.). Pour pouvoir effectuer une comparaison, nous avons simplifié au maximum nos profils botaniques, en gommant l'hétérogénéité des caractéristiques des berges au sein de chaque profil :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Hauteur	> 3m	< 3m	indéter.	< 3m	indéter.	< 3m	indéter.	< 3m	> 3m
Pente	moy/forte	moy	forte	moy.	moy/forte	indéter	moy/forte	faibles/moy	forte
Erosion	non	indéter.	non	non	non	non	oui	non	non
Induration	indéter.	indéter.	oui	non	indéter.	indéter.	non	non	oui

Tableau 25 : Simplification des caractéristiques des berges pour chaque profil botanique (indéter. = indéterminé).

#### L'influence d'autres facteurs

Certaines végétations sont très influencées par d'autres facteurs que la nature de la berge. Ceci est vrai en particulier pour les sites de l'estuaire auxquels correspondent les profils A, B et C. La correspondance à des types de berge est donc à considérer avec précautions.

#### ➤ Résultats du croisement

Profils botaniques	Types de berge
A	11, 12, 23, 24
B	2, 8, 14, 20
C	9, 12
D	20
E	8, 11, 20, 23
F	7, 8, 9, 19, 20, 21
G	14, 17, 20, 23
H	19, 20
I	12

Tableau 26 : Correspondance profils botaniques / types de berge en 2012.

On observe que la majorité des profils botaniques peuvent être associés à plusieurs types de berge.

➤ **Validation des résultats par la cartographie**

Les résultats ci-dessus sont très théoriques et demandent à être croisés avec la cartographie de ces profils.

Sur la carte, les types de berge apparaissent sur des secteurs bien plus vastes que pour la végétation. Par exemple, prenons notre cas le plus simple : le profil botanique I qui illustre les levées végétalisées ou non. Typiquement il a été observé en amont de Nantes : de la Levée de la Divatte jusqu'à Saumur. D'après le tableau 31, ce profil correspond au type de berge 12. La carte révèle que ce dernier est présent sur tout le linéaire de St-Nazaire à Montsoreau. En effet, celui-ci comprend aussi bien les quais du port autonome ou de Nantes que les levées en amont (ils sont tous indurés, à pente forte et d'une hauteur importante). Cette répartition géographique est très différente de celle du profil botanique I.

Ce problème se retrouve d'autant plus pour les autres profils, qu'ils sont composés d'une combinaison de types de berges.

➤ **Conclusions sur la comparaison des profils botaniques et des types de berges**

La simplification, inhérente à la création d'une typologie, que ce soit pour les berges ou les profils botanique, ne permet pas un croisement cohérent. En effet, trop de limites méthodologiques apparaissent pour un résultat pertinent.

De plus, les paragraphes précédents ont montré qu'il n'y avait pas de lien évident entre les caractéristiques de la berge et la végétation. En effet chaque profil botanique, malgré une homogénéité botanique, présente une certaine hétérogénéité vis à vis du type de berge. La tentative de lisser ces homogénéités pour pouvoir effectuer le croisement avec les types de berge a prouvé que cela n'était pas possible.

Ces résultats portent à croire que la végétation se développe, sinon indépendamment du type de berge, au moins sous l'influence d'une combinaison d'autres facteurs qui n'ont pas été étudiés ici et que l'on ne peut pas, ici, restreindre aux seules caractéristiques physiques des berges.

Pour répondre à une question aussi précise que celle posée au début de ce chapitre (« à partir d'un type de berge peut-on prédire un ou plusieurs types de végétation ? »), un protocole d'échantillonnage plus spécifique aurait été nécessaire. Or, notre protocole était " seulement " destiné à décrire la végétation des berges et ne peut donc sans doute pas répondre à un objectif aussi ambitieux.

## 5. DISCUSSION

### 5.1 COMPARAISON AVEC LES ETUDES PRECEDENTES

#### 5.1.1 Les berges

##### ➤ Comparaison par les chiffres

Entre 1999 et 2002, plusieurs études complémentaires furent menées<sup>19</sup> :

- entre Saint-Nazaire et Le Cellier (Godefroy, 2002)
- entre Le Cellier et Montjean-sur-Loire (Nourry, 1999)
- entre Montjean-sur-Loire et les Ponts-de-Cé (Provost, 2000)
- entre les Ponts-de-Cé et Montsoreau (Lebot, 2002)

Afin d'effectuer une comparaison, nous nous sommes servi de la donnée vectorielle synthétique (2002). Cependant l'information est dégradée. La table attributaire contient :

- n° du tronçon ;
- n° du profil de berge ;
- légende du profil ;
- longueur du tronçon.

La légende du profil apporte une information exploitable :

- pente (douce ou forte) ;
- induration (présence/absence) ;
- végétation (arborée, arbustive et herbacée)
- berge construite.

*Exemple d'un profil : pente douce, pas d'induration, végétation arboré et arbustive (profil 2).*

Afin de réaliser des comparaisons, nous avons choisi deux paramètres pour caractériser les profils de berge :

- indurée/non indurée ;
- pente forte/pente douce<sup>20</sup>.

Ceci donne quatre profils, auxquels il convient d'en ajouter un supplémentaire utilisé en 2002, « berges construites ».

Berge	Nombre de tronçons	
	2002	2012
Berge construite (cales, quais, ...)	69	-
Pente douce, induration	89	65
Pente douce, pas d'induration	153	92
Pente forte, induration	66	212
Pente forte, pas d'induration	29	49
<b>Total</b>	<b>406</b>	<b>419</b>

Tableau 27 : Comparaisons des profils des berges de Loire entre 2002 et 2012. Pour 2012, les pentes douces et moyennes ont été additionnées et renommées : « pente douce » (v. tab. 24)).

19 Ces études ne s'intéressent qu'aux rives droite et gauche de Loire à l'exclusion des berges des îles.

20 Pour se conformer à l'étude de 2002, « pentes fortes » et « pentes moyennes » ont été regroupées sous le vocable de « pente forte ».

## Comparaison des berges 2002 et 2012

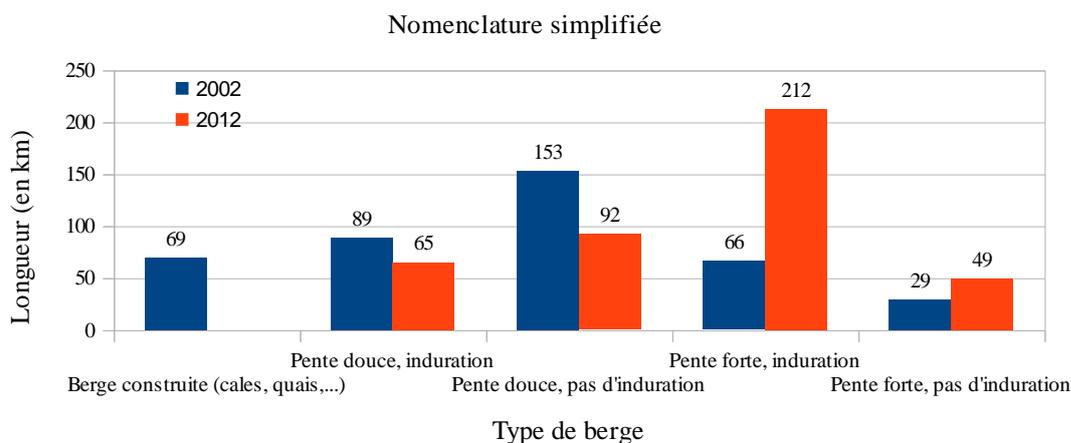


Figure 12 : Comparaison des profils des berges entre 2002 et 2012

La comparaison des deux études, pour des longueurs de berge relativement similaires (moins de 1 % d'écart), présente d'importantes divergences dans la cartographie et la description des profils :

- pente douce et induration : -30 % entre 2002 et 2012 ;
- pente douce et pas d'induration : -57 % entre 2002 et 2012
- pente forte et induration (en incluant dans le calcul les berges construites) : +64 % entre 2002 et 2012 ;
- pente forte, pas d'induration : +59 % entre 2002 et 2012

Les chiffres varient donc quasiment du simple au double entre 2002 et 2012. D'une manière générale, l'étude de 2002 sous-représente les berges indurées et les pentes fortes et donc sur-représente les berges « naturelles » et les pentes douces.

Une comparaison par les cartes devrait permettre de localiser les raisons de ces divergences.



Illustration 68 : Pente forte indurée (et végétalisée) avec un pied de berge en pente plus douce. Nantes, sud Loire.

➤ **Comparaison par les cartes**

Deux divergences majeures sautent aux yeux à travers cette carte :

- une divergence dans le tracé ;
- une divergence dans la caractérisation des berges.

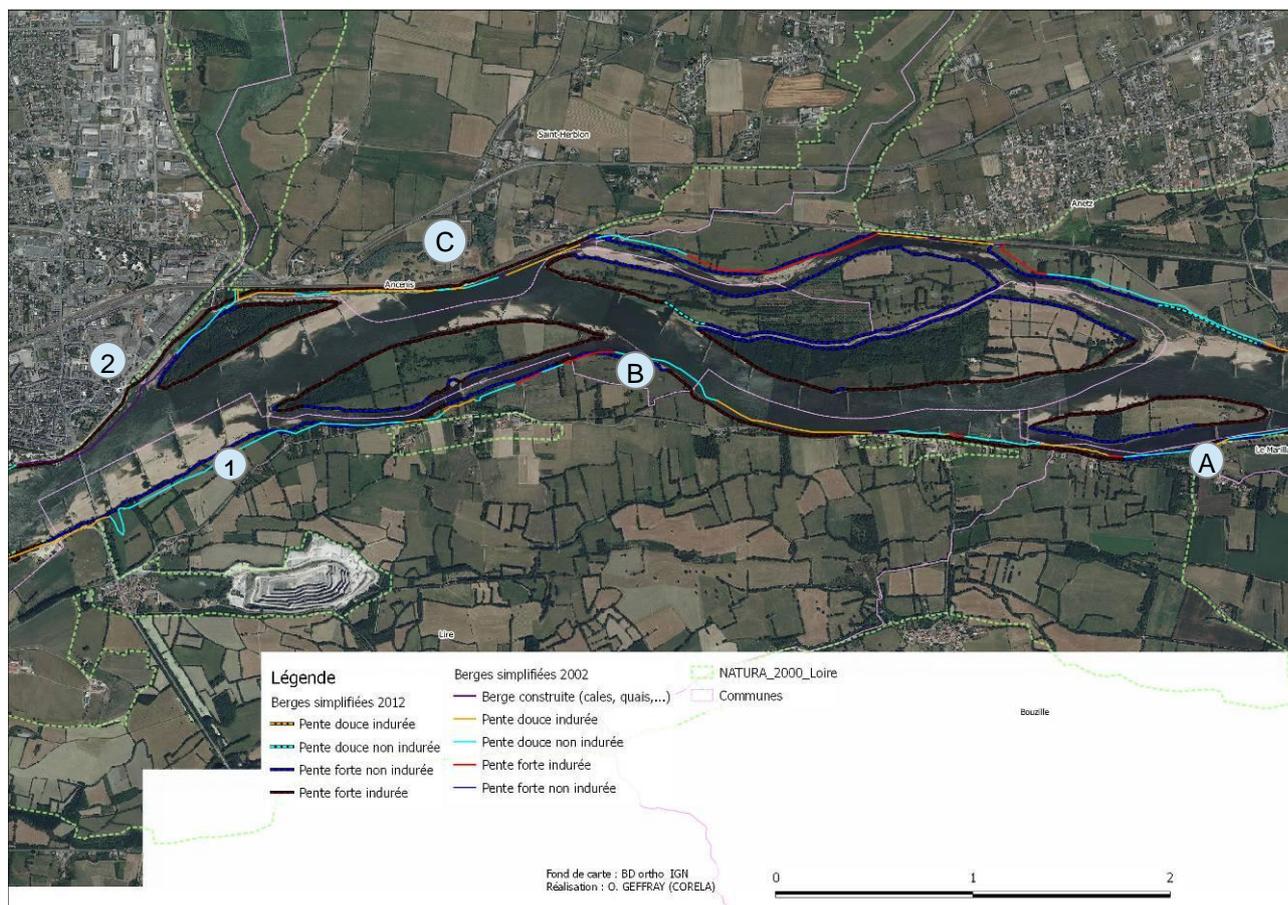


Illustration 69 : Comparaisons des profils des berges de Loire entre 2002 et 2012.

**Divergence de tracé**

Malgré les moyens mis en jeu (orthophotos et MNT) et la résolution accrue des images, la délimitation des berges reste un exercice ardu. En effet, certaines berges sont difficiles à délimiter, notamment lorsque la pente est très douce (et souvent envahie par la végétation comme dans l'estuaire) ou lorsque des atterrissements parviennent à hauteur du haut de berge. Une discussion avec Sylvain Cerisier du GIP Loire-Estuaire, qui a travaillé sur la délimitation des berges entre Saint-Nazaire et les Ponts-de-Cé, confirme la difficulté de la tâche.

La nécessité d'un tracé continu et homogène nous a amené à faire des choix (vérifiés sur le terrain chaque fois que possible) mais qui n'ont pas nécessairement été ceux adoptés en 2002 et qui restent encore l'objet de discussion. De plus, les moyens utilisés entre 2002 et 2012 (notamment la résolution des orthophotos), l'échelle de numérisation ainsi que la reprojexion du tracé de 2002 (du Lambert conique conforme II au Lambert 93) peuvent expliquer les écarts de tracés comme en 1 ou 2 par exemple (v. ill. 69) ou 3 (v. ill. 70).

**Divergence de caractérisation des berges**

La caractérisation des tronçons semble plus homogène en 2012 qu'en 2002. Par exemple entre A et B, nous n'avons globalement qu'une berge indurée de forte pente en 2012, mais en 2002 alternent dix tronçons aux pentes douces, indurées ou naturelles. C'est le même constat pour le secteur C.

Comme il l'a été dit précédemment, il est parfois difficile de déterminer la présence ou non d'un enrochement. Le manque de temps (qui oblige à passer rapidement sur le secteur) et la date de l'observation (il sera plus facile de voir un enrochement en plein hiver qu'au cœur de l'été alors que la végétation est à son maximum) peuvent expliquer, en partie, ces différences importantes et donc la sous évaluation de berges indurées par les études précédentes.

En revanche, ne pas avoir observé les enrochements massifs du Carnet comme en E (voir ill. 71) relève d'une erreur méthodologique manifeste.

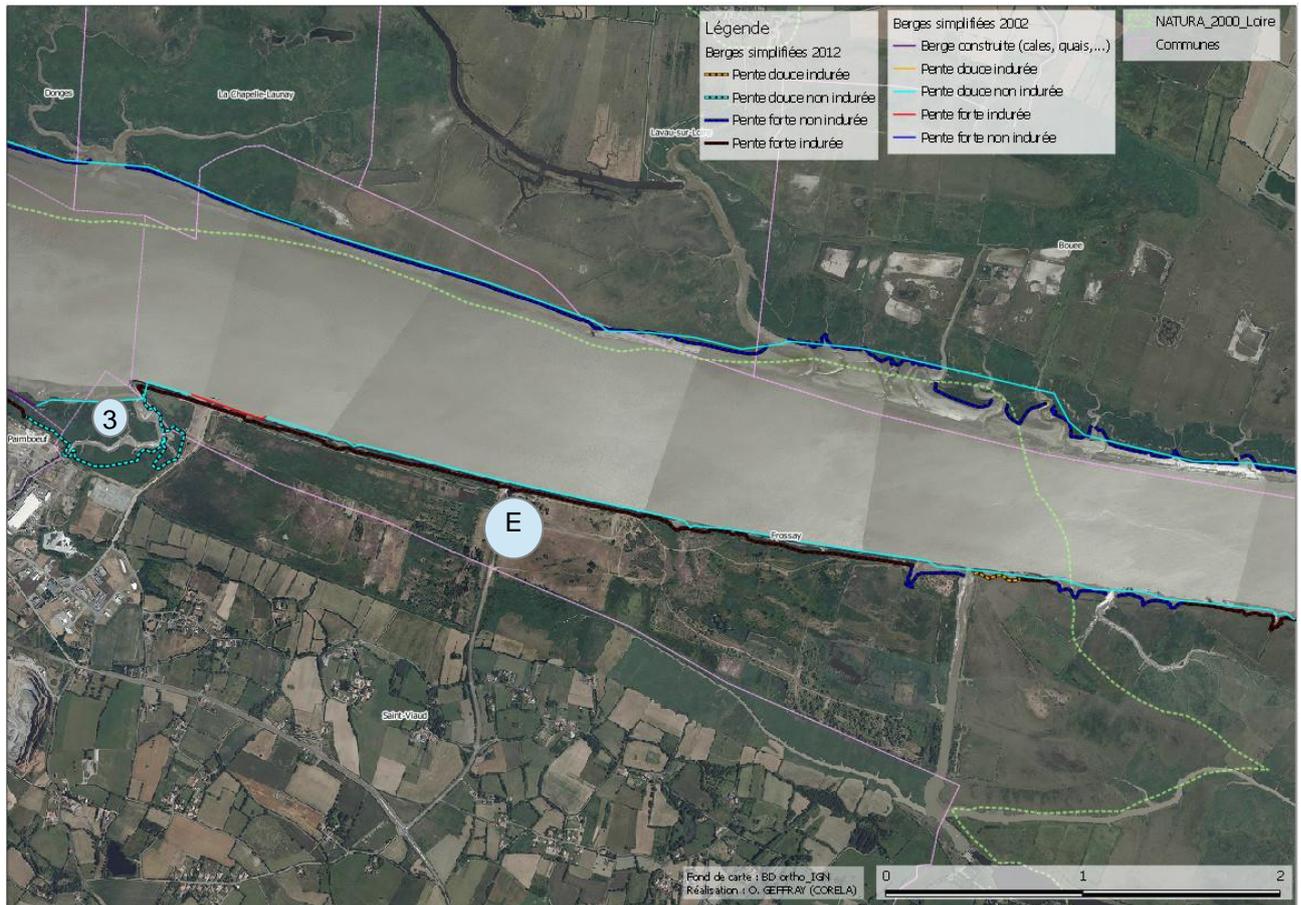


Illustration 70 : Comparaisons des profils des berges de Loire entre 2002 et 2012.

En conclusion, il paraît difficile, au vu des fortes divergences constatées, d'effectuer des comparaisons entre les berges à dix ans d'intervalle.



Illustration 71 : Berge enrochée de pente moyenne dans le secteur du Carnet.

## 5.1.2 Comparaison de la flore avec les études précédentes

### ➤ Comparaison avec l'étude de Flora Barreau de 1996

En 1996, Flora Barreau a mené une vaste étude de la dynamique de la végétation du lit majeur de la Loire de Nantes à Ancenis (Barreau, 1996A), de Nantes au Fresne-sur-Loire (Barreau, 1996B) et d'Ancenis à Montsoreau (Barreau, 1996C). Elle y a effectué plusieurs transects au travers du lit majeur de la Loire afin de visualiser la succession des groupements végétaux en fonction de la topographie et de la ligne d'eau. F. Barreau a décrit les phytocénoses observées.

La comparaison des phytocénoses de notre étude avec celles de F. Barreau montre de nombreuses similitudes. Ce constat a d'ailleurs permis de se servir de l'étude de F. Barreau comme l'une de nos principales sources bibliographiques pour la détermination des groupements et associations.

Les principales divergences observées concernent :

- les milieux aquatiques que nous n'avons pas étudiés et qui sont donc absents de notre étude,
- certains groupements de prairies, dont en particulier les prairies hygrophiles à marécageuses et mésohygrophiles. Ceci est probablement lié à la localisation des relevés et au fait que, dans notre étude, les relevés de haut de berge ont été effectués sur le bourrelet alluvial, plus drainant. D'ailleurs, la cartographie de 1996 montre bien que ces groupements se situent en général un peu en arrière du bourrelet alluvial.
- les saulaies blanches observées par F. Barreau en talus. La sous représentation des saulaies blanches dans notre étude est difficile à expliquer. Le ressenti de terrain (notamment lors de sorties en bateau), montre qu'elles sont bien présentes sur les berges de Loire. Pourquoi, n'apparaissent-elle pas dans notre étude ? Cela pourrait-être dû au hasard de la localisation de nos points botaniques ou aux relevés effectués trop haut sur le talus (la saulaie, à bois tendre, étant situé plus près de la ligne d'eau). Quelqu'en soit la raison, leur sous-représentation ne peut pas être directement interprétées comme une régression de leur surface, mais demanderait une étude plus ciblée.

De façon générale, les groupements observés par Flora Barreau en 1996 sur les bords de Loire sont similaires à ceux observés en 2012. L'absence de certains groupements entre 2012 et 1996, le sont en général parce que certaines zones n'ont pas fait l'objet de relevés en 2012 (zones humides, prairies en arrière du bourrelet alluvial).

### ➤ Comparaison avec les études « berge » précédentes

Nous avons choisi d'effectuer une comparaison avec les deux études les plus récentes : Godefroy, 2002 et Lebot, 2002. Celle-ci s'avère être difficile, car les protocoles des relevés phytosociologiques y sont très peu détaillés. Il manque des informations essentielles telles que la surface de relevé, sa localisation précise ou même le détail botanique de chaque relevé (liste de plantes). Seule la synthèse, qui semble regrouper plusieurs relevés, est disponible sous la forme d'une liste de plantes (arborées, arbustives et herbacées) déclinée par type de berge (de même dans les études de Nourry et Provost).

La comparaison a donc dû se faire de façon peu conventionnelle au vu de l'impossibilité de retrouver les relevés complets et précisément localisés. La comparaison s'est donc faite « à vue » en superposant nos points à leurs types de berge, puis en étudiant la liste de plantes fournies pour chaque type de berge. Si leurs caractéristiques recoupaient bien nos observations, nous avons « estimé » que le point était similaire, et inversement.

### LEBOT, 2002

Vingt-cinq de nos points de relevés se trouvent dans le périmètre de la zone d'étude de Lebot (2002). 80% des points montrent des similarités avec les descriptions de 2002. Néanmoins, cinq points de divergence apparaissent. D'aval en amont :

Code 2012	Détail
F120604 La Daguenière	2012 : type E. Pente moyenne, talus arboré (frênaie-ormaie) 2002 : type 3. Berge en pente douce, végétation herbacée
F190602 St-Rémy-la-Varenne	2012 : type G. Berge sableuse, dominance d'une végétation herbacée, érosion. 2002 : type 4. Pente faible, végétation arborée (frênaie-ormaie)
F190604 Gennes	2012 : type G. Berge sableuse, haut de berge arboré, érosion. 2002 : type 4. Pente faible à moyenne, talus de berge arboré.
F180603 Saumur	2012 : type G. Berge sableuse, talus herbacé, pente forte, érosion. 2002 : type 11. Pente moyenne, végétation arborée (ormaise-frênaie)
F180601 Varennes-sur-Loire	2012 : type I. Levée végétalisée, pas de strate arborée, <i>Bidentetea tripartitae</i> en pied. 2002 : type 11. Pente moyenne, enrochement, végétation arborée (frênaie-ormaie).

Tableau 28 : Comparaison des points de divergence d'un point de vue botanique entre l'étude de Lebot (2002) et l'étude en 2012.

**GODEFROY, 2002**

Vingt-cinq de nos relevés se trouvent dans le périmètre de la zone d'étude de Godefroy (2002). Onze points (44 %) divergent de la description de Godefroy (2002). D'aval en amont, ces 11 points sont :

Code 2012	Détail
F030501 St-Brévin-les-Pins	2012 : type J. Talus enroché, haut de berge bâti, plage de sable pied de berge, végétation rudérale sur le talus. 2002 : type 6. Pente faible, érosion en pied de berge, pelouse xérophile puis phragmitaie.
F030502 Corsept	2012 : type A. Zone soumise au marnage, végétation halophile. 2002 : type 15. Enrochement, zone-péri-urbaine, frênaie jardinée en talus.
F030401 Frossay	2012 : type B. Phragmitaie dense. 2002 : type 25. Pente forte, enrochement, ripisylve de frêne, peuplier noir et saule.
F030402 Le Pellerin	2012 : type B. Enrochement au pied, phragmitaie en talus, prairie de fauche en haut de berge. 2002 : type 15. Enrochement, zone-péri-urbaine, frênaie jardinée en talus.
F030403 Cordemais	2012 : type A. Végétation halophile en talus et en pied avec phragmite en massifs, prairie pâturée en haut. 2002 : type 15. Enrochement, zone-péri-urbaine, frênaie jardinée en talus.
F050702 Couëron	2012 : type B. Enrochement. Roselière en talus et en haut de berge. 2002 : type 14. Enrochement. Prairie herbacée en haut.
F050703 St-Jean-de-Boiseau	2012 : type D. Enrochement. Roselière en haut de berge, pied de berge vaseux avec le scirpe triquètre. 2002 : type 20. Zone de quai/cale des ports, végétation réduite à quelques arbuste et herbacées localisés.
F240701 Nantes	2012 : type C. Zone urbaine, enrochée. Talus arboré de frêne, peupliers, saules. Pied de berge herbacé avec l'Angélique des estuaires. 2002 : type 7. Pente faible artificialisation réduite. Ripisylve de frêne, peupliers, saules, phragmitaie étalée en berge.
F240702 Rezé	2012 : type C. Zone urbaine enrochée. Talus arboré de frêne, peupliers, saules. Pied de berge herbacé avec l'Angélique des estuaires. 2002 : type 7. Pente faible artificialisation réduite. Ripisylve de frêne, peupliers, saules, phragmitaie étalée en berge.
F070604 Basse-Goulaine	2012 : type E. Enrochement boisé (frêne, saules), pied vaseux (scirpe triquètre), prairie pâturée en haut. 2002 : type 17. Enrochement non colonisé. Haut de berge très pauvre.
F070603 St-Julien-de-Concelles	2012 : type I. Levée de la Divatte. Enrochement du pied de la levée végétalisée (saule et herbacées). 2002 : type 3. Enrochement. Prairie pâturée protégée par une digue-remblais, touradons de phragmites en pied de berge.

Tableau 29 : Comparaison des points de divergence d'un point de vue botanique entre l'étude de Godefroy (2002) et l'étude en cours (2012).

## **Conclusion**

De façon générale, nos données sont similaires à 80 % à celles de Lebot. Plus de divergences ont été observées avec celle de Godefroy (56% de similarités).

Les principales divergences observées pourraient être expliquées par des lacunes méthodologiques :

- le point de 2012 a été fait sur un linéaire trop petit pour qu'il apparaisse dans la cartographie de 2002 ;
- la typologie finale de 2002 simplifie trop les profils de berge : la cartographie n'est plus pertinente car un même type peut se retrouver en tout point du linéaire d'étude. D'un point de vue floristique, la description de la végétation ne correspond plus à une réalité locale. Ce constat est particulièrement flagrant dans l'étude de Godefroy, qui s'intéresse à la zone de l'estuaire : un certain nombre de facteurs influent fortement sur les successions végétales et sont très différentes entre les secteurs de l'embouchure ou ceux en amont de Nantes par exemple.

## 5.2 LIMITES METHODOLOGIQUES DE L'ETUDE

De manière générale cette étude donne une vue à un « temps T » des berges de la Loire. La variabilité inhérente au fonctionnement du fleuve est en effet à l'origine de remaniements constants de certains secteurs de berge.

### 5.2.1 Cartographie des berges

Les principales limites qui se sont présentées pour la cartographie des berges sont :

- L'observation des enrochements à pu être difficile lorsqu'ils sont presque totalement recouverts par la terre et la végétation.
- La détermination des hauteurs et pentes de berge a été faite à vue, ce qui peut amener ponctuellement à certaines approximations.
- L'hétérogénéité des moyens techniques : photos aériennes et MNT ne sont pas à la même résolution entre le Maine-et-Loire et la Loire-Atlantique.

### 5.2.2 Cartographie de la faune et de la flore

Pour l'étude de la faune et de la flore, les limites rencontrées :

- Les berges sont par définition un milieu de transition : d'où la difficulté à trouver un milieu homogène. Pour cette raison, lors des relevés phytosociologiques, une surface de relevé définie a été appliquée plutôt que celle de l'aire minimale.
- Le temps imparti et la surface d'étude n'ont pas permis de multiplier les relevés phytosociologiques (86 points de relevés ont été effectués) ou d'appliquer des protocoles d'inventaire de la faune, de manière systématique sur l'ensemble des berges. Les observations de la flore/faune invasive ou patrimoniale ont été faites de façon opportuniste, cette donnée n'est donc pas exhaustive.



Illustration 72 : Gomphe à pattes jaunes (*Stylurus flavipes*) survolant une branche morte sur laquelle elle vient de pondre. Bord de Loire, Saint-Georges-sur-Loire, 11 juillet 2012.

Illustration 73 : En haut, au centre, nid occupé de Martin-pêcheur (*Alcedo atthis*) sur les bords de Loire. La Daguinière, le 12 juillet 2012.

### 5.3 LES TRAMES VERTES ET BLEUES

La trame verte et bleue est une mesure du Grenelle de l'environnement qui vise à enrayer la perte de biodiversité. Elle doit permettre de préserver les continuités écologiques au sein d'un réseau fonctionnel, aussi bien terrestre (trame verte) qu'aquatique (trame bleue) en luttant contre la fragmentation des habitats.

La Loire constitue un axe de déplacement et de migration orienté globalement est-ouest. On peut distinguer deux corridors migratoires longitudinaux :

- aquatique : le fleuve et les bras secondaires ;
- terrestre : les berges et notamment la ripisylve.

Outre la fonction de corridor longitudinal, la Loire et ses berges sont un élément qu'il faut intégrer dans le maillage plus vaste des trames terrestres (maillage bocager, des boisements, des prairies) et des trames aquatiques (zones humides, annexes hydrauliques). La fonctionnalité des points de connections avec les autres trames est très importante et permet d'intégrer la Loire dans un réseau dont elle représente un élément extrêmement structurant.

Si la Loire facilite les déplacements est-ouest, elle peut aussi perturber les déplacements nord-sud pour certaines espèces. De plus, cet axe présente des discontinuités comme les passages de zones urbaines.

Enfin, il faut rappeler que la Loire est aussi un axe de dispersion privilégié pour des espèces invasives, par le transport de graines et de boutures pour les plantes par exemple. Il convient donc en parallèle du développement de la trame verte et bleue de réfléchir et de prendre les mesures nécessaires pour éviter la progression de ces espèces (notamment piscicoles ou issues des aquariums).

La prise en compte d'un axe aussi structurant que la Loire, ses berges et ses ripisylves est donc indispensable dans la réflexion menée autour des trames vertes et bleues.

## 6. CONCLUSION

---

Cette étude confirme, plus encore que celle de 2002, que la Loire, entre Saint-Nazaire et Montsoreau, n'est plus le grand fleuve sauvage tant décrit, mais un fleuve corseté par une succession de levées et d'enrochements sur près de 60 % de son cours.

Cette vision, que d'aucun qualifierait de pessimiste, doit être tempérée. En effet, sur ces berges abruptes, la végétation s'est largement développée si bien que, souvent, les enrochements sont noyés sous une ripisylve majestueuse à ormaie-frênaie (sur la partie haute), surplombant la saulaie blanche. Il semble donc, en dernière instance, que la présence d'enrochements, pour peu qu'on laisse croître la végétation, ne constitue pas un obstacle au développement de certaines biocénose ; mais en exclu cependant définitivement d'autres (biocénoses hygrophiles par exemple). De plus, l'alternance des berges minérales, végétales, sableuses, ..., offrent des variations intéressantes d'un point de vue paysager.

Par ailleurs, les rives laissées à la respiration du fleuve offrent des faciès indispensables à de nombreuses espèces. C'est le cas des plantes pionnières sur les berges en cours d'engraissement. C'est aussi le cas d'espèces plus strictes en termes d'habitat, comme l'hirondelle de rivage, pour qui l'érosion abrupte des berges est la condition de sa présence.

La végétation des berges de Loire recèle de grandes formations végétales, herbacées en pied (roselières, mégaphorbiaies, magnocariçaies...), souvent arborées en talus (saulaies, frênaies-ormaias) et prairiales en haut de berge. Les groupements de végétation, sous l'influence d'un certain nombre de facteurs, se succèdent le long de la Loire, selon son axe est-ouest. Ce constat est d'autant plus visible dans la zone de l'estuaire où les facteurs susceptibles d'avoir une influence sur la végétation sont multiples et varient rapidement sur un territoire relativement restreint. En revanche, un lien entre la nature de la berge (pente, enrochement, hauteur de berge) et la végétation n'a pas pu être démontré, sauf dans les cas extrêmes comme celui des levées par exemple. Un croisement avec plus de facteurs (texture des sols, topographie locale, le taux d'humidité, etc.), un échantillonnage plus précis des relevés floristiques ou une révision des classes utilisées pour décrire la berge, pourraient apporter plus d'éléments pour répondre à une question aussi précise que l'étude des facteurs influençant l'expression de la flore sur les berges.

Cette étude, très ambitieuse dans ses objectifs, a permis de mieux cerner le profil des berges et leur caractérisation. La base de données regroupe près de 53 900 éléments (hors annexe hydrauliques) répartis en 42 catégories et 1 283 tronçons (contre 890 en 2002). Selon les échelles et les informations recherchées, les analyses peuvent être très synthétiques (indurée, non indurée par exemple) ou beaucoup plus détaillées par le croisement de nombreux paramètres. C'est ainsi que pour l'hirondelle de rivage, nous sommes parvenus à bien faire ressortir les caractéristiques de son habitat en bordure le Loire.

Les données « berges », utilisées dans les Plan Locaux d'Urbanisme, pourraient être un outil souple et synthétique pour une meilleure gestion des berges et de leur entretien.

## 7. BIBLIOGRAPHIE

---

- ANONYME. 2011. Travaux de dé-végétalisation de grèves et rives de Loire à Montrelais en 2011. Expertise biologique préalable. THEMA Environnement. Voies Navigables de France (VNF), 35p.
- BARREAU F., 1996A. Étude de la végétation du lit majeur endigué de la Loire de Nantes à Ancenis. Caractéristiques, dynamique et intérêt patrimonial. DESS Gestion des ressources naturelles et renouvelables, Conservatoire Régional des Rives de la Loire et de ses Affluents, Équipe pluridisciplinaire d'assistance aux maîtres d'ouvrage du Plan Loire, 39p.
- BARREAU F., 1996B. Étude de la végétation du lit majeur endigué de la Loire de Nantes au Fresne-sur-Loire. Caractéristiques, dynamique et intérêt patrimonial. DESS Gestion des ressources naturelles et renouvelables, Conservatoire Régional des Rives de la Loire et de ses Affluents, Équipe pluridisciplinaire d'assistance aux maîtres d'ouvrage du Plan Loire, 64p.
- BARREAU F., 1996C. Étude de la dynamique de la végétation du lit majeur de la Loire d'Ancenis (44) à Montsoreau (49). CORELA, 36p.
- BEESON C.E., DOYLE P.F., 1995. Comparison of bank erosion at vegetated et non vegetated channel bends in Water Ressources Bulletin 31 : 983-990.
- CONSERVATOIRE NATIONAL BOTANIQUE DE BREST (CBNB), 2008A. Liste des plantes vasculaires invasives, potentiellement invasives et à surveiller en région Pays de la Loire, 55p.
- CONSERVATOIRE NATIONAL BOTANIQUE DE BREST (CBNB), 2008B. Liste rouge régionale des plantes vasculaires rares et/ou menacées en Pays de la Loire, 87p.
- CONSERVATOIRE NATIONAL BOTANIQUE DE BREST (CBNB), JARDIN BOTANIQUE DE NANTES. Bilan des connaissances sur l'angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa* Lloyd). Téléchargeable sur : <http://www.nantesmetropole.fr/html/biodiversite>. 26p.
- COORDINATION REGIONALE LPO PAYS DE LA LOIRE, 2008. Avifaune prioritaire en Pays de la Loire. 221p.
- COORDINATION REGIONALE LPO PAYS DE LA LOIRE, 2009. Mammifères, amphibiens et reptiles prioritaires en Pays de la Loire. 125p.
- CORELA, 2010. Sites témoins : bilan des actions menées en 2010. Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents, 105p.
- COSTE S., COMOLET-TIRMAN J., GRECH G., PONCET L., SIBLET J.-P., 2010. Stratégie Nationale de Création d'Aires Protégées : Première phase d'étude – Volet Biodiversité. Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, Service du Patrimoine, 84p + annexe régionale Pays-de-la-Loire.
- GEGOUTTE G., 2010. Aide mémoire d'hydraulique. Chapitre 3 : Formes naturelles des rivières ; ripisylve ; évolution des berges. Format PDF, 22p. <http://www.agroparistech.fr/coursenligne/hydraulique/degoutte3.pdf>
- FORUM des MARAIS ATLANTIQUES, 2008. État des lieux de la biodiversité régionale et synthèse des enjeux et des enseignements en zones humides. Région des Pays-de-la-Loire et Forum des Marais Atlantiques, 144p.
- GODEFROY S., 2002. Typologie des berges de la Loire : du Cellier jusqu'à l'estuaire. Rapport de stage de DESS IHCE. Conservatoire régional des rive de la Loire et de ses affluents ; Université de Tours, 105p. [CORELA, cote 2002/2].
- GOLA, 1992. Les oiseaux de Loire-Atlantique de XIXème siècle à nos jours. Groupe Ornithologique de Loire-Atlantique, 285p.
- HILL M.O., PRESTON C.D., ROY D.B., 2004. PLANTATT. Attributes of British and Irish Plants : Status, Size, Life History, Geography and Habitats. Biological Records Centre. NERC Centre for Ecology and Hydrology, 80p.
- JOHANET A., LODE T., 2005. Distribution des espèces patrimoniales d'amphibiens des annexes hydrauliques de la Loire en Maine-et-Loire. Rapport d'activité pour la DIREN Pays-de-la-Loire, 29p.

LE BAIL J., LACROIX P., 2005. État des lieux des populations de scirpe triquètre (*Scirpus triquetus* L.) dans l'estuaire de la Loire. Propositions de conservation. Conservatoire Botanique de Brest, Antenne régionale des Pays-de-la-Loire, 22p. [CORELA, cote 2005/13].

LEBOT L., 2002. Typologie des berges de la Loire des Ponts-de-Cé à Montsoreau. Rapport de stage de DESS. Conservatoire régional des rive de la Loire et de ses affluents ; Institut d'écologie appliquée, 31p. [CORELA, cote 2002/4].

LE JEUNE M., 2000. Le degré d'artificialisation des berges de la partie ligérienne et estuarienne de la Loire. Entre le Cellier et le pont de Saint-Nazaire. Mémoire de maîtrise. IGARUN/Géolittomer ; Université de Nantes. 103p + annexe.

LEBRET S., 2001. Étude de la végétation et des habitats d'intérêts communautaire de la Loire en aval d'Ancenis, en relation avec la dynamique fluviale estuarienne. Mémoire de fin d'étude. Université François Rabelais. IHCE. 67p

LPO, 2005. L'hirondelle de rivage *Riparia riparia* sur le bassin de la Loire. Résultats de l'enquête 2004. 40p.

MALAVOI J.R., BRAVARD J.P., 2010. Éléments d'hydromorphologie fluviale. Onema, 224p.

MONGUILLON A., 2006. Les variations des communautés d'amphibiens en fonction du réseau hydrauliques de la Loire en Maine-et-Loire. Rapport de stage Master 1 écologie et biologie des populations. Université d'Angers.

NOURRY S., 1999. Typologie de la Loire de Montjean au Cellier. Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents. 20p.

PLAN LOIRE GRANDEUR NATURE, 2002. Restauration et Entretien du lit de la Loire et de ses affluents. Guide méthodologique. 2 parties. Direction Régionale de l'Environnement Centre Service de Bassin Loire-Bretagne, 70p. et 116p.

PROVOST C., 2000. Typologie des berges de la Loire des Ponts-de-Cé à Montjean-sur-Loire. Rapport de stage de DESS. Conservatoire régional des rive de la Loire et de ses affluents ; Institut d'écologie appliquée. 33p.

RICHIER S. (coord.), SARAT, E. (coord.) et al., 2011. Le castor et la loutre sur le bassin de la Loire. Synthèse des connaissances 2010. Réseau mammifères du bassin de la Loire. ONCFS, Plan Loire Grandeur Nature, Europe (Feder), 83p.

VILLE DE REZE, 2011. Inventaire des populations d'angélique des estuaires en rives du Seil et de la Loire, 12p

## QUELQUES OUVRAGES DE RÉFÉRENCE UTILISÉS POUR LES DÉTERMINATIONS

ABBAYES H. Des (dir), CLAUSTRÉS G., CORILLION R., et al., 2012 (rééd.). Flore et végétation du massif armoricain. T1 : flore vasculaire. Nouvelle éd. enrichie enrichie comprenant l'édition du tome 1 de 1971 et des articles parus dans la revue ERICA, n° 7(1995, juillet). Éd. D'Art Henri Des Abbayes, 1126p. + annexes.

BLAMEY, M., GREY-WILSON C., 1991. La Flore d'Europe Occidentale. Plus de 2400 plantes décrites et illustrées en couleurs. Arthaud, 544p.

BONNIER G., LAYENS G. de, 1974. La végétation de la France, Suisse et Belgique 1ère partie - Flore complète portative de la France et de la Suisse (comprenant aussi toutes les espèces de Belgique, d'Alsace et de Lorraine). Librairie Générale de l'enseignement, Paris, nouvelle édition revue et corrigée, 426p.

CORILLION R., 1981. Flore et Végétation de la Vallée de la Loire (cours occidental de l'Orléanais à l'Estuaire). T1 : texte. Éd. JOUVE, 735p.

CORILLION R., 1983. Flore et Végétation de la Vallée de la Loire (cours occidental de l'Orléanais à l'Estuaire). T2 : illustrations. Éd. JOUVE, 354p.

COSTE H. (L'ABBE), 1906 (rééd. 1937). Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes, Tome 1 à 3 - Librairie des Sciences et des Arts, Paris.

FITTER R., FITTER A., FARRER A., 1991. Guide des graminées, carex, joncs et fougères. Toutes les herbes d'Europe. Les guides du naturaliste, Éd. Delachaux et Niestlé, 256p.

GROSSELET O., GOURET L., DUSOULIER F. (coord.), 2001. Les amphibiens et les reptiles de la Loire-Atlantique à l'aube du XXIème siècle : identification, distribution, conservation. Éd. De mare en mare, Saint-Sébastien-sur-Loire, 207p.

RAMEAU J.C., MANSION D. & DUME G., 1993. Flore Forestière Française, tome 1 : plaines et collines. Institut pour le développement Forestier, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, 1785p.

TOLMAN T., LEWINGTON, 1999. Guide des papillons d'Europe et d'Afrique du Nord. 440 espèces illustrées en 2000 dessins couleurs. Éd. Delachaux et Niestlé, 320p.

Tela-botanica, fiches eFlore consultables sur [www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org).

## 8. TABLE DES TABLEAUX, FIGURES ET ILLUSTRATIONS

---

### 8.1 TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Longueur des berges de Loire et des annexes hydrauliques. ....	17
Tableau 2 : Caractérisation des berges de Loire en fonction de leur artificialisation. Une berge non indurée peut-être assimilée à berge « naturelle ».....	17
Tableau 3 : État qualitatif, apparent, des berges indurées. ....	19
Tableau 4 : Orientation des berges selon la rive (droite, gauche et îles). ....	19
Tableau 5 : Caractérisation et longueur de l'érosion exercée sur le linéaire de berge.....	21
Tableau 6 : Caractérisation de l'érosion par type de berge. Les cases vides correspondent à une absence d'érosion. ....	21
Tableau 7 : Longueurs cumulées et pourcentages des pentes des berges de Loire. ....	23
Tableau 8 : Les hauteurs des pentes des berges de Loire : longueurs cumulées et pourcentage. ....	24
Tableau 9 : La végétation des berges. Longueur cumulée des berges où la végétation présente une couverture partielle ou totale.....	24
Tableau 10 : Intitulés des habitats de la directive européenne « Habitat ». ....	35
Tableau 11 : Flore patrimoniale : nombre de données par espèce. ....	36
Tableau 12 : Statuts de protection des espèces protégées (CBNB, 2008). ....	36
Tableau 13 : Flore invasive : nombre de données par espèce et pourcentage. Toutes les données ont été recueillies sur le terrain lors des inventaires du CORELA, entre mars et octobre 2012.....	37
Tableau 14 : Occurrence des observations d'espèces invasives sur les points de relevés botaniques.....	38
Tableau 15 : Faune patrimoniale : nombre de données par espèce.....	39
Tableaux 16 : Caractérisation des sites de nidification des colonies de l'hirondelle de rivage sur les berges de Loire. ....	40
Tableau 17 : synopsis des 24 profils de berge.....	42
Tableau 18 : Répartition des berges selon les 24 profils types. ....	43
Tableau 19 : Regroupements des profils selon des critères communs. ....	44
Tableau 20 : Nombre de relevés par hauteur de berge et par profil. ....	56
Tableau 21 : Nombre de relevés par type de pente de la berge et par profil botanique (en nombre de points et en % par profil).....	57
Tableau 22 : Taux d'induration par profil botanique. ....	57
Tableau 23 : Caractéristique de l'érosion par profil botanique (en nombre de points et en % par profil).....	58
Tableau 24 : Orientation par profil botanique. ....	58
Tableau 25 : Simplification des caractéristiques des berges pour chaque profil botanique (indéter. = indéterminé). ....	60
Tableau 26 : Correspondance profils botaniques / types de berge en 2012. ....	60
Tableau 27 : Comparaisons des profils des berges de Loire entre 2002 et 2012. Pour 2012, les pentes douces et moyennes ont été additionnées et renommées : « pente douce » (v. tab. 24)). ....	62
Tableau 28 : Comparaison des points de divergence d'un point de vue botanique entre l'étude de Lebot (2002) et l'étude en 2012. ....	67

Tableau 29 : Comparaison des points de divergence d'un point de vue botanique entre l'étude de Godefroy (2002) et l'étude en cours (2012)..... 67

## 8.2 TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Typologie des berges.....	18
Figure 2 : Orientation des berges de Loire .....	19
Figure 3 : Caractérisation de l'érosion des berges de Loire .....	21
Figure 4 : Comparaison des longueurs d'érosion par type de berge .....	21
Figure 5 : Graphique en mosaïque du tableau de contingence avec intégration des résidus du test du $\chi^2$ : érosion de la berge / nature de l'artificialisation. $\chi^2 = 342,0886$ . Degré de liberté = 30. P-value < $2.2 \times 10^{-16}$ .....	22
Figure 6 : Comparaison des berges érodées et non érodées.....	22
Figure 7 : Longueur de berge par type de pente.....	23
Figure 8 : Graphique en mosaïque du tableau de contingence avec intégration des résidus du test du $\chi^2$ : type de pente / nature de l'artificialisation. $\chi^2 = 340,7071$ . Degré de liberté = 54. P-value < $2.2 \times 10^{-16}$ .....	23
Figure 9 : Comparaison des hauteurs de berge. ....	24
Figure 10 : Répartition de la végétation en pied, talus et haut de berge en fonction du type de berge. ....	25
Figure 11 : Regroupements des berges de Loire selon 24 profils .....	43
Figure 12 : Comparaison des profils des berges entre 2002 et 2012.....	63

## 8.3 TABLE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Localisation de la zone d'étude (ovale bleu) des berges de Loire (figuré bleu) en Loire-Atlantique et Maine-et-Loire. ....	7
Illustration 2 : L'équipe de VNF, basée à la Chapelle-Basse-Mer, dégage du chenal de navigation une branche d'arbre imposante.....	8
Illustration 3 : Tracé de la ligne de rive.....	9
Illustration 4 : localisation des relevés botaniques sur le profil de berge.....	11
Illustration 5 : illustration du principe de « berge » et « rive ».....	13
Illustration 6 : Synopsis des différents profils utilisés pour caractériser les pentes des berges, illustrés par des exemples photographiques.....	14
Illustration 7 : Base de données « typologie des berges » : synopsis des tables attributaires créées sous Access et leurs relations. ....	16
Illustration 8 : Formulaire Access utilisé pour l'introduction des données. ....	16
Illustration 9 : Traces de génie végétal à Saint-Martin-de-la-Place .....	18
Illustration 10 : Corsept, mai 2012.....	27
Illustration 11 : Aster tripolium à Corsept, septembre 2012. ....	27
Illustration 12 : Couëron, juillet 2012 .....	28
Illustration 13 : Saint-Jean-de-Boiseau, juillet 2012.....	28
Illustration 14 : Saint-Etienne-de-Montluc, juillet 2012.....	28
Illustration 15 : Cordemais, juillet 2012. ....	28
Illustration 16 : Indre, juillet 2012.....	29

Illustration 17 : Sainte-Luce-sur-Loire, juillet 2012. ....	29
Illustration 18 : Saumur, août 2012. ....	30
Illustration 19 : Oudon, août 2012. ....	30
Illustration 20 : Ponts-de-Cé, août 2012. ....	30
Illustration 21 : Stachys palustris, La Varenne, août 2012. ....	30
Illustration 22 : Saint-Sébastien, août 2012. ....	31
Illustration 23 : Oudon, août 2012. ....	32
Illustration 24 : Varades, mai 2012. ....	32
Illustration 25 : Parnay, juin 2012. ....	32
Illustration 26 : Saint-Rémy-la-Varenne, juin 2012. ....	32
Illustration 27 : Sainte-Gemmes, juin 2012. ....	33
Illustration 28 : Centaurea sp., Sainte-Gemmes, juin 2012. ....	33
Illustration 29 : La Varenne, avril 2012. ....	34
Illustration 30 : Saint-Sébastien, août 2012. ....	34
Illustration 31 : Ancenis, avril 2012. ....	34
Illustration 32 : Cymbalaria muralis, Le Thoureil, juin 2012. ....	34
Illustration 33 : Colonie d'hirondelles de rivage sur la berge de l'île Coton (vue d'ensemble). ....	40
Illustration 34 : Colonie d'hirondelles de rivage (détail) sur la berge de l'île Coton. ....	40
Illustration 35 : Mur de jardin servant de digue et délimitant la berge. Dans notre typologie des berges, cette digue est classée dans le type "Autre". Bouchemaine, lieu-dit de La Pointe. ....	42
Illustration 36 : Profil botanique A. ....	45
Illustration 37 : Corsept, haut de berge. ....	46
Illustration 38 : Corsept, pied de berge. ....	46
Illustration 39 : Profil botanique B. ....	46
Illustration 40 : Le Pellerin. ....	46
Illustration 41 : Saint-Etienne-de-Montluc. ....	46
Illustration 42 : Profil botanique C. ....	47
Illustration 43 : Basse-Goulaine, pied de berge. ....	47
Illustration 44 : Saint Sébastien, pied de berge. ....	47
Illustration 45 : Profil botanique du profil D. ....	48
Illustration 46 : Saint-Sébastien, pied de berge. ....	48
Illustration 47 : Saint Sébastien, haut de berge (le talus est à droite). ....	48
Illustration 48 : Profil botanique E. ....	49
Illustration 49 : Saumur, haut de berge. ....	49
Illustration 50 : Saumur, talus de berge. ....	49
Illustration 51 : La Possonière, pied de berge. ....	49
Illustration 52 : Profil botanique F. ....	50
Illustration 53 : La Varenne, haut et talus de berge. ....	50
Illustration 54 : La Varenne, pied de berge. ....	50

Illustration 55 : Profil botanique G.....	50
Illustration 56 : Saint-Martin-des-Levéés, pied de berge.....	51
Illustration 57 : Parnay, haut de berge.....	51
Illustration 58 : Profil botanique du profil H. ....	51
Illustration 59 : Saint-Laurent-du-Mottay, pied et talus de berge. ....	51
Illustration 60 : Profil botanique du profil I.....	52
Illustration 61 : La Bohalle.....	52
Illustration 62 : Le Thoureil. ....	52
Illustration 63 : Saint-Brévin.....	52
Illustration 64 : Paimboeuf.....	53
Illustration 65 : Saint-Jean-de-Boiseau.....	53
Illustration 66 : L'évolution linéaire de la végétation .....	54
Illustration 67 : Répartition de quatre espèces : scirpe maritime, scirpe triquètre, roseau et angélique des estuaires, selon le gradient de salinité. ....	55
Illustration 68 : Pente forte indurée (et végétalisée) avec un pied de berge en pente plus douce. Nantes, sud Loire. ....	63
Illustration 69 : Comparaisons des profils des berges de Loire entre 2002 et 2012. ....	64
Illustration 70 : Comparaisons des profils des berges de Loire entre 2002 et 2012. ....	65
Illustration 71 : Berge enrochée de pente moyenne dans le secteur du Carnet. ....	65
Illustration 72 : Gomphe à pattes jaunes ( <i>Stylurus flavipes</i> ) survolant une branche morte sur laquelle elle vient de pondre. Bord de Loire, Saint-Georges-sur-Loire, 11 juillet 2012. ....	69
Illustration 73 : En haut, au centre, nid occupé de Martin-pêcheur ( <i>Alcedo atthis</i> ) sur les bords de Loire. La Daguinière, le 12 juillet 2012. ....	69

## 9. ANNEXES

### 9.1 ANNEXE I : LISTE DES ESPECES RECHERCHEES

#### 9.1.1 Faune patrimoniale

NOM LATIN	NOM VERNACULAIRE	MENACE (2009)	NIV_PRIORITE (2009)
<i>Castor fiber</i>	Castor d'Eurasie	Vulnérable	Élevé
<i>Lutra lutra</i>	Loutre d'Europe	Quasi menacée	Élevé
<i>Genetta genetta</i>	Genette commune, Genette	Préoccupation mineure	Élevé
<i>Mustela putorius</i>	Putois d'Europe, Furet	Préoccupation mineure	Élevé
<i>Eliomys quercinus</i>	Lérot	Préoccupation mineure	Élevé
<i>Arvicola sapidus</i>	Campagnol amphibie	Données insuffisantes	Très élevé
<i>Triturus marmoratus</i>	Triton marbré	Préoccupation mineure	Élevé
<i>Pelophylax lessonae</i>	Grenouille de Lessona	Données insuffisantes	Élevé
<i>Lissotriton vulgaris</i>	Triton ponctué	Vulnérable	Élevé
<i>Pelodytes punctatus</i>	Pélodyte ponctué	Préoccupation mineure	Élevé
<i>Bufo calamita</i>	Crapaud calamite	Vulnérable	Élevé
<i>Vipera aspis</i>	Vipère aspic	Vulnérable	Élevé
<i>Vipera berus</i>	Vipère péliade	Vulnérable	Élevé
<i>Rosalia alpina</i>	Rosalie des Alpes	Protégée PdL	
<i>Osmoderma eremita</i>	Pique-prune	Protégée PdL	
<i>Lucanus cervus</i>	Lucane Cerf-volant	Dir.Hab.An.II	
<i>Cerambyx cerdo</i>	Grand Capricorne	Protégée PdL	
<i>Maculinea telejus</i>	Azuré de la sanguisorbe	Protégée PdL	
<i>Maculinea alcon</i>	Azuré des mouillères	Protégée PdL	
<i>Maculinea arion</i>	Azuré du serpolet	Protégée PdL	
<i>Thersamolycaena dispar</i>	Cuivré des marais	Protégée PdL	
<i>Eurodryas aurinia</i>	Damier de la Sucisse	Protégée PdL	
<i>Eriogaster catax</i>	Laineuse du Prunellier	Protégée PdL	
<i>Proserpinus proserpina</i>	Sphinx de l'Épilobe	Protégée PdL	
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Agrion de Mercure	Protégée PdL	
<i>Oxygastra curtisii</i>	Cordulie à corps fin	Protégée PdL	
<i>Stylurus flavipes</i>	Gomphe à pattes jaunes	Protégée PdL	
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	Gomphe serpent	Protégée PdL	
<i>Gomphus graslinii</i>	Gomphe à cercoïdes fourchus	Protégée PdL	
<i>Gomphus flavipes</i>	Gomphe à pattes jaunes	Protégée PdL	
<i>Unio crassus</i>	Mulette épaisse	Protégée PdL	
<i>Riparia riparia</i>	Hirondelle de rivage	Protégée PdL	
<i>Alcedo atthis</i>	Martin-pêcheur d'Europe	Protégée PdL	

## 9.1.2 Flore patrimoniale

Taxons	Classe de rareté pour la région	Liste rouge régionale Pays de la Loire	Taxons prioritaires Pays de la Loire
<i>Aconitum napellus</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Althelia filiformis</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Angelica heterocarpa</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Antinoria agrostidea</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Apium graveolens</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Apium repens</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Armeria maritima</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Artemisia maritima</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Arthrocnemum fruticosum</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Arthrocnemum perenne</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Baldellia ranunculoides</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Baldellia ranunculoides</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Blysmus compressus</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Calamagrostis canescens</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Callitriche cophocarpa</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Callitriche palustris</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Callitriche truncata</i>	R	An. 5 (NT)	P
<i>Cardamine parviflora</i>	AR	An. 5 (NT)	P
<i>Carduus crispus</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Carex curta</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Carex davalliana</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Carex diandra</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Carex dioica</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Carex elongata</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Carex extensa</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Carex hostiana</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Carex lasiocarpa</i>	R	An. 5 (NT)	P
<i>Carex lepidocarpa</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Carex limosa</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Carex mairei</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Carex melanostachya</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Carex pulcaris</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Carex punctata</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Carex rostrata</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Carex serotina</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Catabrosa aquatica</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Centaurium spicatum</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Centaurium tenuiflorum</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Centunculus minimus</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Cerastium dubium (Bastard)</i>	AR	LC	P
<i>Chenopodium chenopodioides</i>	AR	LC	P
<i>Cicuta virosa</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Cirsium filipendulum</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Cirsium oleraceum</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Cirsium tuberosum</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Cladium mariscus</i>	AR	An. 5 (NT)	

<i>Cochlearia anglica</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Coeloglossum viride</i>	PC	An. 4 (VU)	
<i>Coleanthus subtilis</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Crassula vaillantii</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Crypsis aculeata</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Crypsis alopecuroides</i>	R	An. 4 (VU)	P
<i>Crypsis schoenoides</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Cuscuta europaea</i>	R	An. 4 (VU)	
<i>Cyperus flavescens</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Cyperus michelianus</i>	R	An. 4 (VU)	
<i>Dactylorhiza elata</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Dactylorhiza majalis</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Dactylorhiza praetermissa</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Damasonium alisma</i>	AR	An. 5 (NT)	P
<i>Deschampsia media</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Deschampsia setacea</i>	R	An. 4 (VU)	P
<i>Dipsacus pilosus</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Drosera intermedia</i>	AR	An. 4 (VU)	P
<i>Drosera rotundifolia</i>	AR	An. 4 (VU)	P
<i>Elatine alsinastrum</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Elatine hexandra</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Elatine macropoda</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Elatine triandra</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Eleocharis ovata</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Eleocharis parvula</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Epilobium palustre</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Epipactis palustris</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Equisetum x moorei</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Eriophorum gracile</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Eriophorum latifolium</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Eriophorum vaginatum</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Euphorbia palustris</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Exaculum pusillum</i>	PC	An. 4 (VU)	P
<i>Festuca rubra subsp. litoralis</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Galium debile</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Gratiola officinalis</i>	PC	LC	P
<i>Groenlandia densa</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Gymnadenia conopsea</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Gypsophila muralis</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Hammarbya paludosa</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Hippuris vulgaris</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Hordeum hystrix</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Hordeum marinum</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Hymenolobus procumbens</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Hypericum desetangii</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Illecebrum verticillatum L.</i>	AR	An. 4 (VU)	

<i>Inula britannica</i> L.	AR	An. 5 (NT)	P
<i>Inula salicina</i> [subsp. <i>salicina</i> ]	AR	An. 5 (NT)	
<i>Iris spuria</i> [subsp. <i>maritima</i> ]	TR	An. 4 (VU)	
<i>Isoetes echinospora</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Isoetes histrix</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Juncus acutus</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Juncus ambiguus</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Juncus anceps</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Juncus capitatus</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Juncus hybridus</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Juncus pygmaeus</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Juncus squarrosus</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Juncus subnodulosus</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Lathyrus palustris</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Lepidium latifolium</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Lepidium ruderales</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Limonium auriculae-ursifolium</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Limonium ovalifolium</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Limonium vulgare</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Limosella aquatica</i>	AR	An. 4 (VU)	P
<i>Lindernia procumbens</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Liparis loeselii</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Littorella uniflora</i>	AR	An. 4 (VU)	P
<i>Lobelia dortmanna</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Luronium natans</i>	PC	LC	P
<i>Lycopodiella inundata</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Lythrum borysthenicum</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Lythrum tribracteatum</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Marsilea quadrifolia</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Melilotus indicus</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Menyanthes trifoliata</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Myosotis sicula</i>	R	An. 5 (NT)	P
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Najas minor</i>	R	An. 4 (VU)	
<i>Nardus stricta</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Narthecium ossifragum</i>	R	An. 4 (VU)	
<i>Nasturtium microphyllum</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Nymphoides peltata</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Oenanthe foucaudii</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Oenanthe lachenalii</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Ophioglossum azoricum</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Orchis coriophora</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Orchis laxiflora</i>	C	LC	P
<i>Orchis palustris</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Paris quadrifolia</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Parnassia palustris</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Pedicularis palustris</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Peucedanum lancifolium</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Peucedanum palustre</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Pilularia globulifera</i>	PC	LC	P
<i>Pinguicula lusitanica</i>	AR	An. 4 (VU)	

<i>Pinguicula vulgaris</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Platanthera bifolia</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Poa palustris</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Polygala amarella</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Polygonum bistorta</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Polygonum minus</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Polypogon maritimus</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Polypogon monspeliensis</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Polypogon viridis</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Potamogeton acutifolius</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Potamogeton alpinus</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Potamogeton coloratus</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Potamogeton compressus</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Potamogeton friesii</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Potamogeton gramineus</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	R	An. 4 (VU)	
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Potamogeton pusillus</i> .	R	An. 4 (VU)	
<i>Potamogeton x zizii</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Potentilla palustris</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Potentilla supina</i> L.	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Puccinellia distans</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Puccinellia fasciculata</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Puccinellia foucaudii</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Puccinellia rupestris</i>	R	An. 5 (NT)	P
<i>Pulicaria vulgaris</i>	AC	LC	P
<i>Ranunculus circinatus</i>	R	An. 3 (EN)	P
<i>Ranunculus fluitans</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Ranunculus lingua</i> L.	AR	An. 5 (NT)	P
<i>Ranunculus nodiflorus</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Ranunculus ololeucos</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Ranunculus omiophyllus</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	PC	LC	P
<i>Ranunculus penicillatus</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Ranunculus tripartitus</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Rhinanthus angustifolius</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Rhynchospora alba</i>	R	An. 4 (VU)	
<i>Rhynchospora fusca</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Ruppia cirrhosa</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Ruppia maritima</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Sagina nodosa</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Sagina subulata</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Salicornia dolichostachya</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Salicornia emerici</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Salicornia fragilis</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Salicornia obscura</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Salicornia pusilla</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Sanguisorba officinalis</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Schoenus nigricans</i>	AR	An. 4 (VU)	

<i>Scirpus cespitosus</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Scirpus holoschoenus</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Scirpus lacustris</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Scirpus pungens</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Scirpus supinus</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Scirpus triqueter.</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Scutellaria hastifolia</i>	R	An. 5 (NT)	P
<i>Senecio aquaticus</i>	R	An. 4 (VU)	
<i>Serapias parviflora</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Serapias vomeracea</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Sibthorpia europaea</i>	R	An. 3 (EN)	P
<i>Sisymbrium supinum</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Sium latifolium</i>	PC	LC	P
<i>Sparganium erectum</i>	NSR	An. 1 (Ex)	
<i>Sparganium minimum</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Spartina maritima</i>	R	An. 5 (NT)	
<i>Spergularia marina</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Spergularia media</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Spiranthes aestivalis</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Stellaria palustris</i>	AR	An. 5 (NT)	P
<i>Tetragonolobus maritimus</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Teucrium scordium</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Thlaspi alliaceum</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Thorella verticillatundata</i>	TR	An. 4 (VU)	P
<i>Trapa natans</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Trifolium ornithopodioides</i>	AR	An. 5 (NT)	
<i>Trifolium patens</i>	R	An. 4 (VU)	
<i>Triglochin palustris</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Utricularia intermedia</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Utricularia minor</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Valeriana dioica</i>	AR	An. 4 (VU)	
<i>Veronica anagallis-aquatica subsp. anagalloides (Guss.) Batt.</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Veronica scutellata</i>	TR	An. 2 (CR)	P
<i>Viola palustris</i>	TR	An. 4 (VU)	
<i>Zannichellia palustris</i>	PC	An. 4 (VU)	
<i>Zostera marina</i>	TR	An. 3 (EN)	P
<i>Zostera noltii</i>	TR	An. 4 (VU)	

### 9.1.3 Flore invasive

NOM LATIN	NOM VERNACULAIRE	Catégorie invasive
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailante	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-gratiole	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>	Ambroisie 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>	Sénéçon 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

## 9.2 ANNEXE II : FEUILLE DE DESCRIPTION DES BERGES

<b>RELEVÉ</b> _____	<i>Orientation</i> _____	<b>DATE</b> _____	
<p><b>TOPOGRAPHIE</b></p> <p><i>Largeur talus</i></p> <p>0&lt;&gt;5 m <input type="checkbox"/></p> <p>5&lt;&gt;10 m <input type="checkbox"/></p> <p>10&lt;&gt;20 m <input type="checkbox"/></p> <p>&gt;20 m <input type="checkbox"/></p> <p><i>Type de rive</i></p> <p>linéaire <input type="checkbox"/></p> <p>convexe <input type="checkbox"/></p> <p>concave <input type="checkbox"/></p> <p>hétérogène <input type="checkbox"/></p> <p><i>Degré (1 à 9)</i></p> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 5px auto;"></div> <p><i>Hauteur talus</i></p> <p>&lt;1 m <input type="checkbox"/></p> <p>1&lt;&gt;3 m <input type="checkbox"/></p> <p>3&lt;&gt;5 m <input type="checkbox"/></p> <p>&gt;5 m <input type="checkbox"/></p>	<p><b>ÉROSION</b> oui/non</p> <p><i>Largeur</i></p> <p>&lt;5 m <input type="checkbox"/></p> <p>&gt;5 m <input type="checkbox"/></p> <p><i>Profondeur</i></p> <p>&lt;2 m <input type="checkbox"/></p> <p>&gt;2 m <input type="checkbox"/></p> <p><i>Localisation</i></p> <p>piéd <input type="checkbox"/></p> <p>talus <input type="checkbox"/></p> <p>haut <input type="checkbox"/></p> <p><i>Caractère</i></p> <p>glissement <input type="checkbox"/></p> <p>éboulement <input type="checkbox"/></p> <p>Autre <input type="checkbox"/></p> <p><i>Remarque</i></p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>	<p><b>ENVIRONNEMENT BERGE</b></p> <p><i>Haut de berge</i></p> <p>route <input type="checkbox"/></p> <p>voie ferrée <input type="checkbox"/></p> <p>construction <input type="checkbox"/></p> <p>décharge <input type="checkbox"/></p> <p>station d'épuration <input type="checkbox"/></p> <p>prairie <input type="checkbox"/></p> <p>culture <input type="checkbox"/></p> <p>bois <input type="checkbox"/></p> <p>chemin <input type="checkbox"/></p> <p>terrain de sport <input type="checkbox"/></p> <p>peupleraie <input type="checkbox"/></p> <p><i>Pied de berge</i></p> <p>barque/bateau <input type="checkbox"/></p> <p>grève <input type="checkbox"/></p> <p>vase <input type="checkbox"/></p> <p>chenal/eau <input type="checkbox"/></p> <p>port <input type="checkbox"/></p> <p>chemin <input type="checkbox"/></p> <p>autre <input type="checkbox"/></p> <p><i>Entretien végétation</i></p> <p>aucun <input type="checkbox"/></p> <p>jardinage <input type="checkbox"/></p> <p>émondage/recépage <input type="checkbox"/></p> <p>autre <input type="checkbox"/></p> <p>fauche <input type="checkbox"/></p>	
<p><b>SUBSTRAT</b></p> <p><i>Pied de berge</i></p> <p>vase/argile/limons <input type="checkbox"/></p> <p>sables <input type="checkbox"/></p> <p>terre <input type="checkbox"/></p> <p>graviers/cailloux <input type="checkbox"/></p> <p>enrochement <input type="checkbox"/></p> <p><i>Talus de berge</i></p> <p>vase/argile/limons <input type="checkbox"/></p> <p>sables <input type="checkbox"/></p> <p>terre <input type="checkbox"/></p> <p>graviers/cailloux <input type="checkbox"/></p> <p>enrochement <input type="checkbox"/></p> <p><i>Haut de berge</i></p> <p>vase/argile/limons <input type="checkbox"/></p> <p>sables <input type="checkbox"/></p> <p>terre <input type="checkbox"/></p> <p>graviers/cailloux <input type="checkbox"/></p> <p>enrochement <input type="checkbox"/></p>	<p><b>ARTIFICIALISATION</b> oui/non</p> <p><i>Nature</i></p> <p>enrochement <input type="checkbox"/></p> <p>levée <input type="checkbox"/></p> <p>quai/cale <input type="checkbox"/></p> <p>génie végétale <input type="checkbox"/></p> <p>autre <input type="checkbox"/></p> <p><i>Levée</i></p> <p>végétalisée <input type="checkbox"/></p> <p>maçonnée <input type="checkbox"/></p> <p>enrochée <input type="checkbox"/></p> <p>bétonnée <input type="checkbox"/></p> <p>terre <input type="checkbox"/></p> <p>autre <input type="checkbox"/></p> <p><i>Remarque</i></p>	<p><b>PHOTOS</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p><b>GPS</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p><b>REMARQUE GENERALE</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
	<p><b>VÉGÉTATION</b></p> <p>piéd <input type="checkbox"/></p> <p>talus <input type="checkbox"/></p> <p>haut <input type="checkbox"/></p>		

### 9.3 ANNEXE III : DETERMINATION DE LA FORCE DE L'EROSION

#### 9.3.1 Attribution d'une valeur selon la pente de la berge.

Dénomination de la pente	Code attributaire	Valeur attribuée
Douce	1, 5	1
Moyenne	2, 6, 8	2
Forte	3, 4, 7, 9, 10	3

#### 9.3.2 Attribution d'une valeur pour les commentaires accompagnant la rubrique « Érosion ».

Commentaire sur l'érosion	Valeur attribuée
Très faible	0
Ponctuelle	1
Légère	2
Pas de commentaire	3
Racines nues	3
Racines nues et arbres déracinés	4
Alternance (ou en alvéoles)	5
Forte	5
Talus effondré	6
Très forte	6
En arrière de l'enrochement	6

## 9.4 ANNEXE IV : SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DES BERGES PAR PROFIL BOTANIQUE

Profil botanique	Hauteur	Pente	Induration	Érosion	Exposition
<b>Profil A</b>	H < 3 m	Pentes moyennes à fortes (présence de la digue d'un étier dans un des cas)	50% (1 cas d'enrochement)	Faible à très faible	Nord
<b>Conclusion Profil A</b>	Difficile de tirer des conclusions pour ce profil qui est constitué de seulement 2 points. Situé dans l'estuaire, les pentes sont généralement moyennes. Le battement des marées peut provoquer une érosion faible en pied de berge. La végétation de ce type dépend surtout de facteurs comme le marnage ou la salinité.				
<b>Profil B</b>	1 m < H < 3 m	Pentes variables, mais tendance à la pente moyenne (50% des cas)	33% d'enrochement	Érosion, d'intensité variable, présente seulement sur les pentes fortes (2 cas sur 6 soit 34%)	50% Nord 50% Sud
<b>Conclusion Profil B</b>	Profil qui présente de faibles hauteurs et des pentes généralement moyennes. Situé dans l'estuaire, ces caractéristiques sont propices au dépôt de la vase qui permet l'installation du phragmite. La présence de ce dernier permet de limiter l'érosion.				
<b>Profil C</b>	1 m < H < 5 m	Pentes fortes à plus de 80% des cas	57% d'enrochement	Érosion faible et présente sur seulement 28% des points	Surtout Sud
<b>Conclusion Profil C</b>	Profil marqué par les pentes fortes. Ce facteur est lié au taux d'enrochement qui se rapproche de 50%. Ce profil se situe surtout en zone urbaine soumis à l'artificialisation. La végétation du pied et du talus de berge peut s'installer même en présence d'enrochement, en s'enracinant dans les vases compactées qui se déposent sur ou entre les blocs. Comme pour le type 1, ce profil est dépendant de phénomènes comme le marnage et la salinité.				
<b>Profil D</b>	1 m < H < 3 m	Pentes moyennes	Pas d'induration	Pas d'érosion	Sud
<b>Conclusion Profil D</b>	Ce profil se rencontre en deux points seulement dans la boire de Saint-Sébastien. Il est donc difficile d'en tirer des conclusions. Les berges vaseuses de faible pente (pente moyenne), sans induration, ont permis le développement d'une saulaie arbustive.				
<b>Profil E</b>	H variable de 1 à plus de 5 m 46% entre 1 et 3 m	Pentes moyennes à fortes, avec dominance des pentes fortes (63%)	Taux d'enrochement important de 63%	Peu d'érosion (10% des cas), ce qui est cohérent avec le taux d'artificialisation élevé, mais elle est forte lorsqu'elle est présente.	Plus ou moins équilibré Nord et Sud
<b>Conclusion Profil E</b>	Ce profil, le plus rencontré sur la zone d'étude, possède un taux d'enrochement élevé qui ne semble pas être incompatible avec le développement d'un talus boisé. Il serait intéressant de s'intéresser à l'âge et l'état de l'enrochement pour savoir comment ils influent sur l'installation de la végétation arborée. Les hauteurs et les pentes moyennes sont probablement liées aux caractéristiques de l'enrochement, tout comme le faible taux d'érosion.				
<b>Profil F</b>	H variable de 1 à plus de 5 m 55% entre 1 et 3 m	Pentes variables (faibles à fortes)	Taux d'enrochement moyen (36%)	Érosion peu présente (9%)	Surtout Nord
<b>Conclusion Profil F</b>	Ce profil est caractérisé par le développement d'une phalaridaie en pied de berge. Les pentes faibles ou moyennes représentent 66% des cas et favorisent l'implantation du phalaris sur les berges sableuses, surtout en cas de courant faible. En effet le faible taux d'érosion confirme que l'on ne se situe pas (dans la majorité des cas) dans des zones où le courant exerce une grande force érosive.				
<b>Profil G</b>	1 m < H < 5 m Plus de 50 % compris entre 1 et 3 m	Pentes moyennes à fortes avec dominance des pentes fortes (78%)	Taux d'enrochement très faible avec 1 cas (11%)	Érosion variable faible à forte (44%)	Surtout Nord
<b>Conclusion Profil G</b>	Ce profil est composé de berges abruptes, non ou peu enrochées. L'érosion est assez souvent observée et dépend de divers facteurs comme la nature du substrat (sableux), la direction du courant, etc. D'autant plus que la végétation du talus (elytrigia, pionnières) ne permet pas de fixer efficacement la berge.				
<b>Profil H</b>	1 m < H < 3 m	Pentes faibles	Pas d'artificialisation	Pas d'érosion	Toute orientation
<b>Conclusion Profil H</b>	Ce profil présente des berges en pente douce, non soumises à l'érosion. Ce profil est caractérisé par un long pied de berge qui descend jusqu'à la ligne d'eau, en période d'étiage. La végétation qui s'y développe sur un substrat souvent sableux et moins soumise à l'eau devient à tendance mésophile (comme sur le talus).				

Inventaire et cartographie des berges de Loire entre St-Nazaire et Montsoreau – 2012

<b>Profil I</b>	H > 5 m	Pentes fortes	Taux de l'induration de 100%	Érosion nulle	
<b>Conclusion Profil I</b>	Ce profil met en évidence les caractéristiques des levées. Il influence le développement de la végétation de part l'induration et les pentes fortes du talus. Les levées, avec une couche d'humus, peuvent être colonisées par une végétation herbacée de type mésophile.				
<b>Profil J</b>	--	--	--	--	--
<b>Conclusion Profil J</b>	Les profils botaniques n'étant pas homogènes la synthèse ne semble pas pertinente.				

## 9.5 ANNEXE V : LISTE DES ESPECES FLORISTIQUES OBSERVEES

A	B	C
Acer campestre	Barbarea species	Calystegia sepium
Acer negundo	Barbarea vulgaris	Campanula rapunculus
Acer pseudoplatanus	Bellis perennis	Capsella bursa-pastoris
Achillea millefolium	Berteroa incana	Cardamine hirsuta
Achillea ptarmica	Beta vulgaris	Cardamine pratensis
Agrimonia eupatoria	Bidens frondosa	Carduus nutans
Agrimonia species	Bidens tripartita	Carduus species
Agrostis capillaris	Bolboschoenus maritimus	Carex acuta
Agrostis stolonifera	Brachypodium pinnatum	Carex cuprina
Alisma plantago-aquatica	Brachypodium sylvaticum	Carex divisa
Alliaria petiolata	Brassica nigra	Carex remota
Allium species	Bromus catharticus	Carex rostrata
Allium vineale	Bromus hordeaceus	Carex species
Alnus glutinosa	Bromus species	Carex spicata
Alopecurus geniculatus	Bromus sterilis	Centaurea species
Alopecurus pratensis	Bryonia dioica	Centranthus ruber
Alopecurus species	Buddleja davidii	Cerastium glomeratum
Althaea officinalis	Butomus umbellatus	Cerastium pumilum
Amaranthus retroflexus		Chaerophyllum temulum
Anagallis arvensis		Chelidonium majus
Angelica heterocarpa		Chenopodium album
Anthoxanthum odoratum		Chenopodium polyspermum
Anthriscus sylvestris		Chenopodium species
Apium nodiflorum		Cirsium arvense
Arabidopsis thaliana		Cirsium species
Arabis hirsuta		Cirsium vulgare
Arabis species		Clematis vitalba
Arctium lappa		Convolvulus arvensis
Arctium minus		Conyza canadensis
Arctium species		Corylus avellana
Aristolochia clematidis		Crataegus monogyna
Arrhenatherum elatius		Crepis capillaris
Artemisia vulgaris		Crepis species
Arum italicum		Crepis vesicaria
Arum maculatum		Cucubalus baccifer
Aster lanceolatus		Cuscuta scandens
Aster tripolium		Cymbalaria muralis
Atriplex prostrata		Cyperus eragrostis
Avena fatua		Cyperus esculentus
		Cyperus longus
		Cyperus species

<b>D</b>		<b>E</b>		<b>F</b>	
	Dactylis glomerata		Echium vulgare		Festuca arundinacea
	Datura stramonium		Eleocharis palustris		Festuca rubra
	Daucus carota		Eleocharis species		Festuca species
	Digitaria ischaemum		Elytrigia campestris		Fraxinus angustifolia
	Dipsacus fullonum		Elytrigia repens		Fraxinus excelsior
	Draba muralis		Elytrigia species		Fumaria officinalis
			Epipactis helleborine		Fumaria species
			Equisetum arvense		
			Equisetum palustre		
			Equisetum species		
			Eragrostis pilosa		
			Erodium cicutarium		
			Erophila verna		
			Eryngium campestre		
			Eupatorium cannabinum		
			Euphorbia amygdaloides		
			Euphorbia cyparissias		
			Euphorbia esula		
			Euphorbia species		
			Evonymus europaeus		

<b>G</b>		<b>H</b>		<b>IJ</b>	
	Galinsoga quadriradiata		Hedera helix		Impatiens balfouri
	Galium aparine		Heracleum sphondylium		Iris pseudacorus
	Galium mollugo		Herniaria glabra		Iris species
	Galium palustre		Holcus lanatus		Juncus articulatus
	Galium verum		Hordeum murinum		Juncus compressus
	Geranium dissectum		Humulus lupulus		
	Geranium lucidum		Hyacinthoides non-scripta		
	Geranium molle		Hypericum perforatum		
	Geranium robertianum		Hypochaeris glabra		
	Geranium robertianum		Hypochaeris radicata		
	Geranium species				
	Geum urbanum				
	Glechoma hederacea				
	Glyceria maxima				

<b>L</b>		<b>M</b>		<b>O</b>	
	Lactuca saligna		Matricaria perforata		Oenanthe crocata
	Lactuca serriola		Matricaria species		Oenanthe pimpinelloides
	Lactuca species		Medicago arabica		Oenanthe species
	Lactuca virosa		Medicago lupulina		Oenothera striata
	Lamium maculatum		Melilotus albus		Ornithogalum umbellatum
	Lamium purpureum		Melissa officinalis		Oxalis corniculata
	Lapsana communis		Mentha aquatica		Oxalis fontana
	Laurus nobilis		Mentha species		Oxalis species
	Leersia oryzoides		Myosotis arvensis		
	Leontodon saxatilis		Myosotis species		
	Leontodon species		Myosoton aquaticum		
	Leucanthemum vulgare				
	Ligustrum vulgare				
	Linaria vulgaris				
	Lolium perenne				
	Lonicera xylosteum				
	Lotus corniculatus				
	Ludwigia grandiflora				
	Ludwigia peploides				
	Ludwigia species				
	Luzula campestris				
	Lysimachia nummularia				
	Lysimachia vulgaris				
	Lythrum salicaria				

<b>P</b>	<b>QR</b>	<b>S</b>
Papaver rhoeas s. rhoeas	Quercus cerris	Salix alba s. alba
Parietaria judaica	Quercus ilex	Salix aurita
Paspalum distichum	Quercus robur	Salix caprea
Phalaris arundinacea	Ranunculus acris	Salix fragilis
Phragmites australis	Ranunculus bulbosus	Salix triandra
Picris echioides	Ranunculus ficaria	Salix viminalis
Picris hieracioides	Ranunculus repens	Sambucus nigra
Plantago coronopus	Ranunculus species	Sanguisorba minor
Plantago lanceolata	Raphanus raphanistrum	Saponaria officinalis
Plantago major	Raphanus species	Schoenoplectus triqueteter
Plantago media	Rhamnus cathartica	Scrophularia nodosa
Plantago scabra	Ribes rubrum	Scutellaria minor
Platanus hispanica	Roegneria canina	Sedum acre
Poa annua	Rorippa amphibia	Sedum album
Poa nemoralis	Rorippa species	Sedum rupestre
Poa pratensis	Rorippa sylvestris	Senecio aquaticus
Poa species	Rosa arvensis	Senecio jacobaea
Poa trivialis	Rosa canina	Senecio species
Polygonum amphibium	Rosa species	Senecio vulgaris
Polygonum aviculare	Rubus caesius	Silene flos-cuculi
Polygonum hydropiper	Rubus fruticosus	Silene latifolia
Polygonum persicaria	Rubus idaeus	Sinapis arvensis
Polygonum species	Rumex acetosa	Sisymbrium officinale
Polypodium vulgare	Rumex acetosella	Solanum dulcamara
Populus nigra v. italica	Rumex conglomeratus	Sonchus arvensis
Populus species	Rumex crispus	Sonchus asper
Portulaca oleracea	Rumex species	Sonchus oleraceus
Potentilla anserina	Ruscus aculeatus	Spergularia media
Potentilla argentea		Spergularia rubra
Potentilla reptans		Stachys palustris
Prunella grandiflora		Stellaria graminea
Prunus species		Stellaria holostea
Prunus spinosa		Stellaria media
Pulicaria vulgaris		Stellaria neglecta
Pyrus species		Stellaria species
		Symphytum officinale

T		U		VX	
	Tanacetum vulgare		Ulmus minor		Valerianella locusta
	Taraxacum campyloides		Umbilicus rupestris		Verbascum blattaria
	Taraxacum species		Urtica dioica		Verbascum thapsus
	Thalictrum flavum				Verbena officinalis
	Thymus polytrichus				Veronica agrestis
	Thymus pulegioides				Veronica anagallis-aquatica
	Thymus serpyllum				Veronica arvensis
	Tordylium maximum				Veronica filiformis
	Tragopogon pratensis				Veronica hederifolia
	Tragopogon species				Veronica officinalis
	Trifolium arvense				Veronica persica
	Trifolium dubium				Veronica serpyllifolia
	Trifolium pratense				Veronica species
	Trifolium repens				Vicia cracca
	Trifolium species				Vicia hirsuta
	Trifolium squarrosum				Vicia sativa
					Vicia species
					Viscum album
					Vulpia myuros
					Xanthium orientale

## **9.6 ANNEXE VI : TABLEAUX SYNTHETIQUES DES RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES**

### **9.6.1 Les milieux semi-aquatiques**

### **9.6.2 Les milieux boisés**

### **9.6.3 Les milieux ouverts**



















