

Projet individuel

Analyse de la végétation alluviale ligérienne au cours du temps : dynamique des espèces depuis la fin du 19e siècle.



Boire de la Loire à Saint-Rémy-la-Varenne en juin 2013

Etudiante en Master 2 IMACOF :

Yasmine MERLEAU

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon tuteur de projet, madame Sabine GREULICH, enseignante chercheuse à l'université de Tours pour m'avoir proposé ce sujet, pour sa disponibilité et ses conseils.

Je remercie également, madame Meriem BOUKHALFA, étudiante en M2 IMACOF pour m'avoir aidé dans l'étude de la plaine alluviale de la Loire, ainsi que madame Séverine AIRAUD, Ingénieur d'Études BDD Réseau OBLA (Observatoire de la Biodiversité Ligérienne et de ses Affluents), pour m'avoir aidé à utiliser le logiciel Argis.

Enfin, je remercie tous les membres des bibliothèques universitaires (Tours et Paris), du muséum d'histoire naturelle et du conservatoire botanique national du bassin parisien pour m'avoir assistée dans la recherche de flores anciennes.

Sommaire

Introduction.....	5
I. Matériels et méthodes.....	7
I.1. La délimitation de la plaine alluviale.....	7
I.2. La dynamique des espèces végétales.....	8
II. Résultats.....	11
II.1. Délimitation de la plaine alluviale.....	11
II.1.1. La délimitation.....	11
II.1.2. Les zones à contrôler.....	14
II.2. Etude diachronique des espèces de la Loire.....	15
II.2.1. Abondances historiques.....	15
II.2.2. Abondances actuelles.....	17
II.2.3. Abondances historiques vs abondances actuelles.....	17
III. Discussion.....	19
III.1. La délimitation de la plaine alluviale.....	19
III.2. L'analyse diachronique de la végétation alluviale.....	19
Conclusion.....	22

Résumé

La Loire est un fleuve qui intéresse grandement les chercheurs universitaires de Tours ainsi que beaucoup d'autres organismes scientifiques pour sa riche biodiversité. Dans ce cadre, le réseau d'observation de la biodiversité de la Loire et de ses Affluents met entre autre en place une étude sur la végétation ligérienne. Ce rapport présente deux problématiques majeures, sur l'analyse de la végétation alluviale ligérienne au cours du temps, tirées de cette étude. Une première phase consiste à tracer la plaine alluviale de la Loire. Le but de cette partie du travail est postérieur à ce rapport et permettra d'utiliser des observations géoréférencées de plantes ligériennes des conservatoires botaniques nationaux (non disponible pour ce rapport) afin de réaliser une étude diachronique de la végétation ligérienne. Cette phase a permis de tracer la plaine alluviale de la Loire, de la Loire-Atlantique à la Nièvre et celle de la rivière Allier de sa confluence avec la Loire à la Haute-Loire. La deuxième phase de ce rapport consiste à effectuer la dynamique dans le temps d'espèces végétales en comparant des abondances récentes et anciennes à l'aide d'une régression linéaire. Les abondances récentes sont calculées à l'aide de données du conservatoire botanique national du bassin parisien. Les abondances historiques sont recherchées dans des anciennes flores de 1809 à 1998. Les résultats de cette partie permettent de définir le changement de statut d'abondance des 93 espèces étudiées. Ce rapport relève également les nombreux biais que présente cette étude qui sont à prendre en compte afin d'améliorer l'analyse diachronique des espèces vasculaires ligériennes.

Mots clés : la Loire, plaine inondable, plantes vasculaires, dynamique des espèces, abondance.

Abstract

The Loire is big river. She interests many scientist bodies which the university of Tours because she has great biodiversity. So the network of "observation de la biodiversité de la Loire et de ses Affluents" study in other the dynamics of plant species. This paper studies 2 major problems of the study mentioned earlier. The first part draws the floodplain of Loire between departments the Loire-Atlantique and the Nièvre. She draws also the floodplain of the Allier between the confluence with the Loire and the Haute-Loire department. The objective of this part is realizable next this study because the data don't available. This data are georeferenced observations of plant species. They will allow that make to the diachronic study with the floodplain plan. The second part of this paper makes the dynamic of species by comparing old abundances with recent abundances. Recent abundances are calculated with the "conservatoire de botanique national du bassin parisien" data. Old abundances are to look for in old floras. The Standard residuals of a linear regression give the change of abundance of the studied species. This paper gives also the skews of this study.

Keywords: the Loire, floodplain, vascular plants, dynamic of species, abundance.

Liste des figures

Figure 1 : limite supérieure et inférieure de la plaine alluviale de la Loire et de l'Allier à travers les communes d1809 à 1998e France.....	12
Figure 2 : Les limites supérieures et inférieures de la plaine alluviale de la Loire au sud de la ville d'Angers (exemple).....	14
Figure 3 : Les différents territoires représentés dans les flores anciennes.	16
Figure 4 : Evolution dans le temps de l'abondance de 5 espèces de l'étude.....	21

Liste des tableaux

Tableau 1 : Outils pour harmoniser les abondances historiques et récentes.	11
Tableau 2 : récapitulatif des sommes de linéaire tracé suivant les différentes limites de la plaine alluviale de la Loire et de l'Allier.	12
Tableau 3 : Analyse statistique du tracé des limites supérieures et inférieures de la plaine alluviale de la Loire et de l'Allier.	13
Tableau 4 : coordonnées des zones douteuses du tracé de la limitée supérieure de la plaine inondable de la Loire et de l'Allier.	15
Tableau 5 : résultats des régressions linéaires, dont les résidus standards, entre l'abondance calculée à l'aide des données du CBNBP et les abondances des flores anciennes.....	18
Tableau 6 : Les espèces qui subissent un changement de statut entre les données anciennes et les données récentes. Nbr correspond au nombre de fois où l'espèce à une abondance historique significativement différente de l'abondance récente.....	18

Sigles et abréviations

BnF : Bibliothèque nationale de France

CBN : Conservatoires Botaniques Nationaux

CBNBP : Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien

DIREN : DIrection Régionale de l'Environnement

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EV2B : thématique 2 : Evaluation de la vulnérabilité de la biodiversité et des zones bâties inondables du corridor ligérien

IGN : Institut Géographique National

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

MNHN : Muséum National Histoire Naturelle

MNT : Modèle Numérique de Terrain

OBLA : Observation de la Biodiversité de la Loire et de ces affluents

SIEL : Système d'Information de l'Evolution du Lit de la Loire

SINP : Système d'Information sur la Nature et les Paysages

SUDOC : Système Universitaire de DOCumentation

UMR CITERES : Unité Mixte de Recherche Cités Territoires Environnement et Sociétés

UNESCO : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization c'est-à-dire l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

Introduction

L'université François Rabelais (l'UMR CITERES) et de nombreuses autres structures de recherche ont mis en place le réseau d'observation de la biodiversité de la Loire et de ses Affluents (OBLA). Ce projet est réalisé dans le cadre de la « Zone Atelier Loire » financé par le « Fond Européen de Développement Régional », « l'Etablissement Public Loire » et « le Plan Loire Grandeur Nature » (GREULICH S. et al., 2011 et CHALLET E., 2013). Ce projet comporte un volet « flore » qui s'intéresse à la dynamique des espèces de la plaine inondable dans **le temps** et dans **l'espace**. Dans le cadre de cette étude, les Conservatoires Botaniques Nationaux du Bassin Parisien, de Brest et du Massif Central ont réalisé un diagnostic des données disponibles et possèdent de nombreuses observations (VALLET J. et CHABROL L., 2013). Le sujet de ce rapport est donc de réaliser l'étude de la dynamique des espèces végétales alluviales ligériennes au cours du temps.

Le projet de la « Zone Atelier Loire » porte un intérêt tout particulier à la Loire. Elle est effectivement le plus long fleuve de France, avec 1 006 kilomètres. Elle prend sa source dans le massif central et se jette dans l'océan Atlantique. Le bassin versant de la Loire fait 117 054 kilomètres carré soit 1/5 de la surface de la métropole. Ces sources sont à 1 407 mètres d'altitude sur le mont Gerbier-de-Joncs (sud-est du massif central, en Ardèche). La Loire a pour principaux affluents l'Allier, le Cher, la Vienne et la Maine. Cette étude se restreint à la Loire et à l'Allier qui correspondent à la moitié du module de la Loire. Le bassin de la Loire est situé sur trois grandes entités géologiques. Le massif central composé de zones orogéniques paléozoïques. Le massif armoricain est constitué de granite et de grès. Enfin, le bassin parisien est composé de sédiment mésozoïque. Le climat de la Loire est partagé entre montagnard à plus de 700 mètres d'altitude, continental et atlantique vers le littoral (CORNIER T., 2002.). La Loire est endiguée mais elle conserve une liberté morphologique, sédimentaire et écologique. La végétation ligérienne est variée, peu influencée par l'homme et traduit une succession de biotopes caractéristiques d'une plaine alluviale naturelle.

Les données floristiques des conservatoires botaniques nationaux (CBN) sont relevées sur l'ensemble des communes longeant la Loire. Cette étude se base sur les communes traversées par la Loire, la Vienne, l'Allier et les Basses Vallées Angevines c'est-à-dire celles de la Maine, de l'aval de la Sarthe, du Loir et de la Mayenne. Les CBN déplorent le manque d'une délimitation de la plaine alluviale et font remarquer que l'échelle utilisée, celle de la

commune, constitue un biais. La surface occupée par les communes est plus vaste que la plaine alluviale et parmi les plantes observées dans cette zone, certaines ne sont pas caractéristiques d'une plaine alluviale (VALLET J. et CHABROL L., 2013). A l'heure actuelle, aucun document connu et géoréférencé ne permet de localiser la zone inondable de la Loire sur l'ensemble de son cours. La première problématique de ce rapport est donc de **délimiter la plaine inondable ligérienne** à partir de photographies aériennes. Pour répondre à cette problématique des CBN et par manque de temps, la délimitation de la plaine inondable a été effectuée seulement sur la Loire et l'Allier.

Après avoir localisé les relevés floristiques dans la plaine alluviale, il est nécessaire de les comparer à des données anciennes afin de comprendre l'évolution de la végétation ligérienne. Les données temporelles sont inégales et biaisées car les données anciennes ne recensent principalement que des espèces rares ou remarquables. Une comparaison directe entre fréquences actuelles des espèces et fréquences anciennes n'est donc pas possible. Afin de pallier à ce manque de données, les CBN proposent, suivant la méthode élaborée par McCollin et al. (2000), Telfer et al. (2002) et Van Calster et al. (2008), de comparer les indices d'abondance d'une liste de flores anciennes (1809 à 1998) aux fréquences actuelles (VALLET J. et CHABROL L., 2013). Le deuxième objectif de ce rapport sera donc d'étudier la **dynamique de ces espèces**. Il s'agira en particulier d'analyser quelles espèces aujourd'hui rares étaient plus fréquentes autrefois, où, au contraire, quelles espèces autrefois rares sont devenues abondantes aujourd'hui. Le nombre de plantes estimé sur les bords de Loire est d'environ 1 340 espèces. Ce rapport se concentre sur un sous-ensemble d'espèces végétales ligériennes, comprenant les espèces actuelles les plus fréquentes et localement abondantes et les espèces patrimoniales. L'étude concerne un ensemble de 93 plantes vasculaires, déjà étudié dans le cadre du projet EV2B (GREULICH S. et al., 2011).

I. Matériels et méthodes

I.1. La délimitation de la plaine alluviale

La délimitation de la plaine alluviale est réalisée sur la **Loire de Nantes** (44109) en Loire-Atlantique à **Gimouille** (58470) près de Nevers en Bourgogne (confluence avec l'Allier) et en ce qui concerne l'**Allier**, de sa confluence avec la Loire jusqu'aux communes de **Lamothe** (43110) et de **Brioude** (43040) dans le département de la Haute-Loire. Par manque de temps et de données les autres cours d'eau cités par les CBN n'ont pas été étudiés dans ce rapport. J'ai réalisé la délimitation de Nantes à Montsoreau (49730) dans le Maine et Loire et celle de l'Allier sur tout son linéaire. Ma collègue, Meriem BOUKHALFA a réalisé la délimitation de la plaine alluviale de la Loire de Montsoreau à Gimouille.

Il faut noter que la plaine alluviale correspond à la **zone inondée** d'un cours d'eau. Cette zone comporte le lit mineur et les espaces longeant la rivière en eaux pendant les périodes d'inondations.

La méthode consiste à **visualiser la plaine alluviale du cours d'eau en 3D** grâce au logiciel ArcScene version 10.2.2. Des campagnes de mosaïques numériques d'orthophotographies, provenant du Système d'Information de l'Evolution du Lit de la Loire (SIEL), sont utilisées (tuile d'environ 4km sur 5km). Le SIEL est un outil mis en place par la direction régionale de l'environnement (DIREN, aujourd'hui DREAL) pour suivre les modifications du fleuve et améliorer les connaissances sur la Loire. C'est l'institut géographique national (IGN) qui se charge de faire les campagnes d'orthophotographies. Celle utilisée pour délimiter la plaine inondable sur la Loire date de 2010. Pour l'Allier, elle date de 2005 car les données de 2010 sont disponibles mais semblent être corrompues, ainsi certaines orthophotographies apparaissent avec des couleurs différentes (jaune, noir, etc.) et d'autres en quadrillées. Elles sont inutilisables en l'état. Avec les modèles numériques de terrain (MNT) des différents départements concernés (pixel de 25 sur 25 mètres), les orthophotographies sont mises en 3D (IGN, 2011).

La fonction « Base Heights » sur ArcScene dans les propriétés de la couche permet d'associer à chaque pixel de l'orthophotographie une altitude tirée du pixel correspondant (géoréférencé) du MNT. Un facteur de conversion 5 est utilisé pour grossir les différences d'altitudes et ainsi de mieux visualiser **les ruptures de pentes**. La plaine alluviale apparaît donc sur les bords du cours d'eau sous la forme d'une coupure nette de la pente. Quand une levée est présente sur les berges du cours d'eau, elle est considérée comme la limite de la plaine inondable.

Le logiciel ArcScene ne facilite pas le « dessin » des polygones, c'est pourquoi **la limite de la plaine alluviale est tracée** (« limite inférieure ») en parallèle sur le logiciel ArcMap version 10.2.2. Sur ce logiciel, les orthophotographies sont ouvertes pour pouvoir se repérer sur les deux logiciels et une couche des communes (IGN, 2011) est également ouverte afin de localiser les endroits du tracé qui semblent incertains. Pour ces endroits, une analyse sur le terrain est à envisager. Les habitations sont des indicateurs de la plaine alluviale car on suppose qu'elles ne sont pas installées dans les zones régulièrement inondées.

Sur certains sites, il semble y avoir deux ruptures de pentes sans trop d'habitations entre les 2. Donc une **limite supérieure de la plaine alluviale** est tracée (« limite supérieure ») afin de régulariser ces zones lors d'une phase de terrain. Cette limite peut être en eau mais pas aussi régulièrement que la limite inférieure.

Parfois la plaine inondable dépasse la limite de campagne d'orthophotographies. Dans ce cas présent, l'orthophotographie départementale est utilisée pour compléter les parties manquantes.

I.2. La dynamique des espèces végétales

La liste des espèces récentes est issue du **projet EV2B** (partie du projet OBLA) de l'unité de recherche UMR Université de Tours – CNRS 7324 CITERES. Ces données floristiques proviennent du lit endigué de la Loire entre **l'aval du barrage de Villerest** (42) et la commune de **saint Florent-le-Vieil** (49). La liste est composée de 151 espèces (listes EV2B) qui ont été sélectionnées en fonction de leur habitat et leur statut. Elles sont soit caractérisées d'espèces dominantes ou caractéristiques, soit d'espèces patrimoniales, ou encore d'espèces exotiques. Ces trois groupes sont choisis pour leur impact potentiellement fort sur les écosystèmes alluviaux (espèces dominantes et espèces exotiques), leur intérêt patrimonial et leur dynamique éventuelle par rapport au changement climatique. C'est-à-dire que leur aire de répartition en bord de Loire est susceptible de changer avec l'évolution des climats. Les espèces patrimoniales sont susceptibles de « subir » les changements du climat. Ces espèces sont faiblement répandues au bord de Loire et peuvent disparaître. Les espèces exotiques peuvent profiter de ce changement et s'accroître rapidement car leur optimum environnemental est de plus en plus atteint avec le réchauffement climatique dans nos régions. Les espèces dominantes sont représentatives du contexte actuelle (GREULICH S. et al., 2011). Les dominantes sont présentes dans au moins 75% du relevé de végétation d'un habitat alluvial particulier et recouvrent une surface supérieure de 50%. Pour les habitats pionniers

(végétation herbacée du lit mineur comme les grèves sableuses) aucune espèce n'est reconnue dominante car ces espaces sont très ouverts et aucune espèce recouvre plus de 50% de cet habitat. Pour ces espaces, le critère de sélection « fréquente » est donné aux espèces rencontrées fréquemment et reconnues comme des espèces « caractéristiques » par Cornier (GREULICH S. et al., 2011).

La liste classe les espèces par habitat (21 habitats) et leur critère de sélection. On recense 28 espèces dominantes, 6 dominantes exotiques, 2 dominantes protégées, 48 exotiques, 4 fréquentes, 4 fréquentes exotiques, 59 protégées et une protégée fréquente. Les plantes exotiques sont des individus introduits par l'homme (volontairement ou non) sur un territoire. Elles sont donc présentes depuis peu dans la vallée de la Loire. Elles ne seront pas présentes dans les flores anciennes par conséquent elles ne sont pas prises en compte dans cette étude.

Toutes les espèces sont recherchées dans le référentiel taxonomique (TAXREF v7.0) qui est à jour sur la nomenclature de la taxonomie afin de vérifier leur nom scientifique et rechercher des synonymes. Ce référentiel est réalisé par le muséum national d'histoire naturelle dans le cadre du système d'information sur la nature et les paysages (SINP) afin d'accroître les connaissances sur la faune et la flore en France (MNHN, 2013). Suite à cette recherche une espèce est écartée car elle n'est pas dans ce référentiel. La liste de plantes de cette étude compte **93 espèces dominantes/fréquentes ou patrimoniales**. Les synonymes sont utilisés pour la recherche des espèces dans les anciennes flores car la nomenclature taxonomique change régulièrement et ainsi les chances de trouver les espèces dans les vieux ouvrages sont augmentées.

Les données anciennes utilisées dans ce rapport proviennent d'une liste proposée par Vallet J., et Chabrol L. en 2013. Cette liste est constituée de flores anciennes et d'une description de ces ouvrages (référence, aire géographique, présence d'indice d'abondance, etc.). Les critères de choix des flores utilisées sont la présence d'un **indice d'abondance**, du groupe taxonomique (plantes vasculaires) et du territoire géographique couvert. 19 flores sont sélectionnées sur les 30 proposées par le CNB. Ce dernier a transmis 7 flores sous formats numériques. Les autres ouvrages sont recherchés sur Gallica qui est une bibliothèque numérique de France (Bnf, 2015). Ce site permet de trouver 4 flores. Ensuite, les 8 flores restantes ont été recherchées sur l'interface SUDOC qui est le catalogue du système universitaire de documentation (ABES, 2015). Cette interface permet de localiser les ouvrages présents dans toutes les bibliothèques universitaires de France. 5 flores recherchées se trouve à Paris (Bibliothèque Universitaire de pharmacie biologie et cosmétique, de la bibliothèque de botanique et la bibliothèque du

muséum d'histoire naturelle) et 1 sur Tours. Ces ouvrages sont anciens et vétustes, ils sont donc consultés sur place. Sur les 19 flores choisies, 3 ouvrages appartiennent à des bibliothèques qui n'ont pas été consultées pendant cette étude par manque de temps (annexe 1). Les espèces végétales de l'étude sont cherchées dans **17 anciennes flores** de 1809 à 1998, de 15 auteurs différents et de 14 territoires distincts (annexe 1). Pour chaque espèce, l'abondance inscrite dans les flores anciennes est recensée et correspond à l'abondance ancienne/historique.

McCollin et al. (2000), Telfer et al. (2002) et VanCalster et al. (2008) proposent d'étudier la différence entre les abondances historiques et les abondances récentes par le biais d'une **régression linéaire** entre ces deux échantillons. Pour cela les abondances anciennes comme récentes doivent être de même forme de données. Les flores anciennes classent généralement les espèces suivant 6 classes d'abondances : RR, très rare ; R, rare ; AR, assez rare ; AC, assez commun ; C, commun et CC, très commun. Certains auteurs utilisent plus de catégories d'abondance (annexe 1) ainsi toutes les abondances des anciens ouvrages sont ramenées aux 6 classes citées précédemment suivant le tableau 1.

Pour les abondances récentes, il est utilisé la base de données du conservatoire botanique national du bassin parisien (CBNBP, 2011). Ce document Excel recense toutes les observations faites sur ce territoire avec le recensement pour chaque observation : l'espèce, son code, la commune, le code Insee et le jour de l'observation. Un filtre est utilisé pour ne sélectionner que les communes de la plaine alluviale de la Loire. Puis pour chaque espèce, il est recensé le nombre d'observations présent dans ce document. Pour calculer un pourcentage de présence (p%), le nombre d'observations de l'espèce (n) est calculé par un produit en croix avec le nombre total d'observations (N) suivant la formule ci-dessous :

$$p\% = \frac{n \cdot 100}{N}.$$

La classe d'abondance récente pour chaque espèce est obtenue en utilisant les classes de pourcentages de présences visibles dans le tableau 1. Ces classes, pour l'abondance de très rare à assez rare, s'inspirent du coefficient d'abondance – dominance de Braun-Blanquet. Pour les autres classes d'abondance d'assez commun à très commun, les classes de présences sont plus faibles que le coefficient de Braun-Blanquet car tous les habitats de la plaine inondable ne sont pas différenciés.

Après l'**harmonisation** et la **simplification** de chaque classe d'abondance historique ou récente, ces classes sont codifiées par un chiffre (score numérique, tableau 1) afin de pouvoir

appliquer une régression linéaire. La régression linéaire simple est appliquée entre l'estimation de l'abondance récente calculée à l'aide des données du CBNBP et l'abondance historique évaluée par chaque auteur des flores anciennes. La relation attendue est une relation positive forte entre les données récentes et les données anciennes.

Enfin McCollin et al. (2000), Telfer et al. (2002) et VanCalster et al. (2008) utilisent les **résidus standards** de la régression linéaire, calculés pour chaque individu, afin de voir s'il y a un changement de statuts des plantes (changement de la classe d'abondance).

Tableau 1 : Outils pour harmoniser les abondances historiques et récentes.

Classe abondance standard	Toutes les classes d'abondances	Pourcentage de présence, abondance récente	Score numérique d'abondance
CC	CCCC	20-35%	6
	CCC		
	CC		
C	C	10-20%	5
AC	AC	5-10%	4
	PC		
AR	AR	2-5%	3
R	R	1-2%	2
RR	RR	<1%	1
	RRR		

II. Résultats

II.1. Délimitation de la plaine alluviale

II.1.1. La délimitation

La délimitation de la plaine alluviale dans le cadre de l'étude sur le jeu de données des conservatoires botaniques nationaux est présentée dans la figure 1. Cela correspond à un linéaire de 3 160 kilomètres de tracé dont 1 659 (53% du total) délimite la partie inférieure de la plaine inondable et 1 501 (47%) la partie supérieure. La limite inférieure de la Loire correspond à 37% (soit 1 168 km) du linéaire total tracé et 32% (soit 1 007 km) de ce linéaire correspond à la limite supérieure de la Loire. Les limites supérieure et inférieure de l'Allier occupent le même linéaire de tracé total, c'est-à-dire 16% (491 km pour la limite supérieure et 494 km pour la limite inférieure ; tableau 2).

Tableau 2 : récapitulatif des sommes de linéaire tracé suivant les différentes limites de la plaine alluviale de la Loire et de l'Allier.

limite/métriques	kilomètres	pourcentage
somme inférieure Loire	1 168	37
somme inférieure	1 659	53
somme supérieure Loire	1 007	32
somme supérieure	1 501	47
somme inférieure Allier	491	16
somme supérieure Allier	494	16
totale	3 160	

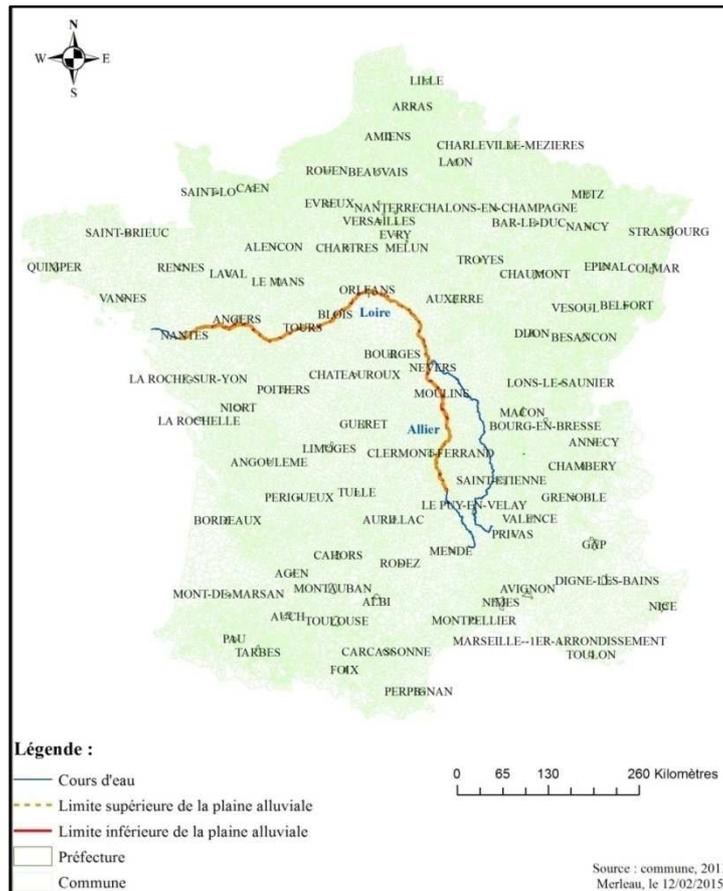


Figure 1 : limite supérieure et inférieure de la plaine alluviale de la Loire et de l'Allier à travers les communes de France.

L'analyse statistique du tracé des limites supérieures et inférieures de la plaine alluviale de la Loire et de l'Allier (tableau 3) présente le nombre de tracés, le minimum, le maximum, la moyenne, la somme et la variance des longueurs en mètres pour chaque limite. Les limites de la Loire en amont sont réalisées par Meriem Boukhalifa. Le nombre, le minimum, le maximum et la moyenne montrent que nous utilisons 2 façons différentes de représenter les limites. Meriem Boukhalifa trace en général de plus petits tronçons. Cela ne semble pas influencer nos méthodes d'interprétation des orthophotographies car les liaisons entre nos deux tracés se juxtaposent plutôt bien.

Tableau 3 : Analyse statistique du tracé des limites supérieures et inférieures de la plaine alluviale de la Loire et de l'Allier.

Limite/métriques	Longueur (mètres)					
	nombre	minimum	maximum	moyenne	somme	Variance
inférieure Loire amont	495	7.03	25 147.18	1 432.43	709 050.53	2 961 872.97
inférieure Loire aval	74	24.40	39 472.69	6 203.44	459 054.25	41 768 293.94
inférieure Allier	58	12.36	40 134.09	8 469.23	491 215.36	72 982 611.33
supérieure Loire amont	274	0.67	9 448.74	2 456.97	673 208.56	2 566 009.64
supérieure Loire aval	54	56.78	23 696.73	6 181.02	333 774.95	29 534 896.39
supérieure Allier	48	736.45	43 177.60	10 286.57	493 755.49	114 720 285.13

Le tracé de la plaine alluviale peut se représenter comme sur la figure 2. Cet exemple se situe dans le Maine-et-Loire au sud de la commune d'Angers (49000). Le tracé rouge représente la limite inférieure de la plaine inondable de la Loire et la ligne orange pointillée figure la limite supérieure. Parfois, ces deux limites se superposent comme par exemple sur la commune des Ponts-de-Cé (49130), en rive droite de la Loire. Dans ce cas là, la limite de la plaine alluviale est bien distinguable. Ici, c'est la levée de la Loire.

Cet exemple est complexe et montre les différentes difficultés de **l'interprétation des orthophotographies**. Entre les communes de Bouchemaine (49080) et de Sainte-Gemmes-sur-Loire (49130), la Maine se jette dans la Loire. A chaque confluence entre les affluents et la Loire, la délimitation de la plaine alluviale est laborieuse. Il est compliqué de différencier la plaine alluviale de la Loire et celle de son affluent.

A ce niveau de l'étude, la Loire possède un long bras secondaire, le Louet. Entre ce bras secondaire et le bras principal de la Loire, la limite supérieure de la Loire n'est pas tracée car le paysage est très plat. Il semblerait que cette zone puisse être inondée. En revanche, cette zone contient des habitations, il est donc possible de penser que ces habitations ne sont pas construites en zone régulièrement inondée.

Au niveau de la commune de Mûrs-Erigné (49610), le fond composé des orthophotographies n'apparaît pas. Il n'apparaît pas car la largeur de la plaine alluviale est très importante à ce niveau et l'IGN n'a survolé que les bords du chenal principal de la Loire au cours de la réalisation de la campagne des orthophotographies. Pour délimiter la plaine inondable de la Loire, l'orthophotographie du département du Maine et Loire est utilisé.



Figure 2 : Les limites supérieures et inférieures de la plaine alluviale de la Loire au sud de la ville d'Angers (exemple).

II.1.2. Les zones à contrôler

Les **zones à contrôler** se situent surtout dans les zones de plaines ou le paysage est très plat. Même avec l'utilisation du facteur de conversion qui augmente les différences d'altitudes, la limite de la plaine inondable est difficilement visualisable. La limite supérieure de la plaine inondable est douteuse pour la Loire au niveau des communes de Liré (49530), de Chalonnes-sur-Loire (49063) à Rochefort-sur-Loire (49190), de Denée (49190) entre les deux bras en rive gauche aux Ponts-de-Cé (49130) et de Saint-Florent-le-Vieil (49276) à Saint-Laurent-de-Mottay (49410) avec sans doute la présence d'une boire¹ (tableau 4).

Pour l'Allier, l'altitude est plus forte. Seulement deux points du tracé semblent inexacts. A Saint-Germain-des-Fossés (03260), l'orthophotographie possède une trace blanche en rive droite de l'Allier qui ne permet pas de visualiser la limite supérieure. A Bessay-sur-Allier (03340) et Toulon-sur-Allier (03400) le paysage est très plat et la zone recouverte par les orthophotographies n'est pas assez large pour représenter la limite supérieure. Ce problème s'est également posé pour la Loire au niveau de Mûrs-Erigné (49610) car la Loire possède un

¹ Boire : (vocabulaire ligérien) annexe hydraulique du cours d'eau (généralement correspondant à un ancien bras fonctionnel).

bras secondaire, le Louet (tableau 4). Il fait environ 25 kilomètres et coule de Juigné-sur-Loire jusqu'à Chalonnes-sur-Loire. Pour compléter le tracé de ces zones, les orthophotographies départementales sont utilisées.

Tableau 4 : coordonnées des zones douteuses du tracé de la limite supérieure de la plaine inondable de la Loire et de l'Allier.

Communes limites douteuses	Coordonnée Lambert amont (m)		Coordonnée Lambert aval (m)	
Liré	384298.707	6702202.096	387460.484	6702850.326
Chalonnes-sur-Loire/Rochefort-sur-Loire	409010.84	6706255.521	425629.352	6703612.328
Denée/Ponts-de-Cé	426515.708	6704750.038	436001.04	6707501.711
Saint-Florent-le-Vieil/Saint-Laurent-du-Mottay	397961.23	6703495.514	401919.405	6704172.849
Mûrs-Erigné	428481.05	6704441.242	432185.902	6705765.601
Saint-Germain-des-Fossés	732478.738	6568306.479	732404.654	6566094.558
Bessay-sur-Allier/Toulon-sur-Allier	727689.77	6596058.681	726948.935	6602144.109

II.2 Etude diachronique des espèces de la Loire

II.2.1. Abondances historiques

Les classes d'abondances sont en annexe 2 pour la majorité des flores anciennes. Ces flores sont caractérisées par un territoire bien précis et la figure 3 représente les différentes régions de l'étude des abondances historiques. Les territoires rencontrés dans cette étude sont des grands bassins comme le bassin de la Loire, des régions comme l'Auvergne, des départements comme le Maine et Loire ou encore des régions patrimoniales comme le Forez ou l'Anjou. Le département de l'Indre est présent sur la figure 3 et ne fait pas parti des bords de Loire. Ce département est représenté dans cette étude car il fait parti d'une flore contenant plusieurs départements. Les limites de l'étude de la liste récente des plantes y sont marquées en jaune. Le Forez et la Loire Atlantique sont sur les bords de Loire mais ils ne font pas partie de la zone d'étude du projet EV2B. **Les bords de Loire** compris dans l'étude sont bien représentés et même fréquemment pour plusieurs communes.

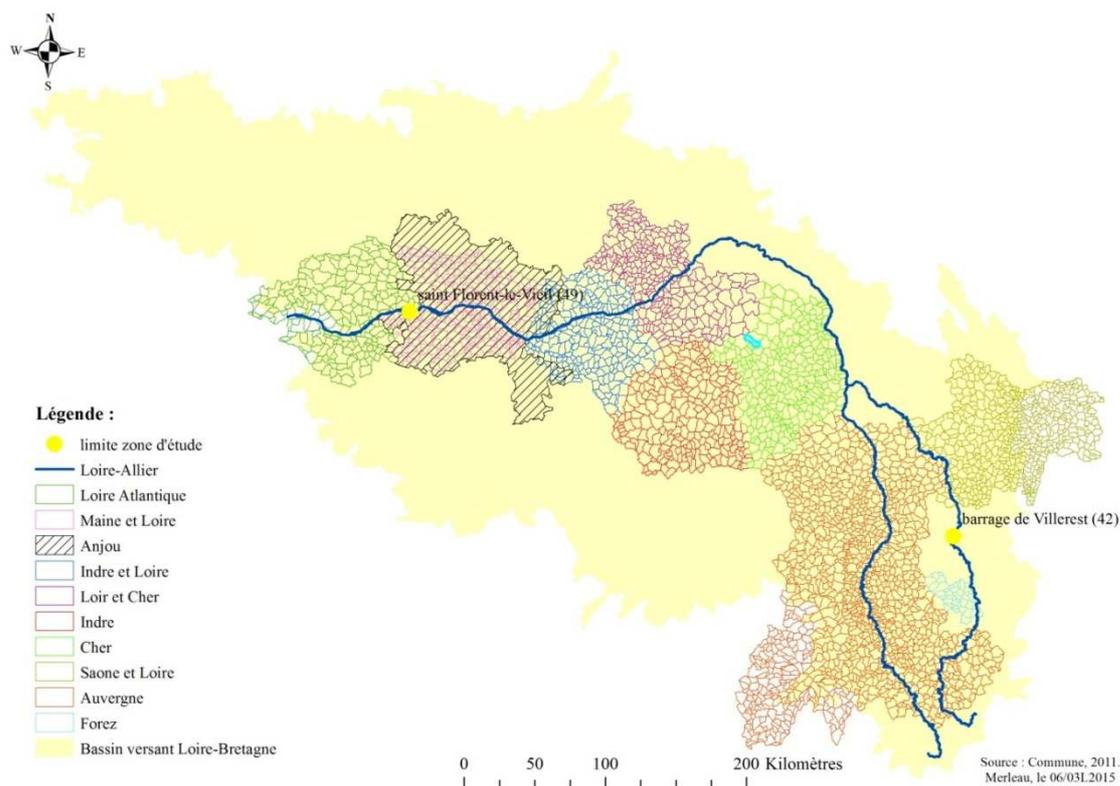


Figure 3 : Les différents territoires représentés dans les flores anciennes.

Pour 3 flores, l'abondance est dissociée suivant **plusieurs territoires** et une espèce peut contenir jusqu'à 4 classes d'abondance différentes pour un même auteur (annexe 3). Par exemple, dans la flore de Corillon de 1882, le *Silene conica* L. possède 4 abondances différentes pour 4 régions différentes : rare dans la Loire Armoricaine, assez rare dans l'Anjou oriental, assez commun à commun dans la Touraine et assez commun dans le Blésois (annexe 3). L'étude de ces flores (Boreau 1857, Corillon 1882 et Franchet 1885) sont intéressantes mais trop longues pour être introduite dans cette étude.

5 espèces n'ont **pas d'abondance** dans les anciennes flores de l'annexe 2 : *Dichoropetalum carvifolia* (Vill.) Pimenov & Kljuykov, *Pilosella peleteriana* subsp. *ligerica* (Zahn) B.Bock, *Schoenoplectus supinus* (L.) Palla, *Sesamoides purpurascens* (L.) G.López, *Thysselinum palustre* (L.) Hoffm. 88 autres espèces sont présentes au moins dans 1 flore (*Alisma gramineum* Lej.) jusqu'à être décrites dans les **14 livres** présentés dans cette annexe (*Urtica dioica* L.).

II.2.2. Abondances actuelles

L'abondance actuelle est l'abondance calculée à l'aide des **observations réalisées par le CBNBP**. Les abondances sont présentées dans l'annexe 2 à la suite des abondances réelles. 4 espèces n'ont pas d'observations dans la base de données du CBNBP donc elles n'ont pas d'abondance réelle dans cette étude : *Stellaria palustris* Retz., *Prospero autumnale* (L.) Speta, *Phelipanche arenaria* (Brokh.) Pomel et *Angelica heterocarpa* J.Lloyd.

II.2.3. Abondances historiques vs abondances actuelles

Les abondances actuelles sont comparées aux abondances historiques à l'aide de régression linéaire dont les résultats sont représentés dans le tableau 5. Le nombre d'observation correspond au nombre d'abondances anciennes présentes pour chaque flore. Les flores anciennes ont entre 46 à 72 espèces de la liste de l'étude qui contient 93 individus. Globalement les flores les plus récentes (1887 à 1998, sauf Grenier en 1992) semblent recenser le plus d'espèces de la liste. Les coefficients de détermination (R^2) des régressions linéaires permettent de définir un pourcentage de variabilité de la variable à modéliser, dans notre cas les abondances historiques. Les **abondances récentes** (du CBNBP) **expliquent** entre **14%** pour Lloyd à **49%** pour Tourlet **les abondances anciennes**. Les valeurs faibles de $Pr > F$ (F de Fisher) montrent que la **probabilité de se tromper est faible** (maximum de 0,4%). Donc la variable explicative (abondance de CBNBP) apporte une quantité d'informations **significatives** au modèle.

Les résidus standards des régressions linéaires sont calculés entre chaque observation/espèce ancienne et récente. Chaque espèce correspond à une observation et le lien entre ces deux variables est dans l'annexe 2. Les résidus standards, qui ne sont pas dans l'intervalle de la loi Normale (0,1) avec un intervalle de confiance de 95%, montrent le changement significatif de statut (abondance) d'une espèce. Le nombre de résidus pour chaque flore ancienne varie entre 1 à 5. Il est relativement faible mais le nombre d'observations est également faible. **Les abondances anciennes sont significativement proche des abondances récentes** (tableau 5).

Tableau 5 : résultats des régressions linéaires, dont les résidus standards, entre l'abondance calculée à l'aide des données du CBNBP et les abondances des flores anciennes.

Régression linéaire	Batard 1809	Dujardin 1833	Lloyd 1844	Boreau 1859	Carion 1865	Delaunay 1873	Legrand 1873
nombre observation	49	55	58	64	50	46	51
R ²	0.353	0.229	0.142	0.271	0.258	0.394	0.18
F de Fisher	25.594	15.746	9.291	23.015	16.657	28.628	10.757
Pr>F	<0.0001	0.000	0.004	<0.0001	0.000	<0.0001	0.002
résidus standard hors de l'intervalle [-1.96, 1.96] loi Normal (0,1)	3	3	4	3	1	1	5
Observation résidus hors intervalle	46, 67, 91	25, 35, 45	16, 46, 72, 78	25, 67, 91	11	71	10, 30, 40, 54, 56

Régression linéaire	Martin 1875	Hy 1884	Legrand 1887	Tourlet 1908	Citerne 1909	Grenier 1992	Piron 1998
nombre observation	54	59	63	65	62	53	72
R ²	0.233	0.427	0.376	0.487	0.191	0.192	0.397
F de Fisher	15.828	42.535	38.823	59.835	14.201	12.092	46.13
Pr>F	0.000	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.000	0.001	<0.0001
résidus standard hors de l'intervalle [-1.96, 1.96] loi Normal (0,1)	5	2	4	3	4	3	3
Observation résidus hors intervalle	23, 34, 49, 82, 91	67, 91	13, 25, 35, 57	25, 77, 91	16, 21, 46, 78	8, 67, 93	32, 57, 60

Le numéro des observations (les espèces) dont leur résidu standard n'est pas compris dans l'intervalle de confiance de la régression linéaire est détaillé dans le tableau 6. 27 espèces sur 93 ont **une abondance historique significativement différente** de l'abondance du CBNBP. Ces espèces ont leur abondance qui baisse ou qui augmente au fil du temps. 20 espèces sur 27 ont seulement 1 auteur sur 15 qui leur attribut un changement de statut significatif (tableau 6).

Tableau 6 : Les espèces qui subissent un changement de statut entre les données anciennes et les données récentes. Nbr correspond au nombre de fois où l'espèce à une abondance historique significativement différente de l'abondance récente.

Obs.	espèce	Nbr	Obs.	espèce	Nbr
obs. 8	<i>Biscutella laevigata</i> L.	1	obs. 49	<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	1
obs. 10	<i>Butomus umbellatus</i> L.	1	obs. 54	<i>Najas minor</i> All.	1
obs. 11	<i>Cardamine parviflora</i> L.	1	obs. 56	<i>Nymphoides peltata</i> (S.G.Gmel.) Kuntze	1
obs. 16	<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	2	obs. 57	<i>Oenanthe peucedanifolia</i> Pollich	2
obs. 21	<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P.Beauv.	1	obs. 60	<i>Ornithopus compressus</i> L.	1
obs. 23	<i>Crypsis alopecuroides</i> (Piller & Mitterp.) Schrad.	1	obs. 67	<i>Potentilla supina</i> L.	4
obs. 25	<i>Cyperus michelianus</i> (L.) Link	4	obs. 71	<i>Quercus robur</i> L.	1
obs. 30	<i>Equisetum x moorei</i> Newman	1	obs. 72	<i>Ranunculus fluitans</i> Lam.	1
obs. 32	<i>Fritillaria meleagris</i> L.	1	obs. 77	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	1
obs. 34	<i>Gagea villosa</i> (M.Bieb.) Sweet	1	obs. 78	<i>Salix purpurea</i> L.	2
obs. 35	<i>Galanthus nivalis</i> L.	1	obs. 82	<i>Scutellaria hastifolia</i> L.	1
obs. 40	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	1	obs. 91	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	5
obs. 45	<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliott	1	obs. 93	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	1
obs. 46	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	3			

III. Discussion

III.1. La délimitation de la plaine alluviale

La très faible différence de longueur entre le tracé de la limite supérieure et inférieure de la plaine inondable de l'Allier montre que les fortes altitudes traversées par ce cours d'eau ne permettent pas une extension très importante des inondations. L'Allier possède une **vallée très encaissée** en montagne. La modélisation en 3D de cette vallée permet de voir clairement la rupture de pente de la vallée et ainsi la **plaine alluviale est identifiée facilement**.

Pour la Loire, sa vallée est beaucoup moins encaissée. Dans sa partie aval et moyenne, la Loire traverse de **nombreuses plaines qui rendent difficiles la délimitation de la plaine alluviale**. Le tracé de la limite supérieure y est donc plus important afin d'augmenter les probabilités d'enregistrer toutes les espèces végétales de la plaine inondable. La Loire possède donc plus de zones à contrôler que l'Allier (tableau 4).

Certains biais sont également présents à cause de la méthode utilisée. L'utilisation des **orthophotographies départementales**, pour combler les manques des campagnes de l'IGN, font perdre de la qualité au tracé de la plaine inondable.

Parfois des zones semblent être souvent inondées de par leur faible altitude mais il y demeure beaucoup d'habitations. Pour ces cas, un **questionnaire** effectué auprès des riverains pourrait permettre de définir les limites de la plaine inondable.

Il faut également noter que la méthode utilisée est de la **photo-interprétation**. Cette technique dépend beaucoup de l'individu qui la réalise. Il peut donc y avoir un biais entre les différents interprètes.

III.2. L'analyse diachronique de la végétation alluviale

D'après les résultats des régressions linéaires, les abondances générales des espèces semblent avoir peu évoluées entre 1809 et 2011. Quelques espèces ont un statut différent des données récentes. L'évolution de l'abondance des espèces dans le temps est variable suivant les espèces de l'étude.

5 exemples de situations distinctes (non exhaustives) sont présentés dans ce rapport (figure 4). Ces individus ont leur abondance qui n'est pas stable dans le temps sauf pour *Urtica dioica* L. L'ortie a son abondance constante de 1809 à aujourd'hui. L'ortie est bien une espèce **dominante** reconnue depuis longtemps comme tel.

Cyperus fuscus L. a son abondance qui croit et décroît dans le temps. 8 auteurs (dont les données du CBNBP) sur 15, reconnaissent cette espèce dans les milieux avec une forte abondance et les 6 autres la classe comme assez commune à assez rare (figure 4). Cet individu est décrit par le projet EV2B (GREULICH S. et al., 2011) comme une espèce **fréquente** c'est-à-dire qu'elle prolifère sur les habitats pionniers rudes. L'abondance du *Cyperus fuscus* L peut donc être parfois sous-estimée par les auteurs de flores anciennes car elle est une espèce colonisatrice des milieux pionniers mais elle ne recouvre pas plus de 50% de ce milieu coriace. Dans les données historiques, les habitats pionniers comme les grèves sont considérés comme les autres habitats et l'abondance des espèces caractéristiques de ces milieux est **sous estimée**.

Les 3 autres espèces présentées en exemple sont reconnues par le projet EV2B comme **patrimoniales** (GREULICH S. et al., 2011). *Ulmus laevis* Pall a son abondance qui est stable de 1809 à 1909 (très rare à rare) et puis elle augmente de 1992 à 2011 (figure 4). Citerne en 1909 précise pour l'abondance de cette espèce qu'elle est soit rare ou plantée. Il semblerait donc que l'*Ulmus laevis* Pall s'est développé récemment après 1909 et avant cette date, poussait rarement ou dans les jardins.

L'évolution dans le temps de *Biscutella laevigata* L oscille entre commune à très rare (figure 4). 2 auteurs reconnaissent cette espèce comme assez commune (Legrand, 1873) et commune (Grenier, 1992). Ces auteurs portaient leurs études sur des régions montagneuses respectivement le Forez et l'Auvergne. Il semble donc que l'évolution de l'abondance de *Biscutella laevigata* L dépende essentiellement de **son environnement** (altitude, etc.). Dans le reste du bassin versant, cette espèce est reconnue comme rare à très rare. La localisation des plantes des flores anciennes est donnée sur une grande échelle et surtout sur des échelles différentes (régions, départements, bassins, etc.). L'abondance des espèces constitue donc une idée générale de la **distribution géographique**. La comparaison entre ces différentes échelles comporte donc un biais dans le cas d'une étude diachronique. De plus, la plaine inondable de la Loire occupe un faible pourcentage de certains territoires des flores anciennes. Par exemple l'Auvergne dont la Loire est à la frontière nord-est de ce territoire (figure 3), doit contenir peu d'espèces caractéristiques de la plaine alluviale de la Loire.

L'abondance de l'*Equisetum x moorei* Newman augmente dans le temps et passe de très rare, en 1873 et en 1998, à assez commun avec les données du CBNPB (figure 4, 2011). Il n'y a peu de données pour cette espèce (3 données sur 15), son évolution n'est donc pas précise. Certaines espèces ont peu de données, d'autres n'ont pas de données du CBNPB (2011) ou d'enregistrement dans les flores anciennes. Les espèces **sans abondances** récentes ou

historiques **ne sont pas prises en compte** pendant la régression linéaire et diminuent donc la précision de ce test statistique. Le changement fréquent des noms latins des plantes au cours des décennies constitue également un biais. Certaines espèces ne sont peut-être pas présentes dans les anciennes flores car elles ne sont peut-être pas recherchées avec le bon nom.

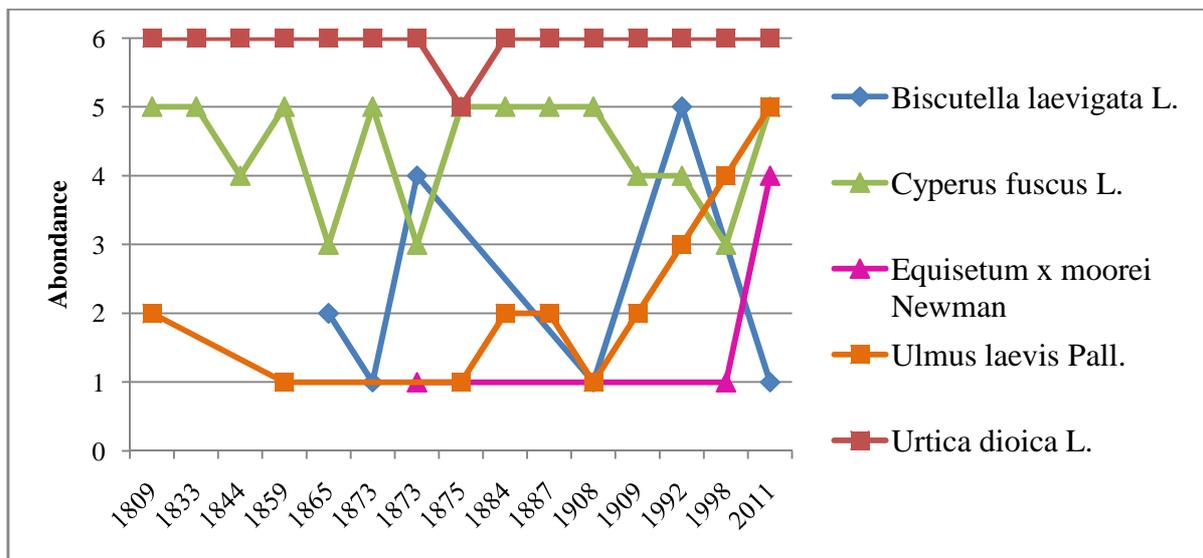


Figure 4 : Evolution dans le temps de l'abondance de 5 espèces de l'étude.

Quelques biais sont également présents dans l'élaboration des abondances récentes ou anciennes. La plupart des flores anciennes définissent les classes d'abondance par « dire d'expert ». Les données d'abondances sont donc **qualitatives** et non la représentation quantitative des plantes enregistrées. Elles représentent donc l'abondance relative de chaque espèce.

Les abondances récentes calculées avec la base de données du CBNBP sont effectuées à l'aide du nombre d'observations, ce sont donc des données **quantitatives**. Par contre, elles sont calculées sur plusieurs années car l'année 2011 a peu d'enregistrement et ne permet d'obtenir que l'abondance d'une cinquantaine d'espèces sur les 93 espèces de l'étude.

Conclusion

La délimitation de la zone inondable, première problématique de ce rapport, est **concluante**. La zone inondable de la Loire et de l'Allier a été réalisée en grande majorité sans interruption. Quelques biais persistent mais ils sont principalement dus à l'utilisation de la **photo-interprétation** qui est une méthode en grande partie subjective. Pour pallier à ces erreurs d'interprétation, une **étude de terrain** serait nécessaire. Elle pourrait s'effectuer à l'aide de questionnaires auprès des riverains ou/et des études d'archives et la réalisation de la topographie.

La deuxième problématique de ce rapport, l'étude de la dynamique d'espèces ligériennes, offre plus de difficultés. Globalement, les plantes décrites par le projet EV2B comme **dominantes** étaient **prépondérantes** dans le passé. Elles n'ont pas vécues de grands changements de statut. Les plantes dites **fréquentes** ont généralement, dans les flores anciennes, leur abondance **sous-estimée**. Enfin, plusieurs cas de figure se présentent pour les espèces relevées comme **patrimoniales**. L'évolution de leur abondance reste soit **stable**, soit **croissante**, soit **décroissante**. Cette étude sur l'évolution des plantes vasculaires de la plaine alluviale de la Loire comporte de **nombreux obstacles** : abondances récentes sur plusieurs années, données qualitatives (abondances anciennes), plusieurs échelles de territoires, faible quantité de données, sous estimation des données fréquentes, etc.

La **compilation** de ces deux problématiques permettrait de résoudre de nombreux biais. Le jeu de données du CBNBP (2011) contient des enregistrements datés de plantes végétales sur toutes les communes de son territoire. Les abondances historiques pourraient donc être calculées comme des données quantitatives. Un géoréférencement (cordonnée Lambert pour chaque observation) permettrait d'identifier clairement les espèces présentes dans la plaine alluviale. L'étude serait donc à la fois diachronique, synchronique, avec le même jeu de données.

Bibliographie

ABES (agence bibliographique de l'enseignement supérieur), 2015. SUDOC. Consulté le 02/01/2015 à l'adresse suivante : <http://www.sudoc.abes.fr/?COOKIE=U10178,Klecteurweb,D2.1,Ea2afc7d9-144,I250,B341720009+,SY,A\9008+1,,J,H2-26,,29,,34,,39,,44,,49-50,,53-78,,80-87,NLECTEUR+PSI,R88.176.56.96,FN>

BATARD T., 1809. Essai sur la flore du département de Maine-et-Loire. Imprimerie de Ve. Pavie et fils, Angers. 290p.

BnF (Bibliothèque nationale de France), 2015. Gallica. Consulté le 02/01/2015 à l'adresse suivante : <http://gallica.bnf.fr/>

BOREAU A., 1857. Flore du centre de la France et du Bassin de la Loire. Description des plantes qui croissent spontanément, ou qui sont cultivées en grand dans les départements arrosés par la Loire et par ses affluents, avec l'analyse des genres et des espèces. 2 tomes. Troisième édition. . Librairie encyclopédique de Roret, Paris. 771p.

BOREAU A., 1859. Catalogue raisonné des plantes phanérogames qui croissent naturellement dans le département de Maine-et-Loire. Librairie encyclopédique de Roret., Paris. 216p.

CBNBP, 2011. Bases de données Excel de tout les observations effectuées sur le territoire du conservatoire botanique national du bassin parisien.

CHALLETE., 2013. Rapport de projet individuel – La dynamique des espèces végétales de la plaine alluviale ligérienne au cours du 20^e siècle. Université François Rabelais, Tours. 35 pages

CITERNE P., 1909. Flore de la Loire-Inférieure. Imprimerie A. Dugas et Cie, Nantes. 286p.

CORNIER T., 2002. La végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou : essai de modélisation de l'hydrosystème. Université François Rabelais, Tours. 231 pages

CORILLION R., 1982. Flore et végétation de la vallée de la Loire, cours occidental de l'Orléanais à l'estuaire. Tome 1, Texte. Impr. Jouve, Paris. 736p.

DELAUNAY J., 1873. Catalogue des plantes vasculaires du Département d'Indre-et-Loire. Jules Bouserez., 141p.

DUJARDIN F., DEROUET F., TOUSSAINT JACQUEMIN-BELLISLE J. ,DIARD P., 1833. Flore complète d'Indre et Loire. Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres, . 472p.

GRENIER E., 1992. Flore d'Auvergne. Société Linnéenne de Lyon, Lyon . 655p.

GREULICH S., CARREAU C., CHANTEREAU M., LA JEUNESSE I., LAFAGE D., HUDIN S., RICHARD N., SECONDI J., VILLAR M., YENGUE J-L., 2011. - Rapport de synthèse de la thématique 2 - Vulnérabilité de la biodiversité par rapport au changement climatique dans le bassin versant de la Loire – Synthèse des données existantes et mise en place d'un protocole standardisé de suivi en vue d'une modélisation, 90p.

HY F., 1884. Flore d'Angers. Imprimerie Lachèse et Dolbeau, Angers. 184p.

IGN, 2011. Modèle numérique de terrain. Données géo-référencé pour la cartographie, convention entre la faculté et l'IGN.

LEGRAND A., 1873. Statistique botanique du Forez. Imp. Théolier, St-Etienne. 290p.

LEGRAND A., 1887. Flore analytique du Berry: contenant toutes les plantes vasculaires spontanées ou cultivées en grand dans les départements de l'Indre & du Cher. 1 vol. . Soumard-Berneau., Bourges. 346p.

LLOYD J., 1844. Flore de la Loire-Inférieure. Imprimerie Merson, Nantes. 410p.

MARTIN E., 1894. Catalogue des plantes vasculaires et spontanées des environs de Romorantin (2nde édition). A. Standachar et cie, Romorantin. 533p.

MCCOLLIN D., MOORE L. et SPARKS T., 2000. The flora of a cultural landscape: environmental determinants of change revealed using archival sources. Elsevier. *Biological Conservation* 92, pages 249-263.

MNHN, 2013. Référentiel taxonomique TAXREF v7.0. Inventaire National du Patrimoine Naturel. Document sous format tableur.

PIRON M., 1998. La flore du Saumurois. Centre Départemental de Documentation Pédagogique d'Angers, Angers. 460p.

TELFER M.G., PRESTON C.D. et ROTHERY P., 2002. A general method for measuring relative change in range size from biological atlas data. Elsevier. *Biological Conservation* 107, pages 99-109.

TOURLET E.-H., 1908. Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département d'Indre-et-Loire. Ivolas J. 623p.

VALLET J., CHABROL L., 2013. Contribution des conservatoires Botaniques Nationaux à la mise en place d'un réseau d'observations de la biodiversité ligérienne (OBLA) – Dynamiques des espèces et communautés dans le passé proche (volet 1.2.1-flore). Les Conservatoires Botaniques Nationaux du Bassin Parisien, Brest et du Massif Central. 142 pages

VAN CALSTER H., VANDENBERGHE R., RUYSEN M., VERHEYEN K., HERMY M. et DECOCQ G., 2008. Unexpectedly high 20th century floristic losses in a rural landscape in northern France. British Ecological Society. *Journal of Ecology* 96, pages 927-936.

Table des matières

Remerciements	0
Sommaire	1
Résumé	2
Liste des figures	3
Liste des tableaux	3
Sigles et abréviations.....	4
Introduction.....	5
I. Matériels et méthodes.....	7
I.1. La délimitation de la plaine alluviale	7
I.2. La dynamique des espèces végétales.....	8
II. Résultats.....	11
II.1 Délimitation de la plaine alluviale.....	11
II.1.1. La délimitation.....	11
II.1.2. Les zones à contrôler	14
II.2 Etude diachronique des espèces de la Loire	15
II.2.1. Abondances historiques	15
II.2.2. Abondances actuelles	17
II.2.3. Abondances historiques vs abondances actuelles.....	17
III. Discussion	19
III.1. La délimitation de la plaine alluviale.....	19
III.2. L'analyse diachronique de la végétation alluviale.....	19
Conclusion	22
Bibliographie	23
Table des matières.....	26
Annexes	27

Annexes

Annexe 1 : Liste de Flores proposée par le CNB avec leurs caractéristiques pour cette étude
page 1

Annexe 2 : liste de l'abondance obtenue dans les anciennes flores et simplifiée en 6 classes
pour les 93 plantes étudiées
page 3

Annexe 3 : extrait du recensement de l'Abondance pour les flores anciennes de Boreau 1857,
Franchet 1885 et Corrillion 1882
page 6

Annexe 1 : Liste de Flores proposée par le CNB avec leurs caractéristiques pour cette étude

statut pour l'étude	Référence	Groupe taxonomique	territoire géographique couvert	indicateur	classes	Source disponible pour l'étude
consultée	Batard T. (1809). Essai sur la flore du département de Maine-et-Loire. Imprimerie de Ve. Pavie et fils, Angers. 290p.	vasculaire	Maine et Loire	oui	5 (6?) : CC, C, AC, AR, R, (RR ?)	Paris BIU santé pharmacie
	Boreau A. (1859). Catalogue raisonné des plantes phanérogames qui croissent naturellement dans le département de Maine-et-Loire. . Librairie encyclopédique de Roret., Paris. 216p.	vasculaire	Maine et Loire	oui mais non systématiquement	6 : CC, C, AC, AR, R, RR	Bibliothèque de botanique (MNHN)
	Boreau A. (1857). Flore du centre de la France et du Bassin de la Loire. Description des plantes qui croissent spontanément, ou qui sont cultivées en grand dans les départements arrosés par la Loire et par ses affluents, avec l'analyse des genres et des espèces. 2 tomes. Troisième édition. . Librairie encyclopédique de Roret, Paris. 771p.	vasculaire + characées	tout le bassin versant de la Loire	oui	6: RR, R, AR, AC, C, CC	CNB
	Carion J.-É. (1865). Catalogue raisonné des plantes de Saône-et-Loire croissant naturellement ou soumises à la grande culture. M. Dejussieu, Autun. 122p.	vasculaire + characées	Saône-et-Loire	oui	6: RR, R, AR, AC, C, CC	CNB
	Citerne P. (1909). Flore de la Loire-Inférieure. Imprimerie A. Dugas et Cie, Nantes. 286p.	vasculaire	Loire-Atlantique	oui	7 : RR, R, AR, PC, AC, C, CC	Paris BIU santé Pharmacie
	Corillion R. (1982). Flore et végétation de la vallée de la Loire, cours occidental de l'Orléanais à l'estuaire. Tome 1, Texte. Impr. Jouve, Paris. 736p.	vasculaire	Loire moyenne/ Loire aval	oui	8 : RR, R, AR, PR, PC, AC, C, CC	Tours BU sciences et pharmacie
	Delaunay J. (1873). Catalogue des plantes vasculaires du Département d'Indre-et-Loire. Jules Bouserez.,. 141p.	vasculaire	Indre et Loire	oui	RRR : 1 seule loca., RR : quelques loca., R : peu abondante, AC, C, CC	CNB
	Dujardin F., Derouet F., Toussaint Jacquemin-Bellisle J. ,Diard P. (1833). Flore complète d'Indre et Loire. Société d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres, . 472p.	vasculaire + characées	Indre et Loire	oui	6 : CC, C, AC, AR, R, RR	CNB
	Franchet A. (1885). Flore de Loir-et-Cher, comprenant la description, les tableaux synoptiques et la distribution géographique des plantes vasculaires. E. Contant, Blois. 792p.	vasculaire	Loire et Cher	oui	8 : RRR, RR, R, AR, AC, C, CC, PC	CNB
	Grenier E. (1992). Flore d'Auvergne. Société Linnéenne de Lyon, Lyon . 655p.	vasculaire	Auvergne	oui	6 : CC, C, AC, AR, R, RR	Paris-Muséum Hist. Naturelle
	Hy F. (1884). Flore d'Angers. Imprimerie Lachèse et Dolbeau, Angers. 184p.	vasculaire	Anjou ?	oui	6 : CC, C, AC, AR, R, RR	Gallica
	Legrand A. (1887). Flore analytique du Berry: contenant toutes les plantes vasculaires spontanées ou cultivées en grand dans les départements de l'Indre & du Cher. 1 vol. . Soumard-Berneau., Bourges. 346p.	vasculaire	L'Indre et du Cher	oui	8 : RRR, RR, R, AR, AC, C, CC, PC	CNB
	Legrand A. (1873). Statistique botanique du Forez. Imp. Théolier, St-Etienne. 290p.	vasculaire	Forez	oui	8 : RRR, RR, R, AR, AC, C, CC, PC	Paris-Muséum Hist. Naturelle
	Lloyd James (1844). Flore de la Loire-Inférieure. Imprimerie Merson, Nantes. 410p.	vasculaire	Loire-Atlantique	oui	8 : RRR, RR, R, AR, AC, C, CC, PC	Gallica 1

	Martin E. (1894). Catalogue des plantes vasculaires et spontanées des environs de Romorantin (2nde édition). A. Standachar et cie, Romorantin. 533p.	vasculaire	Arrondissement de Romorantin et de Saint-Aignan	oui	8 : RRR, RR, R, AR, AC, C, CC, PC	Gallica
	Piron M. (1998). La flore du Saumurois. Centre Départemental de Documentation Pédagogique d'Angers, Angers. 460p.	vasculaire	3km autour de Saumur	oui	8 : RRR, RR, R, AR, AC, C, CC, PC	Paris-Muséum Hist. Naturelle
	Tourlet E.-H. (1908). Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département d'Indre-et-Loire. Ivolas J. 623p.	vasculaire + characées	Indre-et-Loire	oui	6 : CC, C, AC, AR, R, RR	CNB
sélectionnée mais non consultée	Cariot A., Saint-Lager J.-B. (1889). Flore du bassin moyen du Rhône et de la Loire. E. Vitte Éd., Lyon. 999p. *	vasculaire	Bassins moyens du Rhône et de la Loire	oui	-	Nantes BU sciences
	Lefrou J. (1837). Catalogue des plantes qui croissent spontanément dans le département de Loir-et-Cher, et qui y ont été recueillies jusqu'à ce jour. . F. Jahyer, Blois. 47p.	vasculaire, bryophytes, lichens, champignons	Loir-et-Cher	oui	a priori 8 : CC, C, AC, PC, PR, AR, R, RR	Paris-Institut de France
non sélectionnée	Migout A. (1890). Flore du département de l'Allier et des cantons voisins. . Fudez Frères. Impr. Moulins. 543p.	vasculaire	Allier	oui	-	Gallica
	Arnaud J.-A.-M. (1825). Flore du département de la Haute-Loire. Imp.Pasquet, Le Puy. 146p.	vasculaire	Haute-Loire	oui	non standardisées	-
	Perard A. (1884). Flore du Bourbonnais : matériaux (1re partie). Moulin Ed., Montluçon. 420p.	vasculaire	Allier	oui	-	-
	Perard A. (1885). Flore du Bourbonnais : matériaux (2eme partie). . Moulin Ed., Montluçon. 112p.	vasculaire	Allier	oui	-	-
	Chassagne M. (1956). Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins. Tome 1. Paul Lechevalier Ed., Paris. 458p.	vasculaire	Auvergne	oui	non standardisées	Tours BU sciences et pharmacie
	Chassagne M. (1957). Inventaire analytique de la flore d'Auvergne et contrées limitrophes des départements voisins. Tome 2. Paul Lechevalier Ed., Paris. 542p.	vasculaire	Auvergne	oui	non standardisées	Tours BU sciences et pharmacie
	Hervier J. (1885). Recherches sur la flore de la Loire. Société botanique de France, Paris. 60p.	vasculaire	Dép. La Loire	occasionnel	-	-
	Jullien-Crosnier A. (1889). Catalogue des plantes vasculaires du département du Loiret. G. Michau, Orléans. 154p.	vasculaire	Loiret	non	-	-
	Jelenc F. (1973). Les Bryophytes du bassin de la Vienne 3e fascicule : Les Bryophytes du département de la Haute-Vienne de l'Herbier Charles Le Gendre. SBCO, 629-660p.	Bryophyte	Haute-Vienne	non	-	-
	Le Gendre C. (1914). Catalogue des plantes du Limousin. Ducourtieux Impr., Limoges. 410p.	vasculaire	Limousin	oui	-	-
	Brugel E., Brunerye L., Vilks A. (2001). Plantes et végétation en Limousin : atlas de la flore vasculaire. Espaces naturels du Limousin, St-Gence. 863p.	vasculaire	Limousin	oui	-	-

RRR : très très rare, RR : très rare, R : rare, AR : assez rare, PR : peu rare, PC : peu commun, AC : assez commun, C : commun, CC : très commun.

Annexe 2 : liste de l'abondance obtenue dans les anciennes flores et simplifiée en 6 classes pour les 93 plantes étudiées

Nom TAXREFv70	Obs.	Batard 1809	Dujardin 1833	Lloyd 1844	Boreau 1859	Carion 1865	Delaunay 1873	Legrand 1873	Martin 1875	Hy 1884	Legrand 1887	Tourlet 1908	Citerne 1909	Grenier 1992	Piron 1998	Abon. CBNBP	Classe actuelle
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	1		6	5	6		6	6	5	6	6	6	6	5	2	5	D
<i>Alisma gramineum</i> Lej.	2														2	1	P
<i>Anarrhinum bellidifolium</i> (L.) Willd.	3		1			5	1	6	4		1			4		3	P
<i>Angelica heterocarpa</i> J.Lloyd	4												5				P
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	5			6	6		6		5	6		6		5	6	6	D
<i>Artemisia campestris</i> L.	6	5	6	5	5	6	5	6	5	4	5	4	4	5	5	4	P
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl.	7	4	5	6	3			4	5	3	4	4	5			3	P
<i>Biscutella laevigata</i> L.	8					2	1	4				1		5		1	P
<i>Bupleurum tenuissimum</i> L.	9	4	2	2	5	1		5	2	4	1	3	5	2	1	2	P
<i>Butomus umbellatus</i> L.	10	5	6	4	5	4		1	4	5	5	5	4		2	5	D, P
<i>Cardamine parviflora</i> L.	11	3		4	2	6	2		4	3	1	2	4		1	1	P
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	12										5			4	5	4	D
<i>Carex ligerica</i> J.Gay	13			5	2		2			2	1		5		1	4	P
<i>Carex riparia</i> Curtis	14	5	6	5	5	5	6	5	5	5	6	6	5	5	5	4	D
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	15	6	6	6	5		6	5	5	6	5	6	5	4	5	5	D
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	16	3	5	1	2			2	2	1		1	1		2	2	P
<i>Cicuta virosa</i> L.	17		1	5		1				1			4	3		1	P
<i>Convolvulus sepium</i> L.	18	5	6	5	6	5		6		6	6	6	5	5	6	6	D
<i>Corrigiola littoralis</i> L.	19	5	5	5	5	3	5	6	5	5	5	5	5	4	6	5	F
<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	20			3	5	4	2	5		4	2	1	4	5	1	3	P
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P.Beauv.	21	4	5		3		5	6	5	3	6	4	2	4	3	4	D, P
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	22			6	6	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	D
<i>Crypsis alopecuroides</i> (Piller & Mitterp.) Schrad.	23			4	5	2	2		1	3	3	2	4		2	3	P
<i>Cyperus fuscus</i> L.	24	5	5	4	5	3	5	3	5	5	5	5	4	4	3	5	F
<i>Cyperus michelianus</i> (L.) Link	25	5	2	4	2	2			3	3	1	2	4	2	2	5	P, F
<i>Dichoropetalum carvifolia</i> (Vill.) Pimenov & Kljuykov	26															3	P
<i>Eleocharis ovata</i> (Roth) Roem. & Schult.	27				2	4		2	5	2			5	2		3	P
<i>Elytrigia campestris</i> (Godr. & Gren.) Kerguélen ex Carreras	28										6					5	D
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski	29													5		5	D
<i>Equisetum x moorei</i> Newman	30							1							1	4	P
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	31														6	4	D
<i>Fritillaria meleagris</i> L.	32	5	2	5	5	2	2			5	2	3	5	2	6	3	P
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	33						1							2	1	2	P
<i>Gagea villosa</i> (M.Bieb.) Sweet	34		2		2			4	1	3	3	3		4		3	P
<i>Galanthus nivalis</i> L.	35	4	2	4	4					3	2	3	4	5	3	5	P
<i>Glechoma hederacea</i> L.	36	6	5	6	6	6		6	6		6	6	5	5	6	6	D

<i>Gratiola officinalis</i> L.	37	6	6	6	5	2	5	6	6	5	5	5	5	2	3	4	P
<i>Hedera helix</i> L.	38	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	D
<i>Hottonia palustris</i> L.	39	5	5	5	5	4			5	5	5	4	4		5	3	P
<i>Hydrocharis morsus ranae</i> L.	40	3	6	5	5	4		1	4	5	5	4	5		4	3	P
<i>Inula britannica</i> L.	41	6	6	4	5	5		4	4	5	3	4	4	3	3	4	P
<i>Lemna minor</i> L.	42	6	6	6	5	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	5	D
<i>Limosella aquatica</i> L.	43	5	5	5	5	5	5	5	2	4	3	4	5		2	4	P
<i>Lolium perenne</i> L.	44	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	5	6	5	D
<i>Ludwigia palustris</i> (L.) Elliott	45	5	1	5	5	4	2	5	5	3	4	2	5	3	3	4	P
<i>Lupinus angustifolius</i> L.	46	2	2	1	2	1						4	2			3	P
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	47	5	5	6	5	6	5	6	5	6	6	5	5	5	6	6	D
<i>Lythrum salicaria</i> L.	48	5	6	5	6	6	6	6	5	6	6	6	5		6	6	D
<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	49	1	5		5	1	1	5	1		2	1	4			3	P
<i>Milium vernale</i> M.Bieb.	50														1	1	P
<i>Muscari botryoides</i> (L.) Mill.	51	3			1	1		4		1	1	1	4		1	2	P
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	52	5	6	5	6		6	5	4	6	5	5	5	4	5	5	D
<i>Najas marina</i> L.	53		5		5										3	4	P
<i>Najas minor</i> All.	54	3	2	4	3	2	2	1		3	2	2	4		1	3	P
<i>Neotinea ustulata</i> (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase	55					4									3	3	P
<i>Nymphaeodes peltata</i> (S.G.Gmel.) Kuntze	56				5	5		1	5	4	5	2	5		3	3	P
<i>Oenanthe peucedanifolia</i> Pollich	57	3	1	6	5	5	5	6	5	5	6	1	4	5	5	2	P
<i>Oenanthe silaifolia</i> M.Bieb.	58	5	6	5	6	4	6	3	5	5	5	5	5	3	2	3	P
<i>Oreoselinum nigrum</i> Delarbre	59														3	3	P
<i>Ornithopus compressus</i> L.	60	3	5		5	4			3	3	1	4	4		5	2	P
<i>Ornithopus pinnatus</i> (Mill.) Druce	61														1	1	P
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	62		5		5	6	5		5	5	5	6	5	5	5	6	D
<i>Phelipanche arenaria</i> (Brokh.) Pomel	63				2	1	1		2	2							P
<i>Pilosella peleteriana</i> subsp. <i>ligerica</i> (Zahn) B.Bock	64															3	P
<i>Plantago arenaria</i> Waldst. & Kit.	65	5	5	4	5			5	4	4	4	4	4	3	4	5	D
<i>Populus nigra</i> L.	66	5	6	6	6	2	5	6		6	6	4	6		6	5	D
<i>Potentilla supina</i> L.	67	2			1		1	4	2	1	3	1		1		3	P
<i>Prospero autumnale</i> (L.) Speta	68	5	2	5	5			5	5	6	5	3	5		3		P
<i>Prunus spinosa</i> L.	69	5	6	6	6	6	6	6	6		6	6	6	6	6	6	D
<i>Pulicaria vulgaris</i> Gaertn.	70						5	6	5			6		3	4	5	P
<i>Quercus robur</i> L.	71						1						6	5	3	6	D
<i>Ranunculus fluitans</i> Lam.	72			1	4	6	5	5	5	3	3	6	2	3	6	4	D
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i> Vill.	73			5	2		1		1	2	1	1	4		1	1	P
<i>Ranunculus paludosus</i> Poir.	74	4	2	5				3			3	4	5		4	4	P
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	75													4	4	6	F
<i>Rubus caesius</i> L.	76	5	5	5	5	5	6	6	4		6	6	5	4	6	5	D

<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	77	5	6	5	5	4	6	6	5		5	6	5		3	3	P
<i>Salix purpurea</i> L.	78		5	2	3	6	5		5	3	6	5	2		5	5	D
<i>Salix viminalis</i> L.	79	6	6	6	5	2	6		5	6	5	6	6	4	6	5	D
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	80		1	4	3	1	2	6	5	3	6	2	4	5	1	3	P
<i>Schoenoplectus supinus</i> (L.) Palla	81															1	P
<i>Scutellaria hastifolia</i> L.	82		5	4	4		2		1	4	5	2	4	2	3	4	P
<i>Sesamoides purpurascens</i> (L.) G.López	83															3	P
<i>Silene conica</i> L.	84	3	5	4	3				3	3	1	4	4	3	3	3	P
<i>Stellaria palustris</i> Retz.	85	3										2	3		2		P
<i>Teucrium scordium</i> L.	86	5	6	2	5	4	5		5	4	4	4	5	3	1	3	P
<i>Thalictrum flavum</i> L.	87	6	5	5	2	5	5		4	5	5	5	5		6	4	P
<i>Thyselinum palustre</i> (L.) Hoffm.	88															2	P
<i>Trifolium subterraneum</i> L.	89	5	2	6		5		6	6	6	4	2	6	4	3	4	P
<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	90													3	4	3	P
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	91	2			1				1	2	2	1	2	3	4	5	P
<i>Urtica dioica</i> L.	92	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	D
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	93	5	6	5	5		5	6	5	6	6	5	5	1	4	5	F

1 : très rare ; 2 : rare ; 3 : assez rare ; 4 : assez commun ; 5 : commun ; 6 : très commun.

Annexe 3 : extrait du recensement de l'Abondance pour les flores anciennes de Boreau 1857, Franchet 1885 et Corillion 1882.

Nom TAXREFv70	Boreau 1857 (nombre = département)						Franchet 1885						Corillion 1882							
	Abon.	Région	Abon.	Région	Abon.	Région	Abon.	Région	Abon.	Région	Abon.	Région	Abon.	Région	Abon.	Région	Abon.	Région	Abon.	Région
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	CC	LA, AO, TO, B1	-	-	-	-	-	-
<i>Alisma gramineum</i> Lej.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anarrhinum bellidifolium</i> (L.) Willd.	C	montagnes	Nulle	dans l'ouest	-	-	AC	Romorantin	R	ailleurs	-	-	RR	B1, TO	-	-	-	-	-	-
<i>Angelica heterocarpa</i> J.Lloyd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RR	estuaire de la Loire	-	-	-	-	-	-
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	CC	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	C	LA	CC	AO, TO, B1	-	-	-	-
<i>Artemisia campestris</i> L.	C	Loire, Allier	-	-	-	-	CC	-	-	-	-	-	AC	LA	C ou CC	AO, TO, B1	-	-	-	-
<i>Baldellia ranunculoides</i> (L.) Parl.	R	centre, etc.	-	-	-	-	C	Sologne	-	-	-	-	AR	LA, AO, TO, B1	C	limite, Solgne	-	-	-	-
<i>Biscutella laevigata</i> L.	R	43, 15,71, 37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus paludosus</i> Poir.	-	-	-	-	-	-	AC	Romorantin	R	ailleurs	AC	Loir	AC à C	-	C	TO	-	-	-	-
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C à CC	LA, AO, TO, B1	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus caesius</i> L.	CC	-	-	-	-	-	CC	-	-	-	-	-	C à CC	LA, AO, TO, B1	-	-	-	-	-	-
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	C	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	AC	LA, TO, B1	PC	AO	-	-	-	-
<i>Salix purpurea</i> L.	C	Loire, Allier, Nièvre, etc.	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	AR à PC	LA, AO	AC à PC	TO, B1	-	-	-	-
<i>Salix viminalis</i> L.	C	mais non partout	-	-	-	-	AC	-	-	-	-	-	AC	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	R	-	-	-	-	-	AC	Romorantin	R	ailleurs	-	-	PC	LA	R	AO, TO, B1	-	-	-	-
<i>Schoenoplectus supinus</i> (L.) Palla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scutellaria hastifolia</i> L.	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	AC	LA	AR à R	AO, TO, B1	-	-	-	-
<i>Sesamoides purpurascens</i> (L.) G.López	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	CC (LA), AC (TO, AO), C (B1)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Silene conica</i> L.	R	63	C	Allier, 58, 18,45, 41	-	-	AR	valle de Loire	CC	Soings et Contres	-	-	R	LA	AR	AO	AC à C	TO	AC	B1
<i>Stellaria palustris</i> Retz.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	AR	LA	R	AO, TO, B1	-	-	-	-

L'abondance est en rouge quand l'auteur à un doute. Pour Boreau les nombres dans les colonnes régions correspondent au département. Pour Corillon, les lettres correspondent à : AO, Anjou oriental ; LA, Loire Armoricaïne ; TO, Touraine et B1, Blésois.