



POLYTECH[®]
TOURS
Département
Aménagement et Environnement

CITERES
UMR 7324
Cités, Territoires,
Environnement et Sociétés



université
de TOURS

Equipe DATE
Dynamiques et Actions
Territoriales et
Environnementales

Projet de Fin d'Etudes

PFE Semestre 10

**Les changements de végétation
dans les hydrosystèmes du monde
au cours du 20^{ème} siècle : facteurs
influençant la dynamique végétale**



2018

Directeur de recherche
Mme GREULICH Sabine

SOURISSEAU Eliot

Les changements de végétation dans les hydrosystèmes du monde au cours du 20^{ème} siècle : facteurs influençant la dynamique végétale

Encadré par :

Greulich Sabine

Réalisé par :

Sourisseau Eliot

2017/2018

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

Formation par la recherche, Projet de Fin d'Etudes en génie de l'aménagement et de l'environnement

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir-faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Dynamiques et Actions Territoriales et Environnementales de l'UMR 7324 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier Madame Sabine Greulich pour m'avoir encadrée pour ce Projet de Fin d'études. Je vous remercie pour votre disponibilité, pour les réponses données à mes interrogations et pour l'ensemble des explications nécessaires à la bonne réalisation de ce projet. Je suis également reconnaissante de votre aide pour la rédaction de ce rapport.

SOMMAIRE

Introduction	1
Méthodologie	2
Partie 1 : La plaine alluviale et ses structures	3
1. La plaine alluviale	3
2. Le développement de la végétation alluviale en proie aux perturbations hydrologiques	4
3. La succession végétale et ses structures	5
Partie 2 : Facteurs susceptibles d'influencer la végétation alluviale.....	7
Partie 3 : Impacts détaillés pour chaque facteur anthropique.....	9
1. Le changement climatique et la hausse des températures	9
2. Les grands aménagements par l'homme	10
a. Impacts du facteur sur la végétation	10
b. Exemples de réponses de la végétation alluviale à l'aménagement d'ouvrages sur les cours d'eau	12
3. L'occupation du sol	13
a. Impacts du facteur sur la végétation	13
b. Exemples de modifications de la végétation alluviale dus à l'occupation du sol	14
4. Les espèces invasives	16
a. Impacts du facteur sur la végétation	16
b. Exemples d'implantation d'espèces invasives	16
5. Les pollutions	17
a. Impacts des pollutions agricoles, industrielles et urbaines sur la végétation alluviale.....	17
b. Exemple d'impacts de pollutions sur la végétation alluviale.....	17
Conclusion.....	18
Bibliographie	19

Introduction

Les hommes interagissent avec l'environnement. De nos jours, la densité de pressions anthropiques pesant sur les milieux est très élevée et ceci dans toutes les parties du monde. Il devient donc indispensable d'anticiper les effets de ces changements afin de les réduire au maximum leurs effets négatifs. Les milieux aquatiques font partis des écosystèmes les plus impactés par les pressions humaines (Rapport et al., 1998) et notamment les plaines alluviales qui sont des territoires majeurs pour la création et le transfert de ressources (Tockner & Stanford, 2002). De plus, elles abritent une biodiversité conséquente avec de très grandes variétés d'espèces animales et végétales. Ainsi, l'analyse de la dynamique de la végétation est une des méthodes qui pourrait permettre de mieux comprendre les perturbations sur les écosystèmes alluviaux. En effet, la croissance de la végétation est influencée par les conditions climatiques, telles que la température et les précipitations et aussi par les perturbations de l'écosystème telles que les crues et les inondations. De plus, l'occupation des sols entraînée par les hommes (agriculture, urbanisation...) influence la répartition de nombreuses espèces végétales. Il est donc indispensable de tenir compte de la totalité des facteurs impliqués et de comprendre leur fonctionnement. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'établir un état des lieux des facteurs anthropiques exerçant une pression sur la végétation des plaines alluviales et de synthétiser l'information scientifique disponible en s'intéressant aux facteurs, pouvant influencer la vie et la répartition des espèces végétales des plaines alluviales, évoqués dans la littérature à l'origine des changements.

Afin de remplir cet objectif, une recherche bibliographique est effectuée pour connaître la répartition actuelle des végétaux et observer ou non une perturbation. A la suite de la définition de la plaine alluviale et de la compréhension des successions végétales s'y réalisant, la recherche portera sur les facteurs anthropiques pouvant entraîner un changement dans le développement naturel des espèces végétales. Le premier facteur étudié, qui a un impact global, est le changement climatique (lié à la température). Ce dernier reste relativement récent et ses effets ne sont pas tous observables, il va donc devoir recenser les impacts déjà présents. Dans le même temps, il est nécessaire d'analyser le plus grand nombre de variables et des facteurs plus locaux sont essentiels pour comprendre la totalité des pressions subies par l'environnement. Ainsi, l'occupation du sol, l'installation et la construction d'aménagements et d'ouvrages, sont des facteurs territoriaux à prendre en compte. Les facteurs biologiques et chimiques comme le niveau trophique des milieux, les pollutions, la perte d'habitats, vont également être étudiés. Est-ce que la végétation alluviale est restée stable au cours du 20^e siècle par rapport à sa surface et sa composition ou est-ce que des dynamiques ont été observées ? Quels sont les facteurs anthropiques modifiant le développement de cette végétation ? Lesquels ont le plus d'impact sur le fonctionnement naturel de l'écosystème ?

Méthodologie

D'un point de vue méthodologique pour cette recherche bibliographique, la première base de données utilisée a été la bibliothèque en ligne de l'Université François Rabelais de Tours. De plus, les plateformes en ligne comme « ScienceDirect », « ResearchGate », « Cairn », « Google Scholar », ou encore « Springer Link » ont également été consultées. De plus des recherches internet spontanées ont été réalisées.

Pour cibler et trouver les articles et textes voulus, de nombreux mots-clés ont été utilisés, en voici les principaux : « vegetation », « dynamics », « changing vegetation », « floodplain », « climate change », « great rivers », « 20th century », « plant », « water », « plant group », « vegetal pool », « riparian forest », « major rivers », « alluvial forest », « softwood forest », « hardwood forest », « wetland », « hydrology », « hydrological cycle », « river regulation », « pollution », « trophic systems », « dams », « invasive species », « agriculture », « deforestation », « using land ».

Concernant la partie sur les facteurs anthropiques et leurs effets sur la végétation alluviale, une hiérarchie a été mise en place. Les facteurs apparaissant le plus de fois dans les articles ou les références ont été placés en priorité et ceux apparaissant le moins fréquemment ont été développés en derniers.

Pour finir, 66 références ont été intégrées à cette synthèse bibliographique et ce rapport et ce, sur 82 références lues et étudiées.

Partie 1 : La plaine alluviale et ses structures

1. La plaine alluviale

La plaine alluviale correspond à l'ensemble des écosystèmes aquatiques, semi-aquatiques ou terrestres du territoire en relation avec une nappe phréatique et un cours d'eau. Ce milieu constitue un complexe (Forman & Godron, 1986), qui regroupe divers écosystèmes associés aux différents espaces pouvant être retrouvés dans cet hydrosystème. Les flux existant dans ce milieu sont essentiellement véhiculés par l'eau, et ils correspondent à trois dimensions différentes (Piégay, Pautou, & Ruffinoni, 2003) :

- La dimension longitudinale : elle représente la dimension amont-aval par laquelle s'effectue le transit des débits liquides (eau) et solides (sédiments), mais également les flux énergétiques (énergie mécanique et cinétique liée au courant, énergie thermique liée à la température de l'eau, énergie potentielle liée au transport de matières particulaires ou dissoutes, de nutriments, ou au transport d'éléments clés propagules comme les œufs, larves ou insectes, ou encore les graines des espèces végétales.
- La dimension transversale : c'est selon cette dimension que se réalisent en partie les flux du chenal principal vers les marges de la plaine alluviale, entre les différents compartiments de l'hydrosystème, mais aussi dans le sens opposé, du versant et de la plaine alluviale ou encore des berges vers le chenal.
- La dimension verticale : elle représente une dimension liée à la topographie et à l'hydrologie, aux fluctuations de la nappe alluviale, aux remontées d'eaux capillaires, etc. Ces différents flux assurent des échanges d'informations et des transferts d'énergie entre les différentes biocénoses de l'hydrosystème.

Le paysage alluvial se caractérise donc, quant à lui, par une forte instabilité latérale en fonction des aléas hydrologiques mais également des conséquences des activités anthropiques.

Par conséquent, les corridors alluviaux sont un des écosystèmes les plus dynamiques existants et les ripisylves sont des zones de première importance pour la diversité biologique (W C Johnson, 1998). Dans la plaine d'inondation, la large gamme d'habitats et leurs espèces associées, est produite et maintenue par les processus hydrogéomorphologiques intenses.

Les habitats des plaines inondables sont situés le long d'un gradient de conditions permanentes terrestres à des conditions permanentes aquatiques; les habitats aquatiques permanents des plaines inondables sont les cours d'eau, les chenaux, les lacs de plaines inondables tandis que les habitats terrestres permanents sont des dépôts de sédiments sur les étendues les plus élevées (Pickett et Collins, 1987). Il faut également savoir que les plaines inondables occupent une surface relativement faible comparé aux autres grands écosystèmes mondiaux, mais leurs contributions à la biodiversité et les services écosystémiques rendus sont très importants en proportion à la surface occupée.

Mais quelles sont les contraintes des plaines alluviales entraînant le développement d'une végétation riche et spécifique dans ces écosystèmes ?

2. Le développement de la végétation alluviale en proie aux perturbations hydrologiques

Carbiener et al., (1985) ont déterminé que la configuration spatiale des principales communautés végétales des plaines inondables dépend très fortement de la topographie et repose également sur des processus temporels, liés à la dynamique du cours d'eau et sur la distribution granulométrique des substrats. Ces processus temporels dépendent de deux processus différents :

- la charge d'énergie des inondations
- la fréquence et la périodicité des grandes crues

Par conséquent, dans un hydrosystème, c'est l'eau qui joue le rôle essentiel dans la distribution spatiale et temporelle des plantes et dans la répartition de leurs groupements. Elle constitue ainsi un facteur de perturbation et de stress (Grime, 1979). Ainsi, une perturbation implique une destruction de biomasse, et par conséquent la mort partielle ou totale des plantes. Les perturbations les plus courantes concernant les cours d'eau sont liées aux crues qui arrachent ou cassent les arbres et arbustes ou encore elles peuvent suivre un apport massif de sédiments qui va recouvrir partiellement ou totalement des plantes ligneuses ou herbacées. Une telle perturbation est un phénomène très fréquent dans le lit mineur, tandis qu'il ne survient dans le lit majeur qu'à l'occasion de fortes crues. Cela entraîne l'apparition de milieux renouvelés plus ou moins fréquemment (suite à ces perturbations) qui vont mettre en place un gradient d'habitats différents.

En addition et en passant en revue le rôle de perturbation dans l'écologie des cours d'eau, Resh et al. (1988) définissent une perturbation dans le contexte fluvial comme un événement dans le temps qui est caractérisé par une fréquence, une intensité et une gravité non prévisible, et qui perturbe la structure de l'écosystème, de la communauté ou de la population et qui change les ressources ou l'environnement physique.

Des études détaillées indiquent que la longévité des graines peut être influencée par l'humidité et les changements géomorphologiques possibles (perturbations) d'un site (Bekker et al., 2003). Les stress et les perturbations dues à l'action de l'eau ne sont donc pas considérés comme des effets négatifs pour l'hydrosystème. En effet, ils sont à l'origine d'une forte sélectivité des espèces, ce qui explique en grande partie la richesse importante des plaines alluviales (Siebel & Bouwma, 1998). Les régimes des perturbations et de pressions en milieu alluvial créent des refuges pour les espèces pionnières, en général peu compétitives et donc souvent rejetées des écosystèmes plus stables. Ces refuges sont, de plus, bien plus rares dans les écosystèmes terrestres ce qui rend les milieux alluviaux essentiels à la survie de leurs espèces spécifiques.

En conclusion, ce sont les perturbations liées au cours d'eau qui façonnent de manière prépondérante l'écosystème des plaines alluviales et qui les rendent si diverses et riches en espèces végétales. Elles provoquent des séquences de succession des communautés herbacées forestières et accélèrent le renouvellement minéral et organique (Carbiener & Schnitzler, 1990). Ce sont donc ces perturbations ainsi que leur intensité en corrélation avec la distance au cours d'eau qui vont former une succession végétale.

3. La succession végétale et ses structures

Au fil du temps, la théorie de la succession des plantes a été développée (Cowles (1899) in Corenblit et al., 2007). De ce fait, les successions biologiques et donc végétales, en particulier dans le contexte fluvial, sont définies comme des processus liés à des événements aléatoires mais qui se déroule en fonction de structures bien établies (Grime, 1979). En effet, l'apport de semences, les taux de germination ou la disponibilité des sites sûrs nécessaires dépendent de l'apparition de perturbations, de leur type, de leur intensité et de leur degré, ne sont généralement pas prévisibles. Whittaker (1953) a formulé l'hypothèse que la succession végétale représente une tendance naturelle de la complexité de l'écosystème à augmenter avec le temps. Selon cette idée, la succession végétale conduit à une augmentation de la production de biomasse, du nombre de niveaux trophiques et du nombre d'espèces.

Les déplacements successifs du chenal structurent la plaine en paliers topographiques, chaque palier enregistrant des conditions hydrologiques et pédologiques différentes. Lorsque l'altitude augmente, l'intensité des perturbations liées aux flux hydrologiques et sédimentaires diminue ce qui crée des zones d'habitats différentes où des communautés végétales différentes se succèdent (Corenblit et al., 2007).

La végétation de la plaine alluviale est donc constituée de différentes structures qui se suivent et sont dépendantes les unes des autres. Ces successions sont des processus dynamiques à moyen et long terme impliquant des communautés d'espèces au sein d'un écosystème (Corenblit et al., 2007).

Classiquement, la succession végétale modèle est décrite comme un changement progressif d'un nu substrat à pionnier des structures herbacées, à pionnier arbustes, aux forêts post-pionnières, et enfin à la maturité forêts (Van Andel et al., 1993). Ce modèle simplifié implique un processus, par lequel les communautés végétales convergent vers un état stable final: le « climax ». De plus, dans les meilleures conditions, le déroulement d'une suite depuis l'implantation d'un assemblage pionnier à héliophytes jusqu'à l'installation d'une forêt de bois durs, peut s'effectuer en un siècle (Guy Pautou et al., 1996). La destruction d'une communauté peut être le point de départ d'une succession secondaire avec un stade post pionnier en forêt de bois tendre, qui conduira à la réimplantation de la communauté de bois durs.

Concernant le cycle biologique des plantes, les communautés de végétaux ont deux possibilités pour survivre dans une plaine alluviale (Guy Pautou et al., 1996) :

- se maintenir sur la même portion de territoire par autoreproduction. Les individus appartenant aux différentes populations qui meurent ou sont éliminées par des perturbations (crues, chablis) sont remplacées par des jeunes.
- avoir une vie éphémère sur la portion de territoire concerné, disparaître et se reconstituer ailleurs.

Beaucoup de plantes proches du chenal et donc les plus aptes à résister aux perturbations ont développé une stratégie pionnière afin de coloniser un espace vide suite à une de ces perturbations. Ainsi, ces plantes sont capables de se régénérer par voie végétative (clonage naturel) grâce au bouturage par exemple. Une forte proportion de plantes annuelles à cycle de vie court (thérophytes) est également présente dans ces milieux. Par ailleurs, compte tenu des remaniements qui surviennent régulièrement dans le lit mineur du cours d'eau, de la mobilité des substrats, ces espèces pionnières ont une longévité assez faible et consacrent leur énergie à une croissance juvénile forte et à la production massive de graines et de spores susceptibles de se propager loin du lieu (Grelon, 1976).

Sur les territoires bordant les cours d'eau, la succession végétale se dirige vers le développement d'une forêt alluviale notamment dans les régions tempérées en Europe et dans le continent Nord-Américain (Schnitzler et al., 1992). En raison des adaptations des plantes ligneuses aux contraintes toujours importantes du milieu, l'emprise des forêts est potentiellement considérable. En dehors des espaces trop souvent submergés ou trop dynamiques, les forêts, en l'absence d'intervention humaine, couvrent la grande majorité de l'espace. De plus, pour survivre, notamment lors de l'étiage du cours d'eau, il est primordial pour ces arbres d'avoir un enracinement suffisamment profond afin de rester en contact avec la nappe. Ces caractéristiques vont en partie expliquer la répartition des espèces ligneuses dans la plaine alluviale (Massenet, 2013) et détaillée par la suite.

Il existe le plus classiquement une formation forestière de bois tendre dans les zones régulièrement inondées des forêts alluviales qui est dominée par des espèces de Salicacées comme les saules (genre *Salix*) et les peupliers (genre *Populus*) ou encore par quelques espèces de Betulacées comme les alunes (genre *Alnus*) (Noble, 1979). Ces forêts de bois tendre sont caractérisées par une germination massive périodique de saule ou de peupliers entraînant l'établissement de jeunes forêts riveraines, et par la régulation de l'emprise de ces forêts par de fortes inondations entraînant une érosion des berges et un arrachage partiel de la végétation (Van Splunder et al., 1995). Ce type de forêt est donc relativement instable dans le temps.

Dans les zones tempérées, en périphérie des plaines alluviales, on retrouve la forêt de bois dur composée d'espèces à stratégie K et bien installées (genres *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*...) (Piégay et al., 2003). Ces forêts intègrent tout de même des Salicacées et des Betulacées qui sont des restes des formations végétales précédentes. Pour que ces formations se développent, il faut que les conditions du milieu deviennent stables et que le nombre de perturbations dues au cours d'eau soit le plus limité possible. Même si ces espaces sont moins contraignants et par conséquent, moins sélectif au niveau des espèces végétales présentes, ils apportent une diversité animale extrêmement intéressante (insectes, oiseaux, mammifères...) (Van Turnhout et al., 2012).

Les corridors fluviaux contribuent à améliorer la valeur écologique et la valeur biologique du paysage. Les boisements de berge, peuvent jouer le rôle de corridor biologique avec un effet positif sur les communautés biologiques : habitat, échanges, déplacements... Ces boisements influencent également les peuplements faunistiques selon plusieurs variables : modification des conditions d'éclairage et de température, participation aux réseaux trophiques des espèces aquatiques... (Ward & Stanford, 1995). Le bois mort produit est à l'origine d'une diversité d'habitats plus large, ce qui a un effet positif sur les peuplements piscicoles dans les cours d'eau de toutes tailles. Sur les cours d'eau plus réduits ou sur le bord des anciens chenaux, les arbres des ripisylves filtrent les radiations solaires et limitent ainsi l'augmentation de la température de l'eau, ce qui permet de conserver des conditions d'oxygénation de l'eau satisfaisantes pour les espèces animales et végétales sensibles aux températures élevées.

Ces milieux remplissent également des fonctions chimiques et hydrologiques : stockage et recyclage des nutriments, stockage des polluants, réduction des inondations à l'aval, recharge des aquifères... De plus, la ripisylve joue un rôle important dans les cycles biogéochimiques. Ainsi, son effet tampon est mis à profit pour améliorer la qualité de l'eau dans les bassins agricoles concernés par des pollutions diffuses (Sabater et al., 2003).

Partie 2 : Facteurs susceptibles d'influencer la végétation alluviale

Jusqu'à la fin des années 1970, la succession végétale des plaines alluviales a été considérée comme autogène et principalement orienté par des interactions entre les plantes et les facteurs locaux (Corenblit et al., 2007). Les facteurs ayant un impact à plus large échelle (perturbations physiques, changements climatiques, importation de nouvelles espèces) ont quant à eux été considérés comme des variables mineures. Cependant, ces derniers ont bel et bien des impacts sur les plaines alluviales des cours d'eau et il est important de les prendre en compte pour comprendre les effets des pressions pesant sur les écosystèmes.

Le changement climatique est un problème majeur de notre ère et ce dernier aura certainement de grandes conséquences sur les phénomènes et processus hydrologiques liés au cours d'eau et également aux plaines alluviales et à leur végétation (Moradkhani et al., 2010).

Les flux hydrologiques, y compris les précipitations, l'évaporation et le ruissellement s'intensifieront à la suite de l'augmentation de la température atmosphérique et de l'humidité et les changements conséquents dans la circulation atmosphérique (Lenihan et al., 2003). Une tendance générale dans les projections de modèle pour un réchauffement le climat est que les climats actuellement humides deviennent plus humides et les climats secs deviennent plus secs, et cela semble tenir pour les tropiques aussi bien que globalement (GIEC, 2007).

De ce fait, les cours d'eau sont des milieux que l'homme a voulu très tôt maîtriser afin de limiter leurs perturbations (inondations dans les vallées), et les paysages alluviaux comptent parmi les paysages les plus dominés par le développement des sociétés humaines (Décamps, 2005). Il est essentiel d'ajouter les actions anthropiques qui influencent nombre de processus (hydrologiques, sédimentologiques, biotiques, etc.) et qui façonnent des paysages alluviaux en plus des perturbations naturelles. La création de barrages, la mise en place de digues, d'enrochements sont les activités humaines qui ont affecté la dynamique de la rivière et son transport solide.

L'urbanisation intense, la canalisation des rivières avec des digues ; sont des causes potentielles de dégradation environnementale et d'altération de la qualité de l'habitat dans les cours d'eau américains (Jordan et al., 2012).

Le déclin de la diversité des plaines inondables est très important. Il est attribuable à différents facteurs comme l'altération de l'habitat, la pollution, concurrence pour l'eau, les espèces envahissantes et la surexploitation (J. Naiman et al., 2008).

Dans les écosystèmes tropicaux, l'utilisation des terres devrait avoir le plus grand effet, le changement climatique étant minime (J. Naiman et al., 2008). Dans les systèmes tempérés, l'occupation du sol, l'invasion d'espèces non indigènes peuvent affecter la biodiversité, et dans les systèmes de haute latitude/altitude, le changement climatique est de loin le principal moteur. L'augmentation de la population humaine sera de loin le plus important facteur de changement de la biodiversité dans le futur pour les pays en voie de développement.

L'invasion des espèces est l'une des causes les plus importantes de déclin général de la biodiversité aquatique. Le pourcentage le plus élevé des plantes exotiques et des animaux dans les plaines d'inondation par rapport aux hautes terres démontre la vulnérabilité des zones alluviales à l'invasion (Tockner & Stanford, 2002).

Comme expliqué dans la partie « Méthodologie », la densité d'articles trouvés pour chacun des facteurs permet d'établir une hiérarchie. Le facteur du changement climatique, ce facteur sera développé par la suite en premier. Le second facteur revenant le plus souvent est l'installation de grands aménagements (barrages...) sur les cours d'eau avec leurs impacts sur la plaine alluviale. Viennent ensuite les changements d'occupation du sol, puis, l'impact des espèces invasives sur les communautés végétales des plaines alluviales et enfin, les pollutions qui peuvent détériorer les écosystèmes.

Partie 3 : Impacts détaillés pour chaque facteur anthropique

1. Le changement climatique et la hausse des températures

Une augmentation significative de la température liée au réchauffement climatique dans l'hémisphère nord, en particulier à moyenne et haute altitude, a été rapportée depuis les années 1980 (GIEC 2001). Cette hausse de la température provoque donc des modifications importantes pour les écosystèmes, et même si les effets se font déjà ressentir, le phénomène est relativement récent pour que les changements et les pressions apportées sur les espèces soient mesurables (Huang et al., 2014). Cependant, la perspective d'un changement climatique mondial anthropogène a de nombreuses implications potentielles pour les processus biogéochimiques dans les cours d'eau et les plaines inondables. Les changements les plus importants sont susceptibles d'impliquer (Hamilton, 2010) deux types de régimes. Tout d'abord, les régimes thermiques aquatiques, avec modifications des optimums thermiques des plantes et des animaux, stratification des masses d'eau et appauvrissement en oxygène dissous. Ensuite, les régimes hydrologiques d'inondation des plaines inondables, qui déterminent la structure écologique et la fonction des rivières et des plaines inondables ainsi que l'étendue et la saisonnalité des milieux aquatiques.

Concernant la végétation, l'augmentation des températures liée au réchauffement climatique va accélérer les réactions chimiques, et de nombreuses plantes vont voir leur efficacité de croissance et leur production de biomasse augmenter (Talling & Lemoalle, 1999). Guo et al., (2014), ont également suggéré que la hausse de la température pourrait augmenter la croissance des forêts au début de leur période de croissance.

Néanmoins, si les températures grimpent trop, le point est atteint où les réactions sont soumises à des limitations biochimiques telles comme la dénaturation enzymatique et la perte des membranes et des fonctions et cela entraînera une disparition des espèces de leur milieu naturel.

Des études comme celle de Cao & Woodward (1998) ont indiqué une forte interaction entre les changements de l'écosystème et la variabilité climatique. La végétation des écosystèmes terrestres est considérée comme un lien intermédiaire entre la pédosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère du système terrestre, et la variation de la couverture végétale a montré la réponse la plus sensible à la variabilité climatique. Par conséquent, la dynamique de la végétation et sa relation avec la variabilité du climat sont devenues un point essentiel dans les études sur le changement global. Cao et al., (2014) précisent dans une seconde étude, que l'effet croissant de la température stimulera le processus d'évapotranspiration. En raison de cet effet étant significativement liée à une carence en eau et une couche de sol séchée, il y aura une réduction la croissance de la végétation.

Un autre effet du changement climatique est la modification des régimes de précipitations et ce sous tous les types de climat du monde. Les précipitations sont un facteur de contrôle positif important, car l'eau est un facteur limitant pour la croissance de la végétation. L'évapotranspiration est un facteur clé dans le contrôle la croissance des espèces (Cao et al., 2014). Ainsi, avec la modification des régimes de précipitations dues au changement climatique, les plaines alluviales vont subir des pressions et cela entraînera un changement des espèces observées.

Ces « nouveaux » régimes de précipitations impliqueront un changement pour les inondations. En effet, Bergeron et al., (2002) ont observé, pour un cours d'eau canadien, que les inondations de

printemps sont devenues non seulement plus fréquentes, mais ont également atteint des niveaux plus élevés. Les analyses climatiques ont montré que les principaux événements de crue sont liés aux basses températures en automne et aux fortes précipitations hivernales et printanières. Avec l'augmentation de la fréquence des inondations dans certaines régions, les conditions déjà très contraignantes pour se développer près du lit mineur, deviendront trop contraignantes pour les espèces pionnières et cela causerait une perte de diversité.

L'étude de Mosner et al., (2015) modélisent les effets concrets de changement dans la répartition des différents groupements végétaux. Comme la disponibilité de l'eau est la caractéristique centrale des écosystèmes des plaines inondables, c'est surtout une réduction de cette disponibilité de l'eau qui est généralement considérée comme défavorable au biotope.

Cependant, comme les résultats le démontrent, l'augmentation de la disponibilité de l'eau, c'est-à-dire l'augmentation des niveaux d'eau élevés, entraîne un déplacement vers le haut de nombreux types de végétation, ce qui s'accompagne d'une diminution de l'habitat disponible.

Par conséquent, ce sont les espèces et les types de végétation qui colonisent les extrêmes du gradient hydrologique, c'est-à-dire les écotones (les milieux charnières entre les plaines alluviales et les écosystèmes non liés au cours d'eau) qui subiront probablement les plus fortes altérations au cours du changement climatique.

En addition, on peut s'attendre à un déplacement de certaines espèces, mais la question reste de savoir si la vitesse de dispersion sera suffisamment élevée pour permettre l'expansion dans de nouvelles régions adaptées au climat. Les changements climatiques auront non seulement l'effet d'un changement d'habitat à mesure que les aires de répartition des espèces s'élargissent ou se rétractent, mais entraîneront des changements dans la composition des bassins d'espèces régionaux (Pompe et al., 2010).

En conclusion, il est actuellement compliqué de comprendre la dynamique de la végétation et son interaction avec les changements climatiques mondiaux (Xu et al., 2014). Il est également difficile de prédire la croissance future de la végétation et l'impact du relargage probable des puits de carbone. Ce facteur global est finalement difficilement prévisible et mais son impact est potentiellement celui qui modifiera le plus les écosystèmes actuels.

2. Les grands aménagements par l'homme

a. Impacts du facteur sur la végétation

Les humains ont considérablement modifié les réseaux fluviaux grâce à des aménagements, par exemple des retenues et des dérivations, pour répondre à leurs besoins en eau, en énergie et en transport (Nilsson et al., 2005).

Ces actions humaines avec la construction d'ouvrages importants, ont ainsi modifié les rivières européennes et nord-américaines (R. J. Naiman, 1992) se traduisant par :

- la suppression de la dynamique naturelle,
- la simplification de la morphologie du chenal,
- l'isolement du chenal principal de sa plaine d'inondation,
- le changement de physionomie de la plaine d'inondation.

Ainsi, vu que les perturbations naturelles sont un facteur important pour la survie des espèces pionnières typiques des plaines inondables, ces espèces ont des adaptations liées aux perturbations dans leur forme et leur cycle de vie. Elles vont par conséquent disparaître si la fréquence des perturbations est modifiée sous l'impact humain notamment par l'implantation d'ouvrages (Miiller, 1996).

Selon Müller (1995), les mesures de génie civil ont un impact conséquent sur la végétation des plaines inondables. Le redressement des cours d'eau réduit considérablement la zone caractérisée par les inondations périodiques ou fournis par l'eau de la nappe (zone de développement de végétation).

Les changements dans la structure du sol et dans le régime de l'eau sont responsables du déclin des espèces pionnières caractéristiques. En effet, les mesures de génie civil détruisent les «sites sûrs» pour la végétation pionnière (Harper, 1977) pour les espèces spécialisées. Si la rivière s'incise, les « sites sûrs », où les espèces compétitrices, non pionnières sont entravées, sont perdus et la végétation naturelle, pionnière est également perdue. De plus, l'augmentation de l'offre nutritionnelle dans les barres de gravier proches des barrages, dû à un essuyage moins fréquent des nutriments par les inondations, augmente la concurrence (Müller, 1995).

En raison de l'absence de débris en aval d'un barrage, la rivière est forcée de compenser sa capacité de transport sur le côté et provoque l'érosion du lit de la rivière. Le résultat est que dans les rivières impactées la végétation des plaines inondables est en train de changer (Miiller, 1996). La végétation pionnière décline et s'éteint. Seulement les types de végétation adaptés aux inondations prédominent.

Avec l'incision du lit de la rivière, les zones qui sont influencées par les inondations ont diminué et les forêts de zones sèches augmentent. Il devient clair qu'avec la présence de barrages ou de seuils, les anciens virages d'une rivière se dessèchent rapidement en raison de la dynamique réduite de la rivière (Miiller, 1996). La mise en place de grands ouvrages sur les rivières entraîne donc non seulement des perturbations sur la quantité de végétaux mais surtout des changements qualitatifs de la végétation de la plaine d'inondation.

En addition, dans les cours d'eau naturels, la pluie de graine de la végétation des barres sédimentaires est dominée par des graines qui peuvent être transporté par le vent sur de grandes distances. Les barres sont donc colonisées rapidement par des espèces ayant des mécanismes de dispersion étendus. Elles sont moins compétitives et ne développent pas de banque de graines persistante car cette dernière peut être détruite à tout moment dans cet habitat dynamique (Johansson et al., 1996). A l'inverse, dans les plaines d'inondation touchées, lorsque la dynamique de la rivière est réduite, les espèces compétitives occupent l'espace et deviennent dominantes.

De plus, les barrages fonctionnent comme barrières pour la diffusion des graines. Par conséquent, dans les rivières affectées, le déclin et l'extinction des espèces alpines est observé avec le déclin des espèces typiques des plaines d'inondation.

L'incision du chenal principal provoquée par la canalisation du cours d'eau est également un phénomène qui peut influencer l'évolution de la végétation, en modifiant les conditions d'alimentation en eau et en favorisant les essences mésohygrophiles et mésoxérophiles (Reich, 1994).

Les espèces naturellement présentes dans la plaine alluviale et réalisant leur cycle biologique avec une alimentation en eau précise, se retrouvent mises en concurrence avec des espèces dont le milieu leur ait devenu favorable et voient leur aire de répartition et de vie diminuer.

D'après Pautou et al. (1996), l'évolution des plaines alluviales sous l'influence de grands projets d'aménagement comme les barrages, se fait dans le sens d'une diminution des contraintes liées aux excès d'eau ainsi que des surfaces occupées par les espèces spécifiques représentés par les forêts de bois tendres. Cette évolution conduit à privilégier les structures de végétaux de grande taille et dont les individus ont une longévité élevée et les structures dont la composition est intermédiaire entre la forêt de bois durs alluviale et la forêt tendre. La biodiversité change de nature et perd de sa spécificité.

Les espèces hygrophiles et mésohygrophiles composant le noyau dur se raréfient ; en revanche, les espèces mésophiles augmentent.

Ainsi, avec la construction d'ouvrages sur les cours d'eau, l'homme s'oppose aux bouleversements tels que les perturbations liées aux crues. En effet, ces ouvrages sont mis en place dans le but de réduire les contraintes par excès d'eau (digues, barrages, réservoirs...). Ils conduisent à diminuer l'espace de liberté du cours d'eau mais peuvent être, en revanche, à l'origine de mouvements lents, de faible intensité mais continus comme l'incision ou l'enfoncement des nappes ; des mouvements qui influencent fortement le développement de la végétation pionnière (Williams & Wolman, 1984).

La principale leçon tirée de ces études est qu'à long terme, une deuxième vague, d'impacts de barrage suit les impacts aigus initiaux associés au remplissage de grands réservoirs (W. Carter Johnson et al., 2012). La deuxième vague affecte les forêts restantes qui ont survécu en aval des barrages ou dans les espaces entre les réservoirs. Ces changements environnementaux lents à développer, tels que l'incision du canal, la stabilisation des berges et la formation de delta, sont le produit de l'altération du flux et des sédiments et impacte sérieusement le développement des formations végétales.

Les perturbations naturelles jouent un rôle central dans la survie des plantes typiques des plaines d'inondation et dans la préservation de la végétation typique de la plaine d'inondation (ainsi que de la faune typique). La perte de perturbations naturelles dans les écosystèmes riverains due aux mesures de génie civil doit donc être considérée comme l'une des principales raisons du déclin et de l'extinction des espèces typiques des plaines inondables ainsi que la perte de la biodiversité dans cet écosystème.

b. Exemples de réponses de la végétation alluviale à l'aménagement d'ouvrages sur les cours d'eau

Un impact de l'aménagement de grands barrages sur le Missouri est l'apparition de zones de sédimentation formées par les réservoirs des barrages ainsi que leur étendue spatiale importante (W. Carter Johnson et al., 2012). Les avantages environnementaux de ce nouvel écosystème de delta dominé par des prairies peu diversifiées sont bien plus faibles par rapport à ceux des forêts riveraines à forte diversité qui sont perdues. L'orme (*Ulmus minor*), qui par exemple, était historiquement un arbre de la canopée majeur sur la plaine inondable, a vu les contraintes du milieu devenir trop fortes et par conséquent, a vu son aire de répartition diminuée jusqu'à quasiment disparaître. Seuls quelques grands arbres sont encore présents dans les forêts alluviales. A l'inverse, ce sont des frênes verts (*Fraxinus pennsylvanica*) qui ont pu s'installer et se développer dans ces espaces et aujourd'hui, les forêts ont une tendance dominante au frêne vert. La réactivation de processus écologiques clés, par exemple les inondations, pourrait permettre de récupérer une grande partie de la biodiversité et des fonctions de la communauté du peuplier qui dominait historiquement la plaine inondable du Missouri.

Ainsi, un autre cas concret de l'impact de l'implantation de barrages a été observé sur le Rhône (Guy Pautou et al., 1996). Sur le Rhône, entre Lyon et Seyssel, des barrages hydroélectriques ont été installés dans les années 90. Les modifications apportées sont une mise hors d'inondation des parties les plus hautes de la plaine alluviale et donc une diminution du champ d'inondation. L'ancien fonctionnement du fleuve n'est rétabli que durant quelques jours durant l'hiver pendant les périodes de fortes crues. Le reste de l'année, les perturbations sont très diminuées en comparaison au milieu

avant la mise en place des barrages. Ainsi, une forte mortalité des saules blancs (*Salix alba*) et des aulnes blancs (*Alnus incana*) est observée car ces arbres subissent un manque d'eau avec la diminution des inondations. De plus, la zone de répartition de ces espèces se réduit car la forêt de bois dur, située plus en hauteur, ne subit pas réellement de nouvelles contraintes et les arbres la composant trouvent même des conditions favorables dans des zones plus proches du fleuve. Les aulnaies et les saussaies ont donc de nombreuses pressions entre le manque d'eau et l'arrivée d'espèces plus compétitrices. Justement, les espèces trouvant de nouvelles conditions très favorables pour leur implantation sont nombreuses comme le frêne élevé (*Fraxinus excelsior*) ou encore le roseau commun (*Phragmites australis*). De nouveaux assemblages de végétation voient le jour.

Il y a également une perte de connectivité entre les différents éléments de la forêt de la plaine alluviale.

Globalement, la modification s'est traduite par une diminution des surfaces aquatiques ou des surfaces semi-aquatiques (engorgées de façon permanente ou soumises régulièrement aux ondes de débordement) au profit de surfaces terrestres affectées seulement par les fortes crues (crues décennales ou bi décennales et crues de plus forte intensité).

Shafroth et al., (2016) ont, quant à eux, étudié la réponse de la végétation alluviale à l'abaissement de la nappe sur les zones situées à l'aval de barrages. Une diminution de la nappe phréatique par rapport à l'état naturel a bien été analysée. Trois espèces végétales présentes naturellement ont été utilisées pour rendre compte de l'impact de cet abaissement de la nappe : deux espèces d'arbres (*Populus fremontii* et *Salix gooddingii*) et des jeunes plants d'une espèce d'arbustes (*Tamarix ramosissima*). Avec la réduction de la hauteur de nappe, les racines même développées des plantes ne peuvent pas obtenir suffisamment d'humidité et les individus se voient disparaître. De ce fait, 92 à 100% des jeunes plants de *Populus* et de *Salix* sont morts, alors que 0 à 13% des tiges de *Tamarix* sont mortes. Selon les auteurs, la réponse des plantes est probablement influencée par d'autres facteurs tels que la texture du sol, la disponibilité de l'humidité du sol dérivée des précipitations, les adaptations possibles physiologiques et morphologiques au stress hydrique... Pour les futurs aménagements, cette compréhension des relations entre les déclin de la nappe phréatique et la réponse des plantes peut permettre à la terre aux gestionnaires de l'eau d'éviter les activités susceptibles de stresser la végétation riveraine souhaitable.

3. L'occupation du sol

a. Impacts du facteur sur la végétation

L'homme a depuis toujours privilégié les plaines alluviales pour construire ses villes et y développer ses activités. En effet, 11% de la zone alluviale des cours d'eau africains est intensivement cultivé, contre 46% pour les rivières nord-américaines (excluant le nord du Canada et l'Alaska) et 79% pour les rivières européennes (J. Naiman et al., 2008). Les corridors alluviaux les plus touchés par rapport à l'utilisation totale du territoire se trouvent en Europe et dans les zones densément peuplées d'Asie. Là, 60-99% de l'ensemble riverain corridor a été transformé en terres cultivées ou est urbanisé.

L'utilisation des terres et de l'eau par les humains, avec l'agriculture et l'urbanisation modifie fondamentalement les régimes de perturbation et la dynamique des cours d'eau. Ces changements poussent la succession végétale riveraine vers les espèces des hautes terres (Macfarlane et al., 2017).

Cette transition végétale peut «verrouiller» les reliefs en place et modifier les processus hydrologiques et géomorphologiques qui maintiennent la composition et la structure variées de la végétation de la plaine d'inondation.

Historiquement, les forêts des plaines inondables ont été sélectivement exploitées pour le bois de construction et le bois de chauffage (Smith, 1999). Cela a entraîné une réduction très importante de la surface de forêts alluviales. Les hommes ont donc exploité ces milieux et ce phénomène a toujours lieu actuellement notamment dans les pays en voie de développement qui ont un besoin continu de ressources (Waechter & Powell, 2015).

Par exemple, Renó et al., (2011) explique que les zones boisées des plaines inondables de la Basse Amazonie ont diminué de 13% entre les années 1970 et 2008 tandis que d'autres couvertures de terres, telles que la végétation non-forestière et le sol à nu, ont augmenté .

La conversion à l'agriculture par défrichage et le drainage ont été la principale cause de la perte des zones humides boisées situées dans les plaines alluviales aux Etats-unis (McWilliams & Rosson Jr., 1990). Cela a eu pour effet de réduire les espaces de forêts et de biodiversité et donc d'appauvrir les plaines alluviales.

Les territoires dont les activités économiques dominantes comprennent le pâturage du bétail, sont impactés ce qui entraînent une dégradation importante de l'habitat. En effet, le développement des forêts alluviales, notamment pour la forêt de bois tendre requiert une faible intensité de pâturage par les animaux d'élevage et qui dans le cas contraire apporte une pression trop importante pour les végétaux. L'expansion de l'élevage de bovins et plus généralement de bétail causant la conversion de milieux naturels en pâturages augmente à un rythme croissant dans les zones en voie de développement comme en Amazonie (Sheikh et al., 2006).

On peut tout de même observer que, dans les pays d'Europe développés comme la France, à la fin du XIXe et au début du XXe siècle, de nombreux lit majeurs de vallées étaient dominés par les milieux ouverts comme des prairies, des labours et des « broussailles » (Dufour, 2007). Cette situation était en grande partie maintenue par les pratiques des riverains (pâturage et culture en bord de cours d'eau, prélèvement de bois...) Les milieux forestiers constituent donc souvent des éléments récents du paysage.

C'est au cours du XXe siècle, que les espaces alluviaux, ruraux, ont enregistré deux mutations importantes. La première est un exode rural massif et la deuxième, une profonde transformation des pratiques agricoles : replis sur les terres les plus fertiles, spécialisation, mécanisation, motorisation, recours aux intrants chimiques... L'abandon des espaces riverains s'est traduit par un vieillissement des ripisylves avec une amorce de retour à l'état naturel et par une recolonisation végétale spontanée des étendues abandonnées (Girel & Doche, 1983). Dans certaines régions du monde, les plaines alluviales et plus particulièrement les forêts alluviales voient leur état dégradé, s'améliorer.

b. Exemples de modifications de la végétation alluviale dus à l'occupation du sol

Il existe, dans quelques pays comme les Etats-Unis, des programmes de reboisements des plaines alluviales, notamment sur le fleuve Mississippi (Stanturf et al., 1998). Un programme public a été lancé où le type de plantes à replanter est précisé ainsi que le processus et la méthode de plantation de chaque espèce d'arbre.

Cette action pourrait permettre de repeupler les écosystèmes dégradés des plaines alluviales et de leur rendre leurs différentes fonctions (biologiques, biogéochimiques et hydrologiques). Cependant, ce type de projet coûte cher et ne peut être réalisé que si les gouvernements des pays s'impliquent dans cette cause, seulement les mentalités actuelles ne sont pas tournées vers cet objectif.

Une étude a été réalisée sur un marais alluvial de la rivière du Séran : le marais de Lavours dans le département de l'Ain en France (G Pautou & Gruffaz, 1993). Le marais est une zone humide tourbeuse. Les auteurs ont observé que la population locale avait détruit cette zone en asséchant une partie (par drainage), en exportant la matière organique et en transformant ces parcelles en parcelles agricoles. Une fauche des parcelles a eu lieu et les cariçaies (*Carex gracilis*, *Carex elata*) ont disparues de ces espaces. De plus, pour la forêt alluviale proche du marais essentiellement constituée d'aulnes glutineux (*Alnus glutinosa*) et de chênes pédonculé (*Quercus robur*), elle a été coupée et utilisée comme bois de chauffage et comme bois d'œuvre. Certaines parcelles ont également été abandonnées.

Dans la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, une déprise des parcelles agricoles a eu lieu : ces dernières ont à leur tour été abandonnées. Ces zones cultivées et occupées pendant de nombreuses années n'ont pas eu le temps d'être colonisées par des espèces venant s'installer naturellement. Ainsi, lors du départ des agriculteurs, les niches écologiques, étant toujours libres ont été colonisées par les mêmes espèces qui existaient sur ces lieux plusieurs décennies auparavant. Un phénomène de retour à la normale s'est réalisé. Malgré l'occupation humaine et l'apport de pressions très fortes sur l'écosystème, l'exemple du marais de Lavours permet de comprendre que parfois, avec quelques individus restants d'une espèce pionnière, un milieu peut se repeupler et retrouver un état pas totalement naturel, mais au moins un état permettant le développement d'espèces végétales importantes voire dans les meilleurs cas, d'espèces patrimoniales. Un retour à l'état naturel peut donc être envisager pour certaines plaines alluviales.

Sternberg en 1987, indique que la déforestation en Amazonie impacte fortement le régime hydraulique du fleuve. En effet, en modifiant les relations hydrologiques entre les plantes, le sol et l'eau, la déforestation de la forêt alluviale augmente le ruissellement. Ce processus entraîne : une augmentation du débit de pointe et une diminution de la section transversale du canal. Avec la déforestation, la forêt alluviale directement établie près du cours d'eau disparaît et les espèces herbacées sont les premières à s'installer. Une succession végétale « classique » pourrait avoir lieu, mais dans ces zones défrichées, l'homme s'installe et empêche toute implantation végétale importante. Dans les espaces en périphérie des zones touchées, les groupements végétaux subissent de plein fouet les inondations et les contraintes du milieu deviennent trop importantes, notamment pour les individus de petite et de moyenne taille.

Les inondations ne sont plus du tout freinées et le déboisement dans le bassin versant de l'Amazone, fini par avoir des répercussions sur le régime des principaux affluents et sur le régime principal lui-même ce qui augmente le nombre d'inondations. Il y a toutefois une réserve car pour le moment, compte tenu de l'immensité du bassin et des zones proportionnellement petites et concentrées touchées par la déforestation, de tels effets sont déjà perceptibles mais seulement à des échelles très locales. Le danger est que le rythme de déforestation actuelle continue et que la surface de la plaine alluviale touchée devienne très importante.

4. Les espèces invasives

a. Impacts du facteur sur la végétation

Le changement climatique pourrait déclencher l'expansion des espèces envahissantes (Pompe et al., 2010). Ainsi, de nombreuses plantes des zones humides correspondent de plus en plus à la définition de "plantes envahissantes". Ce sont des espèces ou des souches qui augmentent rapidement leur distribution spatiale en se développant dans les communautés végétales indigènes (Richardson et al., 2000). Elles occupent donc la place des espèces pionnières et lorsque, à la suite d'une action humaine, les contraintes du milieu deviennent plus favorables, elles peuvent se développer dans les écosystèmes fragiles des plaines alluviales.

Sous les perturbations humaines l'invasion des plantes exotiques est soutenue, en raison de l'évolution des conditions de l'habitat (W C Johnson, 1998). Les zones humides sont également très vulnérables à l'invasion d'espèces envahissantes parce qu'elles sont des «puits» qui accumulent des matériaux résultant des perturbations terrestres et hydrologiques (excès d'eau, nutriments, sédiments, sels, métaux lourds, autres contaminants et débris) (Zedler & Kercher, 2004). Ces éléments favorisent d'autant plus la prolifération d'espèces bien plus compétitrices que les espèces pionnières de ces écosystèmes.

L'invasion des espèces est la deuxième cause la plus importante du déclin global de la biodiversité aquatique (Tockner & Stanford, 2002). Dans les cours d'eau, la combinaison de la transformation des terres, des modifications hydrologiques, et les nombreuses introductions délibérées et accidentelles d'espèces ont perpétué des invasions généralisées. En addition, on peut dire que beaucoup de systèmes fluviaux sont déjà dominés par des espèces exotiques.

b. Exemples d'implantation d'espèces invasives

En exemple, Le long de l'Adour, en France, 198 espèces alluviales végétales ont disparu entre 1989 et 1999 et, en 1999, on comptabilisait 153 nouvelles espèces (Tabacchi & Planty-Tabacchi, 2000). Aujourd'hui, les espèces envahissantes représentent un quart de la richesse totale des espèces du milieu et peuvent constituer localement jusqu'à 40% de la totalité des espèces. Malgré de grandes différences en ce qui concerne le climat, la richesse spécifique et l'histoire de l'utilisation des terres, la proportion d'espèces envahissantes le long de l'Adour est similaire à celle des rivières du Pacifique Nord-Ouest des États-Unis et des rivières sud-africaines (20-30%).

Un autre cas de cet envahissement des écosystèmes alluviaux par des espèces végétales invasives se situe dans l'ouest des États-Unis. A la suite des changements hydrologiques et de l'utilisation des terres, induits par l'homme, les peuplements de peupliers indigènes ont été remplacés par des espèces ligneuses non indigènes comme l'olivier de Russie (*Eleagnus angustifolia*) et une espèce de tamaris (*Tamarix* spp.) qui se développe habituellement dans un climat méditerranéen. Cette dernière espèce couvre maintenant environ 500 000 ha de plaines inondables dans l'ouest des États-Unis, avec sa tolérance supérieure à la sécheresse par rapport aux indigènes et sa capacité à produire des peuplements de haute densité. Sur la base d'un calcul coûts-avantages, la présence de *Tamarix* spp. dans l'ouest des États-Unis coûtera entre 7 et 16 milliards de dollars américains en fonction de l'écosystème perdu au cours des prochaines décennies (Zavaleta, 2000).

5. Les pollutions

a. Impacts des pollutions agricoles, industrielles et urbaines sur la végétation alluviale

La composition des espèces et la productivité des plaines d'inondation sont influencées par la qualité de l'eau entrante (Tockner & Stanford, 2002). Les apports d'éléments nutritifs artificiellement élevés, entraînent par exemple, un appauvrissement des communautés inondables. La plaine inondable elle-même peut servir de source majeure de nutriments et de pesticides lorsqu'elle est cultivée intensivement; ainsi, le long de nombreuses rivières de l'Asie du Sud-Est, d'énormes quantités de polluants sont rejetées dans la rivière principale au cours des inondations saisonnières (Dudgeon, 2000). Dans les pays en développement, environ 90% des eaux usées sont rejetées directement dans les rivières et les cours d'eau sans traitement et, dans de nombreuses régions du monde, les rivières sont tellement polluées qu'elles sont impropres à l'usage industriel. Malgré d'importants efforts de traitement, la pollution reste un problème majeur dans les principaux bassins versants du monde.

b. Exemple d'impacts de pollutions sur la végétation alluviale

Sur le Rhin inférieur, dans des plans d'eau situés dans la plaine alluviale, la biodiversité des macrophytes aquatiques est très faible. Les espèces à feuilles flottantes, comme les Nymphaeaceae et les Lemnaceae, mais aussi les espèces submergées enracinées, comme plusieurs Potamogetonaceae, diminuent en diversité ces dernières années (Van den Brink et al., 1996). Ces baisses sont dues à des facteurs hydrologiques comme la dynamique des inondations, ou encore la forte énergie hydrodynamique des plans d'eau mais surtout, elles sont dues aux paramètres de qualité de l'eau. Les niveaux élevés de nutriments présents dans le Bas-Rhin et la Meuse sont, en effet, responsables de la faible diversité des macrophytes submergés dans les plans d'eau très dynamiques. La diversité des espèces oligotrophes et mésotrophes diminue avec l'augmentation des apports de nutriments du fleuve. Des conditions eutrophiques et parfois hypertrophiques apparaissent, provoquant des proliférations d'algues prolongées. Les espèces pionnières de la plaine alluviale sont contestées et leur cycle biologique est remis en cause par le changement de la qualité de l'eau.

Conclusion

Les milieux aquatiques sont des écosystèmes remplissant de nombreuses fonctions pour l'environnement : des fonctions hydrologiques, biogéochimiques et surtout biologiques. Ce sont des espaces à préserver et protéger car ils sont relativement fragiles et l'homme par ses activités, peut les perturber. Les plaines alluviales font parties de ces espaces : elles forment des milieux extrêmement importants pour les relations entre les cours d'eau et les territoires terrestres aux alentours. La végétation alluviale, quant à elle, peut être utilisée comme indicateur des pressions anthropiques sur ces plaines alluviales. C'est un type de végétation riche et spécifique car les perturbations apportées par le cours d'eau impliquent de nombreuses contraintes et seules des espèces adaptées peuvent s'y développer. En effet, les perturbations liées au cours d'eau (notamment les crues et les inondations) entraînent un renouvellement régulier des individus végétaux. Une succession végétale se forme par la suite selon la topographie et la distance au cours d'eau. Dans les zones les plus proches du lit mineur, les herbacées ainsi que quelques arbres et arbustes isolés s'installent. Viennent ensuite, la forêt de bois tendre impactée de temps à autre par les perturbations pour finir sur la forêt de bois dur, bien installée et touchée qu'en de rares occasions.

Ces écosystèmes subissent donc les pressions de différents facteurs anthropiques. Le premier facteur, le plus global, est le changement climatique. C'est un facteur relativement récent et ces effets ne sont pas encore totalement observables. Néanmoins, des perturbations du climat et des régimes hydrauliques sont attendues et auront un impact sur les communautés végétales dans le futur. Les grands aménagements des cours d'eau, notamment par les barrages, impactent eux aussi la végétation alluviale. Le principal effet de ces installations est la volonté de l'homme de ralentir les perturbations et de diminuer l'effet hydraulique du cours d'eau. Cela a pour conséquence pour la végétation de réduire le renouvellement des espèces et d'abaisser les nappes. Les espèces pionnières se retrouvent en concurrence avec l'invasion d'espèces pour qui le milieu est devenu favorable et elles ne peuvent plus s'alimenter en eau. L'occupation des sols a également un impact sur la végétation alluviale. Des phénomènes comme la déforestation ou l'agriculture induisent une destruction des communautés végétales et une modification des conditions des écosystèmes ce qui influence et diminue les aires de répartition des espèces naturellement présentes. Avec les changements observés des écosystèmes, des espèces invasives trouvent dans les plaines alluviales de nouveaux milieux à coloniser et elles réduisent d'autant plus les espaces libres pour le développement des espèces pionnières. Enfin, les pollutions apportées par l'homme, notamment par transfert dans l'eau influent également sur la qualité et les contraintes des écosystèmes. Ces derniers en se modifiant déstabilisent les anciennes communautés végétales et pour sauvegarder ces milieux, des actions de préservation doivent être menées.

Bibliographie

- Bekker, R. M., Bakker, J. P., Ozinga, W. A., & Thompson, K. (2003). Seed traits: essential for understanding seed longevity. *Aspects of Applied Biology*, 69(January), 1–9. Retrieved from file:///Users/Eric/Dropbox/Papers2 Dropbox/Articles/2003/Bekker/Aspects of Applied Biology 2003 Bekker.pdf%5Cnpapers2://publication/uuid/4BE4D031-7891-487B-B511-2A6E20DCA999
- Bergeron, Y., Denneler, B., Charron, D., & Girardin, M.-P. (2002). Using dendrochronology to reconstruct disturbance and forest dynamics forest dynamics, northwestern Quebec. *Dendrochronologia*, 2, 175–189.
- Cao, M., & Woodward, F. I. (1998). Dynamic responses of terrestrial ecosystem carbon cycling to global climate change. *Nature*, 393, 249–252.
- Cao, R., Jiang, W., Yuan, L., Wang, W., Lv, Z., & Chen, Z. (2014). Inter-annual variations in vegetation and their response to climatic factors in the upper catchments of the Yellow River from 2000 to 2010. *Journal of Geographical Sciences*, 24(6), 963–979. <https://doi.org/10.1007/s11442-014-1131-1>
- Carbiener, R., & Schnitzler, A. (1990). Evolution of Major Pattern Models and Processes of Alluvial Forest of the Rhine in the Rift Valley (France / Germany). *Vegetatio*, 88(2), 115–129.
- Carbiener, R., Schnitzler, A., & Walter, J.-M. (1985). Problèmes de dynamique forestière et de définition des stations.pdf. In *Phytosociologie et forêtierie* (pp. 655–686).
- Corenblit, D., Tabacchi, E., Steiger, J., & Gurnell, A. M. (2007). Reciprocal interactions and adjustments between fluvial landforms and vegetation dynamics in river corridors: A review of complementary approaches. *Earth-Science Reviews*, 84(1–2), 56–86. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2007.05.004>
- Décamps, H. (2005). The “why?” and the “so what?” of riverine landscapes. *Issues and Perspectives in Landscape Ecology*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511614415.026>
- Dudgeon, D. (2000). The ecology of tropical Asian streams in relation to biodiversity conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 239–263. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-047514-1.50012-3>
- Dufour, S. (2007). Contrôles hydro-morphologiques et activités anthropiques dans les forêts alluviales du bassin rhodanien. *Annales de Géographie*, 116(654), 126–146. <https://doi.org/10.3917/ag.654.0126>
- Forman, R., & Godron, J. W. (1986). *Landscape Ecology.pdf* (Vol. 16).
- Girel, M. J., & Doche, B. (1983). Influence des activités humaines sur la genèse , l’évolution et la disparition de groupements végétaux alluviaux . (Exemple du site de l’Etournel , dans la vallée du Haut-Rhône entre Bellegarde et Genève). *Revue de Géographie Alpine*, 71(4), 343–351.
- Grelon, J. (1976). *Contribution à une étude écologique et dynamique de la végétation des grèves et des îles de la Loire à Vouvray (Indre-et-Loire) et à Saint-Jean-de-la-Croix (Maine-et-Loire)*.
- Grime, J. P. (1979). *Plant Strategies , Vegetation Processes , and Ecosystem Properties*.
- Guo, L., Wu, S., Zhao, D., Yin, Y., Leng, G., & Zhang, Q. (2014). NDVI-based vegetation change in Inner Mongolia from 1982 to 2006 and its relationship to climate at the biome scale. *Advances in Meteorology*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/692068>
- Hamilton, S. K. (2010). Biogeochemical implications of climate change for tropical rivers and floodplains. *Hydrobiologia*, 657(1), 19–35. <https://doi.org/10.1007/s10750-009-0086-1>
- Harper, J. L. (1977). *Plant Population Biology*.
- Huang, C., Li, Y., Liu, G., Zhang, H., & Liu, Q. (2014). Recent climate variability and its impact on precipitation, temperature, and vegetation dynamics in the Lancang River headwater area of China. *International Journal of Remote Sensing*, 35(8), 2822–2834. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.890303>
- Johansson, M. E., Nilsson, C., & Nilsson, E. (1996). Do rivers function as corridors for plant dispersal?

- Journal of Vegetation Science*. <https://doi.org/10.2307/3236309>
- Johnson, W. C. (1998). Adjustment of riparian vegetation to river regulation in the Great Plains, USA. *Wetlands*, 18(4), 608–618.
- Johnson, W. C., Dixon, M. D., Scott, M. L., Rabbe, L., Larson, G., Volke, M., & Werner, B. (2012). Forty Years of Vegetation Change on the Missouri River Floodplain. *BioScience*, 62(2), 123–135. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.2.6>
- Jordan, Y. C., Ghulam, A., & Herrmann, R. B. (2012). Floodplain ecosystem response to climate variability and land-cover and land-use change in Lower Missouri River basin. *Landscape Ecology*, 27(6), 843–857. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9748-x>
- Lenihan, J. M., Drapek, R., Bachelet, D., & Neilson, R. P. (2003). Climate change effects on vegetation distribution, carbon, and fire in California. *Ecological Applications*, 13(6), 1667–1681. <https://doi.org/10.1890/025295>
- Macfarlane, W. W., Gilbert, J. T., Jensen, M. L., Gilbert, J. D., Hough-Snee, N., McHugh, P. A., ... Bennett, S. N. (2017). Riparian vegetation as an indicator of riparian condition: Detecting departures from historic condition across the North American West. *Journal of Environmental Management*, 202, 447–460. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.054>
- Massenet, J.-Y. (2013). *Les forêts riveraines et leurs milieux associés en France : fonctions , habitats , dynamique*.
- McWilliams, W. H., & Rosson Jr., J. F. (1990). Composition and vulnerability of bottomland hardwood forests of the coastal plain province in the south central United States. *Forest Ecology and Management*, 33–34, 485–501. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(90\)90211-S](https://doi.org/10.1016/0378-1127(90)90211-S)
- Miiller, N. (1996). Effects of natural and human disturbances on floodplain vegetation.
- Moradkhani, H., Baird, R. G., & Wherry, S. A. (2010). Assessment of climate change impact on floodplain and hydrologic ecotones. *Journal of Hydrology*, 395(3–4), 264–278. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.10.038>
- Mosner, E., Weber, A., Carambia, M., Nilson, E., Schmitz, U., Zelle, B., ... Horschler, P. (2015). Climate change and floodplain vegetation-future prospects for riparian habitat availability along the Rhine River. *Ecological Engineering*, 82, 493–511. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.013>
- Müller, N. (1995). River dynamics and floodplain vegetation and their alterations due to human impact. *Archiv Fuer Hydrobiologie Supplementband*, 101(3–4), 477–512.
- Naiman, J., Quinn, P., Tockner, K., Bunn, S. E., Gordon, C., Naiman, R. J., ... Stanford, J. A. (2008). Flood plains : Critically threatened ecosystems. In *Aquatic ecosystems: trends and global prospects* (pp. 45–61).
- Naiman, R. J. (1992). Integrated Watershed Management. In *Conference of Watershed Resources: Balancing Environmental, Social, Political and Economic Factors in Large Basins*.
- Nilsson, C., Reidy, C. A., Dynesius, M., & Revenga, C. (2005). Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science*, 308(5720), 405–408. <https://doi.org/10.1126/science.1107887>
- Noble, M. G. (1979). The origin of *Populus deltoides* and *Salix interior* zones on Point Bars along the Minnesota River. *The American Midland Naturalist*, 102(1), 59–67.
- Pautou, G., Girel, J., Peiry, J. L., Hughes, F., Richards, K., Foussadier, R., ... Barsoum, N. (1996). Les changements de végétation dans les hydrosystèmes fluviaux. L'exemple du Haut-Rhône et de l'Isère dans le Grésivaudan / Changes in vegetation in fluvial hydrosystems using as examples the high Rhône and the Isère in the Grésivaudan. *Rev. Ecol. Alp*, 3, 41–66.
- Pautou, G., & Gruffaz, R. (1993). Les conséquences de la déprise agricole sur la dynamique de la végétation alluviale: l'exemple de la réserve naturelle de Lavours (Ain). *Rev. Ecol. Alp.*, 1993(II), 25–41.
- Pickett STA, Collins SL, A. J. (1987). A Hierarchical Consideration of Causes and Mechanisms of Succession. *Vegetatio*, 69(3), 109–114. <https://doi.org/10.0000/026654397364627>
- Piégay, H., Pautou, G., & Ruffinoni, C. (2003). *Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion*. Retrieved from <http://www.amazon.fr/Les-forêts-riveraines-cours->

- Pompe, S., Hanspach, J., Badeck, F. W., Klotz, S., Bruelheide, H., & Kühn, I. (2010). Investigating habitat-specific plant species pools under climate change. *Basic and Applied Ecology*, 11(7), 603–611. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.08.007>
- Rapport, D. J., Costanza, R., & McMichael, A. J. (1998). Assessing ecosystem health. *Trends in Ecology and Evolution*, 13(10), 397–402. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01449-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01449-9)
- Reich, M. (1994). L'impact de l'incision des rivières bavaoises sur les communautés terrestres de leur lit majeur / The impacts of river incision in the Bavarian Alps on the terrestrial communities of their floodplains. *Revue de Géographie de Lyon*, 69(1), 25–30.
- Renó, V. F., Novo, E. M. L. M., Suemitsu, C., Rennó, C. D., & Silva, T. S. F. (2011). Assessment of deforestation in the Lower Amazon floodplain using historical Landsat MSS / TM imagery. *Remote Sensing of Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.008>
- Resh, V. H., Brown, A. V., Covich, A. P., Gurtz, M. E., Hiram, W., Minshall, G. W., ... Minshall, G. W. (1988). The Role of Disturbance in Stream Ecology Wissmar Source : Journal of the North American Benthological Society , Vol . 7 , No . 4 , Community Structure and Function in Temperate and Tropical Streams : Proceedings of a Symposium Published by : The Universi. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(4), 433–455.
- Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., West, J., & Mar, N. (2000). Naturalization and Invasion of Alien Plants : Concepts and Definitions Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions, 6(2), 93–107. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>
- Sabater, S., Butturini, A., Clement, J. C., Burt, T., Dowrick, D., Hefting, M., ... Sabater, F. (2003). Nitrogen removal by riparian buffers along a European climatic gradient: Patterns and factors of variation. *Ecosystems*, 6(1), 20–30. <https://doi.org/10.1007/s10021-002-0183-8>
- Schnitzler, A., Carbiener, R., & Trémolières, M. (1992). Ecological segregation between closely related species in the flooded forests of the upper Rhine plain. *New Phytologist*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1992.tb01115.x>
- Shafroth, P. B., Stromberg, J. C., & Patten, D. T. (2016). Woody riparian vegetation response to different alluvial water table, 60(1), 66–76.
- Sheikh, A., Merry, F. D., & McGrath, D. (2006). Water buffalo and cattle ranching in the Lower Amazon Basin Comparisons and conflicts. *Agricultural Systems*, 87(3), 313–330.
- Siebel, H. N., & Bouwma, I. M. (1998). The Occurrence of Herbs and Woody Juveniles in a Hardwood Floodplain Forest in Relation to Flooding and Light. *Journal of Vegetation Science*, 9(Koop 1989), 623–630. <https://doi.org/10.2307/3237280>
- Smith, N. J. (1999). Anthrosols and Human Carrying Capacity in Amazonia. *Annals of the Association of American Geographers*, 70(4), 553–566.
- Stanturf, J. A., Schweitzer, C. J., & Gardiner, E. S. (1998). Afforestation of marginal agricultural land in the lower Mississippi River Alluvial Valley, U.S.A. *Silva Fennica*, 32(3), 281–297.
- Sternberg, H. O. (1987). Aggravation of Floods in the Amazon River as a Consequence of Deforestation? *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 69(1), 201–219. <https://doi.org/10.1080/04353676.1987.11880208>
- Tabacchi, E., & Planty-Tabacchi, A.-M. (2000). Riparian plant community composition and the surrounding landscape: Fonctionnal significance of incomers. In *American Water Resources Association's 2000 Summer Conference* (pp. 11–16).
- Talling, J. F., & Lemoalle, J. (1999). *Ecological Dynamics of Tropical Inland Waters*. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2000.00663.x>
- Tockner, K., & Stanford, J. A. (2002). Riverine flood plains: Present state and future trends. *Environmental Conservation*, 29(3), 308–330. <https://doi.org/10.1017/S037689290200022X>
- Van Andel, J., Bakker, J. P., & Grootjans, A. P. (1993). Mechanisms of vegetation succession : of concepts and perspectives. *Acta Botanica Neerlandica*, 42(December), 413–433.
- Van den Brink, F. W. B., Van der Velde, G., Buijse, A. D., & Klink, A. G. (1996). Biodiversity in the Lower Rhine and Meuse river-floodplains: Its significance for ecological river management.

- Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 30(2–3), 129–149.
<https://doi.org/10.1007/BF02272234>
- Van Splunder, I., Coops, H., Voesenek, L. A. C. J., & Blom, C. W. P. M. (1995). Establishment of alluvial forest species in floodplains: the role of dispersal timing, germination characteristics and water level fluctuations. *Acta Botanica Neerlandica*, 44(3), 269–278. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1995.tb00785.x>
- van Turnhout, C. A. M., Leuven, R. S. E. W., Hendriks, A. J., Kurstjens, G., van Strien, A., Foppen, R. P. B., & Siepel, H. (2012). Ecological strategies successfully predict the effects of river floodplain rehabilitation on breeding birds. *River Research and Applications*.
<https://doi.org/10.1002/rra.1455>
- Waechter, K. E., & Powell, R. L. (2015). Classification of Detailed Floodplain Vegetation Land Cover By Combining Sub-Pixel and Object-Based Image Analysis in the Lower Amazonian Floodplain, (September). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1943.6004>
- Ward, J. V., & Stanford, J. A. (1995). Ecological connectivity in Alluvial River Ecosystems and its Distribution by Flow Regulation. *Regulated Rivers: Research & Managments*, II(1), 105–119.
- Whittaker, R. H. I. (1953). A Consideration of Climax Theory : The Climax as a Population and Pattern. *Ecological Monographs* 23, 23(1), 41–78.
- Williams, G. P., & Wolman, M. G. (1984). Downstream effects of dams on alluvial rivers. *U.S. Geol. Surv., Prof. Pap.; (United States); Journal Volume: 1286*.
<https://doi.org/10.1126/science.277.5322.9j>
- Xu, G., Zhang, H., Chen, B., Zhang, H., Innes, J. L., Wang, G., ... Myneni, R. B. (2014). Changes in vegetation growth dynamics and relations with climate over China's landmass from 1982 to 2011. *Remote Sensing*, 6(4), 3263–3283. <https://doi.org/10.3390/rs6043263>
- Zavaleta, E. (2000). Valuing Ecosystem Services Lost to Tamarix Invasion in the United States. In *Invasive Species in a Changing World* (pp. 261–265).
- Zedler, J. B., & Kercher, S. (2004). Causes and consequences of invasive plants in wetlands: Opportunities, opportunists, and outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23(5), 431–452.
<https://doi.org/10.1080/07352680490514673>

CITERES UMR 7324
*Cités, Territoires,
Environnement et
Sociétés*

Equipe DATE

*Dynamiques et Actions Territoriales et
Environnementales*



35 allée Ferdinand de Lesseps
BP 30553
37205 TOURS cedex 3

Directeur de recherche :
Greulich Sabine

Sourisseau Eliot
Projet de Fin d'Etudes
DA5
2017-2018

Titre : Les changements de végétation dans les hydrosystèmes du monde au cours du 20^{ème} siècle : facteurs influençant la dynamique végétale

Résumé :

La végétation des plaines alluviales est une végétation riche. Les perturbations hydrologiques liées au cours d'eau lui apportent de fortes contraintes et seules des espèces spécifiques et adaptées peuvent se développer dans de tels milieux. Cependant, l'homme, comme sur la majorité des écosystèmes mondiaux, amène par ses activités de nombreux facteurs qui eux-mêmes impliquent des pressions sur la végétation. Ainsi, le changement climatique, l'aménagement d'ouvrages sur les cours d'eau, les changements d'occupation des sols, les espèces invasives ou encore les pollutions ont tous des impacts importants sur la végétation. Ils modifient les conditions des milieux et cela a pour conséquence de déstabiliser l'implantation des espèces végétales des plaines alluviales. Ces dernières, soit ne retrouvent plus les conditions naturelles favorables, soit se voient entrer en concurrence avec de nouvelles espèces qui à l'inverse trouvent en ces milieux de nouvelles niches écologiques exploitables. L'homme entraîne donc, par ses actions et par son utilisation des territoires, des dynamiques pour les groupements végétaux alluviaux.

Mots Clés : Plaine alluviale, végétation alluviale, dynamique de la végétation, facteurs anthropiques, changement climatique, ouvrages, occupation des sols, espèces invasives, pollutions