

Projet de Fin d'Etudes

Urbanisme écologique & Prévention des inondations

***L'utilisation de la nature comme
régulateur de crues : élaboration d'une
typologie et réglementation***

Semestres 9 et 10



PESSATO Laura

2017-2018

**Directeur de recherche
GRALEPOIS Mathilde**

Urbanisme écologique & Prévention des inondations

L'utilisation de la nature comme régulateur de crues : élaboration d'une typologie et règlementation

Semestres 9 et 10

**Directeur de recherche
GRALEPOIS Mathilde**

PESSATO Laura

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 de cette recherche a signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

FORMATION PAR LA RECHERCHE

PROJET DE FIN D'ETUDES EN GENIE DE L'AMENAGEMENT 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 Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 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 tiens à remercier tout d'abord Madame Mathilde Gralepois, maître de conférences « énergies, climat & risques dans les projets urbains » au sein de l'université de Tours et chercheuse à l'UMR CITERES (Centre Interdisciplinaire Cités, TERRitoires, Environnement et Sociétés). En tant que tutrice, elle m'a guidée dans mon étude afin d'adopter une démarche de recherche. Merci à Monsieur Stéphane Rodrigues, chercheur en sédimentologie également rattaché à l'UMR CITERES et professeur à l'université de Tours, d'avoir soumis ce sujet en partenariat avec l'université de Bonn.

Je remercie dans un second temps Madame Francesca Di Pietro, maître de conférences à la Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire ainsi que Madame Clémence Chaudron. Toutes deux étant rattachées à l'UMR CITERES, elles m'ont orientée sur divers documents dont je n'avais pas pris conscience avant nos réunions.

Enfin, merci à Monsieur Lofti Mehdi, chercheur au sein de l'UMR LIVE à Strasbourg, à Madame Nathalie Blanc, chercheur, directrice de recherche au CNRS et directrice du laboratoire LADYSS, ainsi qu'à Monsieur Bassem Mouad, architecte-doctorant en urbanisme et aménagement de l'espace, de m'avoir transmis plusieurs de leurs articles et de m'avoir conseillée dans mes recherches.

SOMMAIRE

PARTIE 1

Introduction.....	2
Des enjeux multiples en aménagement et environnement.....	2
Définition des termes du sujet	3
Objectifs et organisation de l'étude	4
I. Etat de l'art	5
A. L'efficacité des zones naturelles quant à l'écrêtement des crues	5
B. L'action publique en matière de prévention des inondations	7
C. Les leviers et limites de l'urbanisme écologique.....	10
D. L'intérêt de l'analyse des politiques publiques.....	12
II. Méthodologie.....	14
A. L'utilisation de données variées.....	14
B. Le cadre d'analyse	14
III. Présentation du cas d'étude	16
A. Le parallèle entre deux villes jouxtant le Rhin	16
B. Le cas des politiques publiques allemandes	18
Conclusion	19
Une problématique actuelle.....	19
Des politiques publiques diverses en matière d'urbanisme écologique et de gestion des inondations.....	19
La comparaison franco-allemande	19

PARTIE 2

Introduction.....	23
I. Elaboration de la typologie	24
A. Une typologie à deux entrées	24
B. Des aménagements qui permettent de limiter les effets des crues	27
II. L'urbanisme écologique en France et en Allemagne.....	30
A. Une réglementation européenne commune	30
B. Le cas de la France.....	32
C. Le cas de l'Allemagne	35
D. Les exemples de Strasbourg et de Bonn	36
III. Analyse	38
A. Bilan.....	38
B. Intérêts et limites de l'étude	39
Conclusion	40
Table des matières	41
Bibliographie.....	45

PARTIE 1

(Semestre 9)



Synthèse bibliographique & Définition de la méthodologie

INTRODUCTION

Des enjeux multiples en aménagement et environnement

Selon le ministère de la transition écologique et solidaire, ce sont 17,1 millions de résidents permanents exposés en 2017 aux diverses conséquences des inondations par débordement de cours d'eau. En effet, l'aléa inondation affectait près de 4% du territoire national en 2012 d'après l'IFEN (Institut Français de l'Environnement). Ce risque est en perpétuelle évolution, de par des causes naturelles mais également anthropiques.

Le Conseil d'Analyse Economique évoquait en 2012 plusieurs conséquences envisageables du fait des changements climatiques actuels. La fonte accrue des glaciers devrait mécaniquement accroître le débit des cours d'eau et donc la fréquence et la gravité des inondations (Renard et al, 2006). Il va être possible d'observer une méditerranéisation des rivières européennes, à savoir plus de sécheresses en été, mais également davantage d'inondations fortes et intenses.

Les facteurs anthropiques constituent des facteurs aggravants en ce qui concerne le risque inondation (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2004) ; plusieurs éléments peuvent être mis en cause. Tout d'abord, le développement de logements, d'activités ou de réseaux dans des zones inondables est une pratique courante, malgré l'aspect irrationnel du choix de s'implanter dans un territoire à risque. En effet, les villes se sont historiquement étendues le long des cours d'eau et il est difficilement envisageable de déplacer l'ensemble des personnes et des biens exposés à l'aléa inondation. Néanmoins, ce phénomène s'est aggravé au cours du temps ; à titre d'exemple, de 1999 à 2006, plus de 200 000 logements supplémentaires ont été implantés dans des zones inondables (Ministère du Développement Durable, 2012).



Figure 1 : Des villes au plus près des cours d'eau : l'exemple d'Amiens
(Source : <https://www.petitfute.com>)

Puis, il est possible de constater une disjonction entre les écosystèmes et l'aménagement des cours d'eau. L'ensemble des réseaux d'évacuation et systèmes d'irrigation modifient les écoulements naturels, de même que les processus de déboisement des bassins versants, de tassement des sols par les engins agricoles ou l'artificialisation des sols (Le Quentrec et al., 2009). Les champs d'expansion de crues sont réduits par l'urbanisation ou l'édification de digues, et de nombreux cours d'eau sont aménagés sans envisager les conséquences à long terme ; de ce fait, les crues les plus violentes sont encore plus difficiles à maîtriser (Conseil d'Analyse Economique, 2012). Par ailleurs, les divers ouvrages de protection (digues, déversoirs) ont montré leurs défaillances au court du temps.

Au cours du temps, diverses études ont montré que certaines formes de nature en ville sont associées à des enjeux multiples. Les intérêts sont d'abord sociétaux ; ils se reflètent à travers un désir certain des habitants à pouvoir se promener dans des espaces verts. Ils sont également environnementaux, en réduisant les îlots de chaleur au cœur des agglomérations comme cela sera détaillé par la suite. A cela s'ajoute une certaine volonté politique, poussée par les intérêts sociétaux, à développer la présence d'espaces naturels au sein des villes. De ce fait, comme évoqué dans les paragraphes précédents, se posent à l'heure actuelle de nombreuses questions à propos des inondations (augmentation de la fréquence et de l'intensité des crues dans un contexte de changement climatique, mauvaise organisation de l'urbanisation, limites des mesures de prévention et de protection), mais aussi sur les divers enjeux liés à la présence de la nature en ville, tant sociétaux qu'environnementaux. Ainsi, il existe un réel intérêt à joindre ces deux thématiques, à savoir utiliser la nature dans la perspective de limiter les effets des inondations.

Définition des termes du sujet

Il est tout d'abord nécessaire de définir la notion de *service écosystémique* puisqu'elle renvoie au sujet même de cette étude. Les services écosystémiques correspondent à l'ensemble des bénéfices que les humaines retirent des écosystèmes (Evaluation des Ecosystèmes pour le millénaire, 2002). Ils se distinguent des « fonctions écologiques » qui sont les processus naturels de fonctionnement des écosystèmes. Ainsi, les services constituent les résultats de ces fonctions. Cette notion de « service » est particulièrement essentielle en matière de prévention des crues par l'utilisation de la nature ; cette démarche utilitariste (anthropocentrée) vise à définir « l'ensemble des biens et services produits par les écosystèmes qui ont un impact positif sur le bien être humain » (CRÉDOC, 2009).

En effet, comme cela sera détaillé par la suite, l'un des services rendus par la nature à l'Homme est la régulation des flux d'eau, dans le but de prévenir les phénomènes d'inondation par exemple. Le Conseil d'Analyse Economique définit l'*inondation* comme la « submersion d'une zone, lente ou rapide, alors qu'elle est normalement hors des eaux » (2012) ; ce phénomène correspond au croisement entre aléa, enjeux et vulnérabilité. L'aléa est un phénomène naturel relativement imprévisible s'exerçant sur un territoire et caractérisé par une intensité, une récurrence, une étendue et une durée. Les enjeux constituent tout ce qui se trouverait affecté par les dommages et qui présente de la valeur sociale (personnes, biens, activités) alors que la vulnérabilité est le degré auquel les enjeux sont susceptibles d'être endommagés par la réalisation de l'aléa. Plusieurs types d'inondations peuvent être considérés (Allens et al. 2013):

- Les inondations de surface, à savoir lorsqu'un cours d'eau déborde de son lit mineur (comprennent les inondations de plaine et les crues torrentielles) ;
- Les inondations par remontée de nappe ;
- Les inondations liées à la saturation des réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales.

Ces notions de « service écosystémique » et de « prévention des inondations » sont des thématiques plus ou moins traitées par les pouvoirs publics. Il apparaît nécessaire de préciser que les *politiques publiques* font référence à l'action des autorités publiques au sein de la société (Mény et Thoenig, 1989). Aussi, le programme d'une politique publique correspond à « l'ensemble des décisions prises par le système politico-administratif relatives aux procédures, à l'organisation, aux financements et aux instruments permettant d'orienter les décisions concrètes visant directement le comportement des groupes cibles » (Corinne Larrue, 2000). Selon elle, les décisions peuvent relever de documents à valeur juridique (lois, circulaires) ou de documents d'orientation générale.

Objectifs et organisation de l'étude

Les politiques publiques peuvent constituer des outils majeurs en ce qui concerne l'utilisation des services rendus par la nature pour limiter la vulnérabilité des territoires face aux crues. Ainsi, **comment les politiques d'aménagement publiques intègrent la nature en ville pour réduire les effets des inondations ?** Il s'agit de déterminer à quel point les politiques territoriales sont propices à la prise en compte des espaces verts urbains en tant que réels moyens d'amoindrir les dommages des inondations.

Le but de cette étude est d'analyser les politiques publiques en termes d'intégration de la nature dans l'aménagement des villes, dans la perspective de limiter les inondations. L'intérêt est de lier l'augmentation du risque inondation et la présence nécessaire de la nature en ville, et d'étudier comment ces thématiques sont intégrées dans l'aménagement des villes. Ainsi, seront évoquées des questions d'urbanisme écologique (ou écologie urbaine) et l'action des politiques territoriales sur ces thèmes.

Ce projet de fin d'études, réalisé à cheval sur deux semestres, sera l'occasion de se pencher sur ces problématiques en respectant une méthodologie de recherche. Le premier semestre s'articule autour des étapes suivantes : établissement du sujet initial de recherche, état de l'art, définition précise du sujet en ciblant sur un point manquant de la littérature, constitution d'une problématique, développement d'hypothèses se référant à cette problématique et choix de méthodologie quant à la collecte et au traitement des données. Le second semestre constitue la période d'application de la méthodologie et d'analyse des résultats, en ayant pour objectif final de répondre à la problématique initiale.

Ainsi, ce document est structuré en trois parties. Tout d'abord, l'étude de l'état de l'art sur l'utilité des zones naturelles quant à l'écrêtement des crues et sur les limites des politiques publiques permettra de mettre en évidence l'intérêt d'analyser l'intégration de la nature dans les politiques territoriales. Sera ensuite présentée la méthodologie utilisée pour collecter et traiter des données sur ces sujets. Enfin, le cas d'étude qui sera analysé au second semestre sera révélé et justifié dans une troisième partie.

I. ETAT DE L'ART

Cette première partie recense diverses études qui se sont intéressées aux services rendus par les écosystèmes, à l'évolution de l'action publique en ce qui concerne la prévention des inondations et aux limites du développement de l'urbanisme écologique. Ainsi, sera justifié l'intérêt de cette étude et seront présentées en dernière sous-partie les hypothèses soulevées par l'état de l'art.

A. L'efficacité des zones naturelles quant à l'écèlement des crues

L'Institut Français de l'Environnement a identifié plusieurs services rendus par les écosystèmes en s'appuyant sur l'Evaluation des Ecosystèmes pour le millénaire (Millenium Ecosystems Assessment, CRÉDOC, 2009), comme visible sur la figure 2 :

- Les services de support (préservation des habitats, des sols, de la biodiversité, etc.) ;
- Les services de régulation (régulation du volume des écoulements d'eau, de l'érosion, pollinisation, régulation du climat, cycles des nutriments, etc.) ;
- Les services de production ou d'approvisionnement désignant les biens consommés par l'être humain (nourriture, eau, combustibles, fibres, etc.) ;
- Les services culturels, à savoir les bénéfices immatériels que l'être humain tire de la nature (récréation, tourisme, éducation, attachements culturel et religieux, etc.)

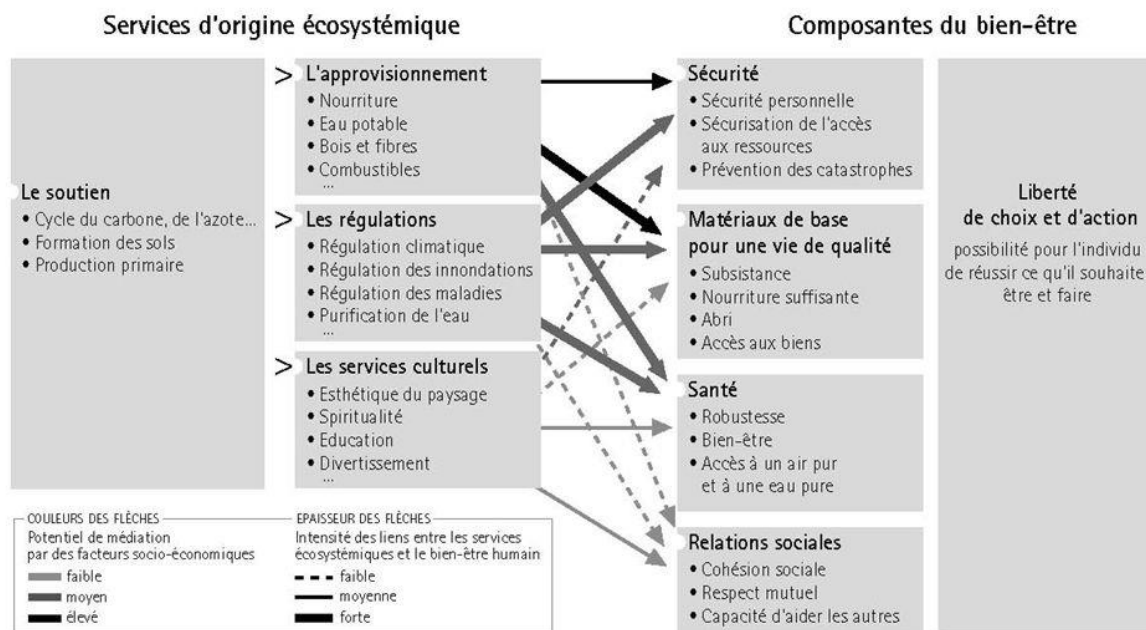


Figure 2 : Les divers types de services écosystémiques

(Source : Millenium Ecosystems Assessment, traduction par l'Association Française d'Agronomie)

En 1998, Raymond Burby évoque l'intérêt de « coopérer avec la nature » pour développer la résilience des territoires. En 2013, l'ONEMA préconise de s'inspirer des systèmes écologiques pour gérer les crues en évoquant plusieurs grands principes. Tout d'abord, il s'agit de diminuer le ruissellement et de ralentir au maximum les écoulements le plus en amont des bassins versants. Aussi, la conservation et le développement des zones d'expansion des crues (figure 3) à l'amont des zones vulnérables représentent de potentielles stratégies à mettre en œuvre. En effet, la nature a la capacité de réguler les effets de l'aléa inondation en ralentissant les écoulements, en stockant de l'eau, en diminuant le ruissellement et en favorisant l'infiltration. Ces services peuvent exister à travers plusieurs aménagements.

Les mares, bassins de retenue et ZTHA (Zones Tampons Humides Artificielles) constituent autant de classes de zones humides, elles-mêmes définies comme « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres » (Secrétariat de la convention de Ramsar, 1971) ou plus récemment comme des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (Loi sur l'eau, Légifrance, 1992).

Aussi, les écosystèmes plus linéaires tels que les ripisylves (formations végétales longeant les cours d'eau), haies et bocages (structures linéaires de végétaux ligneux, Baudry et Jouin, 2003), fossés et noues (aménagements peu profonds et plus larges qu'un fossé, figure 4) ne sont pas des espaces anodins en matière de prévention des inondations ; ils constituent des espaces qui peuvent s'étendre sur plusieurs dizaines de mètres et stocker de grandes quantités d'eau. En fonction de leur taux de végétalisation, ils peuvent ralentir les flux d'eau. Les espaces verts (pelouses et bois urbains), les friches et les jardins collectifs peuvent également être considérés comme des aménagements permettant de ralentir les écoulements et sont évoqués notamment dans le Plan Loire Grandeur Nature en tant qu'exemples multifonctionnels de territoires liant prévention des inondations et usages sociétaux. A titre d'image, la moitié des jardins collectifs est située en zone d'aléa inondation fort à l'échelle de l'agglomération tourangelle (Di Pietro et al., 2017). Enfin, les toitures végétalisées et récupérateurs d'eau de pluie, qui seront peu traités dans cette étude de par leur approche plus architecturale, constituent d'habiles innovations en ce qui concerne le stockage de l'eau au plus près de la source.



Figure 3 : Un exemple de plaine inondable, le parc de la Gloriette à Tours (Source : www.lanouvellerepublique.fr)



Figure 4 : Une noue à Merdrignac (Source : <http://blogs.lyceecfadumene.fr>)

Ainsi, l'ensemble de ces aménagements permettent de réguler les effets des crues. De manière générale, la littérature démontre l'utilité de la nature en ce qui concerne la réduction des crues par le phénomène de laminage. Ce processus consiste en un retardement et une diminution du volume des eaux à l'aval d'un bassin versant (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2004), comme visible sur la figure 5 ci-contre. A titre d'exemple, les noues peuvent réellement atténuer les pics des taux de ruissellement (Lucke et al., 2014). Il a également été montré que les zones humides pouvaient réduire les pics de débit de 42 % (Javaheri et Babbar-Sebens, 2014). Aussi, la présence de végétation en ville peut contribuer à limiter les impacts de l'urbanisation (Rodriguez, 2014).

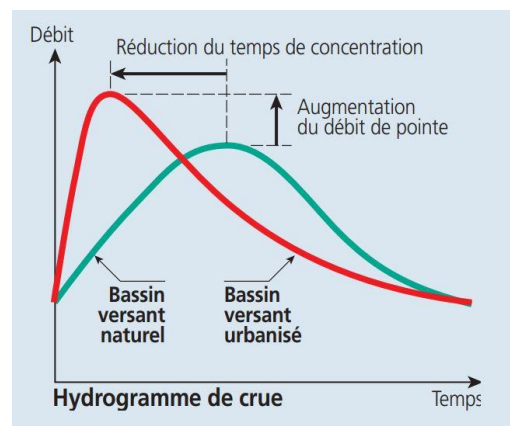


Figure 5 : La réduction du débit de pointe au sein de bassins versants "naturels" (Source : Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2004)

Malgré l'efficacité de ces dispositifs en termes de régulation des inondations, certaines limites peuvent être évoquées, à l'exemple de celles citées en tableau 1 (Scarwell et al., 2017). La majorité de ces aménagements nécessitent de grandes surfaces pour constituer des zones de stockage efficaces (zones humides, ripisylves, noues). Aussi, le stockage des écoulements peut entraîner des remontées de nappes, peu propices à la limitation des inondations. Enfin, des problématiques sanitaires peuvent s'ajouter à celles évoquées précédemment : nuisances visuelles et olfactives ou développement de moustiques par exemple.

Tableau 1 : Exemples d'avantages et d'inconvénients liés à la mise en place de fossés, de noues ou de bassins d'infiltration et de retenue (Source : Fiches outil de gestion du risque inondation, Scarwell et al, 2014)

Aménagement	Avantages	Inconvénients
Fossés et noues	<ul style="list-style-type: none"> - Plusieurs fonctions : rétention, régulation, écrêtement des débits et drainage des sols - Traitement paysager possible - Aménagements qui peuvent être réalisés par phases (en fonction du développement d'un quartier) - Entretien similaire à un espace vert 	<ul style="list-style-type: none"> - Nuisances possibles dues à la stagnation de l'eau - Espaces qui peuvent geler des surfaces foncières importantes
Bassins d'infiltration et de retenue	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement paysager possible 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque lié à la sécurité des riverains - Nuisances possibles dues à la stagnation de l'eau - Grande consommation d'espaces - Risque de pollution de la nappe

Jean-François Morel (sous la direction de Frédéric Bonnet) considérait en 2016 que l'innovation en matière de prévention des inondations était possible à trois échelles différentes. A l'échelle de la parcelle d'abord, il est possible de développer des techniques architecturales (pilotis) ou fonctionnelles (recherche d'indépendance en ce qui concerne les réseaux et la gestion de l'eau : récupérateurs d'eau de pluie). A l'échelle de la ville aussi, les acteurs concernés peuvent intervenir sur les réseaux. Entre les deux, l'échelle du quartier semble idéale pour proposer des bâtiments refuge, des couloirs d'écoulement trames vertes et bleues ou des programmes d'équilibre déblais-remblais. Dans cette étude, il est question de s'intéresser à l'échelle du quartier, en s'attachant aux aménagements intermédiaires entre les réseaux d'eau pluviale communaux (échelle de la ville) et les aménagements à l'échelle de la parcelle (toitures végétalisées).

B. L'action publique en matière de prévention des inondations

Le Conseil d'Analyse Economique a étudié en 2012 l'action publique en terme de risques majeurs et a distingué quatre rubriques d'intervention : les formes *ex ante* (évaluation et prévention), l'*intérim* (gestion de crise), les formes *ex post* (réparation des dommages) et les formes *combinées* (assurance et responsabilité). Il reprend en 2012 quelques éléments d'histoire juridique et institutionnelle dans le livre « Les risques majeurs et l'action publique » ; en 2015, Jégat s'intéresse également à l'historique de la mise en place de certaines lois. Il est ici question de se focaliser sur les formes *ex ante*, à savoir la prévention des inondations par l'aménagement du territoire.

1. Un perfectionnement des politiques territoriales au cours du temps

Après les crues du XIX^{ème} siècle engendrant d'importants dommages sur la Loire et le Rhône est créée la loi de 1858 sur les inondations. Elle est caractérisée par la prérogative d'interdire ou de modifier la présence de digues qui perturberaient l'écoulement des fleuves ou de leurs principaux affluents et par une cartographie associée. L'Etat est responsable des travaux, et finance une partie du projet en collaboration avec les départements, communes et propriétaires « dans la proportion de leur intérêt respectif ». La loi de 1982 constitue un premier avancement en ce qui concerne l'indemnisation des catastrophes naturelles (régime "Cat-Nat"), avant qu'elle ne soit perfectionnée en 1995 avec la loi Barnier. Cette dernière représente un avancement majeur dans la gestion des inondations avec l'instauration des Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles. Ces servitudes d'utilité publique ont remplacé d'autres documents qui avaient pour fonction de délimiter les zones à risque. Ils visent surtout à maîtriser l'urbanisme (interdiction de construire, possibilité de construire sous certaines conditions, expropriation, délaissement, mesures de protection simples) à travers un plan de zonage et un règlement décrivant les contraintes de construction. Ces documents sont soumis à enquête publique avant d'être approuvés par le préfet ; ils ont une portée juridique.

Puis, à partir des années 2000, les politiques territoriales prennent conscience des limites du « tout-protection » (figure 6). La circulaire du 01/10/02 relative au plan de prévention des inondations et à l'appel à projets demanda à ce que « la prévention s'organise globalement au niveau des bassins versants et qu'elle ne se limite pas à des "infrastructures lourdes de protection en aval", mais veille à régler le débit en haut du bassin, ce qui force à "recréer des zones d'expansion de crue" ». Elle mentionne les notions d'enjeux et de vulnérabilité, en demandant de « prendre en compte le fait qu'aucune stratégie de prévention et de protection n'est capable de supprimer le risque ». A cette période, le PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) semble être un outil réglementaire cohérent puisqu'il intervient à une échelle moindre que les grands bassins hydrographiques. Avec la loi dite Bachelot de 2003, un vendeur situé dans une zone couverte par un PPR a l'obligation d'en informer par écrit son acquéreur (information acquéreur locataire). Malgré une volonté politique de travailler sur des programmes *ex ante*, les ouvrages de protection existants doivent être entretenus ; la loi de 2006 sur les digues et les barrages a pour objectif de reprendre la sécurité des digues et barrages et de classer ces ouvrages.



Figure 6 : Des réponses nationales aux inondations

(Sources : <https://comite-vieuxpays-lefresnav.jimdo.com>, <http://www.prefectures-regions.gouv.fr>, <http://www.cpepesc.org>)

Au cours de ces 30 dernières années, le Conseil d'Analyse Economique a noté un changement dans l'esprit législatif et réglementaire. Il apparaît indéniable que la protection intégrale contre les risques majeurs n'est pas la solution ; l'action publique se décentre alors des formes initiales de la prévention (matérielles, dirigées exclusivement contre l'aléa) vers d'autres formes (sociales, impliquent les enjeux et la vulnérabilité). La Directive européenne Inondations de 2007 et la loi Grenelle 2 évoquent notamment que les PGRI (Plans de Gestion des Risques d'Inondation) doivent « englober tous les aspects de la gestion des risques d'inondation, en mettant l'accès sur la prévention, la protection et la préparation y compris la prévision des inondations et les systèmes d'alerte précoce ».

La loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique a créé une compétence ciblée et obligatoire relative à la gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI), et l'attribue aux communes et à leurs groupements (Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse). Avec cette compétence, les collectivités locales doivent en théorie être plus impliquées et doivent être appliquées des méthodes plus durables de régulation des crues (laisser plus d'espace au cours d'eau, ralentir les écoulements et gérer l'eau par bassin versant). Bien que cette compétence paraisse idéale en termes de conciliation entre gestion des inondations et préservation de la biodiversité, sa mise en œuvre, prévue pour le 1^{er} janvier 2018, laisse peu de recul pour l'analyser.

De ce fait, « après une conception de la gestion du risque inondation [...] bâtie sur l'idée d'une évacuation rapide des eaux vers l'aval par le remodelage du lit fluvial (endiguement, rectification du lit...), la gestion du risque inondation exige-t-elle désormais d'intégrer le linéaire fluvial dans son bassin versant et dans la manière de concevoir l'aménagement du territoire et le développement urbain et rural » (Scarwell et Laganier, 2004). Malgré la mise en place de nombreux outils à diverses échelles (figure 7), les mesures de gestion des inondations sont souvent « protectionnistes » et ne visent que peu l'intégration de dispositifs durables en milieu urbain.

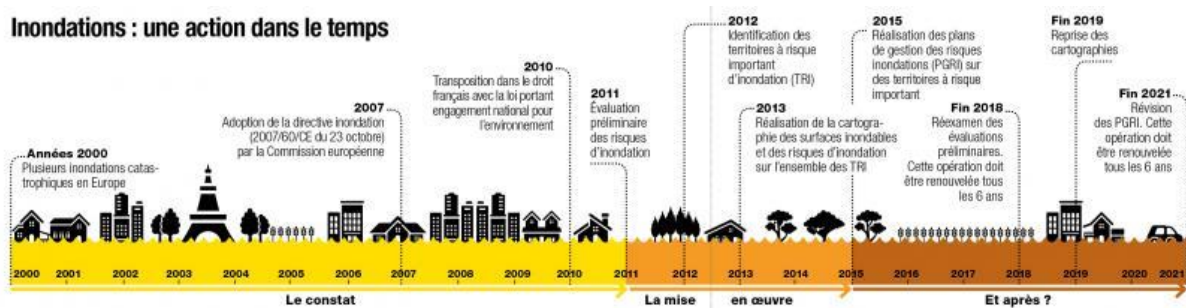


Figure 7 : Les outils de gestion des inondations selon le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer
(Source : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr>, 2016)

2. La prévention des inondations à travers l'aménagement du territoire

Ainsi, à l'heure actuelle, la prévention des inondations adopte une démarche plus globalisée, prenant en compte la vulnérabilité des territoires à grande échelle. Les politiques publiques peuvent être distinguées en deux catégories : celles en matière de gestion intégrée des eaux et celles en matière d'urbanisme.

Avec la loi du 3 janvier 1992 a été instaurée une planification de la ressource en eau sous la forme de Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et de Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) respectivement aux échelles des grands bassins hydrographiques et des bassins versants de plus petite taille. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) publiée en décembre 2000, vise à établir un cadre global en fixant des objectifs ambitieux en matière de qualité des eaux. Ces deux politiques, à travers une planification relativement locale et des objectifs qualitatifs, constituent des démarches de gestion intégrée, c'est-à-dire durable, sur les territoires.

En ce qui concerne les politiques territoriales en matière d'urbanisme, plusieurs documents peuvent être cités, en particulier aux échelles communales et intercommunales. Malgré l'existence de nombreuses chartes non contraignantes en matière de protection de la nature, certains documents de planification ont au contraire une réelle fonction à jouer. Il existe trois documents principaux qui fixent les orientations en matière d'aménagement du territoire : le SCoT, le PLU et les cartes communales. Les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), instaurés en 2000 par la loi relative à la solidarité et au renouvellement urbain (SRU), sont des documents d'urbanisme de planifications réalisés à l'échelle intercommunale pour définir les projets de territoire en termes d'habitat, de mobilité, d'aménagement

commercial, d'environnement et de paysage. Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) et les cartes communales visent à organiser l'urbanisation d'une commune ou d'un Etablissement Public de Coopération intercommunale. Par ailleurs, le Projet d'Intérêt Général (PIG) constitue un moyen juridique de faire prendre en considération des réalisations aux acteurs locaux désormais compétents en matière d'urbanisme (Scarwell et Laganier, 2004) ; l'article R.121-3 du Code de l'Environnement permet de qualifier de PIG une zone inondable.

Les Trames Verte et Bleue constituent également des outils d'intégration de la nature en milieu urbain (figure 8). Selon le Code de l'Environnement (article R371-19), elles comprennent les réservoirs de biodiversité (espaces dans lesquels les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie) et les corridors écologiques (connexions entre les réservoirs de biodiversité). L'Etat et le Comité national de la biodiversité ont rédigé en 2014 le document-cadre "Orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques". Ce document vise à présenter les choix stratégiques et constitue un guide méthodologique quant à la préservation et la remise en état des continuités écologiques (article L371-2 du Code de l'Environnement). Les Trames Verte et Bleue se traduisent au niveau régional au sein des Directives Territoriales d'Aménagement et de Développement Durables (DTADD) et au niveau local avec les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT) et les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) à travers une cohérence cartographique. Cette démarche, déclinaison nationale du réseau écologique paneuropéen, vise indirectement, en évitant une fragmentation des milieux naturels, à restaurer le bon fonctionnement de l'écosystème, ce qui pourra assurer par la suite la bonne fourniture des « services écosystémiques ».



Figure 8 : La Trame Verte et Bleue à Nantes
(Source : <http://www.gerbeaud.com>)

Ainsi, l'Union Européenne intervient en tant qu'initiateur de diverses procédures concernant la protection des inondations ou bien la protection de la biodiversité, en établissant des documents cadres appliqués dans chaque pays membre. Néanmoins, l'Etat constitue un acteur majeur à travers plusieurs outils de planification qu'il met à disposition des collectivités locales (les Schémas de Cohérence Territoriale, les Plans Locaux d'Urbanisme et les cartes communales, les Plans de Prévention des Risques) et en désignant les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale compétents et responsables en matière de prévention des inondations (compétence GEMAPI).

C. Les leviers et limites de l'urbanisme écologique

Certains organismes publics, tels que l'ONEMA (Agence Française pour la Biodiversité depuis le 1er janvier 2017) ou le Conseil d'Analyse Economique, ont caractérisé plusieurs obstacles à l'évolution de l'ingénierie écologique. Ici, il est question de recentrer ces problématiques sur les questions d'urbanisme écologique.

1. Une gouvernance complexe

Les problématiques liées à la gouvernance ne sont pas négligeables. La diversité des structures en charge de la thématique « gestion des inondations », les limites administratives mal adaptées aux enjeux hydrologiques et le manque de documents à vocation contraignante, sont autant de facteurs à intégrer dans l'analyse du développement de l'ingénierie écologique. A titre d'exemple, le fonctionnement interne d'une zone humide est structuré par le régime hydrologique des côtes de l'eau dans la zone, mais également dans son environnement immédiat ; or, pour un contrôle optimal des crues, il est nécessaire de traiter les écoulements entrants et sortants, ce qui constitue un enjeu majeur en termes de gestion lorsque plusieurs acteurs sont concernés.

Au vu de l'étude des textes existants, il n'existe pas de document ayant pour vocation spécifique d'intégrer la nature dans la prévention des crues. Par exemple, il a été vu précédemment que les Plans de Prévention des Risques existaient dans la loi depuis 1995. Néanmoins, ces documents n'ont pas vocation à intégrer la nature dans l'aménagement des villes ; Jean-François Morel, sous la direction de François Bonnet, écrivait en 2016 que « la question du développement des territoires n'est pas au cœur des préoccupations des Plans de Prévention des Risques ». En effet, leur principale fonction est de définir les risques auxquels sont exposées les zones urbaines et de les localiser à travers une cartographie permettant de visualiser les zones constructibles ou inconstructibles. Aussi, les PAPI (Programmes d'Actions de Prévention des Inondations) créés en 2003 ont certaines limites en ce qui concerne une approche règlementaire, puisque ces documents se concentrent sur les aspects financiers des programmes de prévention, malgré qu'il existe quelques passerelles règlementaires entre les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et les PAPI.

L'absence de documents ayant pour finalité la prévention des inondations par l'urbanisme écologique est à nuancer de par l'existence de certains documents... non-contraignants. Diverses chartes et conventions internationales évoquent en effet l'intérêt de sauvegarder les écosystèmes et incitent à la préservation de la biodiversité ; cependant, ils présentent peu de valeur juridique. Par exemple, la convention de Ramsar constitue un engagement de la part du pays signataire à protéger certaines zones humides ; malgré qu'il récompense les actions positives en termes de gestion durable, ce label n'a pas vocation à sanctionner les préjudices portés aux zones humides. Aussi, les corridors écologiques ne sont pas directement reconnus dans les textes contraignants ; la directive « habitats » fait référence à la notion de corridors (article 10) sans, toutefois, la reconnaître strictement ni la rendre obligatoire en utilisant le verbe « s'efforcer » (Bonnin, 2008).

En outre, même s'il existait des documents créés dans l'objectif d'utiliser la nature en ville pour limiter les effets des crues, et qu'ils étaient reconnus en tant que tels, il n'est pas certain que ceux-ci soient véritablement appliqués dans la pratique. A titre d'exemple, la mise en œuvre des Plans de Prévention des Risques est sujette à débat puisque de nombreux cas de non-respect de la cartographie règlementaire sont recensés au cours de ces dernières années. Magali Reghezza-Zitt, géographe, utilisait les termes suivants suite aux inondations de 2015 qui ont fait 20 morts dans les Alpes-Maritimes : « Mais, vingt ans plus tard, on continue à urbaniser des zones à risque, et, de plus, on urbanise de plain-pied la plupart du temps. Les PPR sont contournés en toute légalité, sont contestés et donc suspendus, comprennent des dérogations, sans compter les pressions énormes qui s'exercent sur les élus ».

2. La maîtrise du foncier et les financements

La maîtrise du foncier est un des enjeux principaux en ce qui concerne la mise en œuvre de techniques dites naturelles. Les cours d'eau et leurs zones riveraines étant pour la plupart non domaniaux, à savoir sur environ 90 % du linéaire des cours d'eau (ONEMA, 2013), il est nécessaire d'acquérir des terrains ou bien d'établir des contrats avec divers propriétaires. Cela est relativement complexe en termes de démarches administratives, mais aussi en matière de relations sociales.

A cela s'ajoutent des problématiques financières. Les difficultés d'autofinancement des collectivités ainsi que le fonctionnement des marchés publics entrent aussi en jeu lorsqu'il s'agit d'aménager des zones relativement naturelles. Ainsi, l'assistance à maîtrise d'ouvrage sur des projets environnementaux se révèle moins rémunérée malgré un besoin en études plus conséquent. Cependant, cette question est sujette à discussion avec l'arrivée de la compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations) qui va inéluctablement modifier la trésorerie des



Figure 9 : Les noues constituent des dispositifs ayant une importante emprise foncière (Source : <http://jack7.free.fr>)

collectivités en termes de gestion des crues. De manière générale, il est relativement complexe d'obtenir des financements de par un manque d'informations et de sensibilisation des divers acteurs en ce qui concerne la gestion des inondations. Par exemple, les riverains d'un cours d'eau en zone urbaine perçoivent une certaine incohérence entre le discours prononcé il y a une dizaine d'années (« nécessité de contenir la rivière ») et les propos actuels (choix de revenir à un état plus naturel, « retour à la liberté » du cours d'eau). Cette situation est similaire au ressenti des élus des collectivités locales quant aux discours de l'Etat en matière de prévention des crues.

3. Questions éthiques

Certains auteurs ont mis en évidence les questions éthiques se rapportant à la modification de la nature pour des finalités considérées comme anthropocentrées. Raphaël Larrère considère la restauration écologique comme une artificialisation de la nature (2014) et évoque Éric Katz qui écrivait en 2003 « la nature "restaurée" est un artifice créé pour convenir aux intérêts et aux satisfactions humaines ». En effet, malgré que le principe même de la définition de services écosystémiques implique la notion d'utilité à l'Homme, des auteurs envisagent la restauration de la nature comme une manipulation quelque peu égoïste. Or, outre les raisons qui poussent à restaurer la nature, il apparaît évident que l'essentiel soit de réaliser l'action ; autrement dit, qu'importe les arguments à la protection des écosystèmes, le plus important est de restaurer les milieux. Patrick Blandin écrivait justement en 1991 « la nature a toujours fait l'objet de transformations, mais généralement liées à des finalités d'exploitation de ressources satisfaisant des besoins nutritionnels et matériels. Aujourd'hui, l'on commence à concevoir la nature comme manipulable à des fins, pour dire vite, d'amélioration patrimoniale ».

4. L'importance du cadre de vie

Malgré l'ensemble des freins au développement de l'urbanisme écologique cités plus haut, certains auteurs mettent en avant l'importance des milieux naturels en territoire urbain, puisqu'ils fournissent des services culturels difficilement quantifiables mais existants. C'est le cas par exemple de Robert et Yengué (2016), Wantzen et al. (2016) et de Nathalie Blanc (2017). Le comité français de l'UICN évoquait en 2013 les valeurs éducatives et scientifiques fournies par la présence de la nature en ville (« les jardins botaniques urbains constituent des lieux de découverte des espèces floristiques ») et mettait en évidence son importance en termes de sensibilisation « lorsque les habitants sont coupés du contact avec la nature [...], ils n'en ressentent plus l'importance et perçoivent donc difficilement les enjeux de sa préservation. ». Peuvent également être évoquées les valeurs sociales, esthétiques, artistiques, patrimoniales et spirituelles fournies par les espaces naturels. Par conséquent, de par une haute valeur culturelle liée à la présence de la nature en ville, il existe un réel attrait à restaurer les milieux écologiques en milieu urbain.

D. L'intérêt de l'analyse des politiques publiques

Ainsi, la littérature se concentre sur l'utilité de la nature pour limiter les crues, et prouve par différentes expériences que les écosystèmes ont réellement un effet dans le laminage des crues. Les zones humides, plaines inondables, corridors écologiques mais aussi noues et fossés présentent au cours du temps une véritable efficacité en matière de stockage ou de régulation des écoulements. Néanmoins, un nombre plus relatif de textes s'intéresse à l'intégration de ces aménagements naturels dans les politiques territoriales, et cela constitue tout l'intérêt de ce projet de fin d'études.

L'état de l'art a montré divers freins et leviers au développement de l'urbanisme écologique par les politiques territoriales françaises. De ce fait, il pourrait être intéressant de comparer l'intégration de la nature avec un autre pays similaire à la France en termes climatiques et culturels, l'Allemagne.

En effet, il semble pertinent de confronter les actions territoriales en matière de prévention des inondations, et d'étudier comment ces politiques publiques sont appliquées dans les deux pays.

Alors que de nombreuses études traitant des services écosystémiques se sont concentrées sur l'efficacité des espaces naturels en matière de régulation des flux d'eau, la présente étude traitera de l'intégration des aménagements fournissant des services écosystémiques dans les politiques territoriales françaises et allemandes. Plusieurs hypothèses peuvent d'ores et déjà être évoquées.

A première vue, il semblerait que la France adopte une approche indirecte en matière de politiques territoriales liées à l'urbanisme écologique, en développant divers documents de planification tels que les Trames Verte et Bleue, qui n'ont pas spécifiquement vocation à réguler les inondations mais qui peuvent y contribuer. Sylvie Joubert écrivait « entre incitation et contrainte, telle est donc bien la position aujourd'hui des collectivités territoriales s'agissant de la planification du développement durable » (2015). Par ailleurs, il est possible de constater que les allemands mettent en œuvre une approche très locale (au niveau intercommunal) en matière de gestion des eaux ; il conviendra ainsi de s'assurer que la prévention des inondations se traite à la même échelle. Cela sera l'occasion d'exercer un regard critique sur la mise en œuvre de la compétence GEMAPI à partir du 1^{er} janvier 2018. En outre, nous pouvons supposer qu'au lieu de limiter l'inondation en utilisant les propriétés régulatrices des écosystèmes, les politiques publiques permettent l'aménagement de milieux naturels en ville et il s'avère que cela contribue à réduire les effets des crues. Enfin, nous présumons qu'il existe des lacunes dans la conciliation entre la gestion écologique (à savoir l'aspect protection de la biodiversité) et la prévention des inondations (c'est-à-dire la sécurité des personnes et des biens), malgré le développement de l'approche par les services écosystémiques (ASE, Wallis et al, 2011). L'application de la méthodologie détaillée dans la partie suivante permettra de confirmer ou de réfuter l'ensemble de ces hypothèses.

II. METHODOLOGIE

Il s'agit dans cette partie de détailler l'ensemble de la méthodologie qui sera utilisée dans la deuxième partie de l'étude (au second semestre) pour, d'une part, collecter des données, puis d'autre part, traiter l'ensemble des informations pour répondre à la problématique d'intégration de la nature en ville face aux inondations. Plusieurs sources vont être utilisées pour collecter des données en menant une approche de type qualitative.

A. L'utilisation de données variées

Dans un premier temps, il s'agira de lire de manière approfondie des documents officiels tels que la directive européenne 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, ou bien le décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation. Il sera également question d'analyser la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, mais aussi de s'intéresser à la loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique à propos de la création de la compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations). Un compte rendu critique de chaque document sera l'occasion de prendre du recul à propos des volontés politiques au cours du temps.

Par ailleurs, seront consultés et interprétés un certain nombre de données dites secondaires telles que des documents d'aménagement, de protection de la biodiversité, de mise en place de trames vertes et bleues, des règlements d'urbanisme, etc. Par exemple, il sera question de lire le document « Infrastructures et Continuités écologiques. Etude méthodologique et application test en Alsace » édité par Alsace Nature en 2008. En ce qui concerne l'étude de la thématique en Allemagne, il s'agira de lire des articles portant sur les relations entre politiques publiques et prévention des inondations dans ce pays, mais aussi de déchiffrer des documents plus spécifiques sur la thématique d'urbanisme écologique dans la ville de Bonn et dans le Land de Rhénanie-du-Nord-Westphalie.

Cette analyse documentaire sera complétée par la consultation de diverses personnes concernées par les thématiques de nature en ville et d'inondation, ou bien des acteurs dépendant de territoires tels que Bonn ou Strasbourg. Ces prises de contact permettront éventuellement de compléter l'état de l'art par divers documents qui ne sont pas publiquement disponibles, mais surtout de recueillir leur opinion en ce qui concerne les politiques territoriales françaises et allemandes.

Ainsi, plusieurs types de données vont être collectés avant d'être traités : des textes réglementaires, des politiques publiques et des analyses sur ces politiques territoriales (articles, prises de contact).

B. Le cadre d'analyse

Après avoir collecté et exercé un regard critique sur l'ensemble de ces données, il s'agira d'établir une typologie précise des types d'aménagements ayant pour fonction de limiter les effets des crues. En effet, bien que la nature assure plusieurs services écosystémiques (voir partie I), il s'agit dans cette étude de se concentrer sur les services de régulation, et en particulier sur l'effet tampon sur les inondations. Ainsi, les divers aménagements recensés pourront être classés en plusieurs catégories :

- Stockage d'eau
- Ralentissement des écoulements
- Infiltration

Il va s'agir d'identifier précisément les services rendus par chaque aménagement en matière d'inondation : zones humides, mares, bassins de retenue, zones tampons humides artificielles, ripisylves, noues, fossés, espaces verts (parcs avec une strate végétale herbacée et bois urbains), friches, jardins collectifs, toitures végétalisées. Par la suite, l'ensemble de ces aménagements seront classés dans un tableau récapitulatif à l'image du tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Ebauche de typologie des aménagements en fonction des services écosystémiques fournis

Services écosystémiques liés à la régulation des inondations	Stockage	Ralentissement des écoulements	Infiltration
Aménagements	Zones humides, mares, ...	Noues, ripisylves, ...	Noues, jardins collectifs, ...

Pour établir cette typologie, des documents tels que le guide « Natural flood Management Toolbox. Guidance for working with natural processes in flood management schemes » (CBEC et Environment Agency, 2017), le document « Les services écosystémiques urbains, vers une multifonctionnalité des espaces verts publics : revue de littérature » (Mehdi et al, 2017) ou bien le document « Fonctions et Valeurs des Zones Humides » (Fustec et Lefeuvre, 2002) seront utilisés ; en effet, il est possible de s'appuyer sur leur typologie car ils ont par exemple déjà distingué « réduction du ruissellement » et « stockage » dans leur classement des aménagements (voir figure 10). Des mots-clés tels que « Sustainable Drainage System » ou « Natural Flood Management » pourront être utilisés pour rechercher d'autres typologies de ce genre.

TYPE OF MEASURE	RUNOFF REDUCTION	FLOODPLAIN STORAGE	SEDIMENT MANAGEMENT
Land management			
Soil and agricultural practices (e.g. cropping, tillage, livestock density, field corner bunds)	✓		✓
Offline flow storage (e.g. structures to temporarily divert and store runoff)	✓	✓	✓
Drainage modification (e.g. mire/peat habitat restoration, upland grip blocking, cessation/ change to heather burning regimes)	✓		✓
Sediment traps			✓
Riparian afforestation (e.g. buffer zones along rivers)	✓		
Floodplain afforestation	✓	✓	
Catchment afforestation (e.g. targeted at flow pathways)	✓	✓	
River and floodplain restoration*			
Instream structures (e.g. large woody structures, flow deflectors)		✓	
Online flow storage (e.g. lakes, ponds and backwaters on the course of the river)	✓	✓	
Offline flow storage (e.g. wetland creation, scrapes)	✓	✓	✓
Morphological reconstruction (e.g. re-meandering, re-profiling channel corridor, berm installation, channel narrowing, multi-stage channels)		✓	✓
Floodplain reconnection (e.g. river bank and floodplain restoration, riparian fencing, removal of artificial bank material, setting back flood banks)		✓	✓

Figure 10 : Exemples de mesures visant à gérer les inondations de manière naturelle
(Source : Natural Flood Management Toolbox, CBEC et Environment Agency, 2017)

Cette typologie sera ensuite appliquée aux cas de Bonn et de Strasbourg. Elle servira de base à la comparaison entre les deux villes, et constituera un support pour identifier les politiques publiques (chaque aménagement pourra être utilisé comme mot-clé dans la recherche de documents territoriaux). Les acteurs associés à la mise en place de chaque aménagement pourront également être étudiés. Enfin, il sera question de dresser un bilan de cette comparaison, en analysant les points forts et les faiblesses des politiques publiques françaises et allemandes en matière d'urbanisme écologique pour réguler les crues.

III. PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

Cette troisième partie a pour objectif de présenter et de justifier les cas d'études qui seront analysés de manière plus détaillée au second semestre.

A. Le parallèle entre deux villes jouxtant le Rhin

Profitant d'un partenariat réalisé entre l'université François Rabelais de Tours et l'université rhénane Frédéric-Guillaume de Bonn, cette étude est l'occasion de s'intéresser les situations allemandes et françaises en matière de gestion écologique des inondations en confrontant la ville de Bonn et celle de Strasbourg située en région Grand-Est.

1. Un fleuve transfrontalier fortement modifié

Malgré qu'elles soient distantes d'environ 250 kilomètres, les villes de Bonn et de Strasbourg se situent toutes deux en bordure du Rhin. Ce cours d'eau de 1 200 kilomètres de long s'écoule dans un bassin versant de 198 000 km². Il prend sa source dans les Alpes, traverse six pays européens (l'Italie, l'Autriche, le Liechtenstein, la Suisse, la France, l'Allemagne, la Belgique, le Luxembourg et les Pays-Bas) avant de se déverser dans la mer du Nord.

Ce cours d'eau constitue l'un des fleuves les plus exploités au monde. Selon M. Reygrobellet, « dans la vallée supérieure du Rhin, les aménagements réalisés depuis 1850 ont fortement réduit la superficie de la plaine d'inondation et le fleuve coule deux fois plus vite qu'à l'origine [...] L'aggravation du risque d'inondation sur le Rhin est entre autres due à la perte de plus de 85 % des zones naturelles d'expansion des crues du Rhin suite aux aménagements, à la correction du Rhin et aux endiguements. » (figures 11 et 12). En effet, le Rhin et ses affluents ont été progressivement endigués au cours du temps pour satisfaire divers usages : navigation, exploitation hydroélectrique, protection contre les inondations, besoin de surfaces, etc. (CIPR, Commission Internationale pour la Protection du Rhin, non daté). Le Rhin supérieur avait notamment fait l'objet de travaux de rectification et d'aménagements très importants entre 1817 et 1876, qui ont permis de restreindre ses débordements et de le rendre navigable à partir de 1907 (Wikipédia).



Figure 11 : Le Rhin avant sa canalisation
(Source : Wikihydro)



Figure 12 : La traversée de Strasbourg par le Rhin
(Source : Université de Strasbourg)

Ainsi, bien qu'il fût auparavant considéré comme fleuve sauvage, il peut être considéré à l'heure actuelle comme un canal permettant uniquement la navigation fluviale et la production d'hydro-électricité. En effet, quelle est donc la place des écosystèmes naturels en bordure du fleuve ? Ils sont cernés derrière les digues depuis le XX^{ème} siècle...

Le programme Rhin 2020 cherche à allier restauration de l'écosystème et prévention des crues. Il vise notamment les objectifs suivants : « augmenter la rétention des eaux sur le Rhin et dans le bassin du Rhin en redynamisant les zones inondables », « augmenter la rétention des eaux dans le bassin du Rhin en restaurant des espaces naturels et en reboisant », « augmenter la rétention des eaux dans le bassin du Rhin en promouvant l'infiltration des eaux pluviales et en limitant le processus d'imperméabilisation des surfaces ». Ce programme, adopté en janvier 2001 par la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR ou ICPR en anglais) s'inscrit dans les objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau. Ainsi, il paraît pertinent de s'intéresser à l'application de ce programme en France et en Allemagne, en confrontant de potentielles actions menées à Bonn et à Strasbourg.

2. Une situation et des aménagements comparables

L'intérêt de comparer les villes de Bonn et Strasbourg est de pouvoir confronter deux agglomérations avec un nombre d'habitants équivalent. En effet, Bonn comptait 309 800 personnes au 31 décembre 2012 alors que Strasbourg en comptait 276 100 en 2014.

Aussi, les deux villes présentent une situation relativement équivalente en ce qui concerne leur localisation dans le bassin versant du Rhin, en termes longitudinaux et latéraux. En ce qui concerne la position latérale, sur les rives du Rhin, les deux villes sont situées à moins de cinq kilomètres du fleuve (à savoir environ quatre kilomètres du centre de Strasbourg jusqu'au cours d'eau et moins d'un kilomètre entre le centre de la ville de Bonn et le Rhin). En terme de situation longitudinale au fleuve, les villes peuvent être considérées comme comparables étant donné qu'elles ne sont situées ni dans le Rhin alpin, ni dans le delta du Rhin, lieux qui présentent de fortes spécificités territoriales. Néanmoins, cette comparaison aura des limites puisque, de par leur localisation, les villes de Bonn et de Strasbourg ne sont pas situées sur des portions similaires du fleuve.

La ville de Strasbourg est située sur le Rhin supérieur, c'est-à-dire dans la portion entre Bâle (Suisse) et Bingen am Rhein (Allemagne). D'après Wikipédia, 40 % du territoire est couvert par des forêts et des surfaces agricoles (blé, houblon, tabac et vigne) et s'alignent treize villes de plus de 100 000 habitants. Comme mentionné précédemment, le cours du Rhin Supérieur a été corrigé à partir de 1817 (endiguement, lit rendu rectiligne, approfondissement du lit), pour rendre le fleuve navigable jusqu'en Suisse à partir de 1907. Dans le cas de Bonn, la ville constitue la limite entre le Rhin moyen et le Rhin inférieur puisque le cours d'eau quitte les massifs montagneux (Wikhidro). Sur l'ensemble de ces sections situées à l'aval du bassin versant, il n'y a presque plus de connexions avec le lit majeur et les zones humides.

Les villes de Bonn et Strasbourg ont toutes deux fait face à des inondations majeures telles que la crue de la Saint-Jean de 1480 ou bien les crues liées au dégel des hivers 1784 et 1789 (Encyclopédie BS Editions, 2010). Depuis la mise en place des digues, plusieurs crues de type océanique eurent lieu sur le Rhin en 1925-1926, 1955, en 1983 ; or, l'ensemble des aménagements ont eu un effet accélérateur sur la vitesse des écoulements.

Par conséquent, les villes de Bonn et Strasbourg peuvent être comparées entre elles car elles ont un positionnement similaire au sein du bassin versant du Rhin, ont vécu des situations identiques de grosses inondations et présentent un nombre équivalent d'habitants sur leurs territoires.

Au sein des deux villes, il s'agira de comparer la présence ou l'absence de certains aménagements définis avec la typologie tels que les plaines inondables, les noues et fossés ou bien les corridors écologiques. Plus précisément, il pourra être pertinent de comparer les stratégies politiques liées à l'aménagement du Parc des 2 rives à Strasbourg (figure 13) et du Parc domanial de Bonn (figure 14), qui constituent deux parcs situés à proximité du Rhin. Il sera également question de chercher un document équivalent à la Trame Verte et Bleue de Strasbourg dans la ville de Bonn. Ainsi, l'intérêt de

cette comparaison est de travailler sur le même fleuve (qui soumet les villes qui lui sont riveraines à un aléa inondation équivalent) mais dans deux pays différents (présentant des politiques territoriales relativement divergentes).



Figure 13 : Parc des 2 rives à Strasbourg
(Source : <http://www.en.strasbourg.eu/>)



Figure 14 : Parc domanial de Bonn
(Source : <http://www.strasse-der-gartenkunst.de>)

B. Le cas des politiques publiques allemandes

A travers la comparaison entre Bonn et Strasbourg, l'objectif sera d'analyser les similitudes et les différences entre les politiques publiques françaises et allemandes. En effet, malgré que les politiques européennes soient identiques (la démarche IRBM à titre d'exemple – Integrated River Basin Management), leurs applications au sein des pays membres peuvent être significativement différentes.

A titre d'exemple, en ce qui concerne la distribution d'eau potable et l'assainissement, l'Allemagne fonctionne avec des « entreprises municipales de l'eau » (excepté à Berlin où la gestion des eaux potables et usées relève d'une entreprise privée) de taille réduite, permettant de s'adapter aux contextes locaux. Hans-Werner Krüger écrivait notamment en 2010 sur le site Partage des eaux : « En règle générale, les villages et les petits syndicats tendent à conserver la propriété de leurs entreprises de l'eau, garantissant l'indépendance municipale. Leurs services d'eau et d'égout bénéficient souvent de coûts de traitement relativement modestes, au regard notamment de ceux que l'on trouve dans certaines zones désavantagées comme le bassin médian et inférieur du Rhin ». Il évoque également l'indépendance politique des municipalités : « En Allemagne, les municipalités, qui bénéficient d'un degré élevé d'autonomie et d'indépendance politique et économique, ont pour la plupart organisé leurs services publics (électricité, gaz, eau et transports) sous la forme de Stadtwerke (services publics municipaux), l'équivalent public des grands groupes privés multiservices. » Cette autonomie des collectivités locales allemandes sera probablement intéressante à analyser et à confronter à la forte présence de l'Etat en France.

De ce fait, l'enjeu de cette étude sera de comparer les applications des directives européennes par les stratégies nationales françaises et allemandes. Il s'agira de déterminer si les politiques territoriales allemandes peuvent être prises en exemple, de par la forte sensibilité à l'environnement des habitants, ou à travers la mise en place de politiques publiques relativement locales, à l'exemple de celles établies pour la gestion de l'eau potable et pour l'assainissement.

CONCLUSION

Une problématique actuelle

Le risque inondation constitue un important enjeu d'actualité. En effet, il y aura toujours des villes en bordure des rivières, de par l'histoire des usages auxquels les cours d'eau sont associés (défense, transport, artisanat, etc.). De ce fait, il s'agit de savoir comment s'organiser par rapport à l'aléa, d'autant plus qu'il s'aggrave au cours du temps (l'augmentation de la fréquence et de la gravité des inondations constitue une conséquence indirecte des phénomènes de changement climatique), et que la vulnérabilité des biens et des personnes s'accroît à travers l'implantation de logements ou activités dans des zones inondables.

Aussi, le développement de zones naturelles en ville interroge de par la nécessité de toujours plus densifier les activités pour limiter l'étalement urbain. Néanmoins, ces zones « vertes » peuvent rendre de nombreux services (dits services écosystémiques) tels que des services d'approvisionnement (production de bois) ou de régulation (régulation des crues par le phénomène de laminage).

Des politiques publiques diverses en matière d'urbanisme écologique et de gestion des inondations

Les pouvoirs publics français agissent à divers niveaux en ce qui concerne la prévention des inondations et du développement de zones naturelles en milieu urbain. Tout d'abord, plusieurs documents visent à organiser le développement à proximité des territoires inondables (Directive Européenne Inondations, PAPI - *Programme d'Actions de Prévention des Inondations*, PGRI - *Plans de Gestion des Risques d'Inondation*, PPRI - *Plans de Prévention des Risques Inondations*).

Néanmoins, d'autres documents de planification tels que les SDAGE (*Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux*) et les SAGE (*Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux*), associés à la mise en place de la compétence GEMAPI (*Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations*) ont pour objectif d'évoluer vers une gestion intégrée du bassin versant.

Aussi, des documents d'urbanisme tels que les SCoT (*Schémas de Cohérence Territoriale*), les PLU (*Plans Locaux d'Urbanisme*), les cartes communales, ou les Trames Verte et Bleue peuvent constituer des outils efficaces pour parvenir à un aménagement durable des territoires.

En outre, l'état de l'art a mis en évidence un certain manque de cohérence entre l'ensemble de ces documents, et a exposé des lacunes en ce qui concerne la conciliation des politiques de prévention des inondations (visant à assurer la sécurité des personnes et des biens) et des politiques d'aménagement durable (favorisant la restauration des écosystèmes), bien que ces deux thématiques ne soient pas antinomiques. Hubert et al. écrivaient en 2010 « la politique de prévention des inondations par débordement de rivière se développe parallèlement à celle concernant le ruissellement pluvial, sans nécessairement converger, s'hybrider et fusionner en un tout cohérent ».

La comparaison franco-allemande

Comme présenté dans les parties « II. Méthode de collecte des données » et « III. Présentation du cas d'étude », l'enjeu du second semestre est de comparer les politiques territoriales et leurs applications dans les systèmes français et allemands. Cela permettra de mettre en évidence les stratégies qui semblent les plus adaptées pour favoriser l'intégration de la nature en ville, visant à

limiter les effets des crues. En s'intéressant à la ville de Bonn, le but est d'analyser les politiques publiques allemandes en termes d'intégration de la nature dans l'aménagement des villes, dans la perspective de limiter les inondations.

Sur les trois mois de recherche, le mois de janvier permettra de se consacrer à l'élaboration de la typologie des aménagements possibles en fonction des services écosystémiques qu'ils rendent. Le mois de février sera l'occasion de s'intéresser aux textes européens et nationaux (allemands et français) en ce qui concerne leurs politiques environnementales et leurs stratégies en matière de prévention des inondations et d'appliquer la typologie aux cas de Bonn et Strasbourg, en consultant des documents locaux mais aussi en sollicitant quelques acteurs concernés par la thématique « Nature en ville & Prévention des Inondations ». En mars, il sera question de traiter l'ensemble des données en établissant un bilan des politiques allemandes et françaises dans la prévention des inondations, mais aussi de rédiger l'ensemble de ces analyses.

Les recherches effectuées permettront d'aboutir à un rapport final organisé de cette manière ci-dessous. Les structures des deux dernières parties (organisation et nom des sous-parties) seront modifiées en fonction des résultats des recherches.

Introduction

I. Etat de l'art

- A. L'efficacité des zones naturelles quant à l'écroulement des crues
- B. L'action publique en matière de prévention des inondations
- C. Les leviers et limites de l'urbanisme écologique
- D. L'intérêt de l'analyse des politiques publiques

II. Méthodologie

- A. Les techniques de collecte des données
- B. Présentation et justification des cas d'étude

III. Les cas de Bonn et Strasbourg

- A. Une réglementation européenne commune
- B. Une approche indirecte en France
- C. Une gestion régionalisée en Allemagne

IV. Bilan

- A. Des stratégies nationales et locales diverses pour mettre en œuvre les directives européennes
- B. Intérêts et limites de la conciliation entre gestion de l'eau et prévention des inondations

Conclusion

La première partie s'assiera sur l'actuelle partie « I. Etat de l'art » de ce rapport. Cette section pourra être complétée si de quelconques lectures apportent des informations pertinentes en ce qui concerne les politiques territoriales en termes d'urbanisme écologique.

La méthodologie, qui constituera la deuxième partie, reprendra la justification du modèle d'étude ainsi que du choix des villes étudiées ; à savoir, les parties II et III du présent rapport. La méthode de collecte de donnée pourra être actualisée dans le cas où d'autres sources d'informations sont utilisées, ou bien si les personnes citées ne sont pas disposées à contribuer à cette étude.

La troisième partie traitera de la comparaison franco-allemande. Seront étudiées les politiques publiques quant à l'urbanisme écologique centré sur la prévention des inondations dans les villes de

Bonn et de Strasbourg. Ces études de cas seront l'occasion de présenter des documents européens, nationaux, régionaux et locaux abordant cette thématique.

Enfin, une dernière partie forgera un bilan de l'analyse des cas d'étude, en s'inspirant des atouts et des faiblesses de l'Allemagne. Cela permettra de comprendre les potentiels de l'action publique française mais également de mettre en exergue quelques éléments à améliorer en matière d'utilisation de la nature pour limiter les effets des inondations.

Ainsi, le rapport final décrira l'ensemble de la démarche exécutée au cours de l'année. Il détaillera l'état de l'art sur la thématique d'écologie urbaine, puis précisera la méthode utilisée pour analyser les politiques territoriales sur cette problématique. Enfin, la comparaison franco-allemande permettra de détailler les intérêts et les limites de l'action publique française en termes de prévention des inondations.

PARTIE 2

(Semestre 10)



Résultats & Analyse

INTRODUCTION

Cette étude s'étant déroulée à cheval sur deux semestres, il s'agit dans cette partie d'appliquer la méthodologie définie précédemment, de traiter les résultats et d'analyser les données récoltées. L'objectif de ce dossier est de déterminer comment les politiques d'aménagement publiques intègrent la nature en ville pour réduire les effets des inondations. Ainsi, il est question d'analyser la présence d'aménagements utiles en matière de gestion des inondations et de revenir en détail sur les textes de lois européens, allemands et français.

Pour cela, une typologie à deux entrées va être créée, et sera utilisée comme moyen de comparaison entre les deux villes. L'objectif est de mettre en exergue les différentes fonctions assurées par les zones humides et de noter l'éventuelle domination de certains services rendus par rapport à d'autres. Cinq types de services seront pris en compte ; chaque aménagement pouvant assurer une ou plusieurs fonctions considérées comme utiles en matière de prévention des inondations.

En outre, diverses réglementations européennes, françaises et allemandes seront étudiées pour observer une quelconque différence dans la gestion des inondations entre la France et l'Allemagne. Cela s'effectuera à travers une comparaison succincte des villes de Strasbourg et de Bonn, deux agglomérations situées à proximité du même fleuve mais présentant des réglementations diverses en ce qui concerne la prévention des crues.

Par conséquent, ce document est structuré en trois parties. D'une part, sera détaillée l'élaboration de la typologie, dans l'objectif de mettre en évidence les services rendus par les zones humides. Puis, la deuxième partie étudiera la présence (et l'importance) de l'urbanisme écologique dans les politiques publiques. Enfin, le bilan, les intérêts et les limites de cette étude seront décrits en dernière partie.

I. ELABORATION DE LA TYPOLOGIE

Dans cette première partie, il s'agit d'établir une typologie intégrant deux paramètres : les aménagements considérés comme « durables » et les types de services rendus par ces « structures vertes ». Ce tableau à deux entrées permettra de visualiser les fonctions rendues par chaque aménagement « vert ». En outre, cette typologie sera appliquée aux cas de Strasbourg et Bonn, en listant les types d'aménagements existants dans chaque ville et en analysant les catégories de services les plus présents.

Pour établir cette typologie, plusieurs documents tels que le guide « Natural flood Management Toolbox. Guidance for working with natural processes in flood management schemes » (CBEC et Environment Agency, 2017), le document « Les services écosystémiques urbains, vers une multifonctionnalité des espaces verts publics : revue de littérature » (Mehdi et al, 2017) ou bien le document « Fonctions et Valeurs des Zones Humides » (Fustec et Lefeuvre, 2002) ont été utilisés. Dans leurs études, ils y distinguent notamment « réduction du ruissellement » et « stockage » dans leur classement des aménagements. Des mots-clés tels que « Sustainable Drainage System » ou « Natural Flood Management » ont également été utilisés. Le document « Zones humides – Services écosystémiques : Maîtrise des crues » édité par la Convention sur les Zones humides - Ramsar (2015) a aussi été consulté.

A. Une typologie à deux entrées

1. Les aménagements étudiés

Plusieurs aménagements considérés comme « utiles » – dans le sens où ils fournissent au moins un service en matière de gestion des inondations – sont étudiés au sein de cette étude (figure 15). L'ensemble de ces éléments peuvent *a priori* être localisés en milieu urbain et semblent donc constituer de potentiels aménagements de limitation des effets des crues.

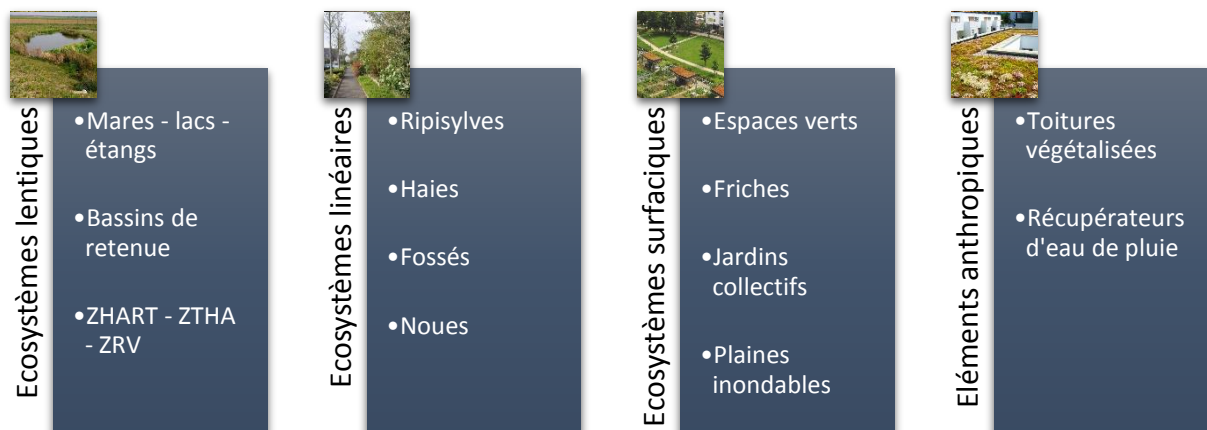


Figure 15 : Aménagements utiles en termes de gestion des inondations

Les mares, lacs et étangs sont des écosystèmes plus ou moins végétalisés constituant des étendues d'eaux stagnantes. Les bassins de retenue présentent une origine anthropique ; ce sont

souvent des bassins rectangulaires relativement profonds permettant de stocker un grand volume d'eau en cas de fortes précipitations. Ils ne sont pas végétalisés ou alors envahis de lentilles d'eau selon leur état d'eutrophisation. Enfin, les Zones Humides ARTificielles (ZHART), les Zones Tampon Humides Agricoles (ZTHA) et les Zones de Rejet Végétalisées constituent autant d'éléments anthropiques à des vocations essentiellement épuratoires (pollutions agricoles pour les ZTHA, eaux domestiques en ce qui concerne les ZRV, etc.), mais qui peuvent présenter certains intérêts en matière de stockage de l'eau.

En ce qui concerne les écosystèmes linéaires, sont étudiées les ripisylves - forêts riveraines des cours d'eau - ainsi que les haies – alignements de végétaux constituant majoritairement une strate arbustive. Aussi, les fossés, aménagements creusés dans le sol dans l'objectif de drainer les eaux pluviales, sont distingués des noues car ces dernières sont des éléments végétalisés.

Les espaces verts englobent l'ensemble des surfaces présentant au minimum une strate herbacée, à savoir les pelouses, les parcs et les bois urbains. En ville, ils constituent généralement des espaces publics, des lieux de promenade ou des sites à but éducatif. Les friches sont des espaces laissés à l'abandon à la suite de l'arrêt d'une activité agricole, industrielle ou de service (figure 16). Elles s'opposent aux jardins collectifs qui correspondent à des terres cultivées. Elles constituent des enjeux majeurs de par leur surface importante généralement en périphérie des villes. En outre, les plaines inondables constituent les zones planes d'expansion des cours d'eau, ce sont les zones inondées par les crues et délimitées par les côteaux. Ici sont considérées les zones qui ont vocation à être inondées, à l'exemple de la plaine de la Gloriette à Tours.



Figure 16 : Les friches présentent des enjeux importants en matière d'aménagement urbain, et donc de prévention des crues
(Source : <http://2.bp.blogspot.com>)

Enfin, deux exemples de structures anthropiques sont étudiés dans le but de pouvoir les comparer face aux précédents aménagements cités. Les toitures végétalisées (toit recouvert d'un substrat et de végétation) ont des éléments installés sur les toits des habitations ; elles permettent de réguler les débits hydriques. Les récupérateurs d'eau de pluie sont composés majoritairement d'une cuve ayant une fonction de stockage des eaux de précipitations.

De manière générale, ce sont ainsi des aménagements végétalisés et susceptibles d'accueillir des eaux pluviales qui sont considérés dans cette étude.

2. Les fonctions utiles en matière de gestion des inondations

La totalité des zones « vertes » détaillées dans la sous-partie précédente présente diverses fonctions biogéochimiques (régulation des nutriments, rétention des micropolluants, interception des matières en suspension, séquestration du carbone) ou biologiques (support de biodiversité, intérêt patrimonial, corridor écologique), mais ce sont surtout les services liés à l'hydrologie qui semblent pertinents à étudier dans une perspective « gestion des inondations » (ONEMA, 2016).

Tout d'abord, la fonction de stockage est primordiale en matière de crues. En effet, les zones humides agissent telles des éponges, en stockant de manière plus ou moins temporaire de grands volumes d'eau. La quantité d'eau stockée et la période de rétention vont dépendre de la position de

l'aménagement, de sa topographe et de sa superficie par rapport au bassin versant. En outre, l'eau sera ensuite restituée de manière régulée, ce qui permet de gommer les sursauts hydrauliques.

Trois autres fonctions des zones humides peuvent être considérées comme utiles en matière de gestion des inondations : l'infiltration, l'évaporation et l'évapo-transpiration de l'eau. L'infiltration correspond au mouvement de l'eau vers le sol, l'évaporation se réfère au passage à l'état gazeux des gouttes d'eau précipitées alors que l'évapo-transpiration s'applique au phénomène de transpiration des végétaux. Ces trois dernières fonctions correspondent de manière générale à une réduction du volume d'eaux pluviales global qui s'écoule vers les cours d'eau.

Enfin, une partie des aménagements cités plus haut permettent de limiter le ruissellement des eaux pluviales. Cela est avantageux en matière de prévention du risque inondation puisque cela engendre une diminution des volumes d'eau précipitée mais également un ralentissement de la vitesse des écoulements. Cette fonction relève majoritairement du couvert végétal, de sa densité et de sa nature (strate herbacée ou arborée) mais résulte en outre de l'importance des précipitations et de leur fréquence (Forum des Marais Atlantiques, 2015).

L'ensemble de ces fonctions vont dépendre de plusieurs paramètres externes (climat, fréquence des précipitations) et internes (taille, perméabilité des sols, végétalisation) ; autrement dit, les services rendus seront plus ou moins conséquents et utiles selon ces divers éléments. Par exemple, la végétation ralentit l'écoulement de l'eau sur le sol, ce qui favorise les phénomènes d'infiltration ; à cela s'ajoute le fait que le système racinaire des plantes améliore la perméabilité du sol (MedWet, 2017). Néanmoins, seuls quelques critères (internes) sont considérés pour évaluer les fonctions rendues par les divers aménagements. La notation de l'ensemble de ces services sera donc basée sur les facteurs suivants (figure 17). Par conséquent, ce seront principalement la taille de l'aménagement, la présence de végétation et les caractéristiques physiques du sol qui vont être prises en compte pour établir la typologie.

Permettre le stockage de volumes d'eau	• Volume d'eau stockable
Favoriser l'infiltration de l'eau	• Imperméabilisation du sol
Favoriser l'évaporation de l'eau	• Aire de la surface en eau
Favoriser l'évapo-transpiration	• Densité et qualité de la végétation • Surface en eau
Limiter le ruissellement	• Densité de la végétation • Rugosité du sol

Figure 17 : Facteurs influençant la qualité des services rendus par les aménagements

Ainsi, la typologie créée considère deux entrées. D'une part, divers aménagements rendant au moins un type de service utile en matière de prévention des crues constituent la première entrée (mares, lacs, bassins de retenue, zones humides artificielles, ripisylves, haies, fossés, noues, espaces verts, friches, jardins collectifs, plaines inondables, toitures végétalisées et récupérateurs d'eau de pluie). D'autre part, cinq services rendus par les zones naturelles sont considérés (stockage, infiltration, évaporation, évapo-transpiration et limitation du ruissellement des eaux). Il est désormais question d'évaluer chaque aménagement avec un système de notation.

B. Des aménagements qui permettent de limiter les effets des crues

Une fois le tableau à deux entrées créé, des liens peuvent être créés entre chaque aménagement et les services qu'il rend en termes d'inondation. Ainsi, dans cette partie, des correspondances vont être faites entre les deux entrées (voir tableau 3 ci-dessous) et seront justifiées dans les paragraphes suivants.

Trois niveaux de relations sont considérés dans cette typologie :

- « + » : Cette fonction est assurée de manière non significative par l'aménagement considéré ;
- « + + » : Cette fonction est assurée de manière assez conséquente par l'aménagement considéré ;
- « + + + » : Cette fonction est très fortement assurée par l'aménagement considéré.

Tableau 3 : Typologie des services rendus par catégorie d'aménagement

	Permettre le stockage de volumes d'eau	Favoriser l'infiltration de l'eau	Favoriser l'évaporation de l'eau	Favoriser l'évapo-transpiration de l'eau	Limitier le ruissellement des eaux pluviales
Mares / Lacs / Etangs	+++		++	++	
Bassins de retenue	+++		++		
ZHART / ZTHA / ZRV	++		+	++	
Ripisylves	+	+		+++	+++
Haies	+	+		++	+++
Fossés	+	+	+		
Noues	++	++	+	++	++
Espaces verts	+	++		++	++
Friches	+	+	+		
Jardins collectifs	+	++		++	
Plaines inondables	++	+++		+++	
Toitures végétalisées	+		+	+	
Récupérateurs d'eau de pluie	+				

Dans un premier temps, ce sont les aménagements correspondant à des écosystèmes lentiques qui ont été étudiés. De manière générale, ils ne favorisent pas l'infiltration et ne limitent pas spécifiquement le ruissellement. Les retenues d'eau naturelles et les bassins de retenue artificiels permettent un important stockage de l'eau et s'étendent sur de grandes surfaces, ce qui favorise l'évaporation de l'eau. Contrairement aux bassins de retenue, les mares, lacs ou étangs contribuent à des phénomènes d'évapo-transpiration de l'eau à travers la transpiration des plantes. Les zones humides artificielles permettent également de stocker de l'eau, mais à une échelle moindre de par leur dimensionnement et conception. En effet, une vanne manuelle ou automatique permet de dévier les écoulements si le débit entrant est trop important, pour assurer un temps de séjour constant et donc

une épuration optimale des eaux, étant donné que cela constitue la fonction principale des ZHART (Zones Humides Artificielles), ZTHA (Zones Tampons Humides Agricoles) ou ZRV (Zones de Rejets Végétalisées). Ces aménagements assurent des fonctions d'évaporation et d'évapo-transpiration.

En ce qui concerne les écosystèmes linéaires (ripisylves, haies, fossés et noues), ils permettent tous d'assurer un certain stockage et de favoriser l'infiltration de l'eau, malgré que les noues réalisent ces fonctions de manière légèrement plus conséquente de par leurs étendues et leurs faibles pentes. Les forêts alluviales et les ripisylves constituent les dispositifs les plus efficaces en matière de limitation du ruissellement de par leur forte rugosité et de par leur position privilégiée aux abords des cours d'eau (figure 18). A titre d'exemple, 5 % de la surface totale d'un bassin versant occupé par des zones humides peut réduire de 60% les pics de crue (Ammon & al, 1981). Elles favorisent également l'évapo-transpiration de l'eau de par l'importance de la strate arborée. Les haies assurent également ces deux fonctions, en présentant l'intérêt de pouvoir se positionner au plus près de la source, à savoir sur l'ensemble des territoires pour ralentir les écoulements aux abords des parcelles ou des terres agricoles. Les fossés et les noues contribuent à l'évaporation de l'eau, mais de manière non significative. En outre, les noues participent à la limitation du ruissellement et l'évapo-transpiration de l'eau de par leur végétalisation.



*Figure 18 : Les ripisylves assurent divers services en matière de gestion des inondations, mais sont difficilement implantables en milieu urbain
(Source : <http://journals.openedition.org>)*

Les écosystèmes s'étendant de manière surfacique assurent dans l'ensemble la totalité des fonctions, excepté celle de limitation du ruissellement, qui est plus ou moins présente dans le cas des espaces verts (en fonction de leur degré de végétalisation). De surcroît, les espaces verts permettent un stockage non-significatif d'eau, mais favorisent l'infiltration et l'évapo-transpiration de l'eau. Les friches vont assurer des fonctions de stockage, d'infiltration et d'évaporation de manière plus ou moins conséquente selon leur niveau d'artificialisation. Les jardins collectifs constituent des zones d'infiltration et d'évapo-transpiration de l'eau, de la même manière que les plaines inondables, mais de façon moins notable de par l'absence d'arbres. Les plaines inondables permettent également de stocker de l'eau de par leurs positions dans le bassin versant, c'est-à-dire au sein des zones de bas-fond, au même niveau que le cours d'eau.

Enfin, les récupérateurs d'eau de pluie et les toitures végétalisées assurent un léger stockage des eaux précipitées, mais les toitures végétalisées permettent d'assurer les services d'évaporation et d'évapotranspiration de par la présence de plantes. Aucune infiltration ni limitation du ruissellement n'est considérée de par la localisation de ces constructions, généralement hors-sol.

De ce fait, les types de services rendus divergent selon les aménagements implantés pour limiter les effets des crues sur un territoire. Les treize structures étudiées assurent un stockage minimum de l'eau ruisselée, mais à des degrés divers. L'infiltration de l'eau est majoritairement possible à travers les écosystèmes linéaires ou surfaciques végétalisés, alors que la limitation du ruissellement réside particulièrement sur la diversification de cordons végétaux au sein du territoire. L'évaporation de l'eau est assurée principalement par les zones de retenue d'eau, naturelles ou artificielles. Enfin, La fonction d'évapo-transpiration témoigne d'une forte végétalisation de l'aménagement.

II. L'URBANISME ECOLOGIQUE EN FRANCE ET EN ALLEMAGNE

L'intérêt de cette partie est de comparer les cas de la France et de l'Allemagne en matière de prévention du risque de crue et de mettre en exergue les éventuelles spécificités en matière de gestion « durable » des inondations dans ces deux pays. La typologie créée précédemment permettra de confronter la présence d'aménagements au sein des villes de Bonn et de Strasbourg et ainsi d'analyser leurs politiques publiques.

A. Une réglementation européenne commune

La France et l'Allemagne, états membres de l'Union Européenne depuis 1957, présentent l'intérêt de devoir se conformer à la même réglementation en matière d'inondation, du moins en ce qui concerne le cadre global des politiques à adopter.

Dans un premier temps, au cours de l'année 2000, la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau évoque indirectement la gestion des inondations. En effet, elle impose l'élaboration de plans de gestion pour chaque district afin d'y atteindre un bon état écologique et chimique, « ce qui contribuera à atténuer les effets des inondations », mais ne définit pas d'objectif précis en terme de gestion des crues. En outre, elle ne prend pas en compte l'évolution des risques sur une échelle temporelle, à l'exemple des évolutions liées aux changements climatiques.

La directive européenne 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation a permis de combler cette absence de réglementation. Elle applique la directive 2000/60/CE mais n'en découle pas directement. Elle résulte d'un contexte particulier caractérisé par de nombreuses inondations sur le territoire européen (figure 19) : de 1998 à 2002, l'Europe a subi plus de 100 inondations conséquentes (CEPRI, 2008). En outre, « ces inondations ont provoqué la mort de quelque 700 personnes, le déplacement d'environ un demi-million de personnes et au moins 25 milliards d'euros de pertes économiques couvertes par les assurances. » (Commission des Communautés européennes, 2006). Ainsi, au cours de l'année 2007, l'Union Européenne élabore un cadre commun pour évaluer et réduire les risques d'inondation sur son territoire, cadre qui comprend trois étapes majeures : une évaluation préliminaire des risques d'inondation, de la cartographie ainsi qu'un plan de gestion.



Figure 19 : En 2002, de fortes précipitations avaient provoqué des inondations le long du Danube et de l'Elbe
(Source : <http://www.cite-sciences.fr>)

Cette directive intègre plusieurs articles majeurs en termes de gestion du phénomène de crue. En effet, plusieurs articles permettent de définir l'inondation, d'établir un cadre en ce qui concerne l'évaluation des risques d'inondation ou de définir les critères permettant de sélectionner les zones à risque important d'inondation (TRI). Sont également décrits les paramètres devant apparaître sur les cartes des zones inondables (probabilité faible, moyenne ou forte avec pour chaque scénario : hauteur d'eau, étendue, vitesse du courant ou débit de crue) ou les cartes des risques d'inondation (nombre d'habitants potentiellement touchés, types d'activités économiques, etc.). Enfin, est détaillé le contenu des plans de gestion des risques d'inondation :

« Les plans de gestion des risques d'inondation tiennent compte d'aspects pertinents tels que les coûts et avantages, l'étendue des inondations, les axes d'évacuation des eaux, les zones ayant la capacité de retenir les crues, comme les plaines d'inondation naturelles, les objectifs environnementaux visés à l'article 4 de la directive 2000/60/CE, la gestion des sols et des eaux, l'aménagement du territoire, l'occupation des sols, la conservation de la nature, la navigation et les infrastructures portuaires. Les plans de gestion des risques d'inondation englobent tous les aspects de la gestion des risques d'inondation, en mettant l'accent sur la prévention, la protection et la préparation, y compris la prévision des inondations et les systèmes d'alerte précoce, et en tenant compte des caractéristiques du bassin hydrographique ou du sous bassin considéré. **Les plans de gestion des risques d'inondation peuvent également comprendre l'encouragement à des modes durables d'occupation des sols, l'amélioration de la rétention de l'eau, ainsi que l'inondation contrôlée de certaines zones en cas d'épisode de crue** »

Ainsi, les articles de cette directive n'évoquent pas spécifiquement l'obligation d'intégrer la nature dans la prévention du risque inondation, mais consentent à la nécessité de mettre en œuvre des modes durables d'occupation des sols. Outre ces articles, quelques considérations, citées dans la première partie de la directive, peuvent être évoquées.

« Les inondations sont des phénomènes naturels qui ne peuvent pas être évités. Toutefois, certaines activités humaines (telles que l'accroissement des implantations humaines et des biens économiques dans les plaines d'inondation ainsi que la réduction de la capacité de rétention naturelle de l'eau du fait de l'occupation des sols) et les changements climatiques contribuent à en augmenter la probabilité et les effets négatifs »

En 2007, la directive 2007/60/CE évoque pour une des premières fois dans un document majeur (l'idée avait déjà été énoncée dans un dossier des Nations Unies datant de 2000) le fait que les activités humaines ont perturbé le fonctionnement hydrologique original des bassins versants, et ainsi que les fonctions de rétention des eaux est assurée de façon moindre. Par conséquent, elle admet que les activités humaines accroissent le risque d'inondation. Les crues sont donc des phénomènes d'abord naturels, qui peuvent être aggravés par l'Homme et son influence sur le territoire (CEPRI : Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation, 2008).

« Lors de l'élaboration de politiques relatives à l'eau et à **l'occupation des sols**, les États membres et la Communauté devraient tenir compte des effets potentiels que ces politiques peuvent avoir sur les risques d'inondation et sur la gestion de ces risques »

[...]

« Les plans de gestion des risques d'inondation devraient mettre l'accent sur la prévention, la protection et la préparation. Afin de donner plus d'espace aux rivières, **ils devraient envisager, lorsque cela est possible, le maintien et/ou la restauration des plaines d'inondation**, ainsi que des mesures visant à prévenir et à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique. Les éléments des plans de gestion des risques d'inondation devraient faire l'objet, à intervalles réguliers, d'un réexamen et, si nécessaire, d'une mise à jour, en tenant compte des effets probables des changements climatiques sur la survenance des inondations. »

Cette directive, relativement innovante dans sa manière d'aborder l'incidence de l'Homme sur les fonctionnements hydrologiques naturels, introduit la nécessité de se préoccuper de l'occupation des sols, et de favoriser au minimum le maintien des plaines d'inondations. Elle a été transposée dans chaque Etat membre selon des dates spécifiques de publication (voir tableau 4). C'est désormais à la responsabilité de chaque Etat membre de déterminer la méthode de travail pour définir leurs objectifs de gestion du risque inondation et les outils à mettre en place.

Tableau 4 : Dates butoir et dates effectives de publication des actes législatifs de transposition de la directive 2007/60/CE

Etat membre	Date butoir	Date de publication – Acte législatif transposant la directive
Allemagne	25/11/2009	06/08/2009
France	25/11/2009	12/07/2010

Deux directives européennes évoquent la notion d'inondation, mais seule la directive 2007/60/CE a vocation à traiter la problématique de gestions des crues. Il est question d'étudier, dans les deux sous-parties suivantes, la transposition de cette directive en France et en Allemagne.

B. Le cas de la France

La directive citée précédemment a été transposée en droit français à partir du 12 juillet 2010, bien que la date butoir ait été définie au 25 novembre 2009. Cela se concrétise par deux documents (CEPRI, 2013) : la Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 et le Décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 (Légifrance). Aussi, la Loi n° 2017-1838 du 30 décembre 2017 relative à l'exercice des compétences des collectivités territoriales dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations (Loi GEMAPI) peut être évoquée car elle sera source de potentiels changements en matière de gestion durable des inondations (Légifrance).

1. Loi n° 2010-788 du 12/07/2010 portant engagement national pour l'environnement

La loi n°2010-788 ou loi « Grenelle 2 » correspond à la transposition de la directive 2007/60/CE au sein de l'article 221. Elle concrétise également les objectifs de la loi « Grenelle 1 » (loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement) par la mise en œuvre de 6 chantiers dont un sur la prévention des risques (figure 20). Elle définit que ce sont « l'Etat, les collectivités territoriales et leurs groupements, par leurs actions communes ou complémentaires, [qui] concourent à la gestion des risques d'inondation ».



Figure 20 : Le Grenelle de l'Environnement a intégré la problématique de prévention des risques (Source : <http://albaconseil.eu>)

Cette loi détaille l'ensemble des actions à réaliser pour être conforme au cadre défini par l'Union Européenne ; elles sont détaillées en figure 21 ci-dessous.

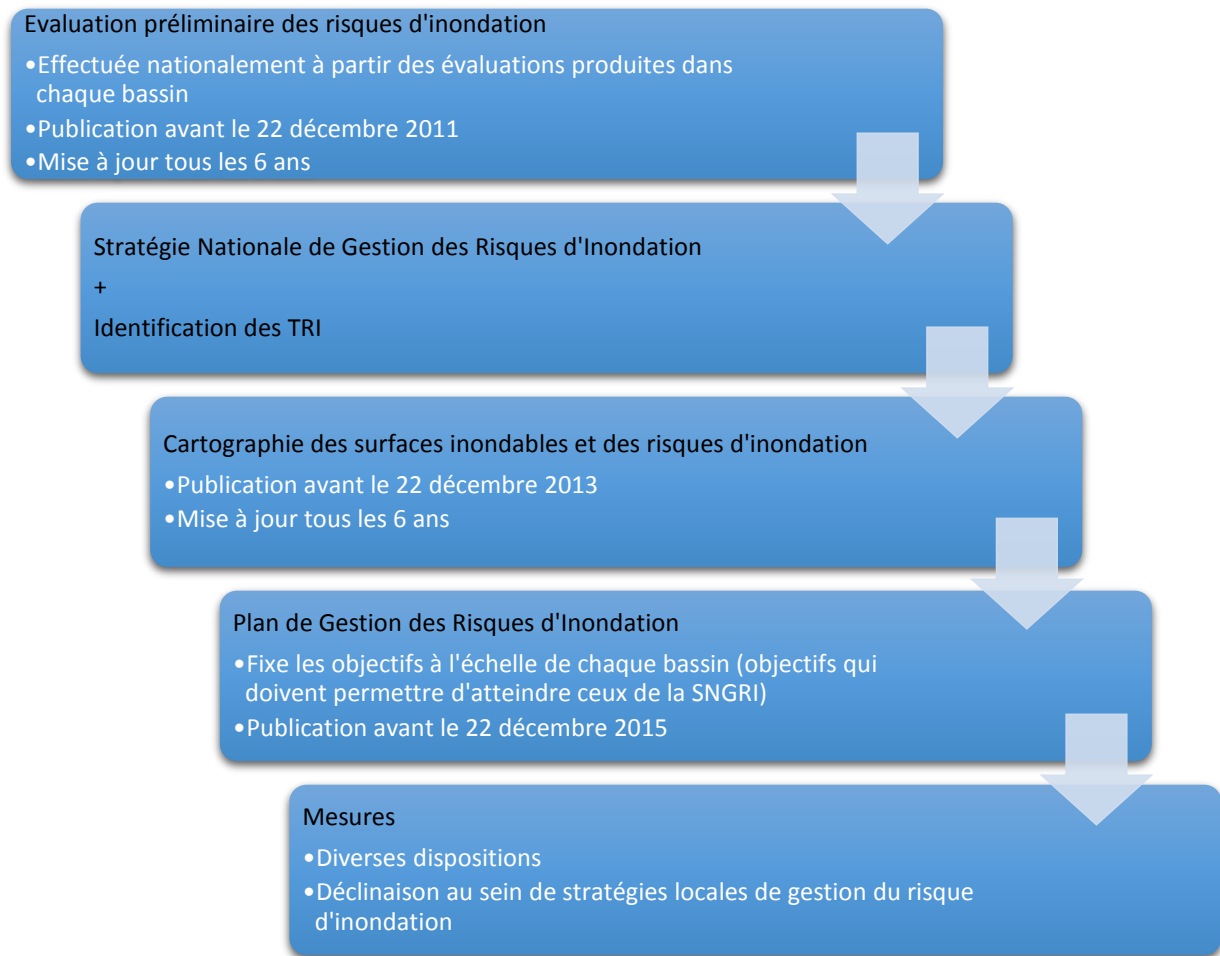


Figure 21 : Organisation de l'évaluation des risques d'inondation

Les mesures comprennent diverses dispositions :

- Des dispositions assurant des techniques de surveillance, de prévision et d'information sur les phénomènes d'inondation
- Des dispositions qui concernent la réduction de la vulnérabilité des territoires face aux risques d'inondation, comprenant :
 - o des mesures pour le développement d'un mode durable d'occupation et d'exploitation des sols, notamment des mesures pour la maîtrise de l'urbanisation et la cohérence du territoire au regard du risque d'inondation,
 - o des mesures pour la réduction de la vulnérabilité des activités économiques et du bâti
 - o le cas échéant, des mesures pour l'amélioration de la rétention de l'eau et l'inondation contrôlée
- Dispositions sur l'information préventive / éducation / résilience / conscience du risque

Aussi, l'ensemble des objectifs du PGRI doivent être déclinés au sein de stratégies locales de gestion du risque inondation. Les actions doivent être regroupées par le préfet coordonnateur de bassin et synthétisées dans le PGRI, qui est soumis à enquête publique. En outre, l'article précise que l'ensemble de ces documents (Evaluation préliminaire, cartographie, PGRI) sont tenus d'être laissés à disposition du public. Divers documents (PPRI, SCoT, PLU, Cartes communales, Schéma

d'Aménagement Régional) se doivent d'être compatibles avec le Plan de Gestion des Risques d'Inondation.

De ce fait, ce n'est pas directement le PGRI mais bien les mesures qui y sont associées qui incitent à développer un mode durable d'urbanisation en considérant l'occupation du sol.

2. Décret n°2011-227 du 2/03/2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation

Ce décret détermine de manière plus spécifique les actions à mener et leurs responsables pour réaliser l'évaluation préliminaire, la sélection des TRI, la cartographie des zones inondables et des risques d'inondation, et les PGRI pour chaque bassin. Il précise que l'évaluation préliminaire doit contenir la description des inondations passées, mais l'évaluation des conséquences potentielles d'une inondation future :

« L'évaluation des conséquences négatives potentielles d'inondations futures en termes de santé humaine, d'environnement, de biens, dont le patrimoine culturel, et d'activité économique, **en tenant compte autant que possible d'éléments** tels que la topographie, la localisation des cours d'eau et leurs caractéristiques hydrologiques et géomorphologiques générales, y compris **les plaines d'inondation en tant que zones de rétention naturelle, l'efficacité des infrastructures artificielles existantes** de protection contre les inondations, la localisation des zones habitées, et des zones d'activité économique ainsi que les évolutions à long terme parmi lesquelles les incidences des changements climatiques sur la survenance des inondations »

De la même manière, les PGRI doivent respecter plusieurs paramètres. Ils sont notamment tenus de s'intéresser aux zones ayant la capacité de retenir les eaux :

« [Les PGRI] tiennent compte d'aspects pertinents tels que les coûts et avantages de leur mise en œuvre, l'étendue des inondations, les écoulements des eaux, **les zones ayant la capacité de retenir les eaux, comme les plaines d'inondation naturelles ou les zones humides**, la gestion des sols et des eaux, l'aménagement du territoire, l'occupation des sols, la conservation de la nature, la navigation et les infrastructures portuaires »

3. Loi n° 2017-1838 du 30 décembre 2017 relative à l'exercice des compétences des collectivités territoriales dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations

La loi n°2017-1838 entrant en vigueur le 1^{er} janvier 2018, il semble encore complexe de prendre du recul sur les conséquences de cette loi. En outre, l'article 7 de la loi précise que le Gouvernement doit remettre un rapport au Parlement dans un délai de deux mois sur la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement aux fins de prévention des inondations. Ce dossier devant être transmis avant février 2018, il n'est pas encore disponible sur le site du gouvernement.

Néanmoins, en théorie, cette compétence « GEMAPI » (Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondation) recouvre plusieurs missions (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer) qui sont regroupées en figure 22 ci-dessous.



Figure 22 : Missions associées à la compétence GEMAPI
(Source : Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer)

Ainsi, cinq missions associées à la compétence GEMAPI concernent cette étude (**en gras sur la figure 22**). De manière générale, ce sont l'ensemble des opérations tendant à restaurer un milieu qui correspondent à une réappropriation des fonctions associées, dont les fonctions « utiles » en matière de gestion des inondations. Cependant, il est important de noter l'absence de la mission « Maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement ou la lutte contre l'érosion des sols » (compétence 4°, hors-GEMAPI), malgré que la régulation des eaux pluviales constitue un enjeu majeur en matière de limitation des crues.

Par conséquent, la loi n°2010-788 et le décret n°2011-227 ont pour objectif de transposer la directive inondation européenne en droit français. En outre, s'ajoute la loi n°2017-1838 qui instaure la compétence GEMAPI ; mais, de par sa création récente, il est difficile de prendre du recul par rapport à son effet sur la prévention des inondations.

C. Le cas de l'Allemagne

Dans cette partie, il est question de s'intéresser à la transposition de la directive européenne 2007/60/CE en droit allemand afin de la comparer à la transposition française. En Allemagne, c'est la loi « Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts » (Loi sur la réorganisation du droit de l'eau), publiée le 06 juin 2009. Cette loi modifie divers paragraphes d'autres lois allemandes, à l'exemple de l'article 14 « Modification de la loi sur les dommages environnementaux » ou de l'article 21 « Modification du règlement sur l'aménagement du territoire » (Buzer.de – Loi fédérale).

La particularité de l'Allemagne est d'avoir entamé la création de lois avant la directive européenne de 2007, à savoir le « German Flood Protection Act of 2005 ». Cette loi tente d'harmoniser les procédures régionales de planification des inondations et incite chaque Länder à coopérer avec les Länder voisins. Cette loi régit la rédaction de plans de contrôle des inondations avant 2009. Ainsi, sont créés les plans de développement (Bebauungsplan) qui constituent les principaux

instruments juridiques pour gérer la croissance urbaine (E-Learning Platform for Integrated Flood Management, 2010).

Il a été vu dans la première partie de cette étude qu'en matière d'eau potable et d'assainissement, l'Allemagne fonctionnait avec des « entreprises municipales de l'eau ». En effet, le système est très décentralisé dans ce pays, et la plupart des municipalités présentent des services publics organisés sous la forme de Stadtwerke (régies municipales). Néanmoins cela ne fonctionne généralement pas en matière de gestion des inondations ; en effet, malgré que les aménagements hydrauliques et portuaires, canaux, digues et ponts soient pris en charge par ces structures, ces dernières ne s'adossent peu ou point aux aménagements végétalisés.

De ce fait, l'Allemagne se dévoile légèrement avancée en matière de gestion des inondations puisqu'elle traite cette problématique depuis un plus grand nombre d'années. A l'heure actuelle, la France cherche également à décentraliser cette compétence de prévention des crues, peut-être en s'inspirant du modèle allemand.

D. Les exemples de Strasbourg et de Bonn

La commune de Strasbourg présente la particularité d'être au cœur d'un TRI (Territoire à Risques Importants d'inondation), le TRI « Agglomération Strasbourgeoise ». Il a été identifié pour le risque d'inondation par débordement de l'Ill, de la Bruche et du Rhin. En outre, l'arrêté du 6 novembre 2012 identifie par ailleurs ce TRI comme territoire dans lequel il existe un risque d'inondation important ayant des conséquences de portée nationale (Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin, 2018).



Figure 23 : L'inondation d'une route à Strasbourg
(Source : <https://www.francebleu.fr>)

Il est donc pertinent d'étudier la présence des aménagements cités précédemment pour supposer l'impact des zones humides ou végétalisées sur la limitation des inondations. Plusieurs aménagements listés dans la typologie peuvent être identifiés dans la ville ou aux alentours de Strasbourg.

Les plans d'eau de manière générale (d'origine naturelle ou artificielle) correspondent à des aménagements facilement comparables à travers une analyse de photographies aériennes. Dans cette

étude de cas, l'observation des images aériennes montre que Strasbourg présente un grand nombre de lacs, relativement étendus (surface d'environ un kilomètre carré) en périphérie du centre urbain et le long du Rhin. En utilisant l'outil « Google Maps » il est possible d'affirmer que la plupart des étangs sont artificiels. A Bonn, une quantité moindre de mares, de lacs ou d'étangs a été quantifiée au cœur même de la ville, excepté les étangs situés au cœur du parc domanial de Bonn. Ce sont ainsi principalement des fonctions d'évaporation et d'évapotranspiration qui s'exercent, en plus de celle de stockage.

En matière d'écosystèmes linéaires, la ville de Bonn semble présenter davantage de corridors végétaux que son homologue français (figure 24).



Figure 24 : L'importance des corridors végétaux à Bonn (Source : Google Earth)

En ce qui concerne Strasbourg, le département du Bas-Rhin a identifié sur son site internet les friches économiques présentant un intérêt de reconversion. Aussi, il existe un schéma de gestion de l'ill Domaniale établi en 2015. Enfin, les polders Moder et Erstein peuvent assurer une importante fonction de stockage.

En 1995, selon SOPREMA, 10 % des nouveaux toits construits en Allemagne sont construits avec des techniques de végétalisation. De son côté, Strasbourg préserve 116 m² de verdure (Pouliquen, 2017), soit 2,5 fois plus que la moyenne française ; mais cela reste insignifiant par rapport aux villes allemandes. L'Euro métropole, classée capitale française de la biodiversité en 2014 concourt en 2018 pour devenir « the European green capital » (Ighirri, 2016).

III. ANALYSE

A. Bilan

Selon Frédérique Martini (MEEDDAT DGPR, 2012), la politique de prévention européenne des crues est performante, mais présente certains manques. Tout d'abord, le traitement partiel des risques liés au ruissellement pluvial ; cette directive prend en compte les risques liés aux débordements de cours d'eau ou aux inondations sur les franges littorales, mais intègre de manière plus relative les remontées de nappe ou bien les surcharges des réseaux d'eaux pluviales, fréquentes en milieu urbain. La directive favorise des travaux lourds de protection au détriment d'opérations de réduction de la vulnérabilité. Néanmoins, cela est nuancé avec les politiques nationales ; par exemple, en France, la compétence GEMAPI cherche à tendre vers des aménagements plus durables et limite les travaux lourds de protections. Aussi, les nombreux dossiers règlementaires à effectuer dès lors que le milieu naturel est impacté freinent les maîtres d'ouvrages à s'implanter. En outre, la directive permet de réaliser un diagnostic par bassin (qui permet d'avoir une étude locale des problèmes) tout en établissant des objectifs nationaux pour avoir une réponse homogène sur le territoire.

La France présente la spécificité d'avoir évolué récemment en termes de management des zones humides, alors que l'Allemagne semble enracinée dans son système décentralisé. A travers la compétence GEMAPI, les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale ont pour rôle d'agir sur la gestion des inondations sans pouvoir exploiter les gros ouvrages hydrauliques. Ils sont donc fortement incités à travailler sur les fonctions que peuvent rendre les zones humides. Les villes de Bonn et de Strasbourg ont pu être distinguées à travers l'étude de la typologie. De manière globale, l'Euro métropole de Strasbourg se concentre sur les fonctions de stockage, d'évaporation et d'infiltration de l'eau, alors que la ville de Bonn assure majoritairement les services de limitation des ruissellements et d'évapo-transpiration. En effet, Bonn semble se focaliser sur les questions de densité et de qualité de la végétation.

La gestion durable des inondations est principalement fonction des stratégies adoptées par les territoires. En effet, on observe dans cette étude une diversification des stratégies entre l'objectif du « tout-protection » (souvent associé aux ouvrages civils) et une gestion plus durable des crues. L'utilisation d'ouvrages civils permet en effet de stocker généralement de gros volumes d'eau sur des surfaces réduites, mais sont souvent onéreux et présentent l'inconvénient de nécessiter des compétences techniques particulières pour pouvoir les mettre en place. Au contraire, une gestion naturelle requiert plus de place mais, en étant plus étalée sur les bassins versants, l'occupation de l'espace est relative. Ces zones humides permettent de stocker l'eau au plus près des écoulements sans avoir à creuser de gros bassins de rétention. De plus, outre l'aspect foncier, la gestion naturelle se révèle être moins coûteuse car elle nécessite des moyens techniques moindres, et peut donc être mise en œuvre par des gestionnaires locaux. Malgré leur efficacité moindre (quant aux services rendus selon la typologie établie plus haut), les récupérateurs d'eau de pluie ou les toits végétalisés présentent l'avantage de pouvoir être mis en place sur de petites surfaces ; ces dispositifs pouvant être installés à l'échelle de l'habitant ou du quartier. Ils permettent aussi de donner aux villes une valeur esthétique en conciliant stockage de l'eau et aspect paysager (Soprema, 2018).

De manière globale, découle de cette étude l'importance de la complémentarité entre les aménagements afin que soient rendus divers services (stockage de l'eau, limitation des ruissellements) quant à la prévention des inondations. Ainsi, alors que les différents textes visent, de manière non-règlementaire, une diversification des méthodes en termes de prévention des inondations (notamment en adoptant une gestion plus durable des crues), il est mis en exergue que ces méthodes

- autrefois considérées comme « de bon sens », aujourd'hui perçues comme « innovantes » - ne sont que peu appliquées. En effet, les communes ou les communautés de communes semblent encore frileuses quant au fait de reposer la gestion des crues sur la capacité d'absorption ou de stockage des milieux naturels. Néanmoins, de plus en plus de travaux de renaturation des écosystèmes montrent que cela est réalisable, à l'exemple de ceux réalisés sur l'Yvette et ses affluents par le SIAHVY (Huteau, 2018).

B. Intérêts et limites de l'étude

Plusieurs limites peuvent être énoncées quant à l'étude réalisée dans ce dossier. Tout d'abord, il s'agit de préciser que l'élaboration de la typologie est un exercice relativement subjectif, malgré qu'il s'appuie sur des références bibliographiques et le travail de divers auteurs. Ainsi, en supposant que les deux entrées du tableau soient identiques, une deuxième personne n'établirait pas les mêmes liens entre les aménagements considérés et les fonctions rendues. En outre, l'intensité de la relation serait également sujette à débat, puisque selon les perceptions et l'image que le cerveau se fait d'un fossé, d'une haie ou d'une ripisylve, l'importance du stockage ou de l'infiltration variera.

De plus, en ce qui concerne l'étude de cas, en s'intéressant à deux villes situées sur le Rhin, les mesures réalisées ne sont pas représentatives des autres fleuves français et allemands. En effet, « plus de 10 millions d'habitants vivent dans des zones inondables le long du Rhin et les dommages potentiels que font courir les risques d'inondations s'y élèvent à 165 milliards d'euros » (Commission des Communautés Européennes, 2006), et de par son statut de « fleuve transfrontalier », de nombreux moyens financiers et techniques sont mis en œuvre, à l'exemple du polder Erstein. De ce fait, l'étude de cas n'est pleinement représentative de la gestion des inondations dans le pays et il est difficile de transposer l'analyse des politiques territoriales locales pour le cas des villages situés en bordure de petits cours d'eau, ou bien de fleuves uniquement situés sur le territoire français. Néanmoins, cette étude permet de comparer deux politiques nationales différentes en se basant sur un même cours d'eau, présentant les mêmes caractéristiques hydrologiques et présentant des crues similaires sur les villes de Bonn et Strasbourg.

Enfin, cette étude présente un recul limité sur la compétence GEMAPI. Effectivement, la loi est entrée en vigueur depuis seulement trois mois ; le bilan qui doit être présenté au Parlement sur la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement aux fins de prévention des inondations n'est pas encore en libre accès. L'intervention des départements et des régions est encore possible jusqu'en 2020, mais peu d'investissements vont être réalisés en termes de prévention des inondations.

Néanmoins, ce dossier permet de regrouper en un seul document de nombreux rapports qui concernent l'urbanisme écologique et son intégration dans les politiques territoriales. Elle reprend divers textes règlementaires et tente de les expliciter en termes non-juridiques.

Ce travail a permis d'établir une typologie reprenant divers aménagements de base situés en milieu urbain et les fonctions rendues en matière de gestion des inondations. Cinq catégories de services ont été considérées (permettre le stockage de l'eau, favoriser l'infiltration, l'évaporation ou l'évapotranspiration de l'eau et limiter le ruissellement) et des relations ont été créées entre les deux entrées du tableau. Cela a permis de définir des niveaux d'efficacité et d'utilité des aménagements au cœur des villes.

CONCLUSION

Bien que l'objectif premier de cette étude fût de déterminer comment les politiques d'aménagement publiques intègrent la nature en ville pour réduire les effets des inondations, l'analyse a mis en exergue dans un premier temps la diversité d'aménagements réalisables en milieu urbain qui assurent des fonctions considérées comme « utiles ». Ces services sont définis ainsi puisqu'ils présentent au moins un intérêt pour l'Homme.

Cinq catégories de fonctions ont été considérées : le stockage, l'infiltration, l'évaporation, l'évapo-transpiration d'eau ou la limitation du phénomène de ruissellement. Elles sont plus ou moins marquées en fonction du type d'aménagement sélectionné.

Plusieurs textes réglementaires admettent l'utilité des zones humides en matière de prévention des crues, mais n'établissent pas vraiment de cadre quant à leur intégration dans les politiques territoriales. Malgré l'unanimité des scientifiques qui reconnaissent l'utilité des zones humides, dans la pratique ces zones-là sont souvent cloisonnées des territoires (Wamsler, 2014). En effet, il n'existe pas de document qui vise uniquement la prévention durable des inondations, mais plusieurs démarches ont vocation à intégrer de plus en plus la nature dans la gestion des crues. Au semestre 9, l'état de l'art avait montré qu'il existait de nombreuses politiques publiques qui fonctionnaient en parallèle, mais qui ne se croisaient peu. Dans ce deuxième chapitre, il s'est avéré que les mesures durables sont évoquées dans la réglementation mais elles sont encore peu appliquées dans la pratique ; l'urbanisme écologique est sous-entendu dans les principes des diverses lois, mais le fait d'utiliser la nature n'est ni explicité, ni rendu obligatoire par un quelconque article.

En ce qui concerne la comparaison Bonn-Strasbourg, elle a permis de mettre en évidence deux tendances. Dans la ville de Bonn, ce sont surtout l'importance des aménagements végétalisés qui permettent de limiter le ruissellement des eaux pluviales mais également de favoriser leur évapo-transpiration. D'autre part, à Strasbourg, les nombreux plans d'eau mais aussi les diverses zones de stockage urbaines ou péri-urbaines (friches, polder) assurent principalement une fonction de stockage, associée à des phénomènes d'infiltration ou d'évaporation.

Il est important de noter que cette étude s'est concentrée sur les services rendus par la nature en termes de prévention des inondations. Bien entendu, un bon fonctionnement des écosystèmes permet d'assurer diverses autres fonctions (nourriture, assainissement, régulation de la température) (Millenium Ecosystems Assessment, CRÉDOC, 2009). Par exemple, un des premiers intérêts d'une ripisylve est d'assurer une fonction de dépollution, malgré qu'elle permette aussi un certain stockage d'eau en favorisant l'infiltration. C'est pourquoi il est nécessaire de mieux préserver les milieux dans un objectif de gestion des crues, mais surtout dans une démarche globale d'amélioration du fonctionnement des systèmes naturels.

En outre, la gestion durable évoquée dans l'entièreté de ce rapport ne pourra pas remplacer l'ensemble des travaux accomplis au cours des siècles, mais elle peut et doit se faire en complément des aménagements « en dur » tels que les digues, les déversoirs ou tout autre ouvrage civil de prévention des crues.

TABLE DES MATIERES

Avertissement.....	iv
Formation par la recherche.....	v
Remerciements	vi
Sommaire	vii

PARTIE 1

Introduction.....	2
Des enjeux multiples en aménagement et environnement.....	2
Définition des termes du sujet	3
Objectifs et organisation de l'étude	4
I. Etat de l'art	5
A. L'efficacité des zones naturelles quant à l'écrêtement des crues	5
B. L'action publique en matière de prévention des inondations	7
1. Un perfectionnement des politiques territoriales au cours du temps.....	8
2. La prévention des inondations à travers l'aménagement du territoire	9
C. Les leviers et limites de l'urbanisme écologique.....	10
1. Une gouvernance complexe.....	10
2. La maîtrise du foncier et les financements	11
3. Questions éthiques.....	12
4. L'importance du cadre de vie	12
D. L'intérêt de l'analyse des politiques publiques.....	12
II. Méthodologie.....	14
A. L'utilisation de données variées.....	14
B. Le cadre d'analyse	14
III. Présentation du cas d'étude	16
A. Le parallèle entre deux villes jouxtant le Rhin	16
1. Un fleuve transfrontalier fortement modifié	16
2. Une situation et des aménagements comparables.....	17
B. Le cas des politiques publiques allemandes	18
Conclusion	19
Une problématique actuelle.....	19
Des politiques publiques diverses en matière d'urbanisme écologique et de gestion des inondations.....	19
La comparaison franco-allemande	19

PARTIE 2

Introduction.....	23
I. Elaboration de la typologie	24
A. Une typologie à deux entrées	24
1. Les aménagements étudiés.....	24
2. Les fonctions utiles en matière de gestion des inondations	25
B. Des aménagements qui permettent de limiter les effets des crues	27

II. L'urbanisme écologique en France et en Allemagne.....	30
A. Une réglementation européenne commune	30
B. Le cas de la France.....	32
1. Loi n° 2010-788.....	32
2. Décret n°2011-227	34
3. Loi n° 2017-1838.....	34
C. Le cas de l'Allemagne	35
D. Les exemples de Strasbourg et de Bonn	36
III. Analyse	38
A. Bilan.....	38
B. Intérêts et limites de l'étude	39
Conclusion	40
Table des matières	41
Table des figures	43
Table des tableaux	44
Bibliographie.....	45
Sitographie	50

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Des villes au plus près des cours d'eau : l'exemple d'Amiens.....	2
Figure 2 : Les divers types de services écosystémiques	5
Figure 3 : Un exemple de plaine inondable, le parc de la Gloriette à Tours	6
Figure 4 : Une noue à Merdrignac.....	6
Figure 5 : La réduction du débit de pointe au sein de bassins versants "naturels"	6
Figure 6 : Des réponses nationales aux inondations.....	8
Figure 7 : Les outils de gestion des inondations selon le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer	9
Figure 8 : La Trame Verte et Bleue à Nantes	10
Figure 9 : Les noues constituent des dispositifs ayant une importante emprise foncière	11
Figure 10 : Exemples de mesures visant à gérer les inondations de manière naturelle.....	15
Figure 11 : Le Rhin avant sa canalisation.....	16
Figure 12 : La traversée de Strasbourg par le Rhin	16
Figure 13 : Parc des 2 rives à Strasbourg.....	18
Figure 14 : Parc domanial de Bonn.....	18
Figure 15 : Aménagements utiles en termes de gestion des inondations	24
Figure 16 : Les friches présentent des enjeux importants en matière d'aménagement urbain, et donc de prévention des crues	25
Figure 17 : Facteurs influençant la qualité des services rendus par les aménagements	26
Figure 18 : Les ripisylves assurent divers services en matière de gestion des inondations, mais sont difficilement implantables en milieu urbain	28
Figure 19 : En 2002, de fortes précipitations avaient provoqué des inondations le long du Danube et de l'Elbe	30
Figure 20 : Le Grenelle de l'Environnement a intégré la problématique de prévention des risques ...	32
Figure 21 : Organisation de l'évaluation des risques d'inondation	33
Figure 22 : Missions associées à la compétence GEMAPI	35
Figure 23 : L'inondation d'une route à Strasbourg	36
Figure 24 : L'importance des corridors végétaux à Bonn	37

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Exemples d'avantages et d'inconvénients liés à la mise en place de fossés, de noues ou de bassins d'infiltration et de retenue	7
Tableau 2 : Ebauche de typologie des aménagements en fonction des services écosystémiques fournis	15
Tableau 3 : Typologie des services rendus par catégorie d'aménagement	27
Tableau 4 : Dates butoir et dates effectives de publication des actes législatifs de transposition de la directive 2007/60/CE.....	32

BIBLIOGRAPHIE

ALLENS, Gaspard, FRESSOZ, Jean-Baptiste, GIACOMAZZI, Sophie, AUBRY, Hana, MARCONDES, Lia. *La culture du risque en question : des inondations aux débordements nucléaires*. Edition : La Dispute, 2013. 235 p.

Alsace Nature. *Infrastructure et continuités écologiques : Etude méthodologique et application test en Alsace* [en ligne, consulté le 6 décembre 2017]. Edition : Alsace Nature, 2008. Disponible à l'adresse : <http://www.trameverteetbleue.fr/documentation/references-bibliographiques/infrastructures-continuites-ecologiques-0>

BAUDRY, Jacques, JOUIN, Agnès. *De la haie aux bocages : organisation, dynamique et gestion*. Edition : Institut National de la Recherche Agronomique, 2003. 435 p.

BLANC, Nathalie. « Les écologies des mobilisations urbaines » A paraître dans Urbia. Edition : 2017

BLANDIN, Patrick. « Est-il juste de manipuler la nature ? » In REY, Freddy, GOSSELIN, Frédéric, DORE, Antoine. *Ingénierie écologique : Action par et/ou pour le vivant ?* Edition : Quae, 2014. 165 p.

BONNET, Frédéric, MOREL, Jean-François, REUILLARD, Jenny. *Atout risques : des territoires exposés se réinventent*. Edition : Parenthèses, 2016. 173 p.

BONNIN, Marie. *Les corridors écologiques : vers un troisième temps du droit de la conservation de la nature ?* Edition : L'Harmattan, 2008. 270 p.

BURBY, Raymond. *Cooperating with nature: confronting natural hazards with land use planning for sustainable communities*. Edition : Joseph Henry Press, 1998. 356 p.

CBEC – Eco-engineering, Environment Agency. *Natural flood management toolbox: Guidance for working with natural processes in flood management schemes* [en ligne, consulté le 4 décembre 2017]. Edition : CBEC – Eco-engineering, Environment Agency, 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.catchmentbasedapproach.org/images/PDFS/NFM/EA-NFM-Toolbox-Final-Draft.pdf>

Centre Européen de Prévention du Risque Inondation (CEPRI), CAMPHUIS Nicolas-Gérard. *La Directive Européenne Inondation et les évolutions qu'elle peut provoquer vis-à-vis de la situation française* [en ligne, consulté le 14 février 2018]. Edition : Centre Européen de Prévention du Risque Inondation (CEPRI), 2008. Disponible à l'adresse : https://www.cepri.net/tl_files/pdf/directiveinondation0805.pdf

Commission des Communautés Européennes. *Proposition de directive du Parlement Européen et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion des inondations* [en ligne, consulté le 03 février 2018]. Edition : Commission des Communautés Européennes, 2006. Disponible à l'adresse : [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/com/com_com\(2006\)0015/_com_com\(2006\)0015_fr.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/com/com_com(2006)0015/_com_com(2006)0015_fr.pdf)

Conseil d'Analyse Economique, GRISLAIN-LETREMY, Céline, LAHIDJI, Reza, MONGIN, Philippe. *Les risques majeurs et l'action publique : rapport du Conseil d'Analyse Economique (CAE)*. Edition : La Documentation Française, 2012. 352 p.

Convention sur les zones humides – Ramsar. *Zones humides – Services écosystémiques* : Maîtrise des crues [en ligne, consulté le 11 mars 2018]. Edition : Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2015. Disponible à l'adresse :

https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services_01_f.pdf

CRÉDOC - Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie. Etude exploratoire pour une évaluation des services rendus par les écosystèmes en France : Synthèse - Application du Millennium Ecosystem Assessment à la France [en ligne, consulté le 13 octobre 2017]. Edition : CRÉDOC, 2009. Disponible à l'adresse : <http://www.credoc.fr/pdf/Rapp/R260.pdf>

DI PIETRO, Francesca, MEDHI, Lotfi, BRUN, Marion, TANGUAY, Céline. « Les jardins collectifs dans la ville : enjeux pour la biodiversité urbaine » in : Université Paris 13. *Jardins de demain* : Colloque international 2017 [en ligne, consulté le 13 novembre 2017]. Edition : Université Paris 13, 2017. p. 7. Disponible à l'adresse : <http://www.idex-jardins.com/wp-content/uploads/2017/06/Re%CC%81sume%CC%81s.pdf>

Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin. *Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRi) sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg* [en ligne, consulté le 03 mars 2018]. Edition : Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin, 2018. Disponible à l'adresse : <http://www.bas-rhin.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-prevention-des-risques-naturels-et-technologiques/Risques/Risques-d-inondation/PPRi-en-cours-d-elaboration/PPRi-sur-l-Eurometropole-de-Strasbourg>

Forum des Marais Atlantiques. *Zones humides et inondations : influence des milieux humides dans la prévention des risques naturels* [en ligne, consulté le 10 février 2018]. Edition : Forum des Marais Atlantiques, 2015. Disponible à l'adresse : http://www.forum-zones-humides.org/iso_album/2_inondationv2_ll.pdf

FUSTEC, Eliane, LEFEUVRE, Jean-Claude. *Fonctions et valeurs des zones humides*. Edition : Dunod, 2002. 426 p.

HUBERT, Gilles, DEROUBAIX, José-Frédéric, BARROCA, Bruno. *Intégrer les eaux pluviales dans les politiques de réduction de la vulnérabilité face aux inondations en milieu urbain. (Integrating rainwater in vulnerability reduction policies for urban floods)*. In: Bulletin de l'Association de géographes français, 2010.

HUTEAU, Hélène. *Contre les inondations, la renaturation des cours d'eau prouve son efficacité*. In : La Gazette des communes, 2018 [en ligne, consulté le 19 avril 2018]. Disponible à l'adresse : <http://www.lagazettedescommunes.com/559070/contre-les-inondations-la-renaturation-des-cours-deau-prouve-son-efficacite/>

IFEN. *L'environnement en France*. Edition : La Découverte, 2002. 606 p.

IGHIRRI, Alexia. Strasbourg : comment la ville veut devenir la capitale verte de l'Europe en 2019. In : 20 minutes, 2016 [en ligne, consulté le 11/04/2018]. Disponible à l'adresse : <https://www.20minutes.fr/strasbourg/1810391-20160321-strasbourg-comment-ville-veut-devenir-capitale-verte-europe-2019>

JAVAHARI, Amir, BABBAR-SEBENS, Meghna. *On comparison of peak flow reductions, flood inundation maps, and velocity maps in evaluating effects of restored wetlands on channel flooding*. Edition : Elsevier B.V., 2014.

JEGAT, Renaud. *Le génie écologique : pratiques innovantes pour les écosystèmes et les territoires*. Edition : Educagri, 2015. 184 p.

JOUBERT, Sylvie. « Planification et développement durable : les collectivités territoriales entre incitation et contrainte » In : PISSALOUX, Jean-Luc. *Planification, développement durable et action publique locale : actes du colloque du GRALE, à l'Université de Dijon, 24 et 25 octobre 2013*. Edition : L'Harmattan, 2015. 315 p. P143-158

KRÜGER, Hans-Werner. *Allemagne : des services publics de l'eau en recul permanent ?* Sur le site « Partage des eaux. Ressources et informations pour une gestion juste et durable de l'eau » [en ligne, consulté le 25 octobre 2017]. Edition : 2010. Disponible à l'adresse : <https://www.partagedeseaux.info/Allemagne-des-services-publics-de-l-eau-en-recul-permanent>

LARRERE, Raphael. « Questions éthiques à propos de la restauration écologique » In : REY, Freddy, GOSSELIN, Frédéric, DORE, Antoine. *Ingénierie écologique : action par et/ou pour le vivant ?* Edition : Quae, 2014. 165 p.

LARRUE, Corinne. *Analyser les politiques publiques d'environnement*. Edition : L'Harmattan, 2000. 208 p. (Collection Logiques Publiques).

Légifrance. *Décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation* [en ligne, consulté le 03 février 2018]. Edition : Journal Officiel de la République Française, 2011. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=1FA4F9AD5C98084B1B7A528F65FF1413.tp1gfr40s_2?cidTexte=JORFTEXT000023654727&categorieLien=id

Légifrance. *Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau* [en ligne, consulté le 13 octobre 2017]. Edition : Gouvernement de la République française, 1992. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=37D4B082B617C3A53471964DBDCE8CF2.tplgfr42s_2?idArticle=LEGIARTI000006848084&cidTexte=LEGITEXT000006078514&dateTexte=20171209

Légifrance. *Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement - Article 221* [en ligne, consulté le 03 février 2018]. Edition : Journal Officiel de la République Française, 2010. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=A002EDA776473992A3DE9F9F5969BC26.tplgfr40s_2?idArticle=JORFARTI000022471641&cidTexte=JORFTEXT000022470434&dateTexte=29990101&categorieLien=id

Légifrance. *Loi n° 2017-1838 du 30 décembre 2017 relative à l'exercice des compétences des collectivités territoriales dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations (1)* [en ligne, consulté le 25 février 2018]. Edition : Journal Officiel de la République Française, 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2017/12/30/INTX1730876L/jo/texte>

LE QUENTREC, RAVARD, J-L., VERDEAUX, P. « Le ruissellement urbain et les inondations soudaines. Connaissance, prévention, prévision et alerte », *Rapport du CGEDD*. Edition : 2009.

LUCKE, Terry, ANSAF KACHCHU MOHAMED, Mohamed, TINDALE, Neil. *Pollutant Removal and Hydraulic Reduction Performance of Field Grassed Swales during Runoff Simulation Experiments*. Edition: MDPI AG, 2014.

MARTINI, Frédérique. *La directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondation. Quels enjeux pour la France et quelles applications ?* [en ligne, consulté le 14 février 2018]. Edition : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT), Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR), 2012. Disponible à l'adresse :

http://www.cepri.net/tl_files/pdf/fmartini1.pdf

MedWet - L'initiative pour les zones humides méditerranéennes. *Les plaines d'inondations et le risque d'inondation* [en ligne, consulté le 11 mars 2018]. Edition : MedWet, 2017. Disponible à l'adresse : <http://medwet.org/fr/2017/02/floodplains-and-flooding-risk-prevention/>

MEHDI, Lotfi, WEBER, Christiane, DI PIETRO, Francesca, SELMI, Wissal. *Les services écosystémiques urbains, vers une multifonctionnalité des espaces verts publics : revue de littérature*. Edition : UMR LIVE et CITERES, 2017.

MENY, Yves, THOENIG, Jean-Claude. *Politiques publiques*. Edition : Presses Universitaires de France, 1989. 391 p.

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. *Les inondations : Dossier d'information* [en ligne, consulté le 25 octobre 2017]. Edition : Direction de la Prévention des pollutions et des risques, 2004. Disponible à l'adresse : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Dossier%20d%27information%20inondation%20v1-2.pdf>

Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. *Tout savoir sur la GEMAPI* [en ligne, consulté le 19 février 2018]. Edition : Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2017.

Disponible à l'adresse : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/20170227_La%20GEMAPI_vdif.pdf

Ministère du Développement Durable. *Mieux savoir pour mieux agir : principaux enseignements de la première évaluation des risques d'inondation sur le territoire français*. Edition : MEDDE, 2012.

MOREL, Jean-François. « Une approche croisée entre enjeux, aléas et échelles » In BONNET, Frédéric, MOREL, Jean-François, REUILLARD, Jenny. *Atout risques : des territoires exposés se réinventent*. Edition : Parenthèses, 2016. 173 p. p. 25-27.

MUSY, Marjorie. *Une ville verte : les rôles du végétal en ville*. Edition : Quae, 2014. 195 p.

Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA). *Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides* [en ligne, consulté le 08 février 2018]. Edition : ONEMA, 2016. Disponible à l'adresse : <http://www.onema.fr/sites/default/files/guidezh-complet.pdf>

Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA). *Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques : Pourquoi? Comment?* Edition : Association Scientifique et Technique pour les eaux et l'environnement (ASTEE), 2013. 356 p.

Parlement Européen et Conseil de l'Union Européenne. *Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau* [en ligne, consulté le 02 février 2018]. Edition : Journal Officiel de l'Union Européenne, 2000. Disponible à l'adresse : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0060>

Parlement Européen et Conseil de l'Union Européenne. *Directive européenne 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation* [en ligne, consulté le

02/02/2018]. Edition : Journal Officiel de l'Union Européenne, 2007. Disponible à l'adresse : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32007L0060>

POULIQUEN, Fabrice. *Angers, Nantes et Strasbourg sur le podium des villes les plus vertes de France*. In : 20 minutes, 2017 [en ligne, consulté le 11 avril 2018]. Disponible à l'adresse : <https://www.20minutes.fr/planete/2030107-20170314-angers-nantes-strasbourg-podium-villes-plus-vertes-france>

RENARD, B., LANG, M., BOIS, P., DUPEYRAT, A., MESTRE, O., NIEL, H., GAILHARD, J., LAURENT, C., NEPPEL, L., SAUQUET, E.. *Evolution des extrêmes hydrométriques en France à partir de données observées* [en ligne, consulté le 12 octobre 2017]. Edition : EDP Sciences, 2006. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00451696/document>

REY, Freddy, GOSSELIN, Frédéric, DORE, Antoine. *Ingénierie écologique : action par et/ou pour le vivant ?* Edition : Quae, 2014. 165 p.

REYGROBELLET, Bernard. *La nature dans la ville. Biodiversité et urbanisme : Avis et rapports du Conseil Economique et Social* [en ligne, consulté le 14 novembre 2017]. Edition : Documentation française, Journal Officiel, 2007. Disponible à l'adresse : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/074000752.pdf>

ROBERT, Amélie, YENGUE, Jean-Louis. *What ideal green spaces for the city of tomorrow, providing ecosystem services?* Edition : Elsevier, 2016.

RODRIGUEZ, Fabrice. « Gestion des eaux pluviales en milieu urbain et végétation » In : MUSY, Marjorie. *Une ville verte : les rôles du végétal en ville*. Edition : Quae, 2014. 195 p. P81-94

SCARWELL, Helga-Jane, LAGANIER, Richard. *Risque d'inondation et aménagement durable des territoires*. Edition : Presses Universitaires du Septentrion, 2004. 239 p.

SCARWELL, Helga-Jane, SCHMITT, Guillaume, SALVADOR, Pierre-Gil. *Urbanisme et inondation : outils de réconciliation et de valorisation. Avec guide de 24 fiches outils de gestion du risque inondation*. Edition : Presses Universitaires du Septentrion, 2014. 366 p.

Secrétariat de la Convention de Ramsar. *Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau* [en ligne, consulté le 13 octobre 2017]. Edition : UNESCO, 1971. Disponible à l'adresse : https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_f.pdf

Soprema. *Les toitures végétalisées : un dossier complet* [en ligne, consulté le 11 avril 2018]. Disponible à l'adresse : <https://www.soprema.fr/fr/article/dossier-thematique/les-toitures-vegetalisees-un-dossier-complet>

UICN, Comité français. *Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France. Volume 2.3 – Les écosystèmes urbains* [en ligne, consulté le 20 octobre 2017]. Edition : Comité français de l'UICN, 2013. Disponible à l'adresse : http://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/09/Panorama-ecosystemes_urbains-m4.pdf

WALLIS, Catherine, BLANCHER, Philippe, SEON-MASSIN, Nirmala, MARTINI, Frédérique, SCHOUPPE, Michel. *Mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau. Quand les services écosystémiques entrent en jeu : 2^{ème} séminaire « Quand les sciences de l'eau rencontrent les politiques publiques »*, Bruxelles, 29 & 30 septembre 2011. Edition : ONEMA, 2011.

WAMSLER Christine, LUEDERITZ Christopher, BRINK Ebba. *Local levers for change: Mainstreaming ecosystem-based adaptation into municipal planning to foster sustainability transitions* [en ligne, consulté le 13 mars 2018]. Edition : Science Direct, 2014. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378014001630#!>

WANTZEN, Karl Matthias, BALLOUCHE, Aziz, LONGUET, Isabelle, BAO, Ibrahima, BOCOUM, Hamady, CISSE, Lassana, CHAUHAN, Malavika, GIRARD, Pierre, GOPAL, Brij, KANE, Alioune, MARCHESE, Mercedes Rosa, NAUTYIAL, Prakash, TEIXEIRA, Paulo, ZALEWSKI, Maciej. *River Culture: an eco-social approach to mitigate the biological and cultural diversity crisis in riverscapes*. Edition : Elsevier, 2016.

SITOGRAPHIE

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse [consulté le 1^{er} décembre 2017]. Disponible à l'adresse : <https://www.eaurmc.fr>

Buzer.de – Loi fédérale [consulté en février 2017]. Disponible à l'adresse : <http://www.buzer.de>

Centre de ressources pour la mise en œuvre de la Trame Verte et Bleue [consulté en novembre 2017]. Disponible à l'adresse : <http://www.trameverteetbleue.fr>

Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation (CEPRI) [consulté en mars 2018]. Disponible à l'adresse : <http://www.cepri.net>

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) [consulté le 5 décembre 2017]. Disponible à l'adresse : www.iksr.org/fr

E-Learning Platform for Integrated Flood Management [consulté le 03/03/2018]. Disponible à l'adresse: <http://daad.wb.tu-harburg.de/>

Encyclopédie BS Editions [consulté le 6 décembre 2017]. Disponible à l'adresse : <http://www.encyclopedia.bseditions.fr/index.php>

Légifrance [consulté en octobre et novembre 2017]. Disponible à l'adresse : www.legifrance.gouv.fr

Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire [consulté en novembre 2017]. Disponible à l'adresse : www.ecologique-solidaire.gouv.fr

Partage des eaux. Ressources et informations pour une gestion durable de l'eau [consulté le 25 octobre 2017]. Disponible à l'adresse : <https://www.partagedeseaux.info/>

Wikhydro [consulté en décembre 2017]. Disponible à l'adresse : <http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr>

Wikipédia [consulté en novembre 2017]. Disponible à l'adresse : <http://fr.wikipedia.org>

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 :
GRALEPOIS Mathilde

PESSATO Laura

**Projet de Fin d'Etudes
DAE5
2017-2018**

PFE Semestres 9 et 10

Urbanisme écologique & Prévention des inondations
L'utilisation de la nature comme régulateur de crues :
élaboration d'une typologie et réglementation

Résumé :

Le but de cette étude est d'analyser l'intégration de la nature dans l'aménagement des villes, dans la perspective de limiter les inondations, et d'établir une typologie reprenant divers aménagements de base situés en milieu urbain et les fonctions rendues en matière de gestion des inondations. L'intérêt est de lier l'augmentation du risque inondation et la présence nécessaire de la nature en ville, et d'étudier comment ces thématiques sont intégrées dans l'aménagement des villes. Ainsi, sont évoquées des questions d'urbanisme écologique (ou écologie urbaine) et les diverses réglementations sur ces thèmes.

Ce document est structuré en deux chapitres. Tout d'abord, l'étude de l'état de l'art sur l'utilité des zones naturelles quant à l'écroulement des crues et sur les limites des politiques publiques permet de mettre en évidence l'intérêt d'analyser l'intégration de la nature dans les politiques territoriales. Est ensuite présentée la méthodologie utilisée pour collecter et traiter des données sur ces sujets. Enfin, dans une troisième partie sont justifiés les sites d'étude analysés au second semestre.

Dans le second chapitre, est établie une typologie des aménagements naturels en fonction des services écosystémiques qu'ils fournissent (en matière de prévention des inondations) et cette typologie est appliquée aux cas des villes de Bonn et Strasbourg. A travers cette comparaison, les similitudes et les divergences entre les politiques publiques françaises et allemandes ont été mises en exergue.

Mots Clés :

Urbanisme écologique / Ecologie urbaine / Prévention des inondations / Gestion des risques / Politiques territoriales