

Guide

Recommandations pour la prise en compte des fonctionnalités des milieux humides dans une approche intégrée de la prévention des inondations

Juin 2017



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET SOLIDAIRE

Ministère de la Transition Écologique et Solidaire

www.ecologique-solidaire.gouv.fr

Avertissement

Ce document a été rédigé à la demande du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer (MEEM). Il a été initié à la demande de la Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature, Direction Eau Biodiversité (DGALN/DEB). Sa rédaction a été copilotée par la Direction Générale de la Prévention des Risques, Service Risques Naturels et Hydrauliques (DGPR/SRNH).

Ce document a été rédigé sur la base de l'analyse de Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI), notamment des paragraphes faisant référence à la prise en compte des milieux humides. Au total, 19 dossiers PAPI labellisés entre 2010 et 2013 ont été analysés. Le choix de ces PAPI a été effectué essentiellement en fonction de leur répartition sur le territoire (carte fournie en Annexe B) et de leur date de labellisation (prise en compte des PAPI comprenant une notice environnementale).

Liste des contributeurs

Ce guide a été rédigé par le Cerema. La Direction Technique Territoires et Villes (DtectV), membre du COPIL, et les Directions Territoriales Centre-Est et Méditerranée (DterCE et DterMed), membres de l'équipe projet, ont été mises à contribution. L'équipe de rédaction était composée de :

- Céline BARRAILH – Cerema Centre-Est – Département Laboratoire de Clermont-Ferrand (bibliographie et rédaction du chapeau bibliographique, analyse documentaire de dossiers PAPI ; synthèse de l'analyse documentaire, coordinatrice et rédactrice principale) ;
- Joris BIAUNIER – Cerema Centre Est – Direction Environnement Territoires et Climat (analyse documentaire de dossiers PAPI, synthèse de l'analyse documentaire, relecture du guide méthodologique, réalisation des cartes géographiques, rédaction partielle) ;
- Claire DETRUIT – Cerema Centre-Est – Département Laboratoire de Clermont-Ferrand (analyse documentaire de dossiers PAPI, synthèse de l'analyse documentaire, rédaction partielle, relecture du guide méthodologique) ;
- Christophe ESPOSITO – Cerema Méditerranée – Département Risque Eaux et Construction (analyse documentaire de dossiers PAPI, relecture du guide méthodologique) ;
- David GOUTALAND – Cerema Centre-Est – Département Laboratoire de Clermont-Ferrand (relecture du guide) ;
- Claire LE CALVEZ – Cerema Centre-Est – Direction Environnement Territoires et Climat (relecture du guide) ;
- Catherine FRANCK-NEEL – Cerema Centre-Est – Département Laboratoire de Clermont-Ferrand (révision finale du guide, synthèse de l'analyse documentaire sur le volet hydromorphologique et rédaction) ;
- Magali POUDEVIGNE – Cerema Centre-Est – Département Environnement Territoires et Climat (bibliographie et rédaction du chapeau bibliographique) ;
- Antoine SUREAU – Cerema Centre-Est – Département Laboratoire de Clermont-Ferrand (relecture du guide).

Membres du COPIL

La rédaction de ce guide a été suivie par un Comité de pilotage composé de :

- Adèle Veerabadren, DGALN/DEB – Bureau des milieux aquatiques (EN4) ;
- Claire-Cécile Garnier, DGALN/DEB – Bureau des milieux aquatiques (EN4) ;
- Damien Golsot, DGPR/SRNH - Bureau de l'action territoriale ;
- Ghislaine Ferrère, DGALN/DEB – Bureau des milieux aquatiques (EN4) ;
- Muriel Saulais, Cerema, Direction technique Territoires et Villes ;
- Pierre-Olivier Lausecker, Agence de l'eau Rhin-Meuse ;
- Pascal Goujard, EPTB Seine Grands Lacs.

Relectures du guide

Ce document a fait l'objet de relectures et de compléments en cours de rédaction. Nous remercions tous ceux qui y ont contribué, notamment :

- Sabine Moraud, DGALN/DEB, Bureau du littoral et du domaine public maritime naturel (LM2) ;
- Kathleen Monod, DGALN/DEB, Bureau du littoral et du domaine public maritime naturel (LM2) ;
- Stéphane Grivel, DGALN/DEB – Bureau des milieux aquatiques (EN4) ;
- Véronique De Billy, Agence Française pour la Biodiversité (AFB) ;
- Sylvie Jégo, Agence de l'Eau Adour-Garonne ;
- Bastien Pellet, Agence de l'Eau Seine-Normandie ;
- Stéphane Parmentier, Agence de l'Eau Artois-Picardie ;

- François Chambaud, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse ;
- Patrick Bazin, Conservatoire du Littoral ;
- Lisa Kundisamy, Conservatoire du Littoral ;
- Nadia Sanz-casas, Conservatoire du Littoral ;
- Floriane Di Franco, APCA réseau des Chambres d'agriculture ;
- Bertrand Dury, APCA réseau des Chambres d'agriculture ;
- Virginie Mauclert, Tour du Valat, Pôle-relais lagunes méditerranéennes.

Par ailleurs, ce document a fait l'objet d'une relecture finale. Nous remercions tous ceux qui ont apporté leur contribution, notamment :

- Gilbert Miossec, Forum des Marais Atlantiques ;
- Émilie Linaud, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse ;
- Sophie Bougard, Cerema, Cerema Eau Mer et Fleuves ;
- Thierry Mougey, Association des Parcs Naturels Régionaux ;
- Johanna Van-Herrenthals, Association Française des Établissements Publics Territoriaux de Bassin ;
- Quentin Bruy, APCA réseau des Chambres d'agriculture.
- Lucie Millon, DREAL Auvergne-Rhône-Alpes

Illustrations

La plupart des photos, schémas et tableaux sont à porter au crédit des rédacteurs ou proviennent de la bibliographie référencée, sinon les auteurs sont mentionnés ; merci de contacter la coordonnatrice (celine.barrailh@cerema.fr) si un oubli ou une erreur est constaté afin d'effectuer une correction sur une prochaine version du guide.

Référence

À des fins de référence, ce guide doit être cité en bibliographie de la manière suivante :

Cerema (2017) Guide de recommandations pour la prise en compte des fonctionnalités des milieux humides dans une approche intégrée de la prévention des inondations. Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 189 p.

Document consultable et téléchargeable sur les sites :

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/vpn.e2.rie.gouv.fr/prevention-des-inondations#e10>

<http://www.centre-est.cerema.fr/>

Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.

En cas de reproduction partielle, l'accord préalable de l'auteur devra être demandé.

Référence : C14LC0084

Sommaire

A - Introduction.....	9
A.1 - Pourquoi intégrer les milieux humides dans la prévention des inondations ?.....	11
A.1.1 -Une obligation réglementaire.....	11
A.1.2 -Un besoin d'inscrire les mesures de prévention dans une approche intégrée du territoire.....	11
A.1.3 -Une interaction particulière entre milieux humides et inondations.....	11
A.1.4 -Une logique gagnant-gagnant.....	12
A.2 - Un guide : pourquoi, pour qui et comment ?.....	12
A.2.1 -Pour quoi faire et pour qui ?.....	12
A.2.2 -Comment lire le guide ?.....	13
B - Milieux humides et prévention des inondations : rappels de notions clés.....	15
B.1 - Milieux humides et zones humides : deux notions distinctes.....	17
B.1.1 -Notion de zones humides : quelques définitions.....	17
B.1.2 -Notion de milieux humides : une définition plus globale.....	18
B.2 - Localiser pour évaluer le rôle des milieux humides.....	19
B.2.1 -Situer les milieux humides dans l'emboîtement des échelles spatiales et temporelles.....	19
B.2.2 -Considérer les milieux humides dans leur contexte territorial.....	21
B.3 - Différents niveaux d'approche à conjuguer.....	26
B.4 - Fonctions et services rendus à préserver.....	27
B.4.1 -Trois grandes fonctions assurées par les milieux humides.....	27
B.4.2 -De nombreux services rendus à l'homme.....	28
B.4.3 -Focus sur les fonctions hydrauliques utiles à la prévention des inondations.....	29
B.5 - Vers une approche intégrée de la prévention des inondations.....	31
B.5.1 -Rappel sur les inondations.....	31
B.5.2 -Prise en compte des différents enjeux au sein du territoire.....	33
B.5.3 -Différentes échelles de réflexion pour la prévention des inondations.....	34
C - Prendre en compte les milieux humides dans l'élaboration d'un dossier de PAPI.....	39
C.1 - Étape 1 : réaliser le diagnostic du territoire.....	42
C.1.1 -Préalable indispensable : réaliser le diagnostic du fonctionnement hydromorphologique des hydrosystèmes.....	42
C.1.2 -Localiser et délimiter les milieux humides pour mieux les mobiliser.....	50
C.1.3 -Caractériser les milieux humides pour définir leurs rôles dans la prévention des inondations et les enjeux associés.....	52
C.1.4 -En résumé, le PAPI doit être considéré comme un projet de territoire.....	59
C.2 - Étape 2 : Définir des actions de prévention des inondations.....	59
C.2.1 -Raisonnement selon les fonctionnalités des milieux humides utiles à la prévention des inondations.....	60
C.2.2 -Privilégier des types d'actions en fonction des contextes de territoire.....	75
C.2.3 -Définir différents niveaux d'actions qui s'appuient sur les fonctions des milieux humides.....	97
C.2.4 -Éligibilité du financement des actions sur les milieux humides au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM).....	104
C.3 - Étape 3 : Mettre en cohérence les actions du PAPI.....	105
C.3.1 -Mettre en cohérence le programme d'action avec l'objectif de valorisation des fonctions des milieux humides.....	105
C.3.2 -Réfléchir à une stratégie de gestion des milieux humides qui tient compte du fonctionnement du bassin versant dans sa globalité.....	106
C.3.3 -Prioriser les actions proposées.....	110
C.4 - Étape 4 : Mettre en œuvre le programme d'actions.....	111
C.4.1 -Respecter les dispositions de la réglementation en vigueur.....	112
C.4.2 -Appliquer les principes de la séquence « éviter-réduire-compenser » (ERC) les impacts sur les milieux naturels.....	114
C.4.3 -Prendre des mesures de protection de l'environnement pendant la phase travaux.....	119
C.4.4 -Respecter les prescriptions techniques pour concevoir les aménagements.....	122
C.5 - Étape 5 : Réaliser le suivi des actions.....	126
C.5.1 -Définir des indicateurs pertinents pour le suivi des actions sur les milieux humides.....	126
C.5.2 -Réaliser le suivi et l'évaluation des actions.....	134

D - Inscrire les actions dans un projet global de territoire.....	139
D.1 - Mobiliser les outils de la gestion de l'eau et de la planification pour la mise en œuvre du PAPI.....	141
D.1.1 - Articulat[i]on des outils de gestion de l'eau et des risques d'inondation avec les documents de planification.....	141
D.2 - Mettre en place un mode de gouvernance du PAPI qui mobilise l'ensemble des acteurs du territoire.....	144
D.2.1 - Mobiliser les acteurs clés du territoire pour l'élaboration et la mise en œuvre du PAPI.....	144
D.2.2 - Organiser la gouvernance du PAPI.....	152
Annexe A – Références.....	159
Références bibliographiques.....	159
Sites internet et date de consultation.....	163
Références réglementaires (liste non exhaustive).....	163
Liste des PAPI étudiés.....	164
Annexe B – Répartition géographique du panel de PAPI analysé et date de labellisation.....	167
Annexe C – Dictionnaire des sigles.....	169
Annexe D – Études de cas de diagnostic hydromorphologique.....	171
Cas n° 1 - PAPI de la Loire amont (labellisé en 2009).....	171
Cas n° 2 - PAPI de la Haute Zorn (labellisé en 2013).....	173
Cas n° 3 - PAPI Verse (labellisé en 2013).....	174
Cas n° 4 - PAPI Audomarois (labellisé en 2011).....	176
Cas n° 5 - PAPI Seine et Marne Francilienne (labellisé le 19 décembre 2013).....	178
Annexe E – Les outils réglementaires à mobiliser pour la mise en œuvre du PAPI.....	181
1- Les outils de gestion de l'eau dans les territoires.....	181
2 - Les outils de planification du territoire.....	184
3 - Les outils de programmation opérationnelle.....	186
4 - La stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte.....	187

A - Introduction

A.1 - Pourquoi intégrer les milieux humides dans la prévention des inondations ?

A.1.1 - Une obligation réglementaire

Les mesures de prévention des inondations répondent à l'obligation réglementaire de la directive 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondation, dite Directive Inondation (DI). Cette directive européenne a pour principal objectif d'établir un cadre pour l'évaluation et la gestion globale des risques d'inondation, qui vise à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux différents types d'inondations.

La transposition nationale de la DI introduit la nécessité de prendre en compte les milieux humides dans les actions de prévention des inondations. Cela se traduit dans le cadre de la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SNGRI) arrêtée le 7 octobre 2014, qui s'inscrit dans le renforcement de la politique nationale de gestion des risques d'inondation. La SNGRI spécifie en effet la nécessité de conduire un aménagement durable des territoires, en indiquant que « la synergie dans la gestion des milieux naturels, de la biodiversité et des risques d'inondation permet l'émergence de solutions respectueuses de l'environnement et contribue à la solidarité du bassin. »

L'ensemble des mesures de prévention des inondations est également soumis aux contraintes réglementaires fixées par la directive cadre sur l'eau (DCE : directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau). La DCE fixe en effet des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles et des eaux souterraines, en intégrant la protection et la préservation des milieux humides.

A.1.2 - Un besoin d'inscrire les mesures de prévention dans une approche intégrée du territoire

Une approche intégrée de la prévention des inondations correspond à une gestion intégrée du risque menée en articulation avec toutes les politiques publiques, au-delà de la Directive Inondation (Directive 2007/60/CE du 23/10/07). En particulier, comme le souligne le cahier des charges des Programmes d'Actions et de Prévention des Inondations (PAPI) n°3, les politiques de préservation de l'environnement et d'aménagement du territoire doivent constituer un axe privilégié d'intervention (DGPR, 2017). Ainsi les milieux naturels (milieux humides, espaces de mobilité des cours d'eau, ...) peuvent constituer des atouts pour gérer les risques d'inondation.

La notion d'approche intégrée traduit aussi une gestion équilibrée du risque qui prend en compte tous les acteurs impliqués dans la dynamique des inondations, au-delà de l'échelle des zones d'enjeux, c'est-à-dire au-delà de l'échelle du dispositif PAPI qui permet la mise en œuvre d'une politique globale, pensée à l'échelle du bassin de risque. Le bassin de risque cohérent représente ici des territoires homogènes au regard de l'aléa auquel ils sont soumis.

A.1.3 - Une interaction particulière entre milieux humides et inondations

Les milieux humides, de par leur position stratégique dans les bassins versants et à proximité des cours d'eau, mais surtout de par leurs fonctionnalités, sont des milieux pouvant jouer un rôle positif dans l'atténuation et la réduction de la propagation des crues. Toutefois, ce sont des milieux sensibles risquant d'être impactés par des inondations ou des actions de préventions des inondations (illustration 1).

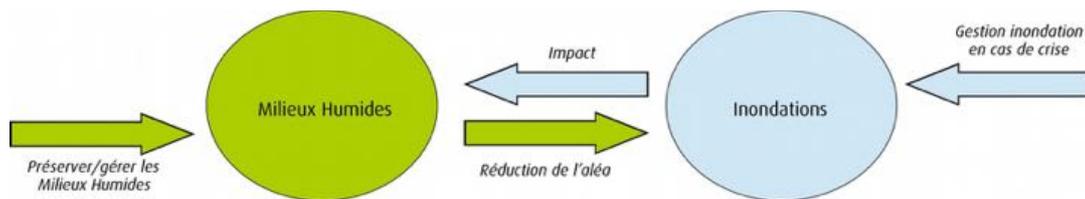


Illustration 1 : interaction entre milieux humides et prévention des inondations (© Cerema, 2015)

Les milieux humides jouent en effet un rôle primordial dans la régulation et la propagation des crues, bien en amont des zones d'enjeu bordant les cours d'eau. Les milieux humides peuvent ainsi être prépondérants pour réduire le niveau de l'aléa inondation en limitant les vitesses et les volumes d'écoulements, réduire l'érosion des sols et les risques de contamination associés, et participer à la protection des personnes et des biens au cours d'épisodes de crues. Cependant, en France, depuis le début du XXe siècle, une part très importante de la surface de ces milieux humides a fait l'objet d'aménagements réduisant considérablement leur capacité à rendre service, et ce sous la conjonction de trois facteurs : l'intensification des pratiques agricoles, l'inadaptation des aménagements hydrauliques et la pression de l'urbanisation et des infrastructures de transport. Il apparaît ainsi nécessaire, autant que possible, de mettre en place des actions de gestion adaptées pour préserver ces milieux.

Toutefois, les milieux humides seuls ne peuvent pas traiter directement les désordres associés aux inondations. En cas d'inondation, l'action doit se porter en priorité sur la gestion des crues et sur la protection des biens et des personnes, par exemple en construisant des ouvrages permettant de stopper ou réguler les flux d'eau à court terme. Ces actions, dans la mesure où elles risquent d'entraîner la dégradation de milieux humides, doivent faire l'objet de réflexions pour limiter leurs impacts sur ces milieux.

A.1.4 - Une logique gagnant-gagnant

Les PAPI n'ont pas suffisamment intégré par le passé les fonctionnalités des milieux humides utiles à la prévention des inondations. Ces programmes d'actions doivent toutefois s'inscrire au sein d'une politique de gestion intégrée des milieux et du territoire prenant en compte à la fois les politiques de prévention des inondations, de préservation de l'environnement et d'aménagement du territoire.

Or, les milieux humides sont nombreux, parfois cachés et même ignorés. Ils ont des fonctionnalités participant directement à la prévention et à l'atténuation des inondations. Le PAPI doit être un projet de territoire qui intègre avantageusement les milieux humides au travers d'actions en faveur de ces milieux.

Ainsi, dans une démarche globale de gestion du territoire, une meilleure prise en compte des milieux humides répond à une logique « gagnant-gagnant » contribuant à la fois à la protection de ces milieux, et à une pérennisation de leur rôle positif sur les crues.

A.2 - Un guide : pourquoi, pour qui et comment ?

A.2.1 - Pour quoi faire et pour qui ?

L'objectif de ce guide est d'aider les porteurs de projets de PAPI à mieux prendre en compte les milieux humides, en particulier à tirer le meilleur parti des fonctions de ces milieux pour garantir leur protection dans le cadre de l'élaboration de leur programme d'actions de prévention des inondations.

C'est pourquoi ce guide de recommandations s'appuie sur des exemples d'actions proposées en faveur des milieux humides extraits d'une vingtaine de dossiers PAPI labellisés entre 2010 et 2013.

Au-delà des PAPI, l'idée de ce guide est de fournir les clés essentielles pour mieux intégrer les milieux humides dans les projets de territoires (mesures de gestion, mesures de protection, de réhabilitation, ...).

Des exemples d'aménagement ou de gestion de territoires prenant en compte avantagement les milieux humides sont détaillés tout au long du guide pour illustrer des applications concrètes de recommandations exposées.

Outre le rappel des différentes fonctions et services rendus par ces milieux, le but de ce guide est aussi de mettre en évidence l'intérêt de la prise en compte des milieux humides dans les actions de prévention des inondations.

Il s'agit aussi de montrer que les réflexions dans le domaine de la gestion des risques d'inondation peuvent pertinemment se combiner avec des ambitions écologiques plus larges, en assurant également le maintien ou la restauration de milieux humides de qualité.

A.2.2 - Comment lire le guide ?

Le guide doit être vu comme une boîte à outils dont les chapitres peuvent être utilisés selon les besoins du lecteur. Il s'organise comme suit :

- le **chapitre A** est la **partie introductive**, rappelant le contexte et les objectifs ;
- le **chapitre B** présente les **notions clés à retenir sur les milieux humides** ainsi que les enjeux et différents niveaux d'approches à connaître pour mobiliser de manière optimale ces milieux et leurs fonctionnalités dans les programmes d'actions de prévention des inondations ;
- le **chapitre C** présente, au travers de recommandations et d'exemples, la **démarche conseillée aux porteurs de projet pour prendre en compte les fonctions des milieux humides lors de l'élaboration du PAPI**. Pour une lecture rapide, le diagramme présenté au début du chapitre C (Illustration 14) résume les différentes étapes de cette démarche ;
- le **chapitre D** aborde enfin des préconisations d'ordre plus transversal pour mieux mobiliser les milieux humides dans les PAPI et **intégrer la démarche PAPI dans un projet plus large d'aménagement du territoire**. Ces préconisations sont utiles pour appuyer le programme d'actions sur les différents outils de gestion de l'eau existants sur le territoire et mobiliser l'ensemble des acteurs du territoire concernés par la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations.

Pour faciliter la lecture du document, deux types d'encarts sont utilisés dans ce guide :

- des encarts **retours d'expérience (en bleu)** sur des actions de prévention des inondations prenant en compte les milieux humides ;

(i) Encarts « retour d'expérience » faisant un zoom sur une action ou un ensemble d'actions de prévention des inondations prenant en compte les milieux humides

Rédigés à partir de retours d'expérience, ces encarts apportent un éclairage sur une action ou un ensemble d'actions s'appuyant sur des milieux humides, et présentent les enseignements associés.

- des **encarts de synthèse (en mauve)** qui mettent l'accent sur les éléments-clés à retenir.

Encarts de synthèse sur les éléments clés à retenir

> **Ces encarts :**

- synthétisent l'information ou mettent l'accent sur les points importants à retenir,
- apportent une synthèse à la fin de chaque chapitre.

Les **références bibliographiques** utilisées dans ce guide sont listées par ordre alphabétique en **annexe A**.

B - Milieux humides et prévention des inondations : rappels de notions clés

Dans ce guide, la notion de milieu humide est abordée au sens large dans une optique d'avoir une réflexion au-delà du cadre réglementaire définissant les « zones humides » (article L. 211-1 du code de l'environnement) et de permettre une prise en compte de l'ensemble des milieux qui jouent un rôle dans le fonctionnement et la propagation des crues. En comparaison à la notion de « zones humides », le terme de « milieux humides » que nous avons choisi de retenir dans ce guide regroupe donc une plus large diversité de milieux sur lesquels il est possible d'agir dans une perspective de prévention des inondations (Illustration 2).



Illustration 2 : milieux humides et zones humides, deux notions complémentaires (PNMH, 2014)

Compte tenu de la confusion possible entre ces deux termes, nous reviendrons dans la première partie sur les définitions de ces deux notions non équivalentes, avant de présenter les fonctions et services rendus par les milieux humides. Enfin, différentes actions possibles à mener sur ces milieux seront présentées dans une perspective de prévention des inondations.

B.1 - Milieux humides et zones humides : deux notions distinctes

B.1.1 - Notion de zones humides : quelques définitions

Les zones humides constituent tout ou partie des milieux humides comme précisé dans l'illustration 2. Elles sont généralement définies comme des zones de transition entre la terre et l'eau caractérisées à la fois par :

- la présence quasi permanente d'eau douce, saumâtre ou salée en surface,
- un sol saturé d'eau d'origine naturelle,
- la présence d'espèces animales et végétales caractéristiques (roseaux, amphibiens...).

B.1.1.1 - En droit français : une définition réglementaire

En droit français, l'article L. 211-1 du code de l'environnement définit les zones humides comme « *les 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* ».

Notons que cette définition réglementaire ne prend pas en compte les plans d'eau ni les lagunes côtières, dont seul le pourtour (*i.e.* les berges et les milieux continentaux attenants) est appréhendé.

En complément, dans les documents opposables que constituent les SDAGE (Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) et SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau), une typologie réglementaire des zones humides est déclinée par types majeurs de milieux humides.

Les critères de définition et de délimitation des zones humides, ainsi définies, sont précisés par l'article R211-108 du code de l'environnement et l'arrêté du 1er octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24 juin 2008. Ils sont « *relatifs à la morphologie des sols*

liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la **présence éventuelle de plantes hygrophiles** ». La méthode d'identification des zones humides contenue dans cet arrêté n'est pas nécessairement requise pour les inventaires de zones humides à des fins notamment de connaissance ou de localisation pour la planification de l'action (Circulaire DGPAAT/C2010-3008, 2010).

Enfin, le code de l'environnement régit les interventions possibles sur les zones humides en les situant dans l'objectif d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. Il vise en particulier la préservation des zones humides. Dans l'article L.211-1-1, « la protection et la préservation des zones humides sont considérées d'intérêt général en raison du caractère stratégique des services qu'elles rendent à la société. Le code de l'environnement souligne aussi que les politiques nationales, régionales et locales d'aménagement des territoires ruraux doivent prendre en compte l'importance de la conservation, l'exploitation et la gestion durable des zones humides qui sont au cœur des politiques de préservation de la diversité biologique, du paysage, de gestion des ressources en eau et de prévention des inondations ».

B.1.1.2 - Au niveau international : la convention de Ramsar

Au niveau international, la convention de Ramsar sur les zones humides d'importance internationale, adoptée en 1971, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources (www.ramsar.org, consulté en 2014). Elle définit les zones humides 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 ». Le texte précise également que les zones humides « pourront inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide ».

Notons que cette définition est plus large que la définition utilisée en droit français, car elle tient compte d'un certain nombre de milieux aquatiques tels que les récifs coralliens et les herbiers marins ainsi que les cours d'eau, étangs, lagunes et milieux souterrains. Les eaux d'origines artificielles sont également intégrées. Cette définition **fournit donc une vision plus large des zones humides**, que nous allons reprendre sous le terme générique de « **milieux humides** ».

B.1.2 - Notion de milieux humides : une définition plus globale

Le dictionnaire du SANDRE (2013) définit le milieu humide comme « une portion du territoire, naturelle ou artificielle, qui est ou a été en eau (ou couverte d'eau), inondée ou gorgée d'eau de façon permanente ou temporaire. L'eau peut y être stagnante ou courante, douce, salée ou saumâtre ».

Ce terme se veut plus large que la notion de zones humides (telle que définie en droit français), en ce sens qu'il répond davantage à la définition de la convention de Ramsar et prend notamment en compte les milieux aquatiques tels que les lagunes côtières et les plans d'eau ainsi que des milieux terrestres ne répondant pas aux critères (pédologique et/ou floristique) de l'arrêté du 24 juin 2008.

Les milieux humides regroupent donc des entités écologiques très diverses. Ils revêtent aussi des réalités économiques variées : intérêt touristique, agricole, piscicole, conchylicole, urbanistique , ...

L'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA, intégré le 1^{er} janvier 2017 à l'Agence Française pour la Biodiversité - AFB) propose une autre manière de classer les milieux humides, en trois catégories en fonction de leur origine, naturelle ou anthropique, et leur dominance d'eau douce ou salée (www.onema.fr, consulté en 2014) :

- **les milieux humides continentaux** : ils sont caractérisés par la présence d'eau essentiellement douce et sont situés à l'intérieur des terres. Parmi ces milieux, on peut distinguer, d'une part, les milieux d'altitude ou de plaine pas ou peu influencés par les cours d'eau, et d'autre part les milieux associés aux réseaux hydrographiques. Il s'agit des marais, des mares naturelles, des tourbières, des prairies, des landes, des forêts humides, ... ;
- **les milieux humides littoraux** : ils sont caractérisés par la présence d'eau essentiellement salée ou saumâtre d'origine

marine, sur ou en bordure de côte. Il s'agit des zones estuariennes, des lagunes côtières, des étangs d'arrière dunes, des vasières, des mangroves, ... ;

- **les milieux humides artificiels** : ce sont les milieux façonnés par l'homme. Ils peuvent être aussi bien dominés par la présence d'eau douce que salée. Avec le temps et selon la gestion qui leur est appliquée, ils peuvent parfois acquérir tout ou partie des caractéristiques des milieux humides d'origine naturelle. Il s'agit des marais mouillés, et desséchés, des marais salants, des retenues d'eau, ...

B.2 - Localiser pour évaluer le rôle des milieux humides

Les milieux humides n'auront pas les mêmes propriétés et fonctions selon leur localisation dans le bassin versant. Il est donc essentiel de situer les différents types de milieux humides dans le bassin versant pour évaluer les enjeux de leur préservation ou d'autres types d'actions, dans une perspective de prévention des inondations (B.2.1). De plus, les contextes de territoire doivent également être considérés pour mobiliser les milieux humides de la manière la plus efficace et la plus adaptée possible dans les PAPI (B.2.2).

B.2.1 - Situer les milieux humides dans l'emboîtement des échelles spatiales et temporelles

Dans le cadre d'une approche intégrée de la prévention des inondations, les milieux humides à prendre en compte peuvent être situés à divers endroits dans le bassin versant et par rapport au cours d'eau ou aux zones littorales intéressant le PAPI. Il est important de noter que les milieux présentant des fonctions d'intérêt pour la prévention des inondations ne sont pas forcément situés aux abords immédiats des cours d'eau ou des côtes.

On retrouve en effet :

- les têtes de bassins,
- les zones d'expansion de crues (prairie, marais, forêts alluviales, ...),
- les retenues d'eau (les lacs, les étangs, les mares, ...),
- les annexes fluviales (les bras morts, les zones humides situées au niveau de sources, ...),
- les marais littoraux influencés par les marées,
- les lagunes côtières, ...

La localisation doit donc être analysée longitudinalement, de l'amont vers l'aval du bassin versant (Illustrations 3 et 4), en intégrant les interactions verticales entre le milieu, la nappe d'accompagnement et le cours d'eau, en zone continentale et entre le milieu et la mer, lorsqu'on se trouve en zone littorale. La localisation du milieu humide doit donc être effectuée dans un cadre spatial tri-dimensionnel, en tenant compte des connexions hydrogéologiques avec les eaux souterraines douces ou salées.

La localisation du milieu humide doit aussi s'inscrire dans un cadre temporel. La précision de la position transversale (Illustration 5) du milieu humide doit permettre de relever le niveau d'eau permettant d'inonder le milieu, lors de crues ou de submersions marines. Il s'agit d'identifier les périodes d'interconnexions entre les milieux situés dans la plaine d'inondation¹ du cours d'eau ou du littoral. La position transversale doit aussi renseigner la distance entre le milieu humide et l'axe des écoulements, en tenant compte de la mobilité, dans le temps, du cours d'eau ou du trait de côte.

¹La plaine d'inondation correspond à la zone, proche des rivières, des fleuves ou de tout cours d'eau, qui peut subir des inondations. C'est le siège d'un sol alluvial.

En zone continentale, il s'agit des terres basses, le long d'un cours d'eau, susceptibles d'être inondées pendant des crues périodiques et de recevoir des dépôts sédimentaires. Elle est souvent définie par les zones d'expansion des crues incluses dans le lit majeur du cours d'eau.

En zone littorale, c'est la zone de côte qui est sujette à de fréquentes inondations ou submersions marines par des ondes de tempête. Son extension est souvent définie en fonction de la probabilité statistique d'occurrence annuelle de l'événement (par exemple : 1% pour une inondation tous les 100 ans ou 5% pour une inondation tous les vingt ans).



Illustration 3: Localisation de l'amont vers l'aval des milieux humides dans le bassin versant (illustration adaptée de AERMC (2001a))

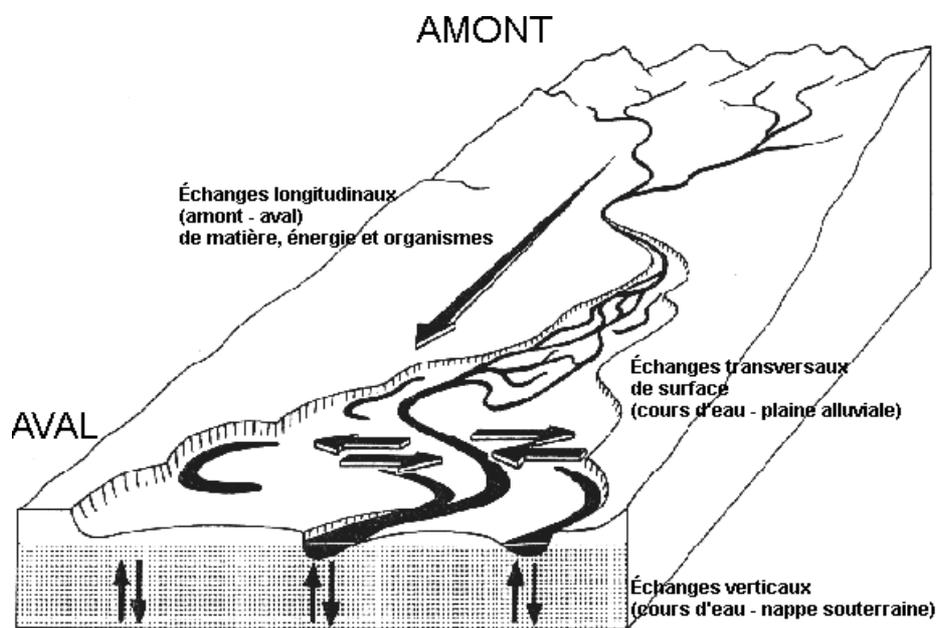


Illustration 4 : interaction entre milieux humides, nappe d'accompagnement et cours d'eau (modifié d'après Amoros et Petts, 1993)

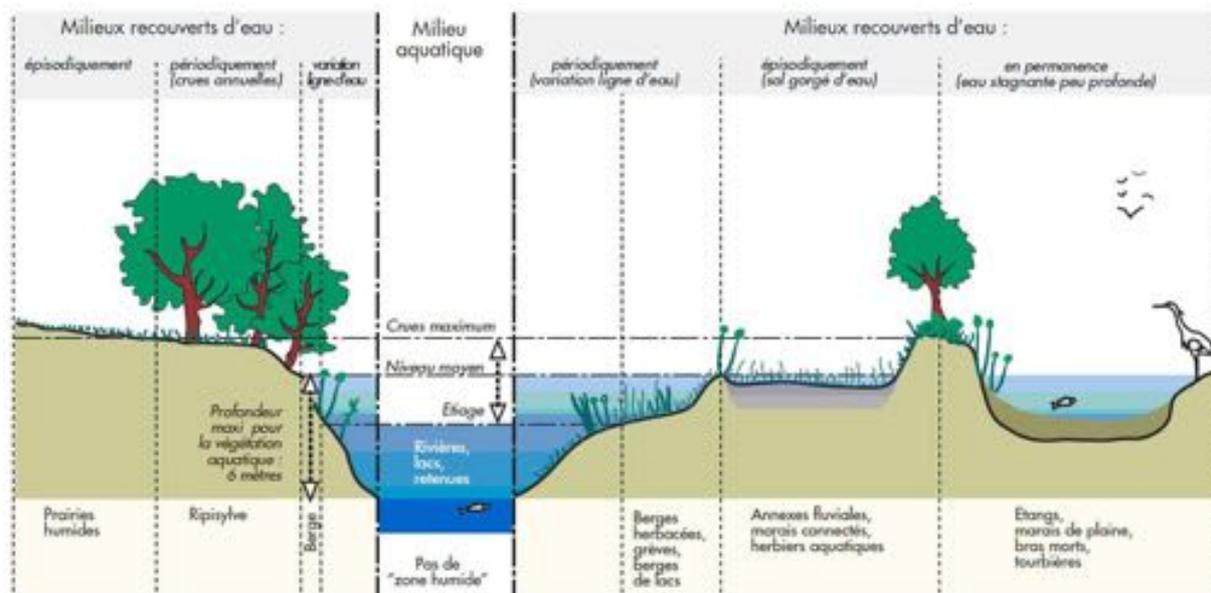


Illustration 5 : localisation transversale des milieux humides par rapport au cours d'eau (Agences de l'eau, 2002)

Compte-tenu de l'emboîtement des échelles d'espace et de temps qui caractérise le fonctionnement des hydrosystèmes, qu'ils soient fluviaux ou littoraux, il est indispensable de situer le milieu humide dans toutes les dimensions d'espace et de temps, à l'échelle du bassin versant et sur plusieurs années hydrologiques (analyses diachroniques de photographies aériennes) afin de déterminer le rôle ou le fonctionnement des milieux humides vis-à-vis des inondations.

B.2.2 - Considérer les milieux humides dans leur contexte territorial

Les morphologies des territoires rencontrées dans un même bassin versant peuvent être très diverses. Les milieux humides se situent dans des contextes très variés, en zones agricoles ou plutôt urbaines, dans des zones de plaine, de montagne ou littorales.

Ces différents contextes géographiques peuvent influencer de manière conséquente le type d'actions de prévention des inondations qui peuvent être mises en œuvre sur un territoire donné.

B.2.2.1 - Les milieux humides en zones agricoles

Un grand nombre de zones agricoles se situent dans des zones stratégiques du fonctionnement hydraulique du territoire au niveau des :

- dépendances de cours d'eau,
- zones d'expansion de crues,
- prairies humides pâturées,
- marais exploités, ...

De même, beaucoup de milieux humides se situent dans des parcelles agricoles exploitées. Comme évoqué dans le paragraphe B.4.2, les milieux humides fournissent de nombreux services à l'homme. Ces milieux humides présentent parfois une intéressante productivité biologique dont peuvent dépendre des filières économiques agricoles particulières (herbages, pâturages, cressonnières, roselières, productions sylvicoles, halieutiques, piscicoles ou conchylicoles). En contrepartie, ces milieux humides agricoles peuvent aussi subir des pertes occasionnelles ou périodiques de rendement de production dues à des inondations ou submersions répétées (asphyxie des plantations, engorgement prolongé du sol,...)

Toutefois, les zones agricoles ne doivent pas être considérées comme des zones contraignantes pour la prévention des inondations mais au contraire comme des zones-clés pour la mise en œuvre d'actions de réduction ou de gestion des inondations. En effet, les zones agricoles sont des zones à faible densité d'habitations, où de fait l'enjeu de protection des biens

et des personnes est peu prégnant. Ce sont donc des espaces mobilisables pour des actions ou des aménagements consommateurs de foncier, qui autorisent par exemple le recours à des inondations contrôlées. Pour cela il convient de prévenir le ruissellement et de maintenir la capacité d'infiltration des eaux de pluie des sols agricoles à la parcelle qui varie en fonction des saisons (B.2.2.1.3) :

- en préservant les milieux humides agricoles et leurs fonctions hydrauliques et hydrologiques notamment en y mettant en œuvre des pratiques culturales adaptées (B.2.2.1.1 précisé dans C.2.2.2.1),
- en maintenant une bonne qualité des sols qui favorisent naturellement l'infiltration des eaux (B.2.2.1.2),
- en mettant en place des aménagements des parcelles qui facilitent la rétention de l'eau et son infiltration à la parcelle (C.2.2.2.2).

Cependant, les projets de transfert d'exposition aux inondations dans les espaces agricoles devront être accompagnés, dans le dossier de PAPI, d'une étude agricole permettant d'évaluer les impacts pressentis de ce type d'actions sur l'activité agricole (MEEM, 2016).

B.2.2.1.1 - Préserver les milieux humides agricoles et leurs fonctions hydrauliques et hydrologiques par des pratiques agricoles adaptées

La préservation des milieux humides présents sur les parcelles agricoles a un double intérêt :

- maintenir ces espaces qui ont un rôle de zones d'expansion de crues,
- maintenir des espaces avec un sol ayant une bonne capacité d'infiltration.

La préservation de ces milieux humides passe par la mise en place de pratiques agricoles adaptées qui préservent les fonctions hydrauliques de ces milieux. En effet, de mauvaises pratiques agricoles peuvent réduire la capacité d'infiltration du sol et intensifier, par la suite, le ruissellement de l'eau et le risque d'érosion des sols agricoles (Labreuche *et al.*, 2007). Par exemple, une désagrégation trop poussée de la terre pour l'affinement d'un lit de semence peut favoriser la création d'une croûte de battance au moment d'une pluie, en particulier lorsque la texture du sol est limoneuse. Le sol perd sa rugosité et la proportion d'eau ruisselée s'en trouve augmentée, de même que la vitesse d'écoulement de l'eau. L'adaptation du système de cultures, avec maintien d'un couvert ou recours à un mulch, permet de limiter ce mécanisme (Boiffin *et al.*, 1988). Pour les sols habituellement saturés d'eau et sensibles au compactage, l'augmentation de la taille des engins d'exploitation agricoles ou forestiers ou encore le piétinement du bétail entraînent un tassement des sols qui réduit fortement la capacité d'infiltration de l'eau (www.gissol.fr, consulté en 2017).

Plus généralement, les systèmes de culture qui favorisent à la fois le maintien de la structure du sol, et la capacité d'infiltration de l'eau à chaque pluie, et quel que soit le type de sol agricole, sont ceux qui réduisent le risque d'érosion du sol par ruissellement concentré de l'eau, en limitant le passage d'engins agricoles (par exemple : techniques culturales sans labour), en entretenant un couvert végétal et en maintenant la matière organique du sol au moyen d'amendements réguliers de compost ou de fumier (Chambre Agriculture du Morbihan, 2010).

Les pratiques culturales adaptées à la prévention des inondations sont détaillées par la suite (C.2.2.2.1).

B.2.2.1.2 - Une qualité des sols agricoles à préserver pour éviter le ruissellement et favoriser l'infiltration de l'eau

Dans ces zones agricoles, il est essentiel de favoriser la capacité d'infiltration naturelle des sols. Cette fonction est prépondérante lors de la survenue de pluies. En effet une capacité d'infiltration des sols dégradée entraînera la stagnation ou le ruissellement des eaux sur les parcelles aggravant ainsi le risque d'inondation.

Les sols agricoles ayant de grandes capacités à laisser s'infiltrer l'eau sont généralement des sols riches en matière organique, sur lesquels se développe une végétation enracinée aussi bien dans les parties les plus superficielles qu'en profondeur. Les flux d'eau sont alors guidés verticalement le long des racines. L'infiltration est alors favorisée et les écoulements de surface s'en trouvent alors fortement réduits.

Un sol riche en matière organique présente aussi une capacité de rétention d'eau plus importante qu'un sol appauvri par des

labours en profondeur. Or, l'infiltration des pluies de forte intensité est d'autant plus favorisée que le sol est humide, au moment de la survenue de la pluie. Les sols présentant une bonne capacité à retenir l'eau sont donc susceptibles d'être ceux qui restent les plus perméables, même après une période de sécheresse.

Par ailleurs, plus un sol est vivant de par la présence des racines et d'autres organismes tels les lombrics, plus il sera capable de stocker l'eau. Pour un même sol, l'augmentation de 1 à 2,5 t/ha de la biomasse lombricienne induit une augmentation de l'infiltration de 160 à 300 mm/h (Bouché, 1997, cité dans Bouché, 2014). Un sol riche en vers de terres et bien structuré dans sa zone racinaire peut absorber entre 40 et 100 mm d'eau par heure (Bouché, 1990, cité dans Bouché, 2014). Ceci n'est pas le cas des sols appauvris par des pratiques agricoles inadaptées, pour lesquels la majorité des flux d'eau s'écoule par ruissellement superficiel vers les cours d'eau.

B.2.2.1.3 - Une saisonnalité et une proximité de la nappe à prendre en compte

Quel que soit le type de sol, sa capacité à laisser s'infiltrer l'eau varie en fonction des saisons ou de l'existence d'une connexion de la parcelle avec une nappe. En effet, un milieu humide présentant un couvert végétal moindre en hiver n'aura pas la rugosité permettant de ralentir l'eau ruisselée comme le reste de l'année, lorsque la végétation est plus développée. De même, un sol gorgé d'eau par les pluies fréquentes de printemps ou par la remontée saisonnière d'une nappe superficielle, n'aura pas la même capacité d'infiltration et de stockage de l'eau qu'en période d'étiage. Plus généralement, un sol saturé d'eau en permanence, même partiellement et en profondeur, aura une moindre capacité d'infiltration de l'eau. Par suite, il n'atténuera pas autant l'aléa inondation que le même sol non saturé, et ce indépendamment des pratiques agricoles menées sur la parcelle.

Dans tous les cas, après une période de pluie importante ou la survenue d'inondations, il est nécessaire de prendre en compte un temps de ressuyage du sol avant que les parcelles agricoles retrouvent l'ensemble de leurs fonctions d'infiltration et de ralentissement des écoulements, de la même manière qu'un délai est nécessaire avant que les parcelles soient de nouveau cultivables.

B.2.2.2 - Les milieux humides en zones urbaines

Depuis plus d'un demi-siècle, le développement de l'urbanisation en partie non contrôlé a contribué à exposer davantage les populations au risque inondation.

B.2.2.2.1 - Une imperméabilisation des sols urbains qui aggrave les effets des inondations

En milieu urbain, particulièrement, l'imperméabilisation croissante des sols, associée à l'expansion des surfaces urbaines, a fortement diminué les capacités des sols à infiltrer les eaux pluviales et a accéléré les vitesses des flux de ruissellement. Ceci a également entraîné la saturation des réseaux d'assainissement pluvial urbains.

Ces phénomènes ont aggravé les inondations en milieu urbain en augmentant à la fois les vitesses et les volumes d'eau de ruissellement produits par les pluies. De plus, le développement d'activités et d'enjeux (habitations, activités économiques) a augmenté le nombre de secteurs exposés et la vulnérabilité de ces secteurs en période de crue.

Dans ce contexte, et comme le suggère Dournel *et al.* (2012), il est important d'orienter le développement de l'urbanisation de manière plus raisonnée, de sorte à ne pas exposer de nouvelles populations au risque inondation. À cet égard, il est essentiel de valoriser les zones inondables dans leur rôle de zones d'expansion de crues en leur redonnant une destination compatible avec leur inondabilité, comme le maintien d'exploitations agricoles par exemple (recommandé par les chambres d'agriculture), en y interdisant toutes nouvelles constructions ou le développement d'activités et, dans certains cas, en favorisant la relocalisation des personnes et des biens sur des zones moins exposées.

B.2.2.2.2 - Des zones urbaines qui peuvent aussi accueillir des actions de prévention des inondations

De fait, la densité de constructions en zones urbaines offre généralement peu d'espaces libres pour réaliser des actions de prévention des inondations.

Cependant, les zones urbaines sont également stratégiques pour mettre en œuvre de telles actions, car ce sont généralement

les zones à enjeux du point de vue de la protection des personnes et des biens. C'est pourquoi, dans le cadre d'une approche intégrée de la prévention des inondations, le développement de l'urbanisation doit s'adapter aux contraintes de territoire et en particulier aux risques naturels d'inondation.

A minima dans les zones urbaines où la « dureté » foncière, c'est-à-dire la difficulté à mobiliser ou acquérir des terrains, est moins prégnante, des actions concrètes de préservation de zones d'expansions de crues naturelles préexistantes ou de renaturation de milieux humides peuvent être menées pour atténuer les effets des inondations.

Au-delà, et dans une démarche de gestion amont/aval du bassin versant, toutes les zones du bassin versant doivent démontrer qu'elles sont parties prenantes dans la gestion du risque d'inondation. C'est la mise en place d'une gestion solidaire du risque d'inondation qui doit systématiquement prévaloir dans la définition des actions, notamment en zone urbaine, comme évoqué dans le paragraphe C.3.2.1.

L'objectif principal des actions menées en zone urbaine est d'abord de participer à la réduction du risque d'inondation en ville. Cependant, la mise en œuvre de tels aménagements doit s'accompagner d'une communication poussée auprès des riverains sur les principes de l'aménagement et leur rôle en amont et en aval de la ville. Autrement dit, il faut faire prendre conscience aux riverains que le risque inondation existe également en ville, que des milieux humides sont présents dans la ville et que ces milieux peuvent participer à réduire le risque d'inondation.

A minima, de tels aménagements peuvent être pensés, par exemple, pour indiquer aux riverains les niveaux de débordement du cours d'eau en période de hautes eaux sans pour autant que cela représente un risque réel pour les populations.

Des exemples concrets d'actions pouvant être mises en œuvre en contexte urbain sont détaillés dans le paragraphe C.2.2.1.

B.2.2.3 - Les milieux humides en zones de montagne

En zones de montagne, les inondations se caractérisent le plus souvent par des phénomènes de crues torrentielles, marquées par des vitesses d'écoulement très importantes.

Les milieux humides rencontrés correspondent à des milieux humides de têtes de bassin versant qui sont soit en pente forte soit à faible variation topographique, c'est-à-dire formant un replat.

Les milieux humides de pente, même si leur préservation est importante, participent dans de faibles proportions à la rétention des eaux et à la réduction des vitesses d'écoulement par écrêtement des débits.

Les milieux humides à faible variation topographique en revanche sont stratégiques pour la prévention des inondations. De par leurs fonctions hydrauliques, ils jouent un rôle essentiel en amont du bassin versant et participent à réduire les phénomènes de crues en aval. Leurs fonctions utiles à la prévention des inondations sont les suivantes :

- stockage des volumes d'eau produits lors des crues,
- écrêtement des débits de crues,
- ralentissement des vitesses d'écoulement des crues,
- augmentation des temps de transferts des flux de l'amont vers l'aval du bassin versant.

Ces fonctions sont d'autant plus cruciales que les zones de montagne sont aussi caractérisées par une pluviométrie accrue par des phénomènes de perturbations orogéniques des masses d'air. Ainsi, les milieux humides de montagne, tels les tourbières de hautes montagnes, sont les milieux recevant d'importants volumes de pluie, en comparaison des zones situées en aval (Michelot, 2003).

Leur préservation ainsi que la mise en place d'une gestion adaptée sont donc primordiales dans la stratégie de prévention des inondations. Ces mesures impliquent de bien caractériser la position dans le relief des milieux humides de montagne pour les délimiter. Comme le préconise l'annexe III de la circulaire du 18 janvier 2010 relative à la délimitation des zones humides, en

application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement, la délimitation d'une zone humide à faible variation topographique doit s'appuyer préférentiellement, sur les critères pédologiques permettant de qualifier l'hydromorphie du milieu, alors que pour la délimitation des milieux de fortes pentes, il est conseillé de privilégier l'examen de la végétation.

B.2.2.4 - Les milieux humides en zones littorales

Les milieux humides littoraux sont des espaces de transition entre la terre et la mer (B.2.2.4.1). De par cette position particulière dans l'écosystème, les zones littorales et les milieux humides littoraux sont soumis à des aléas de différentes origines, en particulier submersion marine et érosion côtière, dont il faut tenir compte de manière cohérente pour gérer les risques naturels littoraux (B.2.2.4.2). Dans ce contexte, les politiques de gestion des zones littorales sont en train d'évoluer pour revenir à un fonctionnement plus naturel des espaces littoraux (B.2.2.4.3).

B.2.2.4.1 - Une interface entre la terre et la mer

Les milieux humides littoraux ont la particularité d'être des milieux à l'interface entre la terre et la mer. Dans ce contexte, ils ont non seulement des fonctions écologiques remarquables mais aussi un rôle de zones tampons utiles lors de la survenue de submersions marines.

En effet, les milieux humides littoraux constituent des espaces à préserver pour leur biodiversité remarquable car ils offrent des habitats uniques pour la faune et la flore. De plus, ces espaces qui participent à la cohérence du fonctionnement du système littoral, absorbent l'énergie de la houle et constituent des zones de rétention des eaux écrétant les vagues de submersions marines.

B.2.2.4.2 - Une exposition à des aléas de différentes origines

Le littoral est un espace particulier dans le sens où il est soumis à trois influences (MEDDE, 2010) :

- l'influence continentale, qui conditionne la géomorphologie des côtes en lien direct avec leurs résistances à l'érosion ;
- l'influence maritime, qui entraîne les phénomènes de submersion marine qui en plus d'inonder les terres participent aux transferts hydro-sédimentaires (érosion ou sédimentation) ;
- l'influence atmosphérique (vent, température,...), qui contribue également à l'érosion des côtes par le transfert de sédiments du littoral et des terres et peut participer à augmenter la vulnérabilité des côtes à la submersion.

Ainsi, les zones littorales peuvent être soumises à deux types d'aléas qui sont interdépendants : la submersion marine et l'érosion côtière. C'est pourquoi, dans le cas particulier des zones littorales, il est fortement conseillé de mettre en place des actions dans le PAPI qui tiennent compte de ces deux aléas à la fois, pour traiter les risques naturels littoraux dans leur globalité.

De plus, les zones littorales ont la particularité d'être également soumises à des inondations d'origines différentes et qui peuvent survenir de manière concomitante (crues estuariennes). Ces inondations peuvent se créer :

- soit à l'amont du bassin versant à cause du débordement des cours d'eaux qui viennent se jeter dans les estuaires,
- soit à l'aval du bassin versant à cause des entrées de marées dans les terres qui créent des phénomènes de submersions marines.

En contexte littoral, ces phénomènes de crues ont historiquement été traités par la mise en place d'aménagements hydrauliques lourds, comme la construction de digues aux abords des zones sensibles ou d'enjeux à forte exposition (zones d'habitations, zones d'activités).

Par ailleurs, certaines zones littorales ont aussi été aménagées en créant des polders. Les polders sont des étendues artificielles de terre gagnées sur l'eau par endiguement, dont le niveau de l'eau se retrouve le plus souvent en dessous de celui de la mer. Ces zones artificielles ont été créées à partir de milieux humides littoraux (marais, estuaires, lacs, ...).

B.2.2.4.3 - Des stratégies de gestion des risques littoraux qui évoluent vers un retour à un fonctionnement naturel des écosystèmes

Suite au Grenelle de la mer, la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte a fait évoluer les stratégies de gestion des risques littoraux et notamment celle de gestion des risques de submersion marine.

La tendance est à la renaturation du trait de côte pour revenir à un fonctionnement naturel du littoral tout en prenant des mesures de protection hydraulique au plus proche des enjeux. Cette renaturation des territoires va recréer des milieux humides littoraux dans les zones où ils étaient naturellement présents. L'objectif est de laisser ces nouveaux espaces libres de tout enjeu s'inonder lors d'épisodes de submersion marine et ainsi constituer des zones naturelles d'expansion de crues. La survenue d'inondations intermittentes par submersion marine de ces nouveaux terrains ouverts aux marées entraînera alors la création de milieux humides littoraux supplémentaires possédant par exemple des fonctions de stockage des eaux.

Les objectifs et orientations de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte sont présentés en Annexe E.

Parallèlement, le MEEM met en œuvre le 3e Plan National d'action en faveur des Milieux Humides (2014-2018) dont une partie des actions porte spécifiquement sur les milieux humides littoraux. Ainsi, l'axe 5.3 du PNMH a pour objectif de soutenir une approche territorialisée de la gestion des milieux humides sur le littoral et les estuaires. Il comporte 4 actions qui ont pour but :

- de communiquer sur le fonctionnement et le rôle des milieux humides littoraux pour d'une part le maintien de la qualité des eaux et de la biodiversité et d'autre part la protection contre les risques naturels littoraux (action n°46 du PNMH),
- de poursuivre la dynamique de protection foncière des milieux humides littoraux menée par le Conservatoire du littoral. Le conservatoire du Littoral doit maintenir son rythme d'acquisition de zones littorales afin d'atteindre le « tiers sauvage » (1/3 des zones littorales doivent rester dans leur état naturel) (action n°47 du PNMH),
- de promouvoir le rôle des milieux humides dans la gestion des risques littoraux et dans la gestion intégrée du trait de côte (les milieux humides littoraux ont un rôle dans la prévention des inondations par débordement de cours d'eau et par submersion marine notamment (action n°48 du PNMH).

B.3 - Différents niveaux d'approche à conjuguer

La gestion intégrée du risque d'inondation invite à mener une réflexion à plusieurs niveaux d'échelle. En effet, si les études d'incidences ou l'élaboration d'un plan de gestion doivent préciser les milieux concernés et les travaux d'aménagement qui peuvent être réalisés à une échelle très locale, le diagnostic environnemental préalable à l'élaboration d'un plan d'actions nécessite une réflexion globale sur le risque inondation du territoire qui doit être menée à une échelle beaucoup plus large.

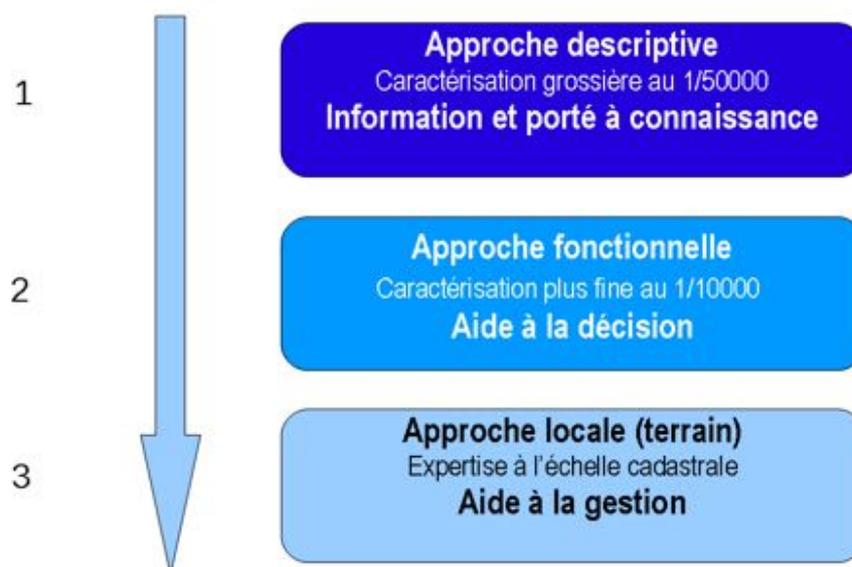


Illustration 6 : niveaux d'approche applicables à l'étude des zones humides (Clément et al., 2009)

L'illustration 6 présente les différents niveaux d'approche applicables aux milieux humides :

1. Dans un premier temps, une **approche descriptive** (1) du territoire à une échelle globale, généralement celle du bassin versant concerné, est indispensable pour appréhender de manière générale le fonctionnement hydrologique et hydraulique du territoire étudié. Sur l'ensemble de ce secteur, il s'agit aussi de réaliser une première délimitation des milieux humides et de décrire le contexte général (physique, chimique, agricole, ...), dans lequel ils s'inscrivent.
2. L'**approche fonctionnelle** (2) est ensuite une étape essentielle dans la démarche de prévention des inondations dans la mesure où elle permet d'identifier les secteurs présentant les plus forts enjeux (inondation, écologique, économique, etc.). C'est sur les zones présentant un rôle hydraulique significatif que devront se porter les réflexions de prévention des inondations. Il est intéressant ici d'introduire la notion d'**espace de fonctionnalité** (Illustration 7). Il s'agit de l'« *espace proche de la zone humide, ayant une dépendance directe et des liens fonctionnels évidents avec la zone humide, à l'intérieur duquel, certaines activités peuvent avoir une incidence directe, forte et rapide sur le milieu et conditionner sérieusement sa pérennité* » (Agence de l'eau RMC, 2001b). Cette définition montre clairement que les investigations et les actions ne doivent pas se limiter aux périmètres des milieux humides mais bien être également menées sur l'ensemble de leur espace de fonctionnalité.
3. L'**approche terrain** (3) est indispensable pour caractériser les milieux humides : composition végétale, hydromorphie du sol, mode de gestion, description des parcelles adjacentes, etc. Elle nécessite ainsi la mobilisation de nombreuses compétences : hydrologiques, naturalistes, paysagistes, etc. Cette phase terrain contribue aussi à affiner la caractérisation des fonctions et services des milieux humides, qui sert de base à l'établissement d'actions appropriées sur les secteurs à enjeux. C'est pourquoi elle peut comprendre, en plus de l'analyse technique des facteurs biophysiques, une analyse de l'intégration du milieu dans l'économie locale.

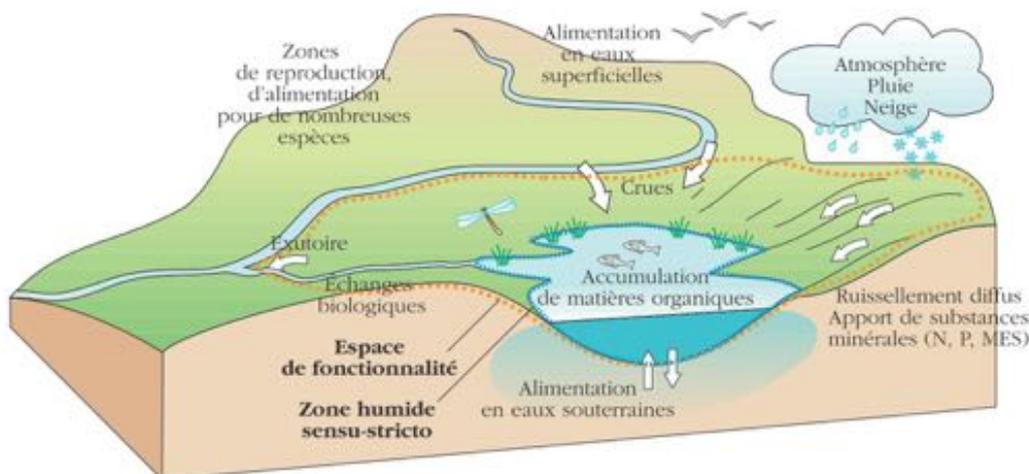


Illustration 7 : la zone humide et son espace de fonctionnalité (Agence de l'eau RMC, 2000)

B.4 - Fonctions et services rendus à préserver

B.4.1 - Trois grandes fonctions assurées par les milieux humides

Le terme « fonction », évoqué dans ce paragraphe, correspond à l'**ensemble des processus naturels de fonctionnement et de maintien des écosystèmes**, qui se déroulent **avec ou sans la présence de l'homme**.

Du fait de leurs caractéristiques hydrologiques, géomorphologiques, pédologiques, botaniques et climatiques, les milieux humides assurent des fonctions écologiques jouant un rôle essentiel pour la ressource en eau : ils contribuent notamment à la

régulation hydraulique, à l'amélioration de la qualité des eaux et maintiennent un écosystème d'une grande diversité écologique (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2000). On distingue alors trois grandes catégories de fonctions :

- les **fonctions hydrologiques et hydrauliques** :
 - écrêtement et désynchronisation des crues,
 - stockage temporaire de l'eau (longitudinal et transversal),
 - transfert de l'eau : recharge des nappes et soutien des étiages,
 - alimentation du débit solide des cours d'eau,
 - ralentissement des ruissellements et dissipation des forces érosives ;

- les **fonctions biogéochimiques** :
 - interception et piégeage des matières en suspension,
 - tampon contre les intrusions salines,
 - rétention et transformation des micro-polluants toxiques,
 - recyclage des éléments nutritifs,
 - interaction thermique et contribution à un maintien d'une hygrométrie plus stable ;

- les **fonctions biologiques et écologiques** :
 - maintien et création d'habitats, support de biodiversité,
 - influence positive sur la production d'oxygène,
 - corridor écologique,
 - production de biomasse,
 - stockage du carbone.

B.4.2 - De nombreux services rendus à l'homme

La notion de **services écosystémiques** est utilisée pour désigner **les avantages retirés par l'homme** de l'utilisation actuelle ou future de diverses fonctions naturelles des écosystèmes, tout en garantissant le maintien de ces avantages dans la durée (projet Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques ou EFESE ; MEDDE, 2014).

Le ministère de l'écologie a lancé le projet EFESE pour mieux connaître la contribution des écosystèmes à la création de la richesse économique nationale. Cette étude a pour objectifs :

- de dresser un état des écosystèmes et de leurs tendances d'évolution,
- d'estimer la valeur des services qu'ils produisent.

La méthodologie d'évaluation des services écosystémiques qui sera mise au point dans le cadre de ce projet EFESE devra permettre une évaluation des services rendus par les écosystèmes à différentes échelles depuis le niveau local jusqu'au niveau international.

L'illustration 8 représente les relations entre l'écosystème, les fonctions écologiques qui y sont assurées et les services écosystémiques qui en découlent.

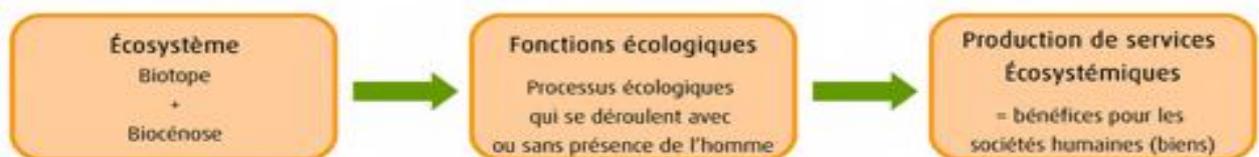


Illustration 8: les relations entre écosystème – fonctions écologiques – services écosystémiques (© Cerema, 2015)

Le tableau 1 donne des exemples de services écosystémiques directement liés aux fonctions écologiques des milieux humides.

Tableau 1: Exemples de services écosystémiques rendus par les milieux humides

FONCTIONS des milieux humides (= processus)	Exemples de SERVICES RENDUS (= bénéfiques pour l'homme)
Hydrologiques / Hydrauliques	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des risques d'inondation • Atténuation des effets de sécheresse • Fourniture d'eau pour l'alimentation en eau potable • Fourniture d'eau pour usages agricoles, industriels et domestiques non alimentaires
Biogéochimiques	<ul style="list-style-type: none"> • Purification de l'eau • Alimentation en eau potable • Maintien de la qualité des sols, ...
Biologiques / Écologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Biodiversité • Terres riches pour les cultures agricoles et forestières et les activités pastorales • Fourniture d'énergie (bois, cultures énergétiques) • Régulation du climat • Amélioration du cadre de vie et du patrimoine culturel • Aménités paysagères • Support d'activités touristiques, éducatives et récréatives, ...

B.4.3 - Focus sur les fonctions hydrauliques utiles à la prévention des inondations

Les fonctions des milieux humides utiles à la prévention des inondations peuvent se distinguer en deux grandes catégories :

- la fonction de **régulation des inondations**,
- la fonction de **zone d'expansion des inondations**.

B.4.3.1 - La fonction de régulation des inondations

En période de hautes eaux, les milieux humides de bord de cours d'eau ralentissent l'écoulement des eaux avec pour effet une réduction du risque d'inondation. Dans le cas de milieux humides littoraux, ils jouent également un rôle de protection naturelle des enjeux présents sur le littoral en absorbant l'énergie de la houle et en réduisant ainsi l'aléa submersion marine. Par ailleurs, la restitution progressive des eaux par les milieux humides continentaux situés en amont des cours d'eau, outre son rôle de ralentissement et d'atténuation des crues (zone tampon par stockage temporaire de l'eau), favorise la recharge des nappes, et par la suite des ressources en eau potable et contribue au soutien des étiages des cours d'eau. Rajoutons également que ces milieux humides constituent des obstacles à l'écoulement propices à une réduction des forces érosives de l'eau sur les sols, et ce quelle que soit leur position : en amont, sur les berges ou en zone littorale.

Les milieux humides ayant un rôle important dans la régulation des inondations ne sont pas uniquement ceux qui sont régulièrement inondés ou directement connectés au réseau hydrographique ou à la nappe accompagnant les rivières. Les autres types de milieux humides participent à ce phénomène de régulation des crues, notamment en favorisant l'interception des eaux de pluie, le ralentissement des eaux de ruissellement et la réduction de l'érosion.

Cependant, tous les milieux humides ne sont pas équivalents du point de vue de leur fonction de régulation naturelle des inondations. Cette fonction de régulation sera plus ou moins importante selon la position du milieu humide par rapport au cours d'eau ou au littoral, selon sa capacité à retenir, à stocker l'eau, même temporairement, et à ralentir les écoulements par sa rugosité. Le fonctionnement hydrologique des milieux humides dépend donc de :

- leur localisation dans le bassin versant,
- leur forme relative par rapport à la direction des écoulements,

- leur taille relative par rapport au volume d'eau à retenir,
- l'importance des connexions du milieu humide avec les eaux de surface et souterraines (conditionne leur réactivité),
- leur nature et l'état de leur surface ou couvert végétal (conditionne les fluctuations saisonnières de rugosité).

Ces caractéristiques morphologiques, ainsi que leur mode d'insertion dans les paysages, qui déterminent les voies dominantes d'entrée et de sortie des eaux, influencent leur fonctionnement écologique et par suite leurs fonctions hydrologiques (Barnaud et Coïc, 2011).

B.4.3.2 - La fonction de zone d'expansion de crues

Les milieux humides sont le siège de nombreux échanges de flux avec le cours d'eau, la nappe et/ou le bassin versant associé. Ils assurent d'une part un stockage latéral (eaux en provenance du bassin versant) et d'autre part un stockage longitudinal (expansion des eaux des crues en provenance du réseau hydrographique). Ces milieux humides jouent ainsi un rôle tampon essentiel pour la ressource en eau et pour les activités humaines.

Une zone d'expansion de crue est un espace naturel ou aménagé où se répandent les eaux lors du débordement des cours d'eau, dans leur lit majeur. Le stockage momentané des eaux écrete la crue en étalant sa durée d'écoulement. Ce stockage participe au fonctionnement des écosystèmes aquatiques et terrestres. En général, on parle de zones d'expansion des crues pour des secteurs non ou peu urbanisés et peu aménagés (eaufrance.fr, consulté en 2014). Dans certains cas, une ZEC artificielle peut être aménagée en dehors du lit majeur ou conduire à épandre les eaux en dehors du lit majeur. Les illustrations 9 et 10 montrent comment se répartissent les zones d'expansion de crue respectivement en zone alluviale et en zone littorale. Le maintien et la restauration (le cas échéant) de ces zones d'expansion sont primordiaux en raison de leurs intérêts et de leur rôle des points de vue hydraulique et écologique.

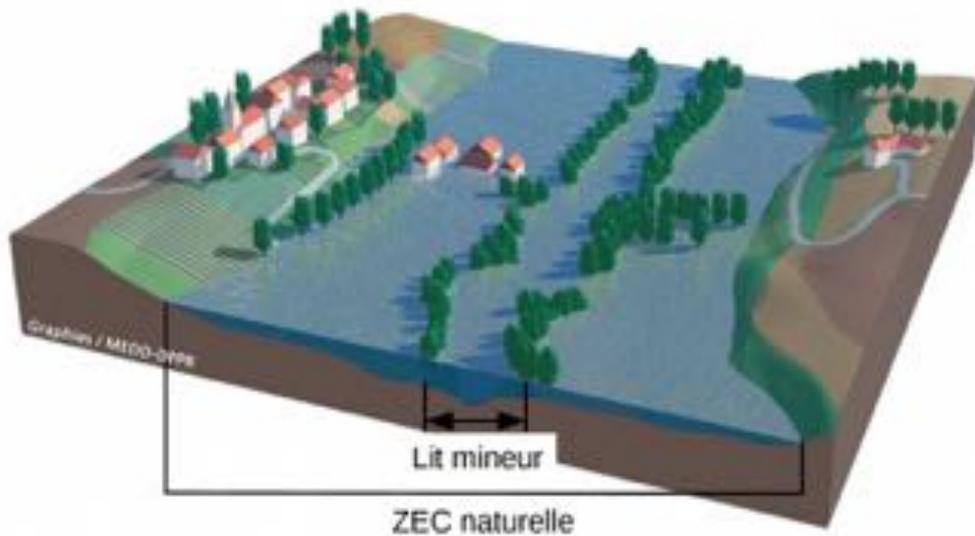


Illustration 9: schéma représentant la zone d'expansion de crues (© MEDD/DGPR)

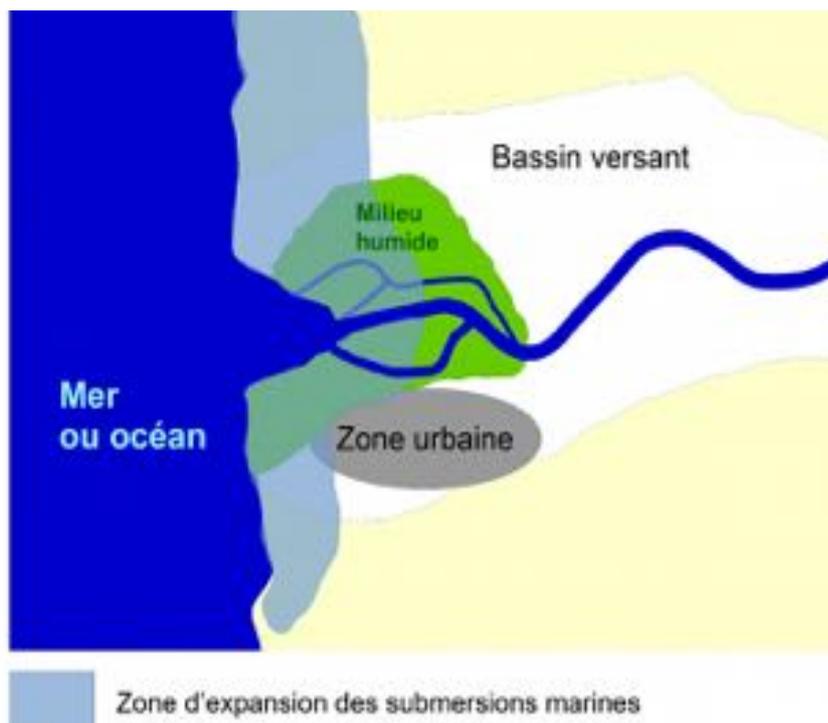


Illustration 10 : schéma représentant la zone d'expansion des submersions marines en zone littorale (© Cerema, 2016)

B.4.3.3 - Les facteurs influençant le rôle hydraulique des milieux humides

Les principaux facteurs influençant l'importance du rôle hydraulique joué par les milieux humides sont les suivants :

- la position du milieu humide dans le bassin versant,
- la surface et la forme du milieu humide,
- les connexions existantes avec les eaux superficielles, souterraines ou maritimes,
- la couverture et la densité végétale du milieu,
- les paramètres relatifs au sol tels que sa rugosité, ses capacités d'infiltration et de rétention,
- les paramètres relatifs aux cours d'eau (morphologie du lit et débit du cours d'eau),
- la morphologie du milieu humide (sa pente, sa topographie, la rugosité du sol),
- le climat de la zone géographique (la pluviométrie, la température, le degré d'humidité).

Comme mentionné en B.4.3, les fonctions hydrauliques assurées par les milieux humides peuvent contribuer significativement à la prévention des inondations. La conservation de ces milieux humides permet ainsi une économie financière substantielle en évitant l'apparition de dommages. Leur prise en compte dans la prévention des inondations s'avère donc déterminante.

B.5 - Vers une approche intégrée de la prévention des inondations

B.5.1 - Rappel sur les inondations

B.5.1.1 - Généralités sur les inondations

L'**inondation** est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Il s'agit d'un phénomène naturel, plus ou moins influencé par l'activité humaine, mais certaines inondations peuvent avoir pour seule origine des défaillances d'ouvrages anthropiques (ruptures de barrages par exemple).

Le risque d'inondation est la combinaison :

- de la probabilité d'un événement d'inondation sur un territoire donné couplé à l'intensité de cet événement appelé **l'aléa inondation**,
- de la présence sur ce territoire d'**enjeux** qui peuvent en subir les conséquences : population, activités économiques, patrimoine culturel et environnemental (« la vulnérabilité »).

Autrement dit, le risque « inondation » est défini par **le croisement de l'aléa inondation et de la présence d'un enjeu, sur une même zone inondable du territoire.**

L'inondation est un phénomène naturel qui ne peut être évité mais dont il est possible de prévoir les effets et de réduire les conséquences dommageables. En fonction du type d'aléas (débordement des cours d'eau, crue torrentielle, remontée de nappe, submersion marine...), les problématiques de gestion ne seront en effet pas les mêmes :

- problématique de gestion de la montée et mais surtout de la longue période de décrue (plus d'une semaine) : crue de plaine, inondation lente ;
- problématique de gestion de la vitesse et de l'arrivée rapide du pic de crue : crue torrentielle, inondation rapide ;
- problématique de gestion des matériaux et sédiments : crue torrentielle, inondation rapide ;
- problématique de gestion des entrées d'eau depuis la partie aval du bassin versant (météo et niveau d'eau) : crues de plaines et torrentielles, inondation rapide et lente, submersions marines lors de conditions météorologiques et océaniques défavorables telles que basses pressions, fort vents d'afflux vers la côte, ... (zone littorales) ;
- problématique de saturation des réseaux d'assainissements d'eau pluviale : ruissellement (zones urbaines).

En matière d'inondation, les actions généralement proposées, notamment au niveau des PAPI, pour limiter et prévenir le risque sont les suivantes :

- amélioration des connaissances,
- information préventive et sensibilisation des populations,
- mise en place de protection hydrauliques de types digues,
- surveillance, alerte,
- réduction de la vulnérabilité par la maîtrise ou l'adaptation de l'urbanisation ou de l'aménagement des zones à risque, y compris les Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI), la gestion de la crise et la valorisation des retours d'expériences suite à des inondations.

B.5.1.2 - Cas particulier des zones littorales

Les zones littorales sont soumises à plusieurs aléas naturels qui doivent être considérés ensemble pour définir l'aléa de référence auxquels ces zones sont soumises (DGPR, 2014). Il s'agit de :

- l'aléa submersion marine,
- l'aléa recul du trait de côte,
- l'aléa migration dunaire.

B.5.1.2.1 - L'aléa submersion marine (DGPR, 2014)

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer lors de conditions météorologiques ou océaniques défavorables. L'aléa de référence est calculé pour un événement de période de retour de 100 ans ou pour l'événement historique le plus important s'il est supérieur au précédent.

On distingue 3 modes de submersions marines :

- par débordement lorsque le niveau est supérieur à la cote des ouvrages de protection hydrauliques ou du terrain naturel,
- par franchissement des protections ou du terrain naturel par des vagues importantes,
- par rupture des systèmes de protection lorsque les terrains situés en arrière des protections sont en dessous du niveau de la mer.

Le phénomène naturel à l'origine des submersions marines est d'ordre météorologique et entraîne des conditions météo-marines défavorables (appelé surcote). L'aléa submersion marine peut résulter de plusieurs phénomènes qui ne sont pas uniquement d'ordre maritime. Il doit prendre en compte différentes sources d'inondations possibles qui peuvent potentiellement se produire en même temps :

- les submersions par débordement de la mer,
- les submersions par débordement de cours d'eau,
- les ruissellements,
- les remontées de nappes,
- les accumulations d'eau dues aux pluies.

Dans les estuaires et les lagunes côtières, une étude de concomitance entre les niveaux marins hauts et les débits fluviaux est nécessaire.

B.5.1.2.2 - L'aléa recul du trait de côte (DGPR, 2014)

Le recul du trait de côte est le déplacement vers l'intérieur des terres de la limite entre le domaine marin et le domaine continental. C'est la conséquence de la perte de matériaux sous l'effet de l'érosion marine combinée à des actions continentales ou anthropiques. Cet aléa est étudié sur le long terme, cependant des phénomènes d'érosion ponctuels peuvent être également importants. L'aléa recul du trait de côte concerne la zone exposée à l'évolution tendancielle du trait de côte à échéance 100 ans et les espaces soumis à un événement tempétueux majeur.

B.5.1.2.3 - L'aléa migration dunaire (DGPR, 2014)

L'aléa migration dunaire est le mouvement vers l'intérieur des terres de dunes mobiles non stabilisées par la végétation. La zone soumise à l'aléa migration dunaire est calculée à un horizon de 100 ans.

Comme déjà évoqué dans le paragraphe B.2.2.4, l'aléa submersion marine devra être traité en intégrant la problématique de l'aléa érosion du trait de côte, car ces deux aléas sont interdépendants. En effet, un recul important du trait de côte entraînera un rayonnement de l'aléa submersion marine plus loin dans les terres et augmentera l'exposition des enjeux au risque de submersion marine. Par ailleurs, les éventuelles protections mises en place contre la submersion marine peuvent impacter la dynamique littorale et créer de nouvelles zones d'érosion.

B.5.2 - Prise en compte des différents enjeux au sein du territoire

B.5.2.1 - Les enjeux du territoire à protéger

Les enjeux des territoires à protéger des risques d'inondation sont divers :

- les enjeux sociétaux de protection des populations,
- les enjeux économiques de protection des activités et des biens,
- les enjeux environnementaux de protection des milieux naturels remarquables.

Ces enjeux peuvent être classés en 8 catégories (Hénaff A. *et al.*, 2014) :

- l'enjeu humain qui regroupe la population permanente mais aussi saisonnière pour les zones touristiques, le nombre de personnes directement exposées au risque d'inondation ou de submersion ;
- le bâti dans les zones urbanisées ;
- les activités économiques délimitées dans les zones d'activités et les zones d'emploi mais aussi les terres à usages agricoles ou touristiques ;
- les milieux naturels recensés dans les zonages où des dispositifs de protection, d'inventaires et de réglementation sont mis en œuvre ;
- les établissements vulnérables et en particulier ceux qui reçoivent du public comme les écoles, les hôpitaux, les maisons de retraites, les hébergements touristiques, ... ;

- les éléments du patrimoine culturel (monuments historiques, patrimoines archéologiques, ...) ;
- les réseaux notamment les voies de communication sur lesquelles s'appuyer en cas de crise ;
- les équipements stratégiques sollicités en cas de crise (mairies et services techniques pour la mise en place de PC crise,...).

B.5.2.2 - Focus sur les enjeux liés aux milieux humides en lien avec la prévention des inondations

Aujourd'hui, les stratégies de prévention contre les inondations promeuvent une gestion intégrée des risques d'inondation, en vue de réduire leurs conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement, et ceci sur un territoire cohérent au regard des risques d'inondation (MEDDE, 2011). L'objet des réflexions n'est donc plus uniquement la dimension inondation. Il s'agit aussi de **prendre en compte les différentes fonctions et services écologiques assurés au sein des milieux concernés**. Nous avons effectivement présenté précédemment les nombreuses fonctions et services rendus par les milieux humides, qu'il est indispensable de préserver dans une approche intégrée de la prévention des inondations. Les mesures de gestion du risque d'inondation peuvent ainsi contribuer à la combinaison de la satisfaction des usages et du bon fonctionnement des écosystèmes : développement économique du territoire, restauration d'un milieu intéressant écologiquement, amélioration de la qualité de l'environnement paysager, etc. Étant donné la rareté de l'espace disponible dans certains secteurs, cette approche intégrée est d'autant plus pertinente.

Une bonne synergie entre la gestion des risques d'inondation, la gestion intégrée des milieux humides et les politiques d'aménagement du territoire, permet de conduire à des résultats mesurables sur la réduction des conséquences négatives des inondations. De plus, elle conduit à plus d'efficacité dans les actions de prévention des inondations et à une rationalisation des coûts des travaux d'aménagements.

Comme évoqué dans le paragraphe B.4, les milieux humides ont des fonctions qui contribuent à la réduction des risques d'inondation. La gestion des risques d'inondation peut ainsi s'enrichir de l'approche des milieux naturels et des services écosystémiques rendus par les milieux humides notamment.

La notion d'approche intégrée englobe aussi la notion de gestion équilibrée de l'eau (entre tous les acteurs et usagers concernés dans le territoire) et la gestion quantitative de l'eau à l'échelle du bassin d'alimentation du cours d'eau (et pas seulement au niveau des zones d'enjeux).

B.5.3 - Différentes échelles de réflexion pour la prévention des inondations

En complément des différents niveaux d'approche des milieux humides évoqués dans le paragraphe B.3, la réflexion devra être menée selon les différentes échelles de la prévention des inondations :

- le bassin versant (B.5.3.1),
- le bassin de risque (B.5.3.2)
- le territoire à Risque Important (TRI) (B.5.3.3),
- le périmètre du PAPI (B.5.3.4).

B.5.3.1 - Le bassin versant : un périmètre cohérent au niveau hydraulique

Le bassin versant correspond à la surface d'alimentation en eau d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau. Le bassin versant se définit comme l'aire de collecte des eaux de pluie, considérée à partir d'un exutoire donné. Cette aire est limitée par le contour à l'intérieur duquel toutes les eaux s'écoulent, en surface et en souterrain, vers cet exutoire. Ses limites sont les lignes de partage des eaux (Onema, 2014).

Dans le cadre de réflexions locales sur les inondations, on comprend bien l'intérêt de travailler à l'échelle de l'ensemble du bassin versant. En effet, tout ce qui s'y passe a une influence plus ou moins importante en aval. Ses caractéristiques naturelles (sols, végétation, pente, ...) ainsi que les activités humaines qui s'y déroulent sont autant de facteurs à prendre en compte dans la mesure où ils influencent l'ampleur des inondations.

Une attention particulière doit être accordée aux têtes de bassin versant, souvent caractérisées par une pluviométrie soutenue et par des sols capables de retenir les excédents d'eau, sans saturation préalable. En effet, ces milieux présentent un intérêt fonctionnel et paysager reconnu : auto-épuration des eaux, rôle d'éponge lors de fortes précipitations, rétention des pics de crues et ensuite restitution des eaux stockées aux nappes. Ils sont également caractérisés par une forte biodiversité marquée par la présence d'espèces spécifiquement adaptées à ces conditions de vie parfois rigoureuses.

B.5.3.2 - Le bassin de risque : un périmètre à définir en gestion des risques

Dans le cadre d'une stratégie de prévention du risque d'inondation, le choix du périmètre d'actions est primordial. La notion de bassin de risque prend alors tout son sens. D'après le guide général sur les PPR (Plans de Prévention des Risques), le bassin de risque est une « **entité géographique homogène soumise à un même phénomène naturel** » (MATE-METL, 1999).

Dans le cas des inondations, le bassin de risque peut être défini comme une entité géographique cohérente au regard de critères topographiques, géologiques, morphologiques et hydrodynamiques dont l'occupation conduit à exposer les hommes, les biens ou les activités aux aléas d'inondations. Ses limites peuvent correspondre à celle du bassin versant hydrologique concerné, ou à une partie de celui-ci, en fonction de la taille du réseau hydrographique, ou encore à un sous-bassin affluent. Cette échelle de référence est pertinente, car elle permet d'étudier les phénomènes dans leur globalité et dans leur réalité physique.

Les objectifs du dispositif PAPI sont de faire émerger des stratégies locales explicites et partagées de gestion des inondations sur un **bassin de risque cohérent**. Le cahier des charges relatif aux PAPI précise cette notion (DGPR, 2017). Il est mentionné que les démarches devront être menées sur des bassins de risque cohérents, c'est-à-dire sur des territoires homogènes au regard de l'aléa auquel ils sont soumis : bassin versant pour les inondations de cours d'eau, cellule hydrosédimentaire (cf C.1.1.3), par exemple pour le risque de submersion marine, ... Le périmètre du bassin de risque doit prendre en compte les zones sur lesquelles des mesures de réduction de la vulnérabilité pourront être mises en œuvre mais également intégrer les secteurs sur lesquels des actions sur l'aléa pourront être menées (zones de rétention en amont, par exemple). Le cahier des charges insiste également sur le fait que les actions devront concerner des **territoires à enjeux** (humains, socio-économiques, culturels, environnementaux, etc.) d'importance avérée ou particulière au regard du bassin de vie considéré.

B.5.3.3 - Le Territoire à Risques Importants d'inondation (TRI)

Un **Territoire à Risques Importants d'inondation (TRI)** est défini, au sens de la Directive Inondation, comme une zone où les enjeux potentiellement exposés sont les plus importants. En ce sens, le TRI n'a pas vocation à faire ressortir les secteurs d'enjeux plus diffus. Il est fondamental de souligner ici que la **notion de « Risques Importants »** s'entend bien en matière de concentration d'enjeux exposés à l'aléa : elle ne signale pas l'imminence d'une catastrophe ni ne mesure la gravité très localisée d'une inondation, mais identifie des zones d'inondabilité potentielles dans l'optique d'un gain plus important associé aux mesures à prendre.

Le **périmètre de chaque TRI** doit être défini en fonction du bassin de vie, c'est-à-dire en tenant compte d'une logique urbaine, au-delà de l'inondabilité potentielle caractérisée par l'Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (illustration 11). De fait, le TRI doit être caractérisé comme un assemblage de communes centré autour d'un pôle urbain dont l'inondation est susceptible de toucher directement ou indirectement le territoire.

L'échelle du TRI est distincte de l'échelle de gestion du risque – celle des stratégies locales de gestion des risques d'inondation et des dossiers de PAPI – qui doit correspondre à une échelle hydrographique ou hydrosédimentaire cohérente (illustration 11).



Illustration 11 : schéma représentant le périmètre de définition des actions pour le TRI en fonction du périmètre de la poche d'enjeux (DREAL Rhône-Alpes / Hydratec – Asconit consultants, 2012)

B.5.3.4 - Le périmètre du PAPI

Le périmètre du PAPI ne doit pas nécessairement se limiter au seul périmètre du bassin de risque. La notion de « périmètre » du PAPI doit être un compromis entre des enjeux opérationnels et politiques. En effet, certains milieux humides peuvent avoir, le cas échéant, des fonctions utiles à la prévention des inondations notamment lorsqu'ils se situent en amont de la zone considérée dans le bassin versant, comme illustré dans l'illustration 12, ou à proximité des zones à enjeux en jouant le rôle de zone tampon, par exemple dans les zones littorales comme représenté dans l'illustration 13.

De la même manière un milieu humide situé dans le bassin versant pourra avoir une influence sur le TRI sans forcément être complètement inclus dans le périmètre du TRI.

Il est recommandé de faire des investigations sur les milieux humides situés au-delà du périmètre du PAPI, notamment dans les parties situées en amont dans le bassin versant, et de caractériser les fonctionnalités des milieux qui ont été identifiés. En effet, ces milieux humides, apparemment éloignés des zones d'aléas ou d'enjeux, peuvent potentiellement présenter des fonctionnalités intéressantes et valorisables dans une perspective de mise en œuvre d'actions de réduction de l'aléa inondation.

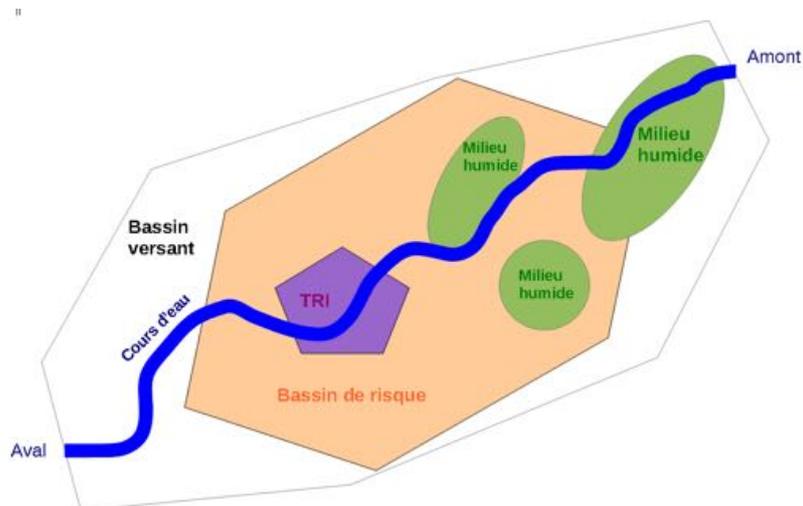


Illustration 12 : position relative des milieux humides, bassin de risque et TRI associés à un cours d'eau (© Cerema, 2015)



Illustration 13 : position relative des milieux humides, bassin de risque et TRI dans les zones littorales (© Cerema, 2016)

c. Prendre en compte les milieux humides dans l'élaboration d'un dossier de PAPI

De par leurs fonctions utiles à la prévention des inondations, il est essentiel de ne plus seulement considérer les milieux humides comme un enjeu ou une contrainte environnementale, mais également comme un atout du territoire à mieux prendre en compte pour une approche intégrée de la prévention des inondations.

Ce chapitre a pour objectif de fournir aux porteurs de projet de PAPI des recommandations visant une meilleure prise en compte des milieux humides dans les programmes d'actions de prévention des inondations. Ce chapitre est structuré suivant les différentes étapes d'élaboration d'un PAPI telles que présentées sur l'illustration 14.

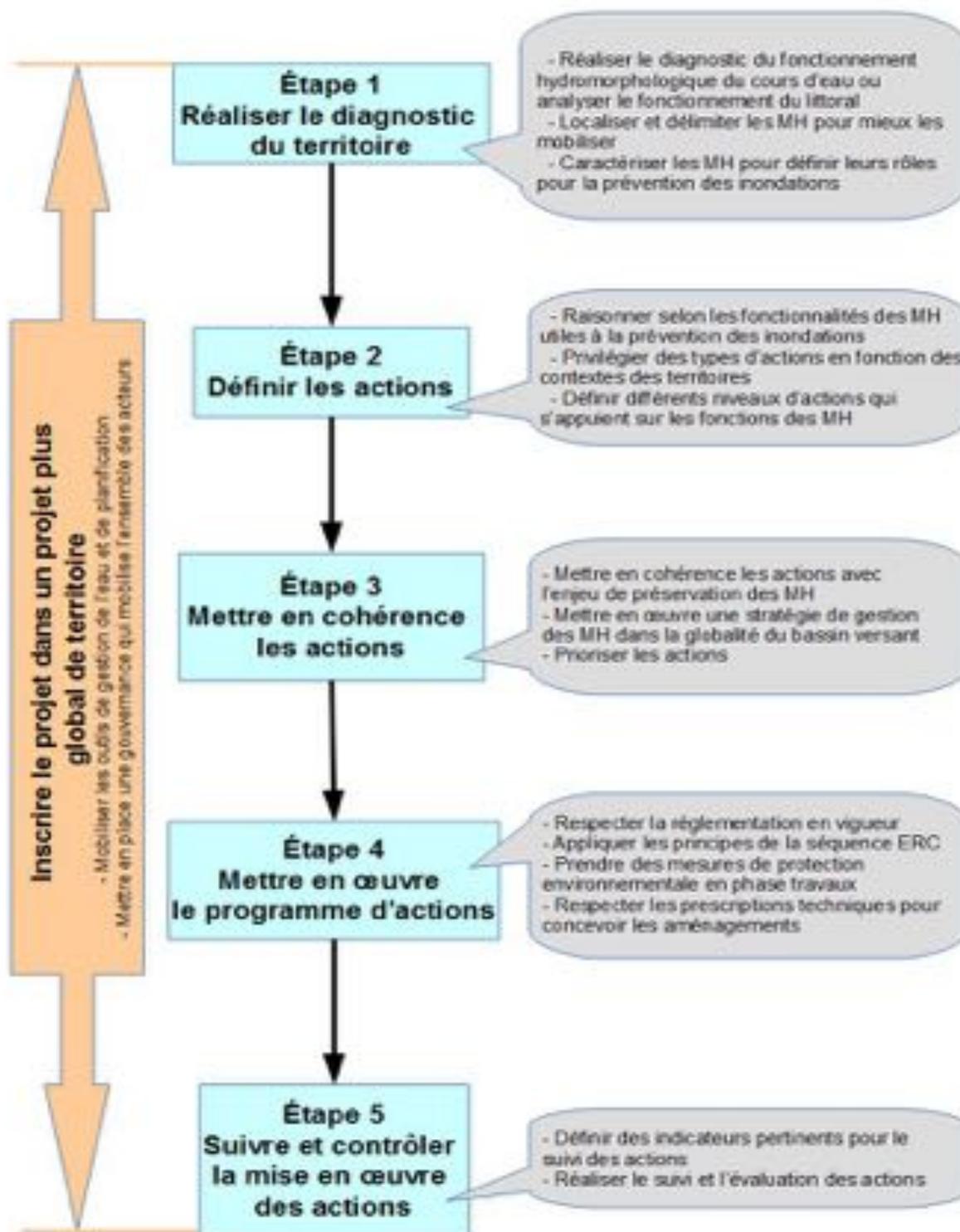


Illustration 14: La prise en compte des milieux humides au cours de la démarche d'élaboration d'un dossier PAPI (© Cerema, 2016)

C.1 - Étape 1 : réaliser le diagnostic du territoire

La réalisation d'un diagnostic de territoire complet et de qualité constitue la première étape clé dans l'élaboration d'un PAPI. Ce diagnostic est un préalable indispensable à la bonne prise en compte des milieux humides dans la suite du programme d'actions.

Cette étape de diagnostic devrait nécessairement commencer par un diagnostic hydromorphologique des hydrosystèmes (cours d'eau et zones littorales), situés dans le périmètre du PAPI. Le diagnostic hydromorphologique permet en effet à la fois de caractériser le fonctionnement naturel des hydrosystèmes (écoulements de l'eau et dynamique sédimentaire) et d'évaluer les pressions anthropiques subies par les cours d'eau ou les zones littorales concernées (C.1.1). Ensuite, il est fortement conseillé de mener un recensement des milieux humides présents sur le territoire (C.1.2). L'objectif est ici de caractériser les fonctions de ces milieux qui sont mobilisables dans le cadre du PAPI puis d'identifier les enjeux associés à ces milieux (C.1.3) dont il faudra tenir compte lors de la définition des actions du PAPI.

C.1.1 - Préalable indispensable : réaliser le diagnostic du fonctionnement hydromorphologique des hydrosystèmes

Une définition d'actions adaptées et efficaces qui mobilisent le fonctionnement des milieux humides suppose de bien connaître, au préalable, le fonctionnement hydro-sédimentaire des milieux humides concernés. En zone alluviale continentale, cela nécessite de faire le diagnostic du fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau concernés. En zone littorale, cela requiert l'analyse des interactions entre les zones fluviales et côtières et le diagnostic de l'évolution du trait de côte.

Pourtant, le diagnostic hydromorphologique n'est pas systématiquement réalisé dans les PAPI. S'il est insuffisant, cela peut limiter l'efficacité du programme d'actions proposé pour la prévention des inondations. A l'issue de l'analyse de différents PAPI, plusieurs cas ont été détaillés en annexe D pour indiquer les apports du diagnostic hydromorphologique dans la définition du plan d'actions de prévention des inondations. Les paragraphes suivants résument les points à retenir.

C.1.1.1 - Diagnostiquer le fonctionnement hydromorphologique dans la durée et à plusieurs niveaux d'échelles

Le diagnostic du fonctionnement hydromorphologique d'un hydrosystème consiste à étudier sa capacité à adapter sa morphologie aux évolutions de variables naturelles ou anthropiques, en analysant la réponse des paramètres géomorphologiques (les **variables de réponse**) aux facteurs et contraintes déterminant le fonctionnement de l'hydrosystème (les **variables de contrôle**).

Comme le souligne Degoutte (2012), la rivière est effectivement son propre architecte. Elle adapte en permanence sa pente et sa morphologie et par la suite son hydraulicité par des processus érosifs et de transport parfois irréversibles et parfois liés à des événements catastrophiques (par exemple, éboulement), en tentant de rétablir un équilibre entre son débit liquide et son transport solide. Il en est de même pour les systèmes littoraux.

Le diagnostic hydromorphologique consiste donc à relever l'état bio-physique et les caractéristiques géomorphologiques qui déterminent la dynamique des cours d'eau en zones alluviales (Malavoi et Bravard, 2010) ou la dynamique des côtes sur les franges littorales.

Le diagnostic hydromorphologique doit être conduit sur l'ensemble du bassin versant intéressant l'hydrosystème fluvial ou côtier. En zone littorale, cela inclut les zones de submersion marine ainsi que tous les écosystèmes associés à la dynamique côtière (voies d'eau créées par la mer, estuaires, lagunes, delta, habitats des eaux de transition entre l'eau douce et l'eau salée). En zone alluviale, cela concerne la plaine d'inondation du cours d'eau, sa nappe d'accompagnement et au-delà, l'ensemble des versants qui participent à son alimentation en eau, de manière à intégrer tous les milieux qui influencent sa dynamique, à savoir :

- les berges, les différents lits mineurs et majeurs (cf illustration 5) ;

- les espaces riverains dont les milieux humides, régulièrement submergés en période de crue (y-compris les lacs, étangs, anciennes gravières) ;
- les milieux situés sur les versants et ayant un rôle sur les écoulements (tourbières, prairies humides, champ cultivés) ;
- les nappes connectées au cours d'eau (nappe d'accompagnement ou nappes libres de coteaux).

L'approche à conduire est différente pour les cours d'eau et les zones côtières. C'est pourquoi les éléments clé à retenir pour un dossier PAPI sont déclinés dans la suite, en premier lieu pour les zones alluviales (cf C.1.1.2) puis pour les zones littorales (cf C.1.1.3).

L'objectif de ce guide est d'aider les porteurs de projets à intégrer, au moment de l'étape de diagnostic du territoire du dossier PAPI, l'analyse du fonctionnement hydromorphologique de l'hydrosystème concerné, fluvial ou littoral. Il ne s'agit pas d'apporter les éléments techniques permettant de réaliser un bon diagnostic hydromorphologique. Aussi, les paragraphes suivants soulignent uniquement les notions générales importantes à comprendre (cf C.1.1.1), puis les objectifs (cf C.1.1.2) et les limites de l'approche hydromorphologique pour la prévention des inondations (cf C.1.1.3).

C.1.1.1.1 - Les notions d'équilibre dynamique, de résilience et d'emboîtement d'échelles

La **notion d'équilibre dynamique** traduit le fait que les hydrosystèmes fluviaux et littoraux sont des milieux dynamiques, c'est-à-dire non figés, qui obéissent à leur propre logique, en modifiant sans cesse leur équilibre et leur morphologie (les **variables de réponse**) en fonction de l'évolution de plusieurs facteurs et contraintes naturelles et anthropiques (les **variables de contrôle**). Du fait du caractère fluctuant et évolutif du référentiel d'équilibre fluvial ou littoral, le diagnostic hydromorphologique demande donc une analyse de l'évolution de l'hydrosystème. L'échelle de temps à retenir pour cette analyse dépend non seulement de l'objectif et de la portée prospective attendue, mais aussi de la **résilience de l'hydrosystème concerné**.

La **résilience d'un milieu naturel** traduit la capacité de ce milieu à revenir à un état d'équilibre, après une perturbation d'origine anthropique ou naturelle. Le nouvel état d'équilibre, après perturbation, ne correspond pas forcément à l'état initial avant perturbation, mais il suit un référentiel de fonctionnement correspondant au type de milieu et au type de contexte concerné. La résilience d'un hydrosystème traduit donc la durée nécessaire pour un retour à un nouvel état d'équilibre après perturbation. Un hydrosystème résilient reprendra rapidement, à savoir en quelques années, une géométrie cohérente avec son fonctionnement. En revanche, un système moins résilient imprimera l'évolution des pressions dans la durée. Il ne pourra réadapter sa géométrie qu'à la suite d'événements occasionnels, voire exceptionnels, par exemple une tempête en zone littorale ou une **crue morphogène**² en zone alluviale.

L'emboîtement des différents niveaux d'échelles spatiales et temporelles à prendre en compte dans un diagnostic hydromorphologique (cf Illustrations 4 et 5) est lié à la continuité de la mosaïque de milieux aquatiques et terrestres qui régissent l'équilibre dynamique du cours d'eau ou de la frange littorale, de l'amont à l'aval, latéralement et en profondeur vers les nappes. Ce continuum est illustré, dans le cas des cours d'eau (**notion de continuum fluvial**), sur l'illustration 15, en soulignant les différents niveaux d'échelle d'analyses à associer dans le diagnostic hydromorphologique.

²Une **crue morphogène** est une crue dont le débit de plein bord (= plein remplissage du lit mineur) est à l'origine de la formation et de la dynamique des faciès d'écoulement et des remaniements morphologiques du cours d'eau. C'est le débit liquide pour lequel le débit solide transporté est maximal. On parle ainsi de débit morphogène. Pour un grand nombre de rivières, le débit de plein bord correspond à une crue de période de retour de 1 à 3 ans.

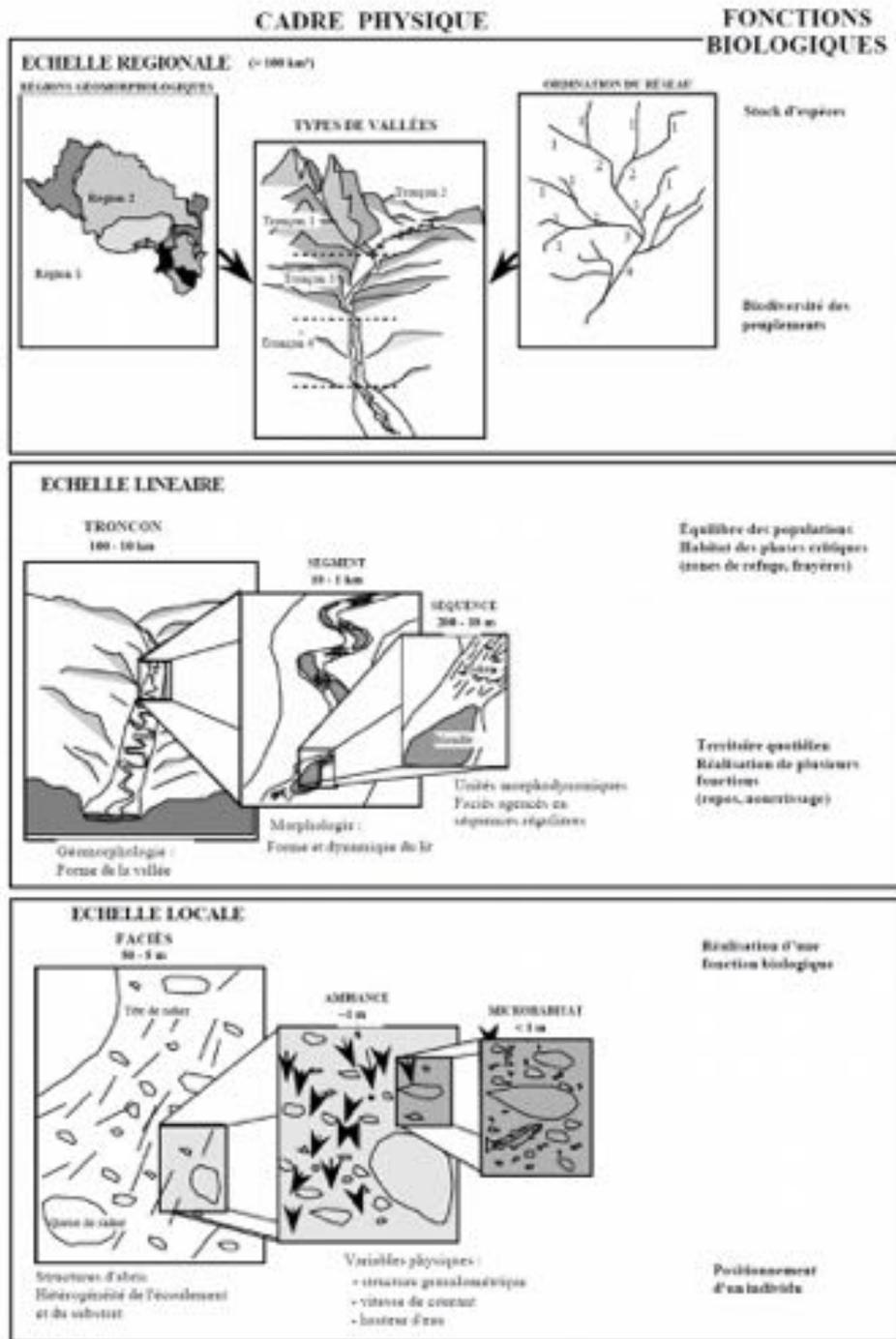


Illustration 15 : les différents niveaux d'échelle emboîtés à prendre en compte dans le diagnostic hydromorphologique pour intégrer les aspects physiques et biologiques d'un corridor fluvial (adapté de Wasson *et al.*, 1995)

C.1.1.1.2 - Les objectifs de l'analyse hydromorphologique

Dans une vision intégrée de la prévention des inondations, l'approche d'analyse hydromorphologique répond aux objectifs suivants :

- **intégrer les caractéristiques physiques et le fonctionnement hydrologique** du bassin versant (géologie, distribution des précipitations, réservoirs, ...) et du cours d'eau étudié (régime des débits, fréquence des crues, ...) ;

- **identifier les unités géomorphologiques³ influençant la dynamique des inondations**, et indicatrices du fonctionnement de l'hydrosystème ;
- **mieux comprendre le fonctionnement global des hydrosystèmes** fluviaux ou côtiers, à savoir identifier les facteurs qui gouvernent leur évolution, évaluer l'état d'équilibre dynamique et par la suite le degré de perturbation et le niveau de pression anthropique (présence de barrages, seuils, ouvrages hydrauliques, drainage au niveau des versants, déforestation, ...) et, le cas échéant, identifier des pistes de restauration (Irstea, 2013) ;
- **évaluer les impacts sur le fonctionnement de l'hydrosystème des travaux de protection contre les inondations**, en particulier les ouvrages hydrauliques de protection lourde comme les digues.

Concernant ce dernier point, les impacts sur le fonctionnement de l'hydrosystème peuvent être de deux ordres. Ils correspondent soit à **1) un impact sur le débit liquide**, autrement dit sur l'écoulement d'eau (par exemple, une homogénéisation des faciès d'écoulement, une accélération ou au contraire un fort ralentissement de la vitesse de l'eau) ; **2) un impact sur le débit solide**, autrement dit sur le transport sédimentaire (par exemple, rétention de sédiments ou au contraire érosion des berges et incision du lit). Dans les deux cas, ces impacts influencent les milieux et les espèces, non seulement au travers de leur habitat mais aussi de par les modifications des conditions hydrauliques et thermiques qui s'ensuivent.

Dans le cadre de l'élaboration d'un PAPI, le diagnostic hydromorphologique constitue donc une approche clé à mettre en œuvre pour assurer la prise en compte des milieux humides dans une approche intégrée de la prévention des inondations, car il permet à la fois :

- **d'identifier et de hiérarchiser les milieux humides ayant des fonctions hydrauliques** participant à la dynamique des hydrosystèmes et par suite, pouvant être mobilisés dans des actions de prévention des inondations ;
- **d'identifier les milieux humides risquant d'être affectés par des actions** de préventions des inondations et d'évaluer les impacts de ces actions sur ces milieux.

C.1.1.1.3 - Les limites du diagnostic hydromorphologique pour la prévention des inondations

Le diagnostic hydromorphologique renseigne à la fois sur l'ampleur et l'impact des crues, en termes de débit, de hauteur d'eau entraînant la mobilisation des sédiments ou modifiant la morphologie du système, ou en termes d'enveloppes d'inondation ou de submersion. En zone alluviale, par exemple, la détermination du débit de plein bord, qui s'effectue par analyse des profils en travers, permet de connaître les débits des crues morphogènes, c'est-à-dire les débits qui causeront théoriquement une modification de la morphologie du cours d'eau, et par la suite une perturbation des habitats et des espèces.

En revanche, l'approche hydromorphologique ne permet pas de quantifier ni de modéliser la dynamique des crues (cinétique, durée, relation pluies – débits, marées – érosion côtière, ...). La genèse, la fréquence, la cinétique et les volumes d'eau impliqués dans les phénomènes d'inondation et de submersion restent, avant tout, conditionnés par des variables hydrométéorologiques (pluie, ruissellement de versant, régime hydrologique, tempêtes, ...). L'approche d'analyse hydromorphologique est donc à considérer comme un préalable qui apporte des données intéressantes à intégrer dans l'analyse des aléas « inondation » ou « submersion marine », mais qui doit être complété par une étude hydraulique (modélisation des systèmes fluviaux ou côtiers, simulation du fonctionnement hydrologique d'une plaine d'inondation, simulation des modes de submersion d'une zone littorale, ...) ou une analyse hydro-sédimentaire, dans le cas où il est nécessaire de mieux déterminer les dynamiques de crue ou de submersion marine et d'en quantifier les impacts.

C.1.1.2 - En zone alluviale : une démarche itérative multi-échelles

Les cours d'eau sont par définition des milieux humides aquatiques. Leur fonctionnement hydromorphologique détermine la qualité des milieux humides aquatiques et terrestres qui y sont :

- directement connectés (par exemple, annexes hydrauliques, zone riparienne, ripisylve, ...) ;
- indirectement connectés (par exemple, étangs et marais alimentés par la nappe d'accompagnement ou milieu situé

³ Par unités géomorphologiques, il faut entendre des entités spatiales, au sein du bassin versant et des corridors fluviaux, qui sont possibles à cartographier et à caractériser, telles l'axe du chenal principal du cours d'eau, ses berges, ses lits mineur et majeur, son espace de mobilité, ses formes fluviales (chenaux, îles, bancs, ...), ses annexes hydrauliques (bras morts), sa végétation, l'aire de sa nappe d'accompagnement en souterrain, le trait de côte en zone littorale ou encore l'aire d'influence des marées, ...

dans la plaine d'inondation).

À ce titre, le diagnostic hydromorphologique constitue une démarche indispensable pour participer à l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau, en application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (Irstea, 2013). C'est également une approche utile pour appréhender les relations entre les rivières et les eaux souterraines. En zone alluviale, l'approche hydromorphologique présente donc un intérêt général pour la gestion et la protection des ressources en eau, qu'elles soient superficielles et souterraines. Les ouvrages de références décrivant la marche à suivre pour réaliser un diagnostic hydromorphologique sont souvent associés à l'objectif de restauration écologique des cours d'eau (Malavoi & Bravard, 2010 ; ONEMA, 2010 ; Irstea, 2013, AERMC, 2016).

Le diagnostic hydromorphologique doit aussi permettre d'appréhender le degré d'anthropisation, de rectification ou d'altération du fonctionnement de l'hydrosystème fluvial. L'évaluation du niveau de pression anthropique revient à apprécier la cohérence entre la morphologie en plan et en travers de l'hydrosystème (**les variables de réponse**) et les déterminants de la dynamique du système (**les variables de contrôle**). Dans la mesure où il permet d'anticiper l'impact des aménagements sur le fonctionnement hydraulique et sédimentaire du système, il est un préalable indispensable au dimensionnement d'ouvrages ou de protections prévus dans les actions du PAPI. De plus, comme il analyse le rôle des milieux humides en termes d'atténuation du volume ou de la vitesse des écoulements, le diagnostic hydromorphologique représente une étape déterminante de l'analyse environnementale du dossier PAPI.

Au-delà des dossiers PAPI, le diagnostic hydromorphologique constitue une étape incontournable dans la définition des projets d'aménagement des territoires (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2011). Il renseigne en effet sur les fonctions hydrauliques des milieux humides (SNPN, 2014), et permet de ce fait de coordonner les aménagements hydrauliques avec la gestion des milieux aquatiques, tel qu'attendu dans la nouvelle organisation de la gouvernance française avec :

- **au niveau national**, par la transposition de la Directive Inondation (DI - directive 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation) dans la loi portant engagement national pour l'environnement (LENE) du 12 juillet 2010 ;
- **à l'échelle des bassins**, par déclinaison de la DI et de la DCE, au travers de la mise en place des Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) et des Stratégies Locales de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI) et des Schémas Directeurs d'Aménagement de Gestion des Eaux (SDAGE) ;
- **au niveau local**, par la loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (MAPTAM) du 27 janvier 2014 qui définit la compétence de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GEMAPI).

C.1.1.2.1 - Les échelles de temps et d'espaces à considérer

Dans les zones alluviales, le diagnostic hydromorphologique nécessite une démarche itérative entre plusieurs niveaux d'échelles d'espace et de temps du fait des nombreux échanges à la fois verticaux, longitudinaux et transversaux qui gouvernent la dynamique fluviale (illustration 4). Il s'agit en effet de prendre en compte les fluctuations de toutes les composantes (rivière, nappe, versants,...) qui contrôlent la morphologie de l'hydrosystème fluvial (variable de réponse).

L'équilibre dynamique des cours d'eau traduit le caractère fluctuant du cours d'eau, entre processus érosifs et processus dépôts de sédiments, sous l'effet des variations saisonnières naturelles (par exemple, crues - étiages), d'événements catastrophiques exceptionnels et parfois irréversibles (par exemple, orages, éboulements, ...) et de pressions anthropiques (par exemple, déboisement du bassin versant, extraction de matériaux en lit mineur, construction d'un pont limitant la mobilité latérale d'un cours d'eau, ...).

Cet équilibre dynamique se manifeste différemment selon le style fluvial et dépend aussi de la résilience du système. Ainsi, une rivière très mobile et peu aménagée pourra rapidement rétablir un état d'équilibre en cas de pression anthropique et retrouvera sa dynamique après une perturbation transitoire (*cf* notion de résilience présentée au C.1.1.1.1). En revanche, une rivière peu puissante ou fortement contrainte par des aménagements sera durablement perturbée par une pression anthropique, dans le

sens où elle ne pourra s'adapter qu'à la suite d'un événement exceptionnel, à savoir une crue morphogène, c'est-à-dire une crue entraînant un débit de plein bord suffisant pour permettre un transport solide maximal et par suite un ré-équilibre de la rivière. L'échelle de temps à considérer sera donc de l'ordre de quelques décennies pour un hydrosystème résilient, alors que pour un hydrosystème moins résilient, il faudra tenir compte des dates d'occurrence des crues morphogènes et si possible considérer une durée comprenant plusieurs occurrences de ces événements.

Par ailleurs, le continuum fluvial (cf C.1.1.1.1) impose l'échelle spatiale du diagnostic hydromorphologique, qui doit inclure toute la mosaïque de milieux aquatiques et terrestres impliqués dans la dynamique fluviale (illustration 16). Au-delà des milieux humides situés dans ou à proximité des corridors fluviaux, en connexion avec la nappe d'accompagnement du cours d'eau, les milieux qui se situent sur les versants, dans l'aire d'alimentation des cours d'eau ou de cette nappe, influencent aussi la dynamique de l'hydrosystème (stockage ou rétention temporaire de l'eau, ralentissement ou régulation du ruissellement). C'est pourquoi, en zone alluviale, l'analyse du fonctionnement hydromorphologique doit porter sur l'ensemble du bassin versant incluant le périmètre du PAPI.

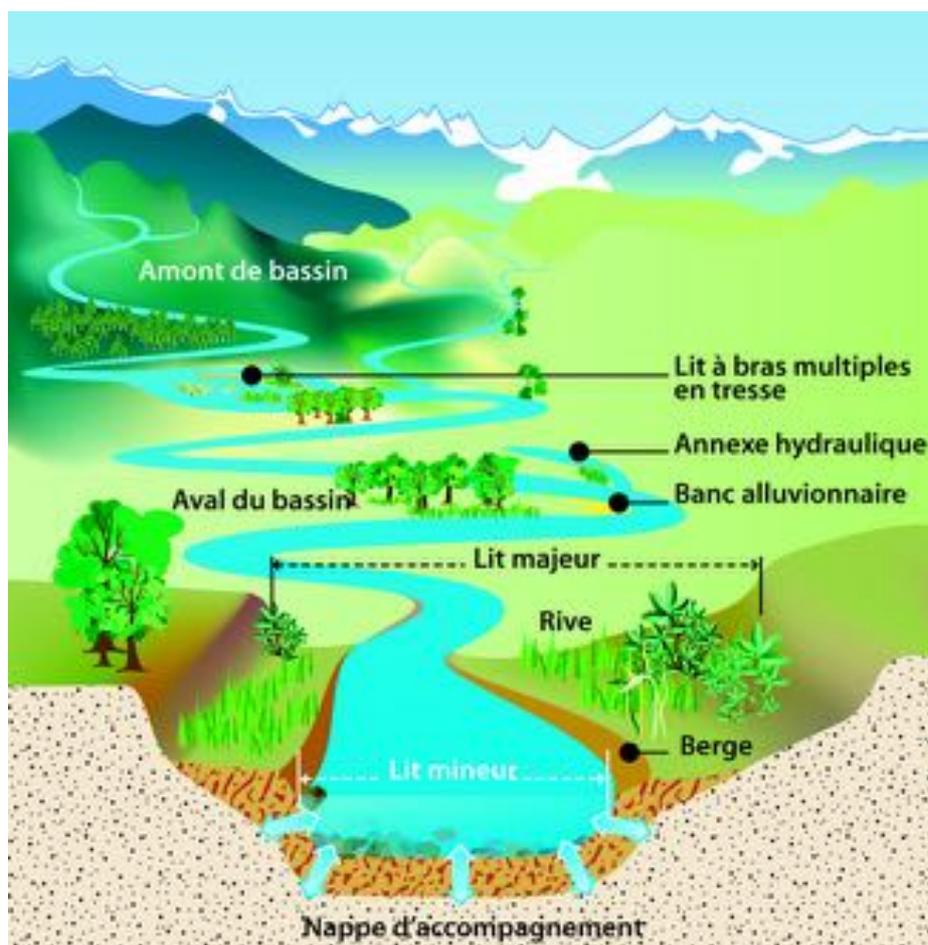


Illustration 16 : la continuité spatiale des milieux influençant la dynamique fluviale (Agence de l'Eau Adour Garonne, communication personnelle de Sylvie Jégo 2016)

C.1.1.2.2 - Les étapes clé de l'analyse hydromorphologique des cours d'eau

En zone alluviale, l'approche hydromorphologique s'effectue concrètement par analyse successive de chaque niveau d'échelle, en partant du bassin versant, jusqu'au tronçon de cours d'eau de fonctionnement homogène. À chaque niveau d'échelle, l'analyse comprend quatre étapes successives, répondant chacune aux objectifs progressifs suivants :

1. **connaître l'hydrologie du bassin versant** : le diagnostic hydromorphologique comprend tout d'abord une analyse du fonctionnement hydrologique du cours d'eau. Le débit liquide étant en effet l'une des deux variables majeures de contrôle des processus géodynamiques, il n'est pas envisageable de ne pas connaître (Malavoi, 2010) : i) le fonctionnement hydrologique global du cours d'eau sur le long terme (son régime moyen, ses crues de différentes

périodes de retour, le rôle des barrages dans la modification du régime des crues, ...) et ii) l'hydraulicité récente (sur les 2 ou 3 années précédant l'étude hydromorphologique) et très récente (sur les derniers mois). Les données hydrologiques peuvent être disponibles dans des études hydrologiques antérieures, ou être estimées par des calculs hydrologiques sur le bassin versant considéré (des méthodes de calcul sont exposées dans des manuels d'hydrologie, dont par exemple Laborde (2009)). Pour les cours d'eau jaugés, il est par ailleurs possible d'exploiter les données de la banque HYDRO, la banque nationale de données hydrométriques et hydrologiques (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>) ;

2. comprendre le fonctionnement naturel de l'hydrosystème fluvial : cela nécessite de localiser les diverses unités géomorphologiques impliquées, qualifier le style fluvial, sectoriser et caractériser les tronçons de fonctionnement homogène. Les variables de réponse à localiser à l'échelle du bassin versant comprennent les zones d'expansion de crue, l'espace de mobilité et le profil en long (pouvant dépendre de verrous géologiques à localiser), les ruptures de pentes et ouvrages, l'extension des nappes, ... À l'échelle de chaque tronçon hydromorphologique, il s'agit de relever la morphologie du profil en travers (lits majeur et mineur, largeur à plein-bord, ...) ;

3. identifier les déterminants de la dynamique de l'hydrosystème : à l'échelle du bassin versant, cela revient à repérer les variables de contrôle, à savoir les zones contribuant au ruissellement de l'eau de pluie, les milieux participant au ralentissement des écoulements, ceux stockant temporairement l'eau, ...). Au niveau de chaque tronçon hydromorphologique, cela demande de relever la réponse du cours d'eau aux crues dominantes ou morphogènes, au moyen d'une analyse diachronique du système fluvial basée sur une analyse de cartes ou de photographies aériennes choisies à des dates clés de l'évolution de l'hydrosystème (par exemple, avant/après une crue morphogène ou avant/après la mise en place d'aménagements affectant le fonctionnement du cours d'eau). Il s'agit ensuite de relever par croisement des observations de terrain et de l'analyse de cartes ou de photographies, les éléments déterminants les axes et les vitesses d'écoulements (sinuosité des méandres, chenaux, forme et état des berges, faciès d'écoulements, ...) et le transport sédimentaire (érosivité des berges, pavage du fond du lit, mobilité des bancs alluviaux ou des îles, ...) ;

4. appréhender la pression anthropique et/ou les impacts des aménagements prévus sur le fonctionnement de l'hydrosystème : cela implique d'effectuer l'inventaire des aménagements contraignant ou conditionnant la dynamique du système (enrochements, digues, barrages, ouvrages de franchissement ou de ralentissement dynamique, infrastructures routières) à l'échelle du bassin versant, puis d'opérer, au niveau de chaque tronçon, au repérage sur le terrain d'éventuels indices d'altération ou de rectification du cours d'eau, et à l'analyse, à partir des relevés des étapes précédentes, de la cohérence entre les principales variables de contrôle identifiées et la morphologie du cours d'eau (cf étape 3).

S'agissant des impacts des aménagements prévus sur le cours d'eau, le diagnostic hydromorphologique s'avère indispensable, en complément des études hydrauliques :

- dès la phase de conception, pour définir le dimensionnement hydraulique des ouvrages ;
- par la suite, pour élaborer, le cas échéant, un plan de gestion des ouvrages respectueux du fonctionnement du cours d'eau.

Cela vaut autant pour les ouvrages risquant de limiter la mobilité latérale du cours d'eau (digues, enrochements) que pour les ouvrages en travers prévus dans le lit du cours d'eau ou dans sa zone d'expansion de crue. L'enjeu est à la fois d'ordre technique et financier. Techniquement, il s'agit d'encadrer les études hydrauliques en indiquant des seuils de grandeur géométrique et en assurant la cohérence du dimensionnement hydraulique avec les débits morphogènes estimés par l'approche hydromorphologique. Sur un plan financier, les implications sont non négligeables dans le sens où un sur-dimensionnement, par exemple de cote maximale d'ouvrage hydraulique, engendre automatiquement un surcoût de construction. Le diagnostic hydromorphologique permet d'affiner le dimensionnement hydraulique, en fournissant au maître d'ouvrage les critères utiles à comparer pour décider de la variante la plus respectueuse du fonctionnement du cours d'eau. Il présente de plus l'intérêt d'intégrer les fonctionnalités écologiques du cours d'eau et des milieux associés, en analysant :

- les impacts prévisibles, en période d'étiage, de l'aménagement prévu dans l'objectif de prévenir les inondations, notamment du point de vue de l'altération de la continuité écologique ;

- les impacts sur le transport sédimentaire qui est déterminant pour le maintien de la qualité des habitats, et par suite des espèces.

C.1.1.3 - En zones littorales : faire l'analyse globale du fonctionnement du littoral

Dans les zones littorales, il est aussi nécessaire de faire l'analyse du fonctionnement du littoral. Ce diagnostic permet d'avoir une bonne connaissance des formes littorales et des facteurs dynamiques d'évolution du littoral. Cette étude technique est un préalable pour définir une gestion cohérente et durable des espaces littoraux et à la caractérisation et la qualification des aléas littoraux (Cerema/Cetmef, 2015).

Trois principes sont fondamentaux pour l'analyse générale du fonctionnement du littoral :

- **le principe de non-linéarité des évolutions** : le fonctionnement des littoraux est non linéaire dans le temps et dans l'espace. Les formes d'accumulations sont mobiles dans l'espace et dans le temps. On parle « d'espace de liberté » du littoral. Ces évolutions dans l'espace de liberté du littoral se font sur le court terme, par exemple lors de tempêtes. Mais pour la caractérisation des aléas littoraux, l'analyse de l'évolution du littoral devra bien être examinée sur le long terme ;
- **le principe d'emboîtement des échelles des espaces et de temps** : l'analyse du fonctionnement du littoral doit se faire en examinant le périmètre global du bassin de risque au sein de l'unité ou cellule hydro-sédimentaire au sein de laquelle se font les échanges hydro-sédimentaires. Il doit se faire également selon l'historique des événements naturels d'une tempête ponctuelle mais aussi en tenant compte des événements sur le long terme ;
- **le principe d'interaction** : tous les éléments du milieu interagissent les uns sur les autres. Notamment, la vulnérabilité du littoral aux submersions marines est fortement liée à la morphologie du littoral, qui peut en fonction du stock de sédiment protéger ou non les zones basses du littoral.

Ce diagnostic constitue la base de l'élaboration des plans de prévention des risques littoraux (DGPR, 2014). De plus, il permet de faire un état des lieux du fonctionnement du littoral qui servira également à la définition des actions du PAPI. En effet, il renseigne sur le fonctionnement hydraulique du littoral sur le territoire considéré (mode de submersions marines des phénomènes historiques par exemple) et permet de définir les interactions entre l'aléa submersion marine et l'aléa érosion côtière.

Cette phase d'analyse donnera à l'ensemble des acteurs locaux une connaissance technique et historique des phénomènes qui surviennent sur leur territoire et des impacts de ces phénomènes, et permettra de mener une analyse partagée de l'état des ouvrages de protection hydrauliques existants.

L'analyse générale du fonctionnement du littoral s'appuie sur la bibliographie disponible et sur des relevés terrains. Parfois des études techniques plus poussées, telles que des études de modélisation ou la mise en œuvre d'instrumentation, pourront être nécessaires. Cette analyse comprend deux étapes, la description hydro-sédimentaire du site (C.1.1.3.1) et l'approche historique de l'évolution du littoral (C.1.1.3.2).

La synthèse de ces deux étapes permettra d'avoir une idée générale du fonctionnement global du littoral et des phénomènes littoraux qui s'y produisent pour définir ensuite un périmètre d'étude des aléas. De là en découlera le périmètre du bassin de risque à considérer dans le cadre de la démarche PAPI, ainsi qu'une caractérisation des aléas littoraux pour lesquels les enjeux littoraux devront être protégés.

En particulier, l'étude de l'aléa submersion consistera à identifier (DGPR, 2014) :

- la description du fonctionnement hydraulique du site et du déroulement des épisodes de submersions marines connus ou probables ainsi que les modes de submersions historiques (débordement des systèmes de protection, franchissement par les vagues, rupture des systèmes de protection, ...) ;
- les éléments à prendre en compte pour la détermination de l'événement de référence à partir des données des événements historiques (hauteur et force de la houle, débit des cours d'eau, précipitations, phénomènes de remontée de nappe, ...) ;

- les interactions entre submersion marine et recul du trait de côte ;
- le recensement des éléments de protection naturels ou anthropiques pour protéger les enjeux contre les inondations (milieux humides littoraux, zones tampons d'expansions des inondations, cordons dunaires, digues de protection, ...) ;
- la détermination des zones non directement exposées aux submersions marines mais où l'artificialisation pourrait aggraver l'aléa submersion marine et l'aléa érosion.

C.1.1.3.1 - La description hydro-sédimentaire du site

La description hydro-sédimentaire du site porte sur les transports sédimentaires et les évolutions de la position du trait de côte et comporte :

- l'analyse géomorphologique du terrain : type de côte, géologie, hydrogéologie et caractéristiques morpho-sédimentaires ;
- les conditions climatiques, météorologiques et hydrodynamiques qui leur sont associées (niveaux d'eau, puissance de la houle, ...) ;
- l'analyse des transits de sédiments ;
- le recensement des ouvrages de protection contre les inondations ainsi que l'analyse de leur état de fonctionnement ;
- l'analyse du fonctionnement hydraulique du site.

Pour réaliser l'analyse des échanges sédimentaires entre l'océan et le continent, le guide méthodologique de gestion des risques d'érosion et des submersions marines, élaboré dans le cadre du projet de recherche Cocorisco (Hénaff *et al.*, 2014), propose de suivre des indicateurs opérationnels pour effectuer le suivi de l'évolution de la morphologie des zones littorales :

- les profils topographiques : les mesures peuvent être répétées de façon régulière ou bien suite à des événements topographiques particuliers comme les tempêtes,
- les Modèles Numériques de Terrain (MNT) : des semis de points sont traités par interpolation pour obtenir une représentation en 3 dimensions de la topographie du terrain et du fond de l'océan.

Ces indicateurs peuvent être mesurés à l'aide de plusieurs techniques. Il s'agit par exemple de suivi par photographies aériennes, de mesures par GPS différentiel (DGPS) ou encore de mesures topo-bathymétriques par Lidar.

De plus, il est nécessaire de faire l'analyse du fonctionnement hydraulique du site. Cette analyse permettra de comprendre les interactions entre la mer, les cours d'eau et le littoral pour identifier les zones potentiellement soumises à des inondations. Cette analyse comprend :

- l'identification des zones basses,
- la détermination des origines possibles des inondations,
- les cellules de submersion : ce sont les zones littorales qui seront concernées par un même épisode de submersion marine,
- la détermination des zones d'interaction entre le recul du trait de côte et la submersion marine,
- la description du déroulement des épisodes de submersion (point d'entrée, de sorties, ...),
- la description des protections naturelles ou anthropiques contre les submersions et leurs impacts sur les écoulements (cordons naturels, ouvrages de protection, ...).

C.1.1.3.2 - L'approche historique du fonctionnement du littoral

L'approche historique du fonctionnement du littoral permet d'avoir des informations sur l'évolution du trait de côte dans le temps, d'avoir une connaissance des événements historiques d'inondations ou de submersions marines déjà survenus (ROLNP, 2015). Cette approche permet également de suivre l'évolution dans le temps de l'occupation des sols par les habitations et les activités et renseigne sur l'implantation des ouvrages de protection contre les inondations et des ouvrages de protection contre l'érosion du trait de côte (de type épi ou brise lame). Cette analyse doit se faire de manière chronologique pour donner des éclairages complémentaires sur l'analyse du fonctionnement du littoral sur le long terme.

C.1.2 - Localiser et délimiter les milieux humides pour mieux les mobiliser

Une fois le diagnostic du fonctionnement hydromorphologique des hydrosystèmes (fluviaux ou littoraux) réalisé, l'étape suivante

consiste à caractériser, de manière plus directe, les milieux humides impliqués dans ce fonctionnement. Cette caractérisation des milieux humides commence par des étapes de localisation et de délimitation des milieux humides qui sont importantes à mener à l'échelle du bassin de risque et sur l'ensemble du périmètre du PAPI, en particulier à l'échelle de l'espace fonctionnel de chaque milieu humide identifié dans ce périmètre.

C.1.2.1 - Synthétiser les données existantes sur les milieux humides

Un certain nombre d'inventaires de milieux humides a déjà pu être mené sur le territoire à l'initiative de différentes structures porteuses :

- les agences de l'eau, l'AFB et les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et certaines Directions Départementales des Territoires (DDT) (zones humides pour définir des actions prioritaires de restauration et de préservation de ces milieux sur leurs bassins hydrographiques dans le cadre du SDAGE) ;
- les syndicats intercommunaux, mixtes, de rivière et des établissements publics ;
- les conseils départementaux lors de la mise en place de leur réseau d'espaces naturels sensibles (ENS) ;
- diverses structures régionales peuvent avoir mis en place des inventaires comme les conservatoires d'espaces naturels, les parcs naturels régionaux, le conservatoire de botanique ;
- les gestionnaires d'espaces protégés (Natura 2000, réserves naturelles, réserves biologiques, parcs nationaux, ...).

Il convient alors de compiler les inventaires disponibles pour dresser un premier état des lieux des données existantes sur les milieux humides dans le périmètre concerné.

C.1.2.2 - Identifier et compléter les manques dans les données

La compilation des données existantes sur les milieux humides peut mettre en évidence des secteurs avec des lacunes de données.

Tout d'abord, les inventaires existants ne concernent généralement que les zones humides qui ne sont qu'un sous-ensemble des milieux humides (cf B.1).

Ensuite, les inventaires de milieux humides peuvent avoir été réalisés selon des méthodologies et des précisions d'inventaires très différentes. Certains sont basés sur les critères de l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides (Cerema/DTeclTM, 2014), d'autres ont pu être menés sur la base d'autres critères. En effet, de nombreux inventaires sont antérieurs à l'arrêté ministériel du 24/06/08 et à la circulaire du 18/01/10 définissant précisément les critères de délimitation des zones humides.

Il est donc essentiel de se rapprocher des autres acteurs porteurs des politiques de l'eau (SAGE, SDAGE, EPTB, Syndicats de rivière, services de l'État, ...) pour définir quelles données sont pertinentes à utiliser et quelles autres doivent être complétées ou mises à jour.

Il peut également y avoir des espaces encore non prospectés. En effet, un inventaire des milieux humides n'est jamais exhaustif. Une fois les manques de données identifiés, il faudra cibler les portions de territoire où des prospections complémentaires seront nécessaires.

L'échelle de la cartographie nationale des milieux humides potentiels peut être un point de départ pour effectuer le recensement des milieux humides mais reste trop imprécise pour l'élaboration des PAPI. En effet, au stade du diagnostic de territoire, la question majeure qui se pose est celle du périmètre à prendre en compte pour effectuer le recensement des milieux humides.

Cette étude de localisation n'a pas vocation à être exhaustive. Les études de localisation complémentaires doivent couvrir les

milieux humides qui aident à la prévention des inondations ainsi que leur espace de mobilité et les milieux humides qui peuvent être impactés par les actions du PAPI.

Cependant, pour une prise en compte optimale des milieux humides recensés, il sera souhaitable de prévoir un processus itératif régulier qui permettrait de modifier les actions du PAPI en fonction des résultats obtenus. La démarche idéale serait d'avoir intégré l'ensemble des enjeux liés aux milieux humides bien en amont de la phase d'élaboration du plan d'actions.

C.1.3 - Caractériser les milieux humides pour définir leurs rôles dans la prévention des inondations et les enjeux associés

Une fois les milieux humides localisés et délimités, il faut les caractériser, c'est-à-dire identifier les fonctions et services rendus par ces milieux qui seront utiles aux prises de décisions des porteurs de projet PAPI.

Les caractéristiques à identifier sont donc :

- celles qui peuvent servir au PAPI, dans le cadre de la prévention des inondations (par exemple, milieux humides ayant un fort potentiel d'écroulement de crue ou de ralentissement des vitesses d'écoulement de l'eau)
- celles qui peuvent constituer un enjeu de préservation pour le PAPI (par exemple, milieux humides d'intérêt fort pour le tourisme ou pour la biodiversité).

Ces caractéristiques sont identifiables à travers différents jeux de données à récolter :

- les données physiques des milieux humides,
- la caractérisation des fonctions des milieux humides (cf C.2.1)
- les évaluations de services écosystémiques des milieux humides,
- l'inventaire des autres enjeux du territoire associés aux milieux humides.

C.1.3.1 - Données physiques des milieux humides

La collecte de données physiques sur les milieux humides doit être réalisée en même temps que les étapes de localisation et de délimitation de ces milieux, à l'échelle du bassin versant dans lequel se situe le périmètre du PAPI. En effet, de nombreuses données sur les milieux humides peuvent aisément être renseignées à ce niveau comme notamment :

- leur superficie,
- leur distance par rapport au cours d'eau ou au littoral,
- leur altitude,
- leur pente.

L'ensemble de ces données physiques pourra être utilisée par la suite pour aider à la prise de décision au moment de la définition des actions.

C.1.3.2 - Enjeux du territoire et services écosystémiques des milieux humides associés

Comme évoqués précédemment les enjeux du territoire liés aux milieux humides qui peuvent être impactés par le risque d'inondation ou par le risque de submersion marine sont de natures diverses :

- les enjeux sociétaux de protection des populations,
- les enjeux économiques de protection des activités et des biens,
- les enjeux environnementaux de protection des milieux naturels remarquables et de maintien des fonctions de milieux humides plus ordinaires.

Les milieux humides offrent des services écosystémiques qui répondent aux besoins ces enjeux. La définition des services écosystémiques a été rappelée dans le paragraphe B.4.2. Nous pouvons citer par exemple :

- le rôle d'écroulement des crues qui permet de réduire l'aléa et donc le risque d'inondation,
- le rôle d'amélioration du cadre de vie des riverains, car les milieux humides offrent des lieux de promenade ou des zones de loisirs propices au développement d'activités touristiques,

- le rôle de réservoir de biodiversité qui donne une valeur environnementale au territoire.

Les services écosystémiques rendus par les milieux humides identifiés dans le bassin versant contenant le périmètre du PAPI, doivent être évalués afin de distinguer :

- ceux qui seront utiles à la prévention des inondations et donc mobilisables dans une action du PAPI,
- ceux qui devront être préservés après mise en œuvre du PAPI, soit directement au travers d'actions, soit indirectement, via une limitation des impacts sur ces milieux et qui devront être pris en considération au moment de la définition du programme d'actions.

Dans les deux cas, pour faciliter la prise de décision par la suite, les services écosystémiques rendus par les milieux humides doivent être caractérisés et évalués suivant une échelle de quantification. Ce travail devra être ajusté en adéquation avec l'ambition et les moyens du PAPI. Il est évidemment impossible de disposer d'un outil totalement rigoureux et objectif pour réaliser un tel travail, mais une simple quantification par classes sera déjà un réel atout. Par exemple, évaluer le service « écrêtement de crue » avec trois classes d'importance « faible, moyen, fort » permettra de faire ressortir quels milieux humides seront à mobiliser prioritairement pour réguler les débits lors des épisodes de crues.

Il sera aussi intéressant de distinguer les services effectifs et les services potentiels rendus par les milieux humides. En effet, le cadre du PAPI peut permettre des interventions qui modifieront et renforceront certains services. Par exemple, la suppression de drains sur une parcelle agricole permet d'accroître le service « rétention des eaux » assuré par cette parcelle. De même, la suppression de bourrelets et merlons de curage peut également aider, dans certains contextes, la fonction de rétention ou d'infiltration de l'eau.

Différents guides et outils peuvent servir de base et/ou d'appui à ce travail d'analyse des services rendus par les milieux humides, par exemple :

- la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (Gayet *et al.*, 2016), développée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et l'AFB (cf C.2.1.1),
- les travaux réalisés dans le cadre du projet EFESE (Évaluation Française des Écosystèmes des Services Écosystémiques – <http://www.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-francaise-des-ecosystemes-et-des-services-ecosystemiques>, consulté en 2017).

La notion de service écosystémique, encore récente, peut être difficile à appréhender par un porteur de projet PAPI. De plus, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de liste exhaustive de services écosystémiques rendus par les milieux humides. C'est pourquoi il peut être pertinent de croiser cette approche d'analyse des services avec celle de l'analyse des enjeux présents sur les milieux humides pour s'assurer la prise en compte la plus exhaustive possible, des services rendus par les milieux humides identifiés.

Deux types d'enjeux seront distingués dans la suite de ce paragraphe :

- **les enjeux directs** : ce sont les entités matérielles qui sont la cible directe des PAPI,
- **les enjeux indirects** : ce sont des émanations conceptuelles des enjeux directs.

Par exemple, le tourisme est un enjeu indirect constitué par les enjeux directs que sont les touristes et les infrastructures de tourisme. Un PAPI ne préserve pas directement le tourisme en tant qu'activité, il s'attache à protéger les touristes, en tant que personnes physiques, et les infrastructures de tourisme, en tant que biens matériels.

Seuls les enjeux directs seront étudiés dans les paragraphes suivants, ce qui permet de disposer d'un cadre clair, appréhendé uniformément par tous.

Comme pour la démarche d'évaluation des services écosystémiques exposée plus haut, la mise en place d'un système d'évaluation de l'exposition des enjeux associés aux milieux humides sera très utile pour la prise de décision ultérieure, lors de la définition des actions. Il n'est pas nécessaire d'élaborer un outil complexe pour cette évaluation. Une simple échelle de valeurs divisée en trois catégories « faible, moyen, fort » permettra de hiérarchiser et de prioriser les enjeux, et par la suite les actions sur tel ou tel milieu humide.

Quelques exemples d'enjeux associés à des milieux humides présents dans différents contextes de territoires sont détaillés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : exemples de types de milieux humides situés dans différents contextes de territoires et enjeux associés

Contextes de territoire	Type de milieux humides	Enjeux associés
Littoral	Lagunes, marais, estuaires avec roselières, ...	<ul style="list-style-type: none"> • support de biodiversité • valeur touristique → risques de pertes économiques • zones souvent très urbanisées : risque pour la sécurité des personnes et des biens
Montagne	Milieux humides de tête de bassin versant	<ul style="list-style-type: none"> • support de biodiversité avec habitats spécifiques d'altitude • atténuation des vitesses d'écoulement de l'eau en aval → risque pour la sécurité des personnes et des biens
	Tourbières	<ul style="list-style-type: none"> • support de biodiversité • valeur touristique si valorisation du milieu naturel → risque de pertes économiques • amélioration de la qualité de l'eau → risque d'atteinte à la santé des personnes en cas de dégradation
	Annexes fluviales	<ul style="list-style-type: none"> • support de biodiversité
	Zones humides de pente	<ul style="list-style-type: none"> • support de biodiversité • atténuation des vitesses d'écoulement de l'eau en aval → risque pour la sécurité des personnes et des biens
Plaine	Annexes fluviales	<ul style="list-style-type: none"> • support de biodiversité • valeur touristique si valorisation du milieu naturel → risque de pertes économiques • zones urbanisées → risques pour la sécurité des personnes et des biens • valeur agricole si en exploitation → risque de pertes économiques
	Zones d'expansion de crues	<ul style="list-style-type: none"> • valeur agricole si en exploitation → risque de pertes économiques • rôle de régulation des inondations et d'écrêtement des crues

Contextes de territoire	Type de milieux humides	Enjeux associés
	Tourbières	<ul style="list-style-type: none"> • support de biodiversité • amélioration de la qualité de l'eau → risque d'atteinte à la santé des personnes en cas de dégradation • valeur touristique si valorisation du milieu naturel → risque de pertes économiques • valeur agricole si plan de gestion avec pâture → risque de pertes économiques

C.1.3.2.1 - Milieux humides et enjeux sociaux directs

Les enjeux sociaux directs sont les personnes physiques, c'est-à-dire les habitants des territoires concernés par le risque inondation et par le PAPI. La protection des personnes est l'objectif premier d'un PAPI, avant la protection des biens.

Dans le cadre du diagnostic, il s'agit d'identifier les liens entre les personnes et les milieux humides, ce qui est étroitement lié aux notions d'habitants et de fréquentation sur ces milieux humides.

Par exemple, un milieu humide situé à proximité d'un centre de loisirs ou d'un camping peut être très fréquenté sur certaines périodes de l'année. Il se retrouve ainsi associé à un enjeu social direct, la protection des personnes. Cet enjeu sera d'autant plus important que la fréquentation de ce milieu humide sera élevée.

C.1.3.2.2 - Milieux humides et enjeux économiques directs

Les enjeux économiques correspondent aux biens (par exemple : le bâti, les infrastructures, le foncier) mais aussi aux valeurs d'usage des milieux humides (par exemple : les récoltes agricoles, les recettes de visites touristiques, ...).

Lors du diagnostic, il s'agira d'identifier les biens présents sur les milieux humides recensés, et les valeurs d'usages de ces milieux pour caractériser les enjeux économiques directs associés et potentiellement exposés aux inondations. L'analyse des enjeux économiques repose donc sur l'identification des usages rattachés au milieu humide.

C.1.3.2.3 - Milieux humides et enjeux environnementaux directs

Les enjeux environnementaux directs sont les écosystèmes ou leurs composants déclinés aux différentes échelles (notamment biotope/biocénose, habitats/cortèges, espèces). Les protections réglementaires associées sont elles aussi considérées comme des enjeux environnementaux directs.

Les enjeux environnementaux directs ne seront pas systématiquement considérés comme « positifs » à protéger. En effet, la présence d'espèces exotiques envahissantes, dont la non propagation et l'élimination peuvent être considérées comme un enjeu environnemental, sera évaluée comme un enjeu « négatif ».

La caractérisation des enjeux environnementaux directs associés aux milieux humides s'effectue donc par recoupement :

- des différents zonages réglementaires présents dans le périmètre de prospection (notamment ZNIEFF, Natura 2000, APPB, RN, ENS),
- des différentes données d'inventaires naturalistes déjà réalisés sur la zone dans le cadre d'autres études (notamment réalisation de cartes d'habitats, d'inventaires d'espèces),
- avec les connaissances naturalistes des différents usagers du territoire (notamment associations locales de protection de l'environnement, fédération de pêche, gestionnaires d'espaces protégés).

Par exemple, il est nécessaire de porter une attention particulière aux milieux humides identifiés sur le territoire comme étant le support d'une biodiversité remarquable. En effet, exposer ce type de milieux à des crues fréquentes risque à terme de modifier de manière conséquente les habitats écologiques présents et donc les fonctionnalités écologiques de ces milieux. Il faudra donc prendre en compte la résilience de ces milieux avant toute opération permettant leurs inondations prolongées.

Nous pouvons citer en exemple le cas de la Vallée de la Somme où les cortèges floristiques historiquement présents ont été perturbés à la suite d'inondations exceptionnelles qui se sont déroulées en 2001 dans la réserve naturelle régionale de l'étang de Saint-Ladre. Ces inondations exceptionnelles ont provoqué la prolifération d'espèces végétales invasives sur la zone. Ce cas est détaillé dans l'encart (a).

(a) L'inondation prolongée inhabituelle de milieux humides peut dégrader la biodiversité pré-existante sur ces milieux. Dans la vallée de la Somme, la biodiversité présente dans la réserve naturelle régionale de l'étang de Saint-Ladre a été dégradée suite à des inondations persistantes et inhabituelles de son territoire.

Historiquement, la baie de Somme est régulièrement exposée à des inondations qui sont généralement de courte durée. Or, de mars à mai 2001, la vallée de la Somme a été le théâtre de crues exceptionnelles causées par le débordement de l'Avre (affluent de la Somme), qui a inondé, de manière prolongée, la réserve naturelle régionale de l'étang de Saint-Ladre sur la commune de Boves.

Les sols, plutôt acides, de la zone ont alors été envahis par des eaux carbonatées. Ceci a eu pour conséquences de dégrader la flore historiquement présente sur le site. Certaines espèces de sphaigne ont été détruites suite à ces inondations prolongées et une espèce de sphaigne particulière, *Sphagnum teres*, a au contraire proliféré sur la zone. De plus, près de la moitié des espèces de la flore vasculaire du site a disparu.

Trois années ont été nécessaires pour que les conséquences de cette inondation s'estompent et ainsi observer le retour de la plupart des espèces floristiques initialement présentes.

Par ailleurs, si la montée des eaux dans la vallée de la Somme a permis le développement d'espèces floristiques remarquables (potamot coloré par exemple), la dispersion des graines d'espèces concurrentes dans les eaux de crue a en revanche provoqué la prolifération d'espèces invasives telles que l'*Azola* fausse fougère (SNPN, 2014).

De plus, comme vu au B.4.1, les milieux humides assurent trois types principaux de fonctions naturelles : les fonctions hydrauliques, les fonctions écologiques et les fonctions biogéochimiques. Dans le cadre de la prévention des inondations, nous nous intéressons aux fonctions hydrauliques remplies par les milieux humides. Cependant, les milieux humides d'intérêt d'un point de vue hydraulique peuvent également avoir des fonctions écologiques avec des enjeux environnementaux forts associés.

Lorsque le milieu humide a été identifié comme assurant une fonction particulière utile à la prévention des inondations, plusieurs cas de figures doivent être considérés :

1. les milieux humides qui ont des fonctionnalités hydrauliques et qui n'ont pas d'enjeu environnemental et/ou économique associés,
2. les milieux humides qui ont à la fois des fonctions hydrauliques et un enjeu environnemental et/ou économique,
3. les milieux humides qui n'ont pas de fonctions hydrauliques intéressantes pour la prévention des inondations mais qui ont un enjeu environnemental et/ou économique fort.

Dans le cas n°1, une action sur ce milieu humide doit être envisagée dans le cadre du PAPI. Même si, sous l'effet de travaux d'aménagement prévus, la physionomie et donc les habitats de ce milieu humide évoluent, il faudra veiller à ce que la fonctionnalité hydraulique soit préservée et si possible développée.

Dans le cas n°2, de la même manière que le cas n°1, une action sur ce milieu humide doit être envisagée dans le cadre du PAPI. Cependant, il faudra veiller, lors de la définition du programme d'action et de la mise en œuvre des travaux, à ce que les deux fonctionnalités écologiques et hydrauliques soient préservées.

Dans le cas n°3, une action sur ce milieu humide n'est pas nécessaire dans le cadre du PAPI. Cependant, il faudra veiller à ce que les fonctionnalités écologiques de ce milieu ne soient pas dégradées à cause de la mise en œuvre du PAPI.

Dans tous les cas, lorsque les fonctionnalités écologiques et hydrauliques risquent d'être impactées à la suite de travaux, la définition des actions doit être menée en appliquant les principes de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) non seulement en termes de surfaces de zones humides impactées mais aussi en équivalence de fonctionnalités à préserver ou à compenser comme précisé dans le paragraphe C.4.2.

C.1.3.2.4 - Concentration des enjeux dans les zones littorales

Le littoral est un territoire complexe qui est soumis à plusieurs aléas (en particulier les submersions marines et l'érosion du trait de côte) et qui concentre de multiples enjeux en termes de développement économique, de tourisme, de biodiversité et d'urbanisme. Cela nécessite une approche transversale de la gestion des risques naturels sur ces zones (MEDDE, 2010).

Les enjeux associés aux zones littorales peuvent être regroupés en trois catégories au regard de leur vulnérabilité aux risques d'inondation (DGPR, 2010) :

- les enjeux incontournables regroupent les espaces urbanisés, le centre urbain, les campings et l'hôtellerie de plein air, les activités agricoles spécifiques (élevages sur prés salés, marais salants, ...), les espaces naturels agricoles ou forestiers qui participent à la propagation des aléas ;
- les enjeux complémentaires comportent les projets d'aménagements futurs des territoires qui peuvent participer à la propagation des aléas, les infrastructures et équipements particuliers (infrastructures de transport, établissements recevant du public, les crèches, les écoles ou les maisons de retraites, ...), les enjeux patrimoniaux, culturels et environnementaux et la typologie du bâti qui permet une approche de la vulnérabilité pour définir des prescriptions spécifiques ;
- les autres éléments de contexte (ciblés sur la gestion de crise) recensent les enjeux stratégiques pour la gestion de la crise (PC crise, centres de secours, centre d'hébergement de secours, l'évaluation de la vulnérabilité des différents réseaux, l'évaluation quantitative des populations exposées, la mise en perspective de l'évolution démographique et du contexte socio-économique du territoire).

Cette concentration de différents enjeux complexifie la priorisation des enjeux à protéger dans le cadre de la définition du programme d'actions du PAPI. Dans ce contexte, la phase de concertation sera essentielle pour aboutir à l'acceptabilité sociale des acteurs locaux de la stratégie de prévention des submersions marines décidée (cf C.2.2.3.3).

C.1.3.3 - Croiser les approches de lecture des enjeux de territoires

Le diagnostic hydromorphologique et l'analyse globale du fonctionnement du littoral, constituent des étapes clés pour évaluer dans quelles mesures les enjeux recensés sur le territoire sont exposés aux risques d'inondation ou de submersion marine (cf Annexe D).

Le cas du PAPI Audomarois (Nord) [cas n° 4, Annexe D], labellisé en 2011, c'est-à-dire avant que le cahier des charges des PAPI ne demande une analyse environnementale, souligne bien l'intérêt de croiser le diagnostic hydromorphologique global du bassin avec un atlas fonctionnel des milieux humides, lorsque ce dernier existe. En l'occurrence, cela a conduit à envisager des actions à la fois au niveau des cours d'eau, sur les zones d'expansion des crues et dans les têtes de bassins versants, notamment pour limiter le ruissellement.

Le cas du PAPI du Vidourle (Hérault et Gard) [cas n° 6, Annexe D] révèle l'intérêt de conjuguer la planification des actions menées dans le cadre du contrat de rivière avec celles prévues pour la prévention des inondations. Le diagnostic hydromorphologique, pensé à l'origine pour des problématiques de qualité de la ressource en eau a été directement intégré dans le dossier PAPI, même s'il n'apparaît pas en tant que tel.

D'autres exemples, qui ne sont pas présentés dans l'Annexe D, montrent au contraire comment l'absence de diagnostic hydromorphologique global peut conduire à une distorsion de la lecture des enjeux puisque toutes les problématiques de fonctionnement de l'hydrosystème ne sont pas alors analysées dans leur globalité. Par suite, des erreurs de définition de priorités d'actions peuvent être commises.

Le cas du PAPI Cap Atlantique, labellisé en 2013, est un exemple de PAPI sur le littoral bénéficiant d'études scientifiques préalables très détaillées sur le volet hydro-sédimentaire et sur l'évolution du trait de côte. Cependant, la lecture des enjeux, influencée par le porteur de projet et par l'économie, a focalisé les actions sur le marais salant de Guérande, reléguant, à la priorité n° 4, l'étude d'actions possibles sur des zones agricoles humides situées dans les terres.

De même, pour le PAPI concernant l'hydrosystème urbain de l'Yzeron (Rhône), le déficit de description de l'hydromorphologie a conduit à ignorer les variations de niveaux de pressions anthropiques et à privilégier des actions hydrauliques (*cf* encart (e)), négligeant les fonctions des milieux humides urbains (existants ou possibles à créer). Ce choix a été fait, car les porteurs de projet avaient une bonne connaissance du fonctionnement hydraulique du bassin, de son hydrologie (deux études avec modélisation) et de la vulnérabilité du territoire urbain autour de la rivière (plusieurs thèses menées dans le cadre de l'observatoire de terrain hydrologie urbaine de Lyon - OTHU).

Préconisations pour la prise en compte des milieux humides lors de l'étape diagnostic du territoire

> Réaliser le diagnostic initial du fonctionnement hydromorphologique du cours d'eau sur la globalité du bassin versant pour les zones continentales et/ou réaliser l'analyse globale du fonctionnement du littoral pour les zones littorales pour :

- intégrer le fonctionnement hydromorphologique et la dynamique hydraulique et écologique des écosystèmes,
- évaluer le niveau de pression anthropique sur le cours d'eau et sur le littoral,
- analyser l'importance du milieu dans les usages ou dans l'économie locale.

> Identifier et localiser les milieux humides sur le territoire pour mieux les mobiliser dans les programmes d'actions

- Faire l'état des lieux des données existantes sur les milieux humides du territoire concerné par le PAPI :
 - s'il n'existe pas d'étude de ce type dans la zone (cas assez rare), partir de la carte nationale qui recense les milieux humides potentiels et de l'inventaire national des zones humides potentielles (<http://sig.reseau-zones-humides.org/>) et le compléter, notamment avec les données concernant les eaux superficielles,
 - si des études de localisations existent, réaliser le bilan de ces études et capitaliser les informations dans une base de données unifiée et homogène,
- Faire, si nécessaire, des études complémentaires qui peuvent être intégrées dans le PAPI : cibler les zones de recensement des milieux humides en fonction des enjeux associés aux milieux humides à protéger humides mais aussi dans les zones qui jouxtent les actions décidées dans le cadre du PAPI (pour ne pas dégrader les espaces de bon fonctionnement des milieux humides à proximité par exemple).

> Caractériser les milieux humides pour évaluer leur rôle potentiel dans la lutte contre les inondations

- Relever les données bio-physiques qui caractérisent ces milieux humides.
- Évaluer les fonctions et les services écosystémiques rendus par ces milieux et protéger les enjeux associés.

C.1.4 - En résumé, le PAPI doit être considéré comme un projet de territoire

Le PAPI est élaboré sur des territoires présentant différentes morphologies (contexte littoral, de plaine ou de montagne) qui peuvent être plus ou moins urbanisés et qui sont concernés par différents enjeux (sociaux, économiques et environnementaux). Ces enjeux, comme les contraintes du territoire, doivent être identifiés, dans un premier temps lors de la phase de diagnostic territorial pour être pris en compte lors de la définition des actions dans un deuxième temps.

Le PAPI, au-delà d'un programme d'actions de prévention des inondations, doit être plutôt considéré comme le volet prévention des inondations d'un véritable projet de territoire (cf illustration 17).

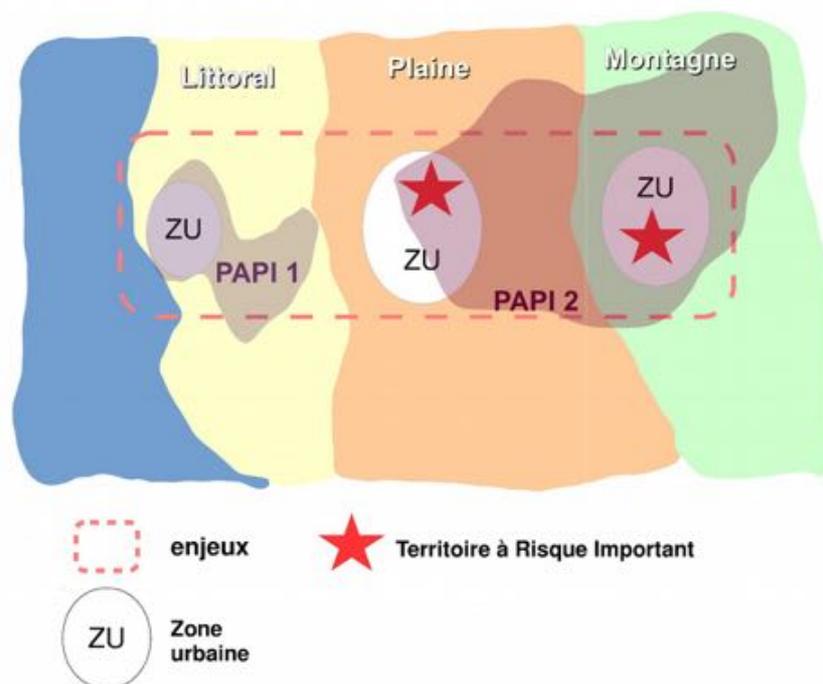


Illustration 17 : le PAPI est un véritable projet de territoire (© Cerema, 2015)

C.2 - Étape 2 : Définir des actions de prévention des inondations

Comme vu dans le chapitre précédent, l'analyse des différents enjeux et contextes du territoire doit permettre de définir des actions en faveur des milieux humides, qui participent à la prévention des inondations, judicieuses et adaptées aux problématiques identifiées.

Ce chapitre s'attache à énoncer quelques recommandations pour définir des actions qui tiennent compte, de manière optimale, des fonctionnalités hydrauliques des milieux humides utiles à la prévention des inondations.

Il est recommandé en premier lieu, de raisonner selon les fonctionnalités des milieux humides présents sur le périmètre du PAPI, en se basant notamment sur le diagnostic hydromorphologique du cours d'eau sur le bassin ou sur l'analyse du fonctionnement du littoral (C.2.1). En second lieu, il est indiqué de privilégier certains types d'actions en fonction des contextes de territoires (urbains, agricoles, littoraux) (C.2.2).

Dans la suite de cette partie sont présentés des exemples d'actions relevées dans des dossiers PAPI et mobilisant les milieux humides à différents niveaux (C.2.3).

Enfin, un point est fait sur l'éligibilité au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM) des actions de prévention des inondations qui mobilisent les milieux humides (cf C.2.4).

C.2.1 - Raisonner selon les fonctionnalités des milieux humides utiles à la prévention des inondations

Les milieux humides se situant dans des zones connues pour leur statut touristique, ou car ils sont le support d'une biodiversité remarquable, sont généralement bien pris en compte et valorisés dans les PAPI.

En revanche, les milieux humides « communs » ne faisant l'objet d'aucun statut particulier de protection et présentant un moindre enjeu économique sont souvent pris en compte de manière insuffisante, voire oubliés. Il est donc important d'identifier et de caractériser les fonctionnalités hydrauliques de ces milieux ordinaires qui peuvent jouer également un rôle fonctionnel très utile à la prévention des inondations. Il s'agit par exemple des prairies humides ou des plans d'eau.

Les enjeux hydrauliques et environnementaux associés aux milieux humides ont été préalablement déterminés comme précisé dans le paragraphe C.1.3.2. Cette étape préalable est indispensable pour identifier les milieux humides pour lesquels il est opportun de prévoir des actions. Une étude devra ensuite être menée pour définir les fonctionnalités hydrauliques des milieux humides repérés et sur lesquels une action est possible.

L'étape du diagnostic hydromorphologique est essentielle pour aider à la définition des actions qui mobiliseront les milieux humides liés au cours d'eau. Son intérêt est double, car elle permet à la fois :

- **d'identifier les milieux humides ayant un rôle sur les écoulements (cf C.2.1.1)**, aussi bien à l'étiage qu'en période de crue ou de submersion marine ;
- **de définir les conditions favorables au maintien du milieu humide et de ses fonctions** hydrauliques et écologiques à partir d'un diagnostic initial de ses fonctions et des pressions exercées sur ce milieu, en prévoyant, si besoin, un programme d'interventions bénéfiques, telles des plantations ou des fréquences d'inondations écologiques provoquées pour la préservation de ces milieux.

De la même manière, dans les zones littorales, l'analyse globale du fonctionnement du littoral permet de définir des actions mobilisant les milieux humides littoraux qui seront adaptées au site et efficaces pour la prévention des submersions marines.

C.2.1.1 - Définir les fonctions hydrauliques des milieux humides identifiés

La caractérisation du rôle hydraulique joué par un milieu humide dépend de plusieurs facteurs :

- la rugosité des milieux créée par la présence d'obstacles à l'écoulement des ruissellements (morphologie et pédologie des terrains, état du couvert végétal, présence de haies, degré d'artificialisation des sols, ...), si elle est importante, permet de ralentir considérablement les ruissellements des pluies comme précisé dans l'illustration 18 ci-dessous. Plus le coefficient de rugosité du sol sera élevé, plus le coefficient de ruissellement des pluies sera faible ;
- la position du milieu humide dans le bassin versant ;
- la superficie du milieu humide par rapport à celle du bassin de drainage ;
- les caractéristiques morphologiques du milieu humide.

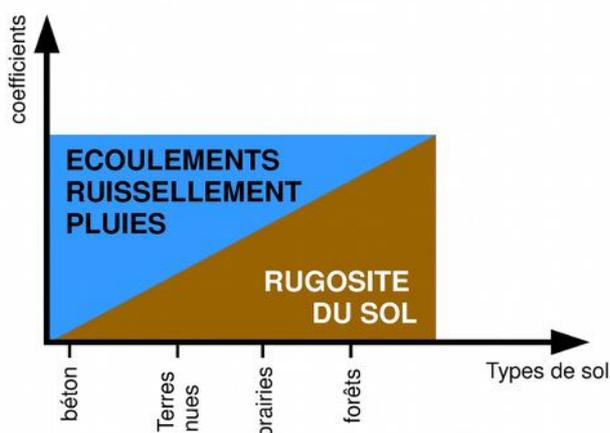


Illustration 18: variation du coefficient de ruissellement des eaux de pluies en fonction de la rugosité des sols (© Cerema, 2016)

Les facteurs limitant le rôle hydraulique des milieux humides sont les suivants :

- l'éloignement du milieu humide par rapport aux zones d'influence des crues ou aux zones où surviennent habituellement les écoulements sur les versants ;
- l'intensité et la durée des précipitations qui auront tendance à amoindrir le rôle joué par les milieux humides, si elles sont importantes ;
- l'état initial de saturation en eau du sol. Si le sol est trop asséché, le ruissellement sera favorisé au détriment de l'infiltration de l'eau.

D'une façon générale, les capacités de stockage de l'eau augmentent normalement au fur et à mesure que s'élargissent les plaines alluviales dans les bassins versants. Les lits à morphologie complexe et naturelle (végétation alluviale, bras multiples, ...) offrent une plus grande résistance à l'écoulement des eaux que les cours d'eau rectilignes, fortement anthropisés, drainant des sols artificialisés.

Les forêts alluviales et les ripisylves sont les structures végétales les plus efficaces dans l'écrêtement des crues en raison de leur forte rugosité. Avec les prairies humides, les marais fluviaux et les annexes fluviales, ce sont les milieux humides qui présentent les fonctions hydrauliques les plus intéressantes en matière de prévention des inondations (Agences de l'eau, 2002).

De manière concrète, les fonctionnalités hydrauliques des milieux humides peuvent être l'objet d'études hydrologiques détaillées (bilan hydrologique, évaluation des flux d'entrée, de sortie, suivi du niveau de l'eau au moyen de piézomètre, ...). À défaut, le diagnostic hydromorphologique, en plus d'être une étape clé de l'analyse du territoire, constitue une première approche pour estimer le rôle des milieux humides sur la dynamique de l'hydrosystème fluvial ou côtier. Les fonctionnalités des milieux humides littoraux doivent être évaluées sur la base de l'analyse du fonctionnement global du littoral (C.1.1.3).

L'Annexe D souligne, de manière détaillée, les éléments du diagnostic hydromorphologique qui se sont avérés déterminants pour caractériser les fonctionnalités des milieux humides dans quelques cas précis de dossiers PAPI. Les paragraphes suivants résument les points clés à retenir de ces expériences.

C.2.1.1.1 - Préciser la position des milieux humides par rapport à l'hydrosystème

Les fonctionnalités hydrauliques d'un milieu humide dépendent principalement de la position du milieu par rapport au cours d'eau, à l'océan ou la mer, au bassin versant et aux zones d'influences météorologiques (position dans les versants). Il s'agit donc de bien repérer les milieux humides ayant pour effet de :

- **Favoriser les connexions entre l'eau de surface et les eaux souterraines**

Il s'agit de mettre en évidence, sur le linéaire du cours d'eau, les points de régulation des débits d'étiage et/ou de crue. L'action

doit être soutenue soit par une gestion de milieux humides situés en amont des zones à enjeux (cf actions menées sur la zone humide de La Bassée dans le cadre du PAPI de la Seine et Marne franciliennes [cas n°3]) ou bien par une rectification de la morphologie de la section du cours d'eau pour assurer une hauteur d'eau minimale à l'étiage (cf actions prévues dans le cas du PAPI de la Verse [cas n°2, Annexe D]).

⇒ 3 étapes clés du diagnostic hydromorphologique :

- 1) analyse morphologique et hydrogéologique globale du bassin versant avec relevé des sources, des limites connues d'aquifères et compréhension du fonctionnement hydrologique du bassin et des sous-bassins ;
- 2) identification des unités hydrogéologiques (nappes de subsurface, nappes de coteaux, nappes d'accompagnement) et recherche des points d'accès possibles à ces unités (sources, piézomètres, puits) pour recueillir les altitudes de ces nappes (à défaut de données existantes) ;
- 3) analyse cartographique puis relevés sur le terrain de profils en travers et comparaison des niveaux d'eau en surface et en souterrain, en période de crue et d'étiage.

• Favoriser les connexions latérales entre le lit mineur et le lit majeur du cours d'eau.

L'objectif est à la fois de contribuer au ralentissement dynamique des crues et à la recharge en matériaux solides de la rivière, ainsi qu'au cycle de vie des espèces aquatiques. Concrètement, cela peut se traduire par des actions de maintien ou de restauration des champs naturels d'expansion des crues (cf. actions prévues dans les zones urbaines du PAPI de l'Audomarois [cas n°4]), par la scarification d'isclles ou de berges, par la gestion de la ripisylve et des espaces riverains ou encore par l'entretien d'annexes ou la reconnexion de bras morts (cf. actions prévues dans les zones urbaines du PAPI du Vidourle [cas n°6, Annexe D]).

⇒ 3 étapes clés du diagnostic hydromorphologique :

- 1) analyse de la morphologie globale du bassin versant avec tracé du chevelu hydrographique ;
- 2) analyse diachronique de la forme en plan avec repérage particulier de l'évolution des méandres, du couvert végétal, des ouvrages de franchissement et de protections, de l'occupation des berges, des connexions avec les bras morts, ... ;
- 3) relevés sur le terrain de la qualité des protections repérées, de la stabilité des berges, du profil en travers, de l'érodabilité des matériaux en berge et dans le cours d'eau.

• Favoriser la circulation longitudinale de l'eau, des espèces et des matériaux solides

Concrètement, cela revient à aménager ou effacer les seuils présents en travers du cours d'eau, à remettre en fonction des chenaux occasionnels ou des zones naturelles de dérivation des écoulements, à favoriser les zones d'érosion favorables au débit solide ou les connexions avec les marais, étangs, anciennes gravières ou annexes hydrauliques qui ne risquent pas de piéger les sédiments (cf. encadré exemple de l'aménagement de la Vistre près de Nîmes cité dans le cas du PAPI du Vidourle [cas n°6, Annexe D]).

⇒ 3 étapes clés du diagnostic hydromorphologique :

- 1) analyse de la morphologie globale du bassin versant avec tracé du chevelu hydrographique ;
- 2) analyse diachronique de la forme en plan avec repérage particulier de l'évolution des méandres, du couvert végétal, des ouvrages de franchissement et de protections, de l'occupation des berges, des connexions avec les bras morts ;
- 3) relevés sur le terrain de la qualité des protections repérées, de la stabilité des berges, du profil en travers, de l'érodabilité des matériaux en berge et dans le cours d'eau.

• Absorber l'énergie de la houle pour limiter les submersions des zones urbanisées situées sur le front de mer

Les milieux humides littoraux préservés sur le front de mer ou réhabilités à la suite d'opération de renaturation des polders (terres asséchées par endiguement par l'homme) jouent un rôle de zone tampon. Ces milieux humides non seulement peuvent stocker temporairement l'eau des entrées maritimes mais aussi absorber l'énergie de la houle et réduire ainsi l'aléa et donc le risque de submersion marine pour les enjeux situés en retrait.

C.2.1.1.2 - Utiliser les référentiels nationaux pour évaluer les fonctions hydrauliques des milieux humides

Dans le cadre de l'axe 2 du plan national d'action en faveur des milieux humides (2014-2018), une des actions a consisté à mettre au point une méthode d'évaluation rapide des fonctions des milieux humides (Gayet *et al.*, 2016). Il s'agit d'une méthode nationale qui est principalement basée sur l'approche hydrogéomorphologique de Brinson (1993). Le postulat est que les fonctions assurées par une zone humide dépendent en premier lieu de ses caractéristiques hydrologiques et géomorphologiques. La méthode consiste donc à recueillir des informations sur le fonctionnement hydrologique de la zone humide, son paysage, sa pédologie ou encore sa biodiversité à partir de référentiels nationaux sur Système d'Information Géographique et grâce à des relevés sur le terrain. Un ensemble d'indicateurs est proposé pour réaliser le diagnostic des caractéristiques fonctionnelles d'une zone humide par fonction (par exemple l'accomplissement de cycles biologiques, la rétention des nutriments, la décharge d'eau souterraine, ...). L'objectif est de parvenir à réaliser le diagnostic des fonctionnalités d'un milieu humide avec une précision de caractérisation des fonctions à la parcelle. Cette méthode n'est pas applicable dans un premier temps aux marais littoraux. Cette démarche est également utile, dans le cas où un milieu humide n'est plus fonctionnel, pour identifier les raisons pour lesquelles ses fonctionnalités ont été dégradées.

C.2.1.2 - Dimensionner et adapter les actions prévues en faveur des milieux humides

Une grande diversité d'actions directes sur l'hydrosystème (cours d'eau, bassin versant et littoral) est possible pour limiter l'aléa inondation ou l'aléa de submersion marine (Tableau 3). Les actions du Tableau 3 sont indiquées à titre d'exemple et par rapport aux objectifs attendus dans le PAPI. La plupart se traduisent par des travaux hydrauliques au niveau d'un milieu humide. Cependant, certaines (précisées en gras dans le tableau), notamment celles de type « génie écologique », peuvent en plus constituer une plus-value écologique. Elles peuvent en effet être favorables au maintien, voire au développement des fonctions d'un milieu humide, à condition que leur mise en œuvre soit adaptée au contexte local (définition d'un plan de gestion approprié).

Le Tableau 3 ci-dessous ne revêt aucun caractère exhaustif, quant aux types d'actions de prévention des inondations pouvant mobiliser ou valoriser un milieu humide. D'autres types d'actions, potentiellement tout aussi intéressantes pour les milieux humides, peuvent être proposées, notamment au niveau des talwegs secs, des versants ou des zones littorales pour augmenter la rugosité des sols (fascines, diguettes, bandes enherbées, noues végétalisées, ...).

De même, il est important de ne pas considérer chacun de ces exemples d'actions indépendamment. Dans la plupart des cas, une action visant un objectif donné, aura des effets conjugués qui répondront à un autre objectif, auquel aurait pu répondre une forme d'action. Par exemple, un re-méandrage ou une reconnexion d'anciens méandres cherchant à dériver l'onde de crue peut avoir pour effet de favoriser le dépôt des sédiments et par suite de rehausser le fond du lit du cours d'eau, ce qui contribuera à retarder l'onde de crue.

Ces actions indiquées, d'intérêt écologique, peuvent aussi permettre de restaurer des habitats et des fonctionnalités au sein même du cours d'eau (régulation thermique, protection des biocénoses aquatiques, auto-épuration de l'eau...). C'est notamment le cas des actions favorisant l'oxygénation de l'eau, à savoir celles garantissant un écoulement, même en période d'étiage sévère. C'est aussi le cas des actions en faveur des annexes hydrauliques et de celles favorisant les échanges entre l'eau de surface et l'eau souterraine au niveau du fond du lit du cours d'eau, en zone alluviale, ou celles favorisant les échanges entre la mer et les milieux humides littoraux, en zone côtière.

Enfin, la définition de ces actions devra se faire en tenant compte des impacts potentiels de ces actions sur les économies locales et les exploitations agricoles en particulier.

Tableau 3 : exemples d'actions à mettre en œuvre selon l'objectif ou l'effet attendu sur la crue avec précision des catégories de milieux humides à prendre en compte (Les actions pouvant être en faveur du fonctionnement ou des fonctions des milieux humides (MH) sont présentés en gras.)

Objectif / Effet attendu	Actions possibles et en faveur des MH	Milieux humides
<p>Atténuation de l'onde de crue par ralentissement du ruissellement sur les versants</p> <p>ou</p> <p>Absorption de l'énergie de la houle</p>	<p>Aménagement haies et talus en travers à la pente</p> <p>Travail morphologique et végétalisation des thalwegs et fossés.</p> <p>Renaturation des zones où le trait de côte est artificialisé, reconnexion de polder (augmentation de la hauteur du terrain naturel par sédimentation)</p>	<p>Milieux humides de têtes de bassin versants, Vallons creux</p> <p>Milieux humides littoraux</p>
<p>Réduction de l'onde de crue par infiltration de l'eau sur les versants</p> <p>et diminution du volume d'eau ruisselé sur les versants</p>	<p>Aménagement de haies en travers de la pente</p> <p>Création de rugosité par plantation arborées ou enherbement avec des variétés pérennes</p> <p>Conversion de parcelles cultivées en prairies ou implantation de cultures intermédiaires pièges à nitrate (CIPAN) pour les parcelles cultivées en céréales.</p> <p>Création et/ou gestion raisonnée de micro-retenues, étangs et bassins d'orages</p> <p>Travail du sol ou réalisation de rigoles perpendiculaires à la pente pour retenir l'eau</p>	<p>Milieux humides agricoles</p> <p>Prairies humides</p> <p>Bordure d'étangs</p> <p>Vallons creux</p>
<p>Retardement de l'onde de crue dans le lit mineur et dans le lit majeur par freinage de l'écoulement dans le cours d'eau</p>	<p>Revégétalisation raisonnée des berges</p> <p>Création de rugosité par plantation arborées ou par recharge du lit en blocs et graviers</p> <p>Reméandrage qui peut sensiblement augmenter le linéaire du cours d'eau donc mécaniquement retarder l'onde de crue</p> <p>Végétalisation des polders reconnectés aux marées</p>	<p>Ripisylves</p> <p>Forêts alluviales</p> <p>Prairies humides</p> <p>Mégaphorbiaies de rive</p> <p>Berges, Lit majeur & Annexes hydrauliques</p>
<p>Écrêtement de la crue (= réduction du débit de pointe)</p>	<p>Création de casiers d'inondation dans le lit majeur</p> <p>Réouverture d'annexes hydrauliques</p>	<p>Anciens polders ré-ouverts</p>
<p>Dérivation de l'onde de crue par dérivation de l'écoulement</p>	<p>Ouverture et/ou multiplication de chenaux</p> <p>Reconnexion d'anciens méandres</p>	<p>Berges</p> <p>Prairies humides et forêts alluviales situées en lit majeur</p>
<p>Laminage de la crue (= réduction en hauteur et vitesse)</p>	<p>Élargissement ou aménagement du champ d'expansion de crue</p>	

	Restauration de milieux humides en rive	
Étalement de l'onde de crue (c'est-à-dire écrêtement de la pointe et étalement en largeur et durée)	Constructions d'ouvrages de rétention, de retenues sèches ou ralentissement dynamique de la crue Création de milieux humides artificiels Décalage des systèmes de protections au plus proche des enjeux et inondations volontaires des terres sans enjeux	Lit majeur et Annexes hydrauliques Berges Prairies humides et forêts alluviales situées en lit majeur Ouverture de polders aux marées
Dissipation de l'onde de crue et rééquilibrage du débit liquide et du transport solide	Aménagement de berges ou de fond de lit riche en sédiments mobilisables Rééquilibrage de la balance vers le transport solide qui est en déficit, via la recharge en matériaux et le rehaussement du fond du lit par exemple	Lit mineur Milieu lotiques Plages, iscles Berges

C.2.1.2.1 - Dimensionner les actions en fonction de l'analyse globale de fonctionnement de l'hydrosystème

Le diagnostic hydromorphologique, comme l'analyse globale du fonctionnement du littoral, sont requis en amont pour veiller au bon dimensionnement des actions, et ce quels que soient les objectifs et aménagements envisagés.

En zone alluviale, le diagnostic hydromorphologique est requis pour toute action se traduisant par une intervention concrète sur le lit majeur du cours d'eau. Rappelons aussi l'importance, tant sur le plan technique que financier, du diagnostic hydromorphologique, en complément des études hydrauliques, pour optimiser le dimensionnement des actions de construction d'un ouvrage hydraulique (*cf* C.1.1.2.2). Au-delà, toute intervention sur le bassin versant nécessite un diagnostic hydromorphologique préalable pour identifier les types de milieux humides concernés et évaluer les impacts négatifs ou positifs des actions prévues sur ces milieux.

Dans les zones littorales, l'analyse globale du fonctionnement du littoral est également nécessaire pour comprendre le rôle hydraulique des milieux humides littoraux présents et définir des actions qui valorisent et développent ces fonctions

L'analyse du fonctionnement de l'hydrosystème, par approche hydromorphologique (en zone alluviale) ou par approche globale d'analyse des systèmes côtiers (en zone littorale) doit donc être utilisée et reprise au moment de la définition des actions, en particulier pour :

- veiller au bon dimensionnement, tant technique que financier, des actions prévues ;
- aider le maître d'ouvrage à choisir la variante de mise en œuvre la plus adaptée et la plus respectueuse du fonctionnement écologique de l'hydrosystème, en soulignant les plus-values, au-delà de l'objectif initial de prévention des inondations ;
- orienter les modalités de gestion de l'aménagement prévu en visant, en plus de la prévention des inondations, la valorisation voire l'amélioration des milieux humides concernés par l'action.

C.2.1.2.2 - Revenir sur l'analyse globale du fonctionnement de l'hydrosystème à toutes les étapes du PAPI

L'analyse du fonctionnement de l'hydrosystème intervient donc à toutes les étapes du PAPI, depuis la définition des actions, leur positionnement dans le bassin versant, la priorisation des actions, jusqu'à leur dimensionnement et l'adaptation des modalités de gestion.

Dans le domaine des inondations, l'intérêt de ces analyses fondées sur l'approche hydromorphologique, n'est pas seulement de mieux définir l'aléa mais aussi d'évaluer l'efficacité des mesures de réduction de la vulnérabilité.

Le diagnostic hydromorphologique d'un cours d'eau, comme l'analyse globale du fonctionnement d'un littoral, permettent en effet d'estimer le degré de pressions anthropiques contraignant la dynamique du cours d'eau ou du trait de côte. Il s'agit en premier lieu de caractériser le fonctionnement hydrodynamique naturel du cours d'eau et du littoral. Dans un second temps, ces diagnostics permettent de vérifier que les caractéristiques morphométriques sont en accord avec l'équilibre naturel de l'hydrosystème. Dans le cas contraire, ils aident à inventorier les contraintes d'origine anthropique qui expliquent la dynamique perturbée du système puis à définir le type d'intervention à privilégier pour restaurer un équilibre dynamique durable du cours d'eau.

Dans les zones littorales, l'analyse globale du fonctionnement du littoral (cf C.1.1.3) permet en outre de connaître les facteurs d'évolution du littoral ainsi que son fonctionnement hydraulique pour ensuite caractériser le rôle potentiel des milieux humides littoraux lors des phénomènes de submersions marines. Cette analyse comprend notamment :

- la description hydro-sédimentaire du site qui permet de caractériser les échanges de sédiments entre la terre et l'océan (C.1.1.3.1),
- l'approche historique du fonctionnement du littoral pour recueillir des informations sur l'évolution naturelle du trait de côte sur le long terme (C.1.1.3.2).

De manière plus concrète, pour souligner l'intérêt d'intégrer le diagnostic hydromorphologique et l'analyse du fonctionnement du littoral à tous les niveaux opérationnels de la définition des actions, reprenons quelques exemples où ces analyses ont été utiles pour :

- **Localiser les zones où il est judicieux d'intervenir** : en vue de la prévention des inondations, il est important de situer les zones favorables à un aménagement ou au contraire de cibler les zones à protéger ainsi que celles pour lesquelles une intervention serait inefficace compte-tenu de la résilience ou de la puissance spécifique du cours d'eau.

⇒ Ce principe a été mis en œuvre dans le cadre du PAPI Loire-Amont pour localiser les zones favorables à la mise en place d'ouvrage de ralentissement dynamique de crue [cf cas n°1, Annexe D]. Dans ce cas, l'étape de diagnostic hydromorphologique s'est traduite par une analyse conjointe :

- des caractéristiques du bassin versant pour repérer les secteurs favorables à la rétention des écoulements,
- du profil en long pour écarter les zones trop puissantes défavorables à la pérennité d'un ouvrage.

- **Hiérarchiser les travaux à mener, définir des priorités** : l'analyse morphologique complète du bassin versant et l'analyse hydro-sédimentaire de la zone littorale fournissent des éléments complémentaires à une cartographie fonctionnelle des milieux humides (types de fonctions, évaluation qualitative,...) . Ces critères croisés peuvent constituer la base d'une grille de hiérarchisation des priorités de travaux.

⇒ Dans le cas du PAPI de la Haute-Zorn (Vosges), par exemple, l'analyse de la forme en plan du cours d'eau a permis de localiser les « fuseaux de mobilité » du cours d'eau. L'analyse diachronique des milieux humides a permis de situer les fuseaux les plus actifs. Les ouvrages à effacer en priorité ont ensuite été classés en fonction du degré d'activité du fuseau (selon le profil en travers) et en fonction des enjeux écologiques [cf cas n°2, Annexe D].

- **Choisir l'action la mieux adaptée et aider à son dimensionnement** : chaque cours d'eau est différent, le dimensionnement d'un aménagement ne peut se faire qu'au cas par cas. Au droit d'une section sur laquelle est prévu un aménagement, une analyse hydromorphologique complète (profil en long, en travers, faciès d'écoulement...) ou du fonctionnement du littoral sont requises pour adapter l'aménagement au site et prévoir les travaux de manière à réduire les impacts.

⇒ Dans le cas du PAPI Verse [cf cas n°3, Annexe D], les actions hydrauliques douces prévues ont été coordonnées à l'échelle du bassin versant grâce à l'analyse hydromorphologique globale puis dimensionnées grâce à une analyse plus

fine au niveau de chaque segment de cours d'eau et de chaque parcelle agricole ou versant à aménager.
La démarche suivie dans le cadre du PAPI de la Verse (Oise-Aisne) est détaillé dans l'encart (b) ci-dessous.

(b) Diagnostic hydromorphologique du bassin versant de la Verse (Oise-Aisne) et plan d'actions qui en découle (Extrait du PAPI de la Verse, 2012)

Le territoire du bassin versant de la Verse est exposé aux crues lentes par débordement de la Verse et ses affluents (crues d'hiver avec saturation préalable des sols) et aux crues plus rapides lors des épisodes orageux d'été. Les différents aménagements anthropiques ont dégradé le cours d'eau et ses affluents au niveau écologique, morphologique et biologique. Un diagnostic de l'état des dysfonctionnements et des singularités du bassin versant de la Verse a été effectué et est présenté dans l'illustration 19.

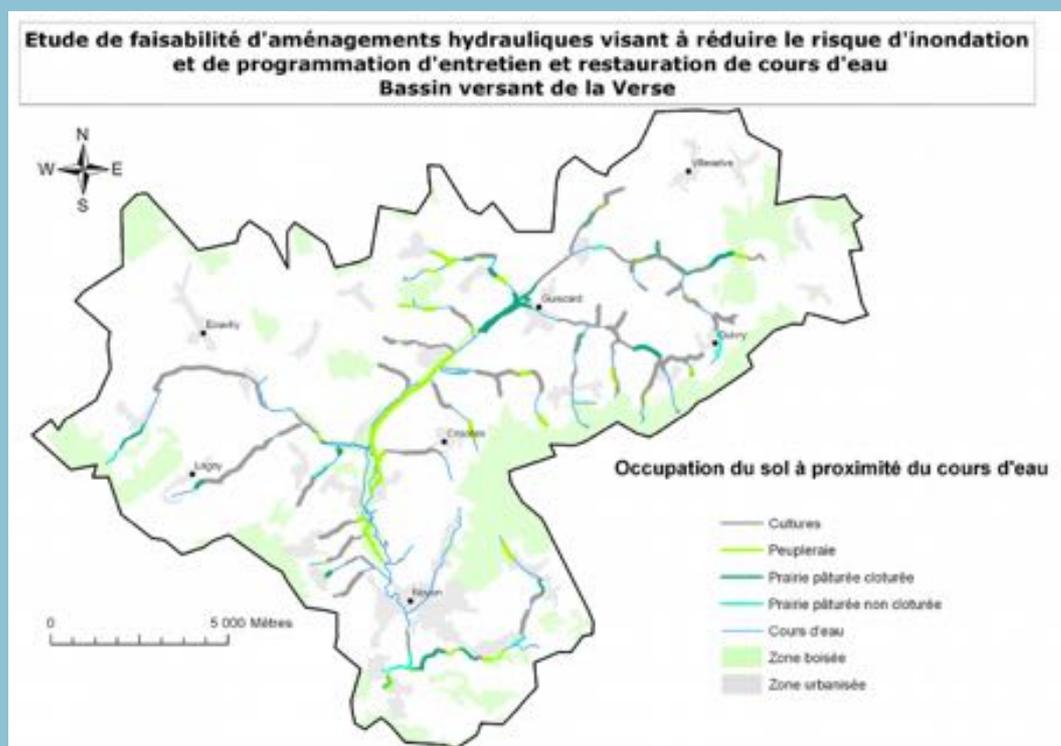


Illustration 19 : diagnostic de l'état des dysfonctionnements et des singularités du bassin versant de la Verse (PAPI Verse, 2012)

Une étude spécifique portant à la fois sur l'aléa inondation et sur l'état des cours d'eau a abouti à une stratégie de gestion des cours d'eau à l'échelle du bassin versant. Cette stratégie repose sur « des aménagements hydrauliques dont la vocation initiale est la lutte contre les inondations, un plan d'amélioration de la qualité écologique et hydromorphologique de la Verse et des actions d'entretien et de renaturation des cours d'eau ».

Nous pouvons citer comme exemple d'actions qui découle de cette stratégie, un aménagement de restauration hydromorphologique étroitement lié à des actions de lutte contre les inondations sur un site pilote. Cet aménagement repose sur la réouverture de la Verse et la création d'un lit mineur en accompagnement. Les bénéfices attendus consistent notamment :

- à « recréer un écosystème aquatique ouvert (développement de la flore aquatique et des plantes semi-aquatiques situées sur les berges qui contribueront à épurer les eaux par leur système racinaire) ;
- à prévenir le colmatage du fond du lit mineur par la création d'un lit mineur d'étiage pour concentrer les écoulements et favoriser l'oxygénation du cours d'eau et l'auto-curage,
- et enfin à restaurer la continuité piscicole par la suppression de la chute aval.

Cette dernière supprimera également le remous en amont qui homogénéise actuellement les écoulements et les habitats et provoque un colmatage du fond du lit. L'ensemble de ces mesures contribuera donc à diversifier les écoulements et par suite, les habitats et la biodiversité. En aval immédiat de l'agglomération de Guiscard, les écoulements de la Verse seront de plus dirigés vers le bras secondaire qui traverse actuellement une zone humide, participant ainsi à l'alimentation en eau de cette zone.

- **Évaluer les impacts tant hydrauliques qu'écologiques de l'aménagement et prévoir ses modalités de gestion** : au niveau de chaque ouvrage ou intervention prévue sur le cours d'eau pour atténuer ou réguler la crue, le diagnostic hydromorphologique est un préalable pour évaluer l'efficacité de l'aménagement dans la durée, le dimensionner tant sur le plan technique que financier, et définir les modalités de gestion ou de fonctionnement à mettre en œuvre pour garantir son moindre impact écologique. Il en est de même pour l'analyse globale du fonctionnement du littoral qui renseigne sur l'évolution prévisible des sites dans le temps et le rôle potentiel des milieux humides littoraux présents.

⇒ Le cas du PAPI Audomarois [*cf cas n°4, Annexe D*] illustre bien comment l'analyse des profils en travers permet non seulement de dimensionner les ouvrages mais aussi de définir la gestion à prévoir pour favoriser le fonctionnement des milieux humides impliqués. De même, dans le cas du PAPI Seine et Marne franciliennes [*cf cas n°5, Annexe D*], l'analyse hydromorphologique a été utile pour mettre en œuvre le système innovant de casiers hydrauliques et assurer une fréquence adéquate d'inondation de la zone humide remarquable de La Bassée.

C.2.1.3 - Optimiser les actions de restauration hydromorphologique du cours d'eau ou du littoral

Le diagnostic hydromorphologique mérite une attention toute particulière dans le cas où l'action prévue consiste en une restauration physique du système à des fins de protection des populations contre les inondations.

La prise en compte de cet enjeu ne doit pas obligatoirement se traduire par la mise en place systématique d'aménagements lourds de protection hydraulique.

En effet, des actions plus légères en matière d'aménagements, s'appuyant sur les fonctions hydrauliques des milieux humides, doivent être étudiées. Ce type d'action sera particulièrement adapté dans les zones du périmètre du PAPI où les densités de population sont moins importantes. Ces actions participent à l'abaissement de la ligne d'eau et à l'écrêtement des débits des crues. Elles jouent un rôle important dans la réduction de l'aléa auquel les zones plus sensibles et plus densément peuplées, qui se situent à proximité, sont exposées.

Par exemple, des actions de décloisonnement des rivières ou de renaturation du trait de côte par des actions de dépoldérisation peuvent être menées en conservant des protections hydrauliques par digues notamment au plus près des zones habitées et en redonnant de l'espace de mobilité à la rivière ou en renaturant le trait de côte dans les zones inhabitées pour leur donner une fonction de zone d'expansion de crues ou des submersions marines.

La connaissance du fonctionnement hydrologique du bassin principal et des sous-bassins, à l'aide du diagnostic hydromorphologique, est essentiel pour mettre en place des dispositifs et des mesures adaptés, souvent complémentaires, au sein même du bassin de gestion.

À titre d'exemple, la mission ministérielle menée en 2016 par la DRIEE et l'Agence de l'Eau Seine-Normandie a montré la nécessité d'améliorer la connaissance du fonctionnement hydrologique de la Seine Amont (bassin amont de la Seine et de ses affluents comme la Marne, l'Yonne, le Loing). Un certain nombre de mesures et de leviers dits complémentaires sont proposés en fonction des spécificités géographiques du territoire et des milieux associés (Agence de l'Eau Seine-Normandie et DRIEE, 2016) :

- *« l'occupation du sol en premier lieu, qui influence le cycle hydrologique notamment en modifiant l'infiltration, le stockage, le remplissage des nappes qui elles-mêmes « régulent » les crues et les étiages, la vulnérabilité des populations et activités, et la pression exercée sur la ressource ;*

- *les aménagements d'hydraulique douce qui de manière plus diffuse, notamment au moyen de bandes enherbées, de haies, permettent de ralentir et de réduire les écoulements, d'améliorer l'infiltration et de recharger les nappes. Ils peuvent jouer, en cas de développement suffisant, à la fois sur les crues locales de période de retour inférieure à 10 ans et sur l'érosion des sols (donc les coulées de boues) tout en apportant en parallèle des bénéfices en termes de biodiversité, de stockage de carbone, de réduction de la pollution et, selon les cas, de baisse des intrants agricoles ;*
- *les zones humides et les zones d'expansion des crues (ZEC) qui permettent de ralentir la dynamique de crues modérées à fortes selon le degré d'aménagement du lit majeur, parmi lesquelles on classe des espaces entièrement naturels ou encore des zones de stockage aménagées par des ouvrages plus ou moins mécanisés (vannes, pompes). Ces zones humides jouent par ailleurs un rôle de soutien des débits en période d'étiage ;*
- *les infrastructures ponctuelles qui, selon leur conception et leur gestion, peuvent avoir un effet plus ou moins éloigné à l'aval de leur lieu d'implantation, et écrêter des crues plus ou moins importantes, comme soutenir des étiages ;*
- *la restauration hydromorphologique des cours d'eau qui permet de contrecarrer les effets d'accélération des écoulements et de modification des échanges nappes-rivières dus à la rectification ou à la chenalisation des cours d'eau. »*

Le diagnostic hydromorphologique permet d'identifier ces différents leviers au sein du territoire à enjeux. Il peut aussi servir à définir l'espace de mobilité du cours d'eau (SDAGE RMC, 1998) et les espaces de bon fonctionnement - EBF (SDAGE RMC, 2016-2021 et guide technique du SDAGE RMC « Délimiter l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau ») pour adapter la stratégie de gestion des inondations au plus près des enjeux à protéger.

L'espace de mobilité du cours d'eau est l'« *espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres* » (SDAGE Rhin Meuse, 2010-2015).

Le concept d'espaces de bon fonctionnement s'applique aux milieux aquatiques, humides, littoraux et aux eaux souterraines et visent à définir des « *périmètres caractérisés par les structures de gestion de l'eau par bassin versant sur la base de critères techniques propres à chacun des milieux dans un cadre concerté (SAGE, contrats de milieux...) avec les acteurs du territoire, notamment les usagers de ces espaces, à une échelle adaptée (1/25 000 en général voire plus précise selon le cas)* » - (SDAGE RMC, 2016-2021). Le guide technique « Délimiter l'Espace de Bon Fonctionnement des cours d'eau » (SDAGE RMC, 2016) peut être utile à cette étape du diagnostic territorial.

La stratégie de prévention des inondations à mettre en place peut consister à :

- endiguer le cours d'eau au plus près des enjeux de protection de personnes et des biens est en jeu,
- laisser divaguer le cours d'eau dans les zones sans enjeux de protection de personnes et des biens.

L'idée est de renaturer le cours d'eau dès que les conditions hydromorphologiques le permettent, y compris à l'intérieur des zones urbanisées.

Une étude hydromorphologique de détermination de l'espace de fonctionnalité du cours d'eau a été menée dans le PAPI de Haute-Zorn (Bas-Rhin). Cet exemple est détaillé dans l'encart (c) ci-dessous.

Dans d'autres cas, le diagnostic hydromorphologique a fourni à la fois les éléments nécessaires à l'identification des pressions exercées sur le cours d'eau, mais aussi les éléments utiles au dimensionnement de l'opération de restauration du cours d'eau.

⇒ Dans le cas du PAPI Verse, par exemple [cf cas n°3, Annexe D], l'analyse morphologique a permis de diagnostiquer l'artificialisation de l'hydrosystème et de favoriser des actions de restauration hydraulique douces. Ces actions ont été coordonnées à l'échelle du bassin grâce à l'analyse hydromorphologique globale puis dimensionnées grâce à un diagnostic plus précis au droit des sites à restaurer, notamment l'analyse du profil en travers et de la morphologie des berges.

Au-delà, et comme évoqué au chapitre C.1.3.3, le diagnostic hydromorphologique est utile à une lecture intégrée des enjeux socio-économiques, hydrauliques et écologiques. Ce caractère intégrateur est d'autant plus important dans une action de

restauration hydromorphologique, que l'enjeu de prévention des inondations devient vite secondaire au regard des attendus écologiques ou économiques. En général, ce type d'action présente des vocations multiples :

- écologique et paysagère : aménagement de la ripisylve, effacement d'ouvrages obstacles à la continuité écologique, ouverture de polder ;
- amélioration de l'état de la masse d'eau de surface : re-talutage, ouverture de lit, re-méandrage des cours d'eau, aménagement de banquettes végétalisées ;
- préservation de la biodiversité : restauration des habitats piscicoles, littoraux et de la qualité des milieux.

L'intérêt de l'approche hydromorphologique est de fournir, pour chacun de ces objectifs, l'ensemble des éléments qui permettront de dimensionner l'opération de restauration en répondant aux questions suivantes :

- pourquoi restaurer l'hydrosystème (cours d'eau, versants et trait de côte) ?
- ce qu'il faut restaurer (où, comment) ?
- quels paramètres seront modifiés par la restauration ?

et par la suite :

- quels paramètres faut-il mesurer avant et après la restauration ?

Cette dernière question détermine les indicateurs à retenir pour évaluer l'opération de restauration de l'hydrosystème.

L'encart (c) ci-dessous montre qu'une restauration hydromorphologique peut se traduire par une « non-intervention » sur le cours d'eau. Dans ce cas, le diagnostic hydromorphologique est utile, dans l'étude préalable de faisabilité pour localiser les zones qui peuvent venir en compensation d'un ouvrage. Il est aussi nécessaire en mesure de suivi, pour mesurer l'évolution de la ripisylve et des îlots de végétation pionnière herbacée et arbustive pour vérifier que les effets attendus sur l'équilibre sédimentaire du cours d'eau sont là.

Cela signifie également que l'on ne diagnostique pas partout de la même façon, chaque cours d'eau et zone littorale étant uniques. Il faut tenir compte des contextes hydro-écologiques, des styles fluviaux, des processus physiques qui règnent dans l'hydrosystème, des activités et usages, actuels et passés, liés au cours d'eau. Le diagnostic hydromorphologique doit ainsi chercher à identifier les indicateurs de dysfonctionnement du cours d'eau étudié. Ces principes s'appliquent également au littoral en tenant compte des singularités.

(c) Exemple de prise en compte de l'espace de mobilité du cours d'eau dans la stratégie de prévention des inondations (PAPI de Haute-Zorn, Bas-Rhin)

Une des actions du PAPI de Haute-Zorn (*cf* détails dans cas n°2 de l'annexe D) a consisté à réaliser l'étude de définition de l'espace de mobilité de ses cours d'eau. Cette étude a ensuite été reprise dans l'analyse environnementale de ce PAPI pour tenir compte de manière optimale de la mobilité des cours d'eau dans la définition des actions de prévention des inondations.

Ici, la définition de l'espace de mobilité des cours d'eau n'a été réalisée que sur les cours d'eau présentant une dynamique active de leur lit **à notre échelle de temps**.

L'analyse environnementale a consisté à vérifier que la mise en place de digues et d'ouvrages de ralentissement dynamique n'impacte pas ou peu les fuseaux de mobilité identifiés des cours d'eau actifs. Dans la mesure du possible, l'emplacement des digues de sur-inondation a été prévu en appui d'ouvrages structurants existants. Cependant, certains ouvrages ont dû être créés ex-nihilo, de sorte qu'ils n'entravent pas la marge de divagation latérale des cours d'eau.

En complément, le syndicat a décidé de ne pas opérer de travaux de restauration de la ripisylve ni d'entretien de la végétation des parcelles situées hors des zones d'enjeux. Cette non-intervention, qui entraînera le maintien des arbres morts dans le lit du cours d'eau et en berges, devrait favoriser les encoches d'érosion latérale et permettre au cours d'eau

de recréer son équilibre sédimentaire.

Parallèlement, un programme d'effacement des ouvrages en travers de la Zinsel du Sud et de la Zorn a été prévu. Sur la Zinsel, trois ouvrages vont être supprimés permettant ainsi de reconquérir de la mobilité du cours d'eau sur quasiment 5 km linéaires de rivière. Sur la Zorn, trois ouvrages ont déjà été effacés en 2011 et en 2012 et l'aménagement de 9 autres ouvrages est à l'étude.

C.2.1.4 - Évaluer les limites d'efficacité des actions prévues sur les milieux humides en période de crue

Le choix des outils de prévention des crues dépend du régime hydrométéorologique et des caractéristiques géographiques du bassin versant. Chaque outil de prévention, qu'il s'agisse d'un dispositif d'alerte, de rétention ou de ralentissement dynamique des écoulements, est dimensionné pour répondre à un aléa d'importance donnée. Pour les inondations, l'aléa est qualifié en termes de période de retour de la manière suivante :

- crue fréquente : une crue de période de retour inférieure à 2 ans. Ce critère est suffisant pour déclarer l'espace alluvial inondable en milieu humide et assurer à minima, quand tout est cultivé par exemple, la fonction hydraulique et un service d'expansion des crues ;
- crue moyenne : une crue de période de retour de 2 à 10 ans ;
- crue rare : une crue de période de retour de 10 à 100 ans ;
- crue exceptionnelle : au-delà.

Ainsi, l'efficacité d'un aménagement dimensionné pour faire face à un certain niveau d'aléa, n'est optimale que pour les événements dont la période de retour ne dépasse pas cette valeur cible retenue dans le dimensionnement. Autrement dit, l'efficacité de l'aménagement diminue :

- pour des crues dépassant la valeur cible retenue pour le dimensionnement,
- pour des crues plus fréquentes et d'intensité plus faible que la valeur cible.

De la même manière, l'efficacité d'un milieu humide pour la prévention des inondations dépend des conditions de survenues de la crue. En effet, le rôle potentiel d'un milieu humide ou l'effet des actions valorisant ce milieu, seront différentes dans un contexte de crues torrentielles ou de crues de plaine ou selon l'intensité du phénomène de submersion marine.

Dans le détail, les actions localisées d'hydraulique douce intervenant sur les milieux humides (planter les berges, maintenir des espaces en herbe dans les zones d'expansion de crue, des bandes enherbées en aval des parcelles, des haies perpendiculaires à l'écoulement sur les pentes, ...) ont un effet sur la rugosité des versants et des fonds de lits des cours d'eau. Cet effet de rugosité est important pour des pluies de faibles intensités, dans des conditions de débit inférieures à celles d'un événement décennal (dissipation d'énergie par frottement). L'effet du milieu humide diminue avec l'augmentation des débits (Agences de l'eau, 2002).

La rétention de l'eau par le milieu humide se fera jusqu'à la saturation en eau du sol. Ensuite, l'eau ruisselle sur le milieu humide. Le rôle de régulation des écoulements du milieu humide dépend également des caractéristiques géo-morphologiques du milieu humide et de sa capacité à retenir de l'eau dans des arènes d'altération par exemple (H. Cubizolle *et al*, 2004). En plaine inondable lors des crues, le milieu humide retient donc une lame d'eau plus ou moins épaisse selon l'importance de l'événement de crue et la caractéristique géo-morphologique de la zone d'expansion de crue.

Pour ce qui concerne les milieux humides entrant en connexion avec l'écoulement principal du cours d'eau (ou du courant côtier en zone littorale) en période de crue (ou de submersion), à l'instar des ouvrages de ralentissement dynamiques (Cemagref, 2004), ces milieux contribuent d'autant mieux au ralentissement de la crue que la pente de la ligne d'eau est faible. Or cette pente ne dépend pas que de la morphologie de la section mais fluctue localement en fonction des conditions de survenue de la crue.

D'une façon plus générale, en matière de prévention des inondations, les limites d'efficacité des actions impliquant un milieu humide doivent être évaluées au cas par cas, qu'il s'agisse d'action d'aménagement, de restauration ou d'adaptation des

modalités de gestion du milieu humide. Cette analyse revient essentiellement à bien évaluer la position du milieu humide par rapport au bassin versant, au cours d'eau et aux zones d'influences météorologiques (position dans les versants) et à analyser le rôle du milieu humide sur les écoulements dans les zones alluviales. Dans les zones littorales, cela revient à évaluer le rôle des milieux humides dans les échanges hydrosédimentaires.

Cette évaluation doit tenir compte du rôle que ce milieu peut jouer à la fois :

- sur la genèse des crues (potentiel de volume de rétention),
- sur la dynamique des crues (potentiel de ralentissement, d'atténuation, d'écrêtement ou d'étalement de l'onde de crue).

Rappelons que la genèse des crues est conditionnée par les variables hydrométéorologiques (régime hydrologique, pluie, ruissellement sur les versants) alors que la cinétique et la durée des crues sont déterminées par les paramètres morphométriques du cours d'eau, du bassin versant et du littoral (largeur pleins bords, pente de la ligne d'eau, sinuosité, surface d'expansion de crue, densité du chevelu hydrographique, indice de forme, pente et surface du bassin versant, morphologie du littoral, échanges sédimentaires, fonctionnement hydraulique du littoral, ...).

En conséquence, l'évaluation des limites d'efficacité des actions impliquant un milieu humide doit s'appuyer sur ces deux types facteurs : variables hydrométéorologiques et paramètres hydromorphologiques. De par son caractère multi-échelle, dans le temps et l'espace, le diagnostic hydromorphologique et l'analyse du fonctionnement du littoral sont donc des outils privilégiés pour choisir, répartir avantagement les actions de sorte à bénéficier d'une synergie d'effets et d'éviter des effets contradictoires ou négatifs sur les milieux ou sur l'exposition des populations au risque inondation.

Préconisations pour la définition des actions en s'appuyant sur le diagnostic hydromorphologique ou l'analyse globale du fonctionnement du littoral selon les contextes de territoire

> Réaliser un diagnostic hydromorphologique global, à l'échelle du bassin, pour caractériser la dynamique naturelle de l'hydrosystème et son degré de pression anthropique

> De la même manière, pour le littoral, réaliser l'analyse globale du fonctionnement du littoral : connaissance des facteurs d'évolution du littoral, connaissance du fonctionnement hydraulique du littoral, analyse hydro-sédimentaire du site, analyse de l'évolution historique du trait de côte, ...).

> Croiser l'analyse hydromorphologique de l'hydrosystème et l'analyse globale du fonctionnement du littoral avec une cartographie fonctionnelle des milieux humides pour identifier les milieux contribuant à la régulation des crues c'est-à-dire ceux ayant un rôle notamment d'atténuation ou de réduction de la vitesse de propagation de l'onde de crue, d'écrêtement, de laminage ou d'étalement de la crue.

> Utiliser le diagnostic hydromorphologique détaillé ou l'analyse globale du fonctionnement du littoral pour adapter et hiérarchiser les actions, en particulier les actions de préservation, valorisation ou restauration des milieux humides contribuant à la régulation de la crue.

> Préciser le diagnostic hydromorphologique et étudier plus précisément le fonctionnement du littoral au droit de chaque site à aménager, pour dimensionner l'action et définir ses modalités de suivi et de gestion telle la fréquence des inondations provoquées à appliquer au niveau d'un casier hydraulique, ou la procédure d'entretien à suivre au niveau du lit mineur, des berges et de la ripisylve ou de la zone dépoldérisée.

> Combiner le diagnostic hydromorphologique, l'étude sur le fonctionnement du littoral et l'analyse hydrométéorologique pour borner les limites d'efficacité des actions, en matière de conditions de survenue des crues, notamment pour les ouvrages hydrauliques et les aménagements sur les milieux humides.

C.2.1.5 - Définir les besoins d'études complémentaires au diagnostic hydromorphologique

Le diagnostic hydromorphologique constitue l'étape clé pour définir les actions en tenant compte des milieux humides. Cependant, il reste insuffisant pour répondre à certaines questions qui peuvent apparaître lors de l'étape de définition des actions. Il est donc nécessaire de bien en cerner les limites et de prévoir des études complémentaires, notamment pour :

- quantifier les temps de concentrations et les vitesses de propagation des crues : si le diagnostic hydromorphologique fournit des éléments pour juger de l'efficacité des actions dans la durée et à l'échelle du bassin versant, il ne suffit pas, en revanche, pour éviter une arrivée simultanée de pics de crue au niveau de deux affluents majeurs. Ce dernier point nécessite le plus souvent une modélisation hydraulique. Cette modélisation hydraulique peut déjà être intégrée dans l'analyse globale du fonctionnement du littoral. Dans le PAPI Seine et Marne franciliennes [**cf cas n°5, Annexe D**], la modélisation hydraulique a complété avantageusement le diagnostic hydromorphologique du territoire. Cela a conduit à ne pas limiter les actions à des aménagements hydrauliques de réduction de l'aléa dans les zones favorables à la rétention de l'eau situées à l'amont, telle que la zone humide de La Bassée. Ces actions ayant été jugées d'une efficacité insuffisante, il a été choisi de les conjuguer avec des actions de réduction de la vulnérabilité dans les zones urbaines du Val de Marne, en dépit de la forte pression foncière ;
- déterminer les relations nappe-rivière : le diagnostic hydromorphologique permet d'évaluer les impacts des actions prévues sur les milieux humides, que ce soit des impacts directs (dégradation du milieu ou altération d'une fonction du milieu (par exemple fonction sociale ou économique), ou des impacts indirects (perturbation du régime hydrologique et des écoulements nécessaires au fonctionnement du milieu). Cependant, le diagnostic hydromorphologique ne suffit pas pour déterminer précisément les relations entre le cours d'eau et le milieu humide concerné, ni pour quantifier les flux (débit liquide ou solide). Des études hydrauliques et hydrologiques complémentaires peuvent être nécessaires. Dans le cas du PAPI de la Haute Zorn (Vosges) [**cas n° 2, Annexe D**], la hiérarchisation des fuseaux de liberté de la rivière n'a été possible avec le diagnostic hydromorphologique que parce que ce dernier a bénéficié du recul de nombreuses études antérieures sur les relations hydrauliques entre les milieux humides repérés (les rieds) et le cours d'eau et qu'une étude a permis de définir les facteurs gouvernant le fonctionnement écologique d'un de ces milieux.

Le tableau 4 suivant propose quelques pistes de réflexion pour prévoir les analyses complémentaires à associer au diagnostic hydromorphologique afin de mieux définir les actions de prévention des inondations en faveur des milieux humides. Ces pistes d'études complémentaires sont également valables pour compléter l'analyse globale du fonctionnement du littoral.

Tableau 4 : exemples de démarches complémentaires au diagnostic hydromorphologique favorisant l'intégration des milieux humides dans les actions de prévention des inondations

Information recherchée	Étapes clés du diagnostic hydromorphologique	Données complémentaires possibles à croiser
Milieux humides régulant le régime hydrologique du cours d'eau	1) Analyse morphologique globale du bassin versant 2) Analyse du chevelu hydrographique 3) Analyse diachronique de l'occupation du sol en relation avec la forme en plan du cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Atlas fonctionnel des milieux humides si disponible • Analyses hydrométéorologiques générales (bilan hydrique, zones de précipitations récurrentes, zones intermittentes) • Études spécifiques de fonctionnement de milieux humides, notamment au niveau des têtes de bassin versant • Prendre en compte les critères géologiques, lithologiques, géomorphologiques, topographiques, critères constitutifs du compartiment abiotiques

Information recherchée	Étapes clés du diagnostic hydromorphologique	Données complémentaires possibles à croiser
Milieux humides directement inféodés au cours d'eau	1) Analyse morphologique globale du bassin versant 2) Analyse de la forme en plan du cours d'eau avec sectorisation du linéaire sur la base de paramètres morphologiques 3) Relevé sur le terrain de caractéristiques morphologiques des grands types de tronçons (profil en travers, faciès d'écoulement, largeur pleins bords, ...)	<ul style="list-style-type: none"> • Atlas des zones inondables • Atlas fonctionnel des milieux humides si disponible • Études spécifiques de fonctionnement de milieux humides, notamment sur les rives du cours d'eau • prendre en compte le critère pédologique
Lits fluviaux et chenaux principaux des écoulements	1) Analyse diachronique de la forme en plan 2) Relevé cartographique des tronçons et contraintes (verrous naturels, ouvrages, infrastructures, zones de protections, ...) 3) Relevé sur le terrain des faciès d'écoulement au niveau des contraintes et pour chaque grand tronçon	<ul style="list-style-type: none"> • Cartographie des ouvrages et protections • Chroniques de débit • Données hydrologiques générales
Zones contribuant au ruissellement et aux écoulements sur les versants	1) Analyse morphologique globale du bassin versant et de l'occupation générale du sol 2) Analyse du modèle numérique de terrain et du chevelu hydrographique 3) Repérage sur le terrain de zones de concentration d'écoulements, fossés, haies, ...	<ul style="list-style-type: none"> • Cartographie précise du couvert végétal et de l'occupation des sols • Relevé précis de Modèle Numérique Terrain (MNT) (par exemple au LIDAR) • Études hydrauliques fournissant des coefficients de ruissellement • Études spécifiques d'aléa ruissellement sur les versants
Zones de déséquilibre du transit sédimentaire	1) Analyse morphologique globale du bassin versant, incluant la géologie, l'occupation du sol et les ouvrages (franchissement et protection) 2) Analyse diachronique de l'évolution de la forme en plan et du profil en long du cours d'eau 3) Relevé sur le terrain de zones d'érosion et de dépôts des sédiments et de la nature des sédiments	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse granulométrique des sédiments déposés et des berges • Mesures des vitesses en différents points d'une même section de cours d'eau • Suivis bathymétriques spécifiques (par exemple au droit de capture de gravière ou d'autre système de piège à sédiment) • Études hydrosédimentaires spécifiques
Courants côtiers et évolution du trait de côte	1) Analyse morphologique globale du bassin versant et de la bathymétrie 2) Analyse diachronique de l'évolution du trait de côte 3) Relevé sur le terrain de zones de recharges et d'affouillement	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse globale du fonctionnement du littoral (cf paragraphe C.1.1.3) • études hydrauliques • Analyse météorologique générale (vent dominants, fréquence de tempêtes, ...) • Mesures / modélisation des courants marins • Suivis bathymétriques spécifiques • Études hydrosédimentaires spécifiques

Information recherchée	Étapes clés du diagnostic hydromorphologique	Données complémentaires possibles à croiser
Capacité auto-épuratrice et d'auto-curage du cours d'eau	1) Analyse morphologique globale du bassin versant et de l'occupation générale du sol 2) Relevé cartographique des tronçons et tracé du profil en long à l'échelle du cours d'eau 3) Relevé sur le terrain de caractéristiques morphologiques des grands types de tronçons (profil en travers, faciès d'écoulement, largeur pleins bords, ...)	<ul style="list-style-type: none"> • Données de l'état chimique et écologique des masses d'eau • Chroniques de débit • Données hydrologiques générales
Puissance spécifique et résilience du cours d'eau	1) Analyse morphologique globale du bassin versant 2) Analyse diachronique de l'évolution de la forme en plan du cours d'eau et tracé du profil en long à l'échelle du cours d'eau 3) Tracé sur le terrain du profil en long de la ligne d'eau pour chaque type de tronçons avec relevé du faciès d'écoulement, largeur pleins bords	<ul style="list-style-type: none"> • Données hydrologiques générales (débits caractéristiques) • Chroniques des stations limnimétriques en plusieurs points • Mesure de la charge solide • Études spécifiques des courbes de tarage des stations limnimétriques • Analyse des habitats naturels riverains et alluviaux (pionnier, herbacé, arbustif, arboré)
Pressions anthropiques exercées sur l'hydrosystème	1) Analyse morphologique globale du bassin versant, incluant la géologie, l'occupation du sol et les ouvrages (franchissement et protection) 2) Analyse diachronique de l'évolution de la forme en plan du cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Étude de l'historique de l'évolution du mode d'occupation du sol • Analyses statistiques de chroniques de données hydrologiques et météorologiques • Comparaison de mesures de l'état chimique et écologique des masses d'eau en plusieurs points et à plusieurs dates

C.2.2 - Privilégier des types d'actions en fonction des contextes de territoire

À la lecture des dossiers de PAPI analysés dans le cadre du groupe de travail, une majeure partie des actions en faveur des milieux humides sont des mesures qui ont un caractère plutôt général avec une dimension politique de prise en compte des milieux naturels mais qui ne constituent pas un engagement ferme des porteurs de projets du PAPI. En effet, dans un grand nombre d'actions, la prise en compte des milieux humides se fait à travers la déclinaison d'une politique générale de préservation des milieux humides imposée par la réglementation mais sans application concrète sur un milieu humide en particulier. Il s'agit par exemple d'un rappel des orientations des documents de gestion de l'eau sur le territoire comme le SDAGE, le SAGE ou la prise en compte des obligations dans le cadre de la DCE.

Des actions ciblées sur des milieux humides en particulier sont fortement recommandées et témoignent d'un engagement ferme du porteur de projet du PAPI à prendre en compte les fonctionnalités des milieux humides utiles à la prévention des inondations. Ces actions doivent s'adapter aux différents contextes de territoires rencontrés dans les PAPI. Elles seront donc différentes en zone urbaine, en zone agricole ou en zone littorale et devront intégrer les contraintes économiques liées au budget prévu pour la mise en œuvre du PAPI.

C.2.2.1 - Encourager les actions de prévention des inondations en contexte urbain

Les zones urbaines présentent de fortes contraintes pour la mise en œuvre d'aménagement pour prévenir les inondations, car de fait, peu de terrains sont libres de constructions pour réaliser de tels aménagements. De plus, comme vu dans le paragraphe B.2.2.2, l'urbanisation massive qui s'est opérée ces dernières décennies s'est faite souvent sans tenir compte des zones où le risque inondation était le plus important.

Le développement de l'urbanisme doit intégrer les milieux humides présents en zone urbaine et doit s'adapter au fonctionnement hydraulique et écologique de ces milieux. Lors d'opération de renouvellement urbain, une réflexion doit être menée sur la gestion des eaux de ruissellement et sur la limitation de l'imperméabilisation des sols. L'opération de renouvellement urbain du quartier des Brichères à Auxerre, par exemple, intègre de manière optimale la gestion des eaux pluviales dans son aménagement. Cette opération est présentée dans l'encart (f) ci-après.

Nous proposons ci-dessous des principes généraux d'aménagements de milieux humides en milieu urbain.

- **Penser l'aménagement des milieux humides en zone urbaine comme un projet de territoire**

En effet, pour obtenir un consensus commun à tous les acteurs du territoire, ces aménagements doivent intégrer tous les usages possibles (usages récréatifs, touristiques, cultures agricoles, ...). De plus, le développement de l'urbanisation doit s'adapter aux risques identifiés sur le territoire et notamment le risque inondation. Pour cela, il convient de maîtriser la pression foncière en préservant autant que possible les zones naturelles présentes en milieu urbain. Par exemple, toute nouvelle construction pourrait être interdite réglementairement sur les milieux humides connus, par l'application de telles dispositions prévues dans les documents de planification (PLU, PPRI, ...).

- **Penser les aménagements futurs des zones urbaines par la reconquête d'espaces urbanisés identifiés comme stratégiques pour la prévention des inondations**

Par exemple, il peut être instauré un droit de préemption sur les zones de la commune identifiées comme stratégiques en matière de prévention des inondations et reconvertir ensuite ces zones en milieux humides.

- **Réhabiliter les milieux humides présents qui jouent un rôle reconnu dans la prévention des inondations**

Dans beaucoup de cas, les milieux humides en zones urbaines ont été déconnectés du fonctionnement hydraulique du bassin versant du cours d'eau à cause de choix stratégiques de gestion des eaux pluviales inadaptés. Leur rôle hydraulique naturel pour la prévention des inondations doit être rétabli. Dans ce cas, les choix d'aménagements doivent favoriser les mosaïques de milieux pour donner également une dimension écologique à l'aménagement et améliorer par la même occasion le cadre de vie des riverains de cet aménagement.

- **Promouvoir les techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales** en privilégiant l'infiltration de l'eau de pluie à la source, notamment les techniques telles que les systèmes de toiture végétalisée, les noues enherbées,... (cf C.4.4.3),

- **Communiquer auprès des riverains sur la présence de milieux humides et l'intérêt de leur préservation aussi bien sur le plan écologique que pour la prévention des inondations**

En effet, la population doit prendre conscience que le risque inondation existe encore en ville et ce même si le cours d'eau est souterrain. Les aménagements sur ce type de milieu humides peuvent alors remettre à l'air libre ces milieux, par exemple à l'occasion d'un réaménagement de parc urbain.

Des guides sur des exemples d'aménagements urbains qui intègrent avantageusement les milieux humides existent et donnent des clés de bonnes pratiques. Le guide « milieux humides et aménagement urbain : 10 expériences innovantes » (Cerema/DtectV, 2015) décrit par exemple le projet de la ville de Dol de Bretagne qui a entrepris la création de bassins paysagers de gestion de crues sur son territoire en zone urbaine.

La philosophie principale de cet aménagement est de mettre en valeur le rôle d'espace de divagation joué par les milieux

humides jouxtant le cours d'eau. De plus, cet aménagement a créé une mosaïque de milieux permettant de rétablir le lien entre les milieux humides et la ville en favorisant l'appropriation de cet espace par les habitants de Dol-de-Bretagne. Cet exemple est détaillé dans l'encart (d) ci-dessous.

Un autre exemple d'aménagement de milieux humides en milieu urbain a été mis en œuvre dans le PAPI de l'Yzeron (Rhône) et est détaillé dans l'encart (e) ci-après.

(d) Création de bassins paysagers de gestion de crue en zone urbaine (Dol-de-Bretagne, Ille-et-Vilaine)

La ville de Dol-de-Bretagne est traversée par le Guyoult, un petit fleuve côtier, qui se jette dans la baie du Mont-Saint-Michel. Ce fleuve a été fortement endigué, tout d'abord en aval, puis en amont de la ville, dans le but de gagner des terres pour l'agriculture et d'empêcher l'inondation du marais de Dol-de-Bretagne. De plus, depuis la fin de la seconde guerre mondiale, l'intensification des pratiques agricoles et l'essor de l'urbanisation ont entraîné des phénomènes de crues dans certains quartiers de la ville, même lors de phénomènes de pluies courants.

C'est dans ce contexte que la ville de Dol-de-Bretagne a décidé de prendre des mesures hydrauliques pour limiter ces phénomènes de crues. La réflexion de la commune a consisté, dans un premier temps, à prendre des mesures purement hydrauliques, c'est-à-dire à créer deux réservoirs d'expansion de crues du fleuve du Guyoult dont l'un devait se situer sur la commune de Dol-de-Bretagne.

Le site de la vallée du Guyoult a été pressenti pour accueillir ce second bassin réservoir. Ce site est un ancien milieu humide qui était autrefois connecté au fleuve du Guyoult. L'aménagement du bassin réservoir sur ce site a été réfléchi avec l'appui technique des services de l'État (DDT, DREAL et AFB) en y intégrant les nouvelles politiques publiques visant à recréer des milieux humides dans le département.

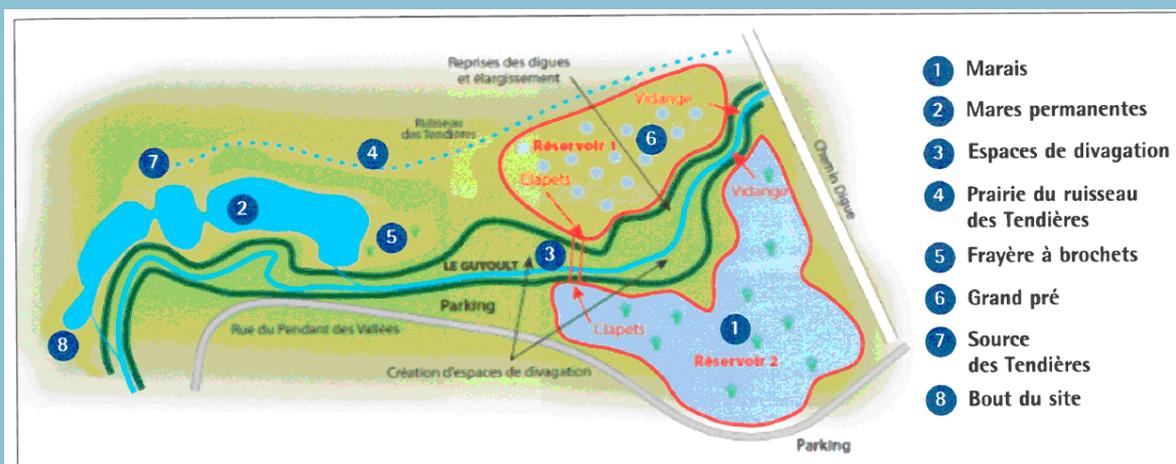
À l'objectif premier d'aménager la zone pour écrêter les crues en stockant l'eau et en offrant des espaces de divagation au cours d'eau se sont donc rajoutés les objectifs de recréer une mosaïque de milieux, d'ouvrir le site au public avec des visées pédagogiques et d'améliorer le cadre de vie des habitants de Dol-de-Bretagne.

Les deux bassins réservoirs ont ainsi été construits en série pour stocker les eaux lors d'épisodes de crues. Leur objectif est de gérer les crues d'occurrence faible.

Ces bassins réservoirs sont insérés dans une mosaïque de milieux recréés qui redonne à la vallée de Guyoult son identité originelle de zone humide. Les différents milieux humides qui ont été aménagés sont présentés ci-dessous :

- un marais qui rappelle l'existence du marais de Dol à proximité avec des mares permanentes alimentées par le Guyoult,
- des espaces de divagation pour le fleuve du Guyoult créés par la suppression des endiguements et un remodelage des berges,
- une prairie humide créée par le réaménagement d'un ruisseau qui prenait déjà sa source dans la vallée,
- une annexe fluviale possédant les fonctionnalités d'une frayère à brochets.

Le réaménagement de la vallée de Guyoult est schématisé dans l'illustration 20 ci-dessous et la photo de l'aménagement est fournie par l'illustration 21 ci-après.



Source : Atelier du Marais, SAFEGE

Illustration 20 : schéma d'aménagement de la vallée du Guyoult (Cerema/DtectTV, 2015)



Credit photo : Dol-de-Bretagne

Illustration 21 : photo de l'aménagement final (Cerema/DtectTV, 2015)

Par ailleurs, afin d'optimiser l'intégration de cette mosaïque de milieux dans la zone urbaine de Dol-de-Bretagne, une réflexion a été menée pour faciliter l'appropriation des lieux par les riverains.

Ainsi, un gradient paysager a été mis en œuvre pour que la vision de l'eau fasse partie intégrante du cadre de vie des habitants. De même, des voies de déplacement douces et accessibles aux personnes handicapées ont été aménagées pour connecter ce nouvel espace à la ville, le transformer en un lieu de promenade et recréer du lien social entre les habitants.

Enfin, pour que la dimension environnementale de l'aménagement soit connue et comprise du public, une série d'animations a été organisée au sein de la vallée du Guyoult et des opérations de sensibilisation sur les milieux naturels présents et sur les modes de gestion écologique de la zone ont été mises en place à destination des scolaires et des habitants.

En conclusion, l'intérêt de cet aménagement est de concilier à la fois le traitement technique de la prévention des inondations et le volet écologique de la restauration et de la gestion d'un milieu humide, par la création, au sein de l'aménagement, d'une mosaïque de milieux qui améliore la biodiversité du site et en même temps, le cadre de vie pour les habitants de Dol-de-Bretagne.

(e) Opération de gestion et de valorisation des cours d'eau du bassin de l'Yzeron (Rhône) (SAGYRC, 2012)

Le Syndicat Intercommunal du Bassin de l'Yzeron (SAGYRC) est le porteur du projet du PAPI sur le bassin versant du fleuve de l'Yzeron. Dans le cadre de sa mission de prévention des inondations, son action porte sur des opérations d'aménagement pour la lutte contre les inondations et pour la restauration écologique des cours d'eau de son périmètre (l'Yzeron, Le Ratier et le Charbonnières).

Le projet présenté ci-dessous est un projet global de prévention des inondations qui concerne l'ensemble du bassin versant de l'Yzeron. Deux grandes opérations complémentaires sont identifiées :

- la mise en place de retenues sèches dans la partie amont du bassin versant pour écrêter les débits d'une crue centennale,
- l'aménagement des cours d'eau dans des zones de la partie aval du bassin versant pour faciliter l'écoulement des crues aux abords des zones sensibles car fortement urbanisées.

La suite de cet encart porte sur la deuxième opération d'aménagement des cours d'eau.

L'aménagement des cours d'eau consiste à élargir le lit des cours d'eau en milieu urbain dans des zones qui sont fortement anthropisées, à renforcer les berges et à mettre en place des protections hydrauliques par endiguement où il n'est pas possible d'élargir. La restauration des cours d'eau se fait sur la base de techniques de génie végétal et par plantation d'espèces autochtones. Les critères de décisions qui ont guidé les choix d'aménagements sont l'efficacité hydraulique et environnementale des mesures, la limitation des emprises foncières et le coût des opérations d'aménagement.

La stratégie de gestion des inondations et de restauration écologique des cours d'eau du bassin versant de l'Yzeron est présentée sur l'illustration 23 ci-dessous.

En amont, deux retenues sèches permettent d'écrêter les débits d'une crue de période de retour centennale. En aval, des zones sont ciblées pour élargir le lit des cours d'eau ou mettre en place des digues afin de faciliter les écoulements des flux en aval de la zone urbanisée à enjeu. Les zones de cours d'eau ainsi aménagées se composent d'un lit mineur toujours en eau, d'une berge inondable et d'un lit élargi qui sera en eau en période de crues. Les berges sont renforcées par des murs de gabions pour éviter leur érosion. Les habitations riveraines des cours d'eau sont protégées par des digues si possible en remblais végétalisés, sinon par des murets en béton dans les zones où les espaces sont plus réduits.

En plus des zones d'élargissement des cours d'eau, des travaux de génie écologiques seront menés sur une partie du linéaire des cours d'eau. Ainsi une cunette en béton va être supprimée pour retrouver un lit plus naturel du cours d'eau. Des obstacles à l'écoulement réputés infranchissables vont être également effacés. La renaturation des cours se fera en créant des habitats, des zones de reproduction et des caches pour la faune piscicole et les rives seront plantées avec des espèces autochtones telles que le saule et l'aulne, afin de créer une ripisylve.

Le schéma de principe de l'élargissement des cours d'eau est présenté dans l'illustration 22 ci-dessous.

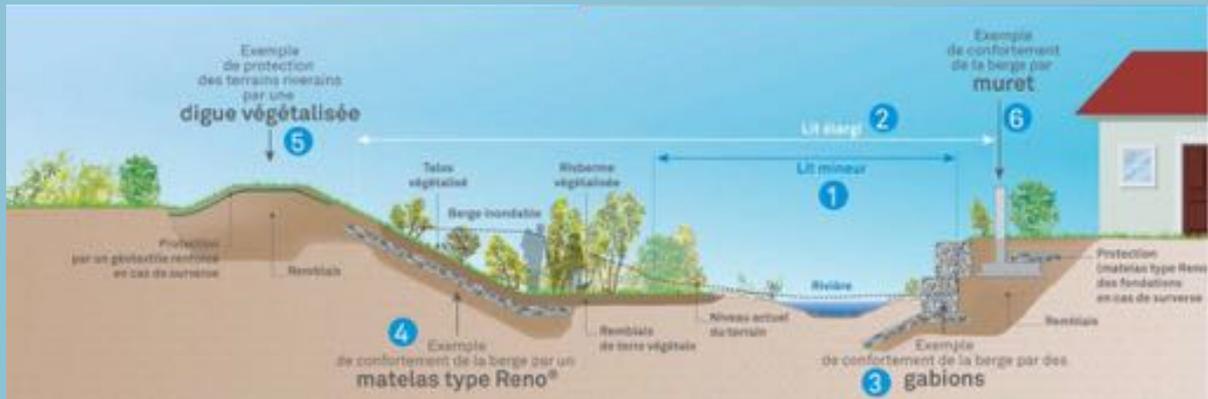


Illustration 22 : schéma de principe des aménagements pour l'élargissement des cours d'eau (SAGYRC, 2012)

Enfin, les berges de ces nouveaux aménagements seront pensées dans l'optique d'une réappropriation de ces nouveaux sites naturalisés par les riverains des cours d'eau. En effet, il est prévu d'ouvrir une partie de ces berges au public en créant de nouveaux espaces de promenades sécurisés. Un exemple d'aménagement pour le public mis en œuvre sur la commune d'Oullins est présenté dans l'illustration 24 ci-dessous.

Les travaux de ce projet sont en cours de réalisation et nous ne disposons pas des retours d'expérience sur l'apport des fonctionnalités des milieux humides recréés ou restaurés, en matière de prévention des inondations.



Illustration 23 : stratégie de gestion des risques d'inondation du bassin de l'Yzeron (SAGYRC, 2012)



Illustration 24 : aménagement des berges pour accueillir le public (SAGYRC, 2012)

(f) Renouvellement urbain du quartier des Brichères à Auxerre (Yonne) et gestion des eaux pluviales

L'écoquartier des Brichères à Auxerre est un bon exemple de gestion intégrée des eaux pluviales dans un aménagement urbain.

Autrefois, la source de Saine-Geneviève située en amont du quartier des Brichères, était canalisée et alimentait en eau potable la ville d'Auxerre. La canalisation a été détruite suite à des travaux de construction de logements et la source s'est épanchée sur les terres. Dans le cadre de l'aménagement de l'écoquartier des Brichères, un ruisseau qui occupait autrefois le talweg a été recréé par drainage des eaux de cette source sur les parcelles. Ce ruisseau alimente l'étang créé en contrebas.

Un réseau de noues permet la collecte des eaux pluviales sur l'ensemble du quartier. Ces eaux pluviales sont ensuite dirigées vers le petit étang créé en aval, et le surplus d'eau est ensuite envoyé vers trois bassins d'orage successifs réalisés grâce à des travaux de modelage du terrain. Ces bassins d'orage paysagers constituent la zone de rétention des Cassoirs.

Les illustrations 25 et 26 présentent respectivement le plan général de l'écoquartier des Brichères et le schéma de principe de fonctionnement hydraulique mis en œuvre sur l'écoquartier des Brichères. L'illustration 27 donne un schéma de principe de la zone de rétention des Cassoirs en fonction de la période de retour des pluies.

Ce parcours des eaux pluviales dans l'écoquartier permet de limiter le risque d'inondation en utilisant les milieux humides créés (étang, noues et bassins d'orages paysagers) comme réservoirs d'eaux pluviales.

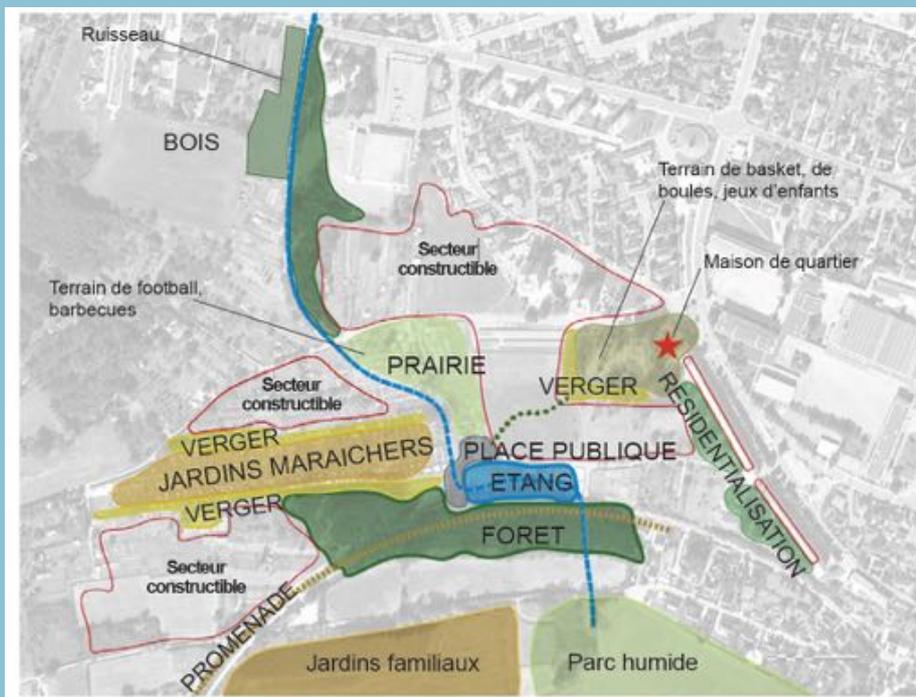


Illustration 25 : plan général des aménagements de l'écoquartier des Brichères (Atelier Ville et Paysage, 2009)

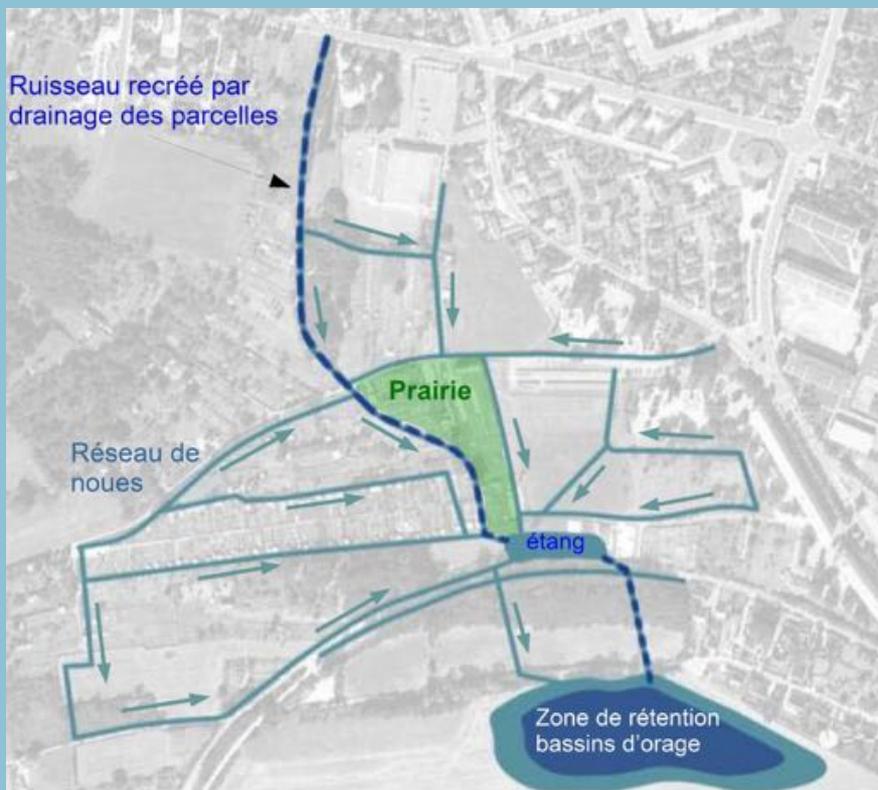


Illustration 26 : principe hydraulique de l'écoquartier des Brichères (Atelier Ville et Paysage, 2009)

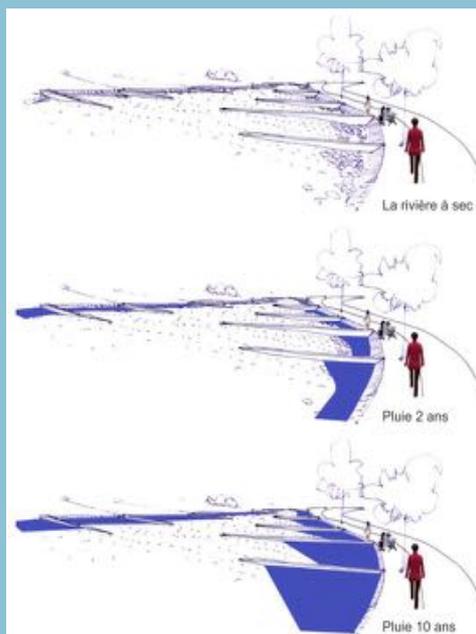


Illustration 27 : schéma de principe de la fonction de rétention des bassins d'orages (Atelier Ville et Paysage, 2009)

C.2.2.2 - Considérer les milieux humides en espace agricole comme des zones clés pour la prévention des inondations

Comme évoqué dans le paragraphe B.2.2.1, les milieux humides des espaces agricoles doivent être considérés comme des zones-clés pour mener des actions de prévention des inondations.

En effet, des techniques culturales adaptées peuvent être mises en œuvre sur ces espaces pour améliorer la qualité des sols, leur redonner leurs fonctions naturelles de ralentissement des écoulements, d'infiltration et de rétention des eaux de pluie.

De plus, des aménagements anti-ruissellement en génie écologique peuvent également être mis en place sur les parcelles agricoles. L'enherbement des réseaux de fossés et l'interdiction de désherbage chimique de ces zones d'écoulements peuvent se révéler des actions pertinentes pour freiner les vitesses d'écoulements dans les réseaux hydrauliques et diminuer les vitesses d'arrivées des eaux au cours d'eau. Bien que ces mesures visent dans un premier temps essentiellement à limiter la contamination des milieux aquatiques, elles contribuent également au ralentissement des flux d'eaux en favorisant l'infiltration.

La réussite de telles actions requiert une phase de concertation entre les différents acteurs locaux (agriculteurs, communes, syndicats mixtes...) pour comprendre les intérêts et les contraintes de chacun et permettre à tous de devenir des partenaires dans la mise en œuvre des actions prévues (MAAF/MEEM, 2016).

C.2.2.2.1 - Mettre en œuvre des techniques culturales adaptées

Comme évoqué dans le paragraphe B.2.2.1.2, pour préserver les fonctions hydrauliques des milieux humides agricoles la qualité du sol des parcelles agricoles est prépondérante pour réduire l'aléa inondation en limitant le ruissellement de l'eau de pluie. Il convient donc de mettre en œuvre des techniques culturales adaptées. Ces pratiques culturales permettent de :

- diminuer l'impact des gouttes d'eau sur les sols,
- augmenter la capacité d'infiltration et de stockage du sol,
- empêcher la concentration des écoulements des eaux,
- reconverter si possible les terres agricoles à nu dont la gestion aggrave les phénomènes de ruissellements.

Des pratiques culturales favorables à la prévention des inondations sont détaillées dans les paragraphes suivants. Elles sont tirées du guide technique de la lutte contre l'érosion des sols en Caps et Marais d'Opale (PNR Caps et Marais d'Opale, 2013). Ce guide propose également des fiches techniques pour réaliser des aménagements anti-ruissellement tels que les bandes enherbées, les haies bocagères, ...

C.2.2.2.1.1. Diminuer l'impact des gouttes d'eau sur le sol

Dans les périodes d'inter-culture, il est préférable de maintenir un couvert végétal sur les parcelles. Le couvert végétal donne alors une certaine rugosité au sol et facilite également l'infiltration de l'eau et donc le stockage temporaire de celle-ci. Ces deux éléments combinés diminuent les écoulements superficiels et ralentissent également les vitesses des ruissellements.

De même, les techniques de cultures sans labour permettent au sol de conserver sa matière organique et donc sa capacité de rétention et d'infiltration de l'eau.

C.2.2.2.1.2. Augmenter la capacité d'infiltration et de stockage du sol

Le travail en profondeur des terres agricoles ponctuellement à l'automne permet de décompacter et de redonner de la porosité au sol. Ceci augmentera de manière significative sa capacité d'infiltration.

De plus, l'utilisation d'engins agricoles adaptés, c'est-à-dire conçus pour des sols à faible portance, pour intervenir sur les parcelles, permet de limiter le tassement des sols engendrés par le passage fréquent des engins.

Par ailleurs, la mise en œuvre de bonnes pratiques culturales telle que le chaulage en limons battants notamment, permettent d'améliorer la percolation de l'eau dans le sol et réduire les phénomènes de formation de croûte de battance.

C.2.2.2.1.3. Empêcher la concentration des écoulements des eaux

L'orientation et la taille de la parcelle sont prépondérantes pour limiter la concentration des ruissellements dans le bassin versant.

En effet, il est préférable de semer une parcelle dans le sens perpendiculaire à la pente pour ne pas créer de chemins préférentiels aux écoulements de l'eau en créant des sillons. De plus, la reconstitution d'un maillage bocager par des haies et des talus permet de créer autant d'obstacles naturels ralentissant les écoulements et favorisant l'infiltration des eaux à la parcelle.

C.2.2.2.1.4. Reconvertir si possible les cultures en prairies

Les prairies humides jouent un rôle tampon pour les crues. En plus de ralentir les écoulements grâce à leur rugosité, elles participent au piégeage des sédiments. Dans ce contexte, le maintien des terres en prairie ou la réimplantation de prairies permettra également de réduire les écoulements superficiels.

C.2.2.2.2 - Mettre en œuvre des aménagements anti-ruissellement autour des milieux humides des parcelles agricoles

L'augmentation du volume d'eau ruisselé et l'accélération des vitesses d'écoulement de l'eau sont les deux facteurs qui déterminent l'aléa inondation en amont des bassins versants. Les haies et les talus, délimitant historiquement les parcelles agricoles, jouent le rôle d'obstacles naturels aux écoulements d'eau de ruissellement (Liagre F., 2006). Ces aménagements des parcelles agricoles régulent le volume d'eau ruisselée à l'occasion des fortes pluies. Ils favorisent ainsi l'infiltration de l'eau dans les sols. La suppression de ces obstacles naturels qui s'est opérée ces dernières années, dans le cadre de remembrement des parcelles agricoles, a participé à augmenter la proportion d'eau de pluie ruisselée. De même, l'implantation des cultures dans le sens de la pente des parcelles a contribué à accroître les vitesses d'écoulement de l'eau ruisselée.

Dans les parcelles agricoles situées en bord de cours d'eau au niveau d'une zone d'expansion de crue, le degré d'amortissement

de la crue dépendra aussi de la rugosité du champ, c'est-à-dire de la densité et de la nature de la végétation, de la même manière que la végétation des berges ou la ripisylve ralentissent les écoulements des rivières en crue (Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2015). Soulignons également le rôle bénéfique de ces crues au niveau des parcelles agricoles, en particulier vis-à-vis de la régulation des éléments nutritifs, tel le nitrate.

Que ce soit en tête de bassin versant ou le long des cours d'eau, il est donc important de penser l'aménagement des parcelles agricoles de sorte à optimiser la rugosité du sol et les barrières anti-érosion, la position des haies et l'implantation des cultures, plus généralement tout ce qui limite le ruissellement de l'eau de pluie ou ralentit l'écoulement de l'eau de débordement de crue (Chambre Agriculture du Morbihan, 2010).

Dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (DCE), il existe une obligation de maintien de bandes enherbées au droit des rivières pour limiter les ruissellements. En plus d'améliorer les capacités d'infiltration de l'eau des sols, les bandes enherbées ont des propriétés anti-érosives du sol.

De plus, il convient de reconstituer un maillage bocager en aménageant des haies, des talus, des fossés ou bien des diguettes végétales (fascines). Ces obstacles naturels aux écoulements limitent les vitesses des flux et maintiennent temporairement les eaux sur les parcelles. Cela a pour effet de favoriser l'humidité du sol et donc de faciliter l'infiltration de l'eau dans le sol et ainsi écrêter le débit de crue.

Ces types d'aménagements, pour avoir une efficacité optimale, doivent être judicieusement implantés en fonction de la topographie du terrain. Cette mise en œuvre pourra nécessiter des modifications parcellaires notamment par remembrement des terrains agricoles.

C.2.2.2.3 - Mettre en place des outils contractuels pour favoriser les pratiques agricoles adaptées à la prévention des inondations

Des outils réglementaires existent et peuvent prévoir des dispositions pour réduire les ruissellements sur les terres agricoles. En effet, les outils de planification tels que les PLU, SCOT, PPRI, SAGE, peuvent déjà comporter des prescriptions pour contraindre les exploitants agricoles à effectuer des aménagements particuliers comme la reconstitution d'un maillage bocager.

En plus des outils réglementaires existants, des outils contractuels peuvent être mis en place auprès des agriculteurs pour les inciter à mettre en œuvre des pratiques agricoles ou des aménagements qui luttent contre les ruissellements.

Des exemples d'outils contractuels sont cités ci-après (PNR Caps et Marais d'Opale, 2013) :

- les mesures Agro-Environnementales et Climatiques (MAEC) : ces mesures constituent un contrat entre un exploitant agricole et la région selon lequel, en contrepartie d'une rémunération financière gérée par la région (fonds de la région, FEADER, crédits MAAF ou subvention d'Agences de l'Eau), l'exploitant s'engage à respecter un cahier des charges qui préconise la mise en œuvre de pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement. Il peut s'agir de MAEC qui concernent l'ensemble de l'exploitation ou de mesures plus locales déterminées à l'échelle de la parcelle sur le principe des anciennes MAET (mesures agro-environnementales territorialisées). Les MAEC peuvent être contractualisées sous réserve du respect des conditions d'éligibilités. Il existe plusieurs types de MAEC qui peuvent être mis en œuvre notamment sur des milieux humides (MAAF/MEEM, 2016) :
 - la « MAEC couvert » pour implanter, maintenir ou entretenir un couvert herbacé sur les terres par exemple ;
 - la « MAEC herbe » pour mettre en place une gestion agro-écologique des prairies et des pâturages ;
 - la « MAEC linéa » pour maintenir ou entretenir les éléments topographiques de la parcelle tels que les haies, les bosquets, les ripisylves, les mares, ... ;
 - la « MAEC milieu » pour par exemple entretenir les roselières ou remettre en état les prairies après inondation.
- des fonds d'aides à la plantation et à la maîtrise des ruissellements : Ces aides au boisement peuvent être données par l'État et complétées par des subventions des régions et des départements. Destinées dans un premier temps à

augmenter le couvert forestier des parcelles, ce dispositif peut également aider à la reconstitution de zones tampons pour les ruissellements. Les subventions sont données à certaines conditions comme une surface minimale de boisement (4 ha le plus souvent) et une densité minimale de boisement. De plus, l'État a dressé une liste d'essences d'arbres éligibles au programme. (cf exemple de mise en œuvre de ces fonds par le PNR Cap Marais d'Opale pour le PAPI de l'Audomarois) ;

- les contrats de milieu : un contrat de milieu est un instrument d'intervention à l'échelle du bassin versant. Il fixe pour la rivière des objectifs de qualité des eaux, de valorisation du milieu aquatique et de gestion équilibrée des ressources en eau et prévoit de manière opérationnelle les modalités de réalisation des études et des travaux nécessaires pour atteindre ces objectifs. Les objectifs du contrat de rivière n'ont pas de portée juridique. Ces contrats sont signés entre les partenaires concernés : préfet(s) de département(s), agence de l'eau et collectivités locales comme les conseils départementaux, les conseils régionaux, les communes, les syndicats intercommunaux (SANDRE, 2015). Le contrat de rivière peut prévoir des mesures de lutte contre les ruissellements sur les terres agricoles ;
- les contrats portés par des structures locales : le PNR des Caps et Marais d'Opale, par exemple, a mis en place un programme de reconquête des paysages ruraux qui comprend une assistance technique auprès des acteurs locaux ainsi qu'un accompagnement financier pour réaliser ces mesures. En effet, un fonds d'aide à la plantation (haies, bandes boisées, ...) et un fonds d'aide à la maîtrise des ruissellements (diguettes végétales, ...) ont été mis en place en 2013.

Une réflexion pourrait être menée par les acteurs du PAPI pour encourager des pratiques agricoles qui ont un effet positif sur la prévention des inondations. Cette action pourrait se traduire par la mise en place de subventions, à prévoir dans le budget du PAPI, pour inciter les agriculteurs à mettre en œuvre des techniques agricoles participant à la réduction des risques d'inondations.

C'est le cas dans le PAPI de l'Audomarois (Nord-Pas-De-Calais), dont l'une des actions consiste à créer un fonds d'aide pour que les agriculteurs mettent en œuvre des pratiques agricoles adaptées qui aident à limiter les ruissellements. Cet exemple est détaillé dans l'encart (h).

De même, une étude pilote sur le ralentissement du ruissellement a été menée dans le cadre du PAPI Vilaine (cf encart (g)). Elle préconise notamment des mesures agricoles à la parcelle pour réduire le volume des ruissellements.

Pour faciliter l'acceptabilité de telles actions, une démarche de concertation doit être entreprise avec les acteurs du monde agricole local pour mettre en place des mesures pertinentes et adaptées au contexte du PAPI. Pour cela, il est conseillé d'intégrer des représentants de la profession agricole dans les partenaires et éventuellement au Cotech du PAPI comme évoqué dans l'encart (g).

(g) Prescriptions pour une gestion des ruissellements à la parcelle (PAPI Vilaine, 2011)

La Vilaine ainsi que ses deux affluents, l'Oust et l'Ille, sont des cours d'eau fortement artificialisés (moulins, mise en navigabilité, travaux hydrauliques).

Une étude pilote, relative au ralentissement du ruissellement, préconise notamment des mesures agricoles à la parcelle avec la mise en place de fossés avec embâcles, la plantation de haies, la création de systèmes combinés « haie-talus-fossé », la mise en place de petits bassins tampons et quelques prescriptions sur de nouvelles pratiques agricoles à privilégier. La mise en œuvre de ces actions doit être accompagnée d'une sensibilisation des acteurs sur l'objectif de ces aménagements et sur les résultats attendus de la mise en place de nouvelles pratiques agricoles.

Ces aménagements à la parcelle permettront, via des mesures agronomiques associés à une bonne gestion de l'occupation des sols et des mesures hydrauliques douces, de lutter contre le ruissellement de l'eau de pluie sur les parcelles du bassin versant identifiées à risque.

Par ailleurs, dans le département du Morbihan, une charte portant sur l'agriculture et l'urbanisme a été signée en 2008 par le Président de la chambre d'agriculture, le Président de l'Association des Maires et des EPCI, le Président du Conseil Général et le Préfet. Son objectif visait à concilier les activités agricoles avec le développement urbain et la préservation des espaces naturels. Certaines recommandations de cette charte ont un lien avec la gestion des crues, car elles préconisent la protection des espaces boisés et des haies bocagères.

(h) Mise en place d'un fonds d'aide pour que les agriculteurs mettent en œuvres des pratiques agricoles qui réduisent les phénomènes de ruissellements (Nord-Pas-De-Calais) (PAPI Audomarois, 2012)

Le territoire du PAPI de l'Audomarois recouvre l'amont du bassin versant de l'Aa. Il comprend successivement la vallée de l'Aa et ses affluents, puis le marais d'Audomarois traversé par l'Aa, le canal de Neufossé et un réseau dense de canaux subdivisés en casiers hydrauliques.

Ce territoire est soumis principalement au risque de débordement de l'Aa, de ses affluents et du réseau hydraulique complexe associé au marais. Les enjeux sont diffus sur le cours amont de l'Aa et concentrés dans la basse vallée (patrimoine bâti individuel et zones industrielles). La physionomie du territoire de bassin versant de l'Aa est cartographiée dans l'Illustration 28 ci-dessous.

L'une des actions du PAPI de l'Audomarois est de ralentir et d'infiltrer les eaux le plus en amont possible, dans le bassin versant de l'Aa, par des aménagements paysagers légers et des pratiques agricoles adaptées.

Ce type d'actions a été initié en 2000 par le PNR Caps et Marais d'Opale sur le territoire du S.A.G.E. de l'Audomarois. Depuis 2006, le Syndicat Mixte de Gestion et d'Aménagement de l'Aa (SmagAa) a repris l'animation assurée par le PNR et cette action est reconduite dans le cadre du PAPI de l'Audomarois de 2011.

Cette action est identifiée dans le PAPI comme un complément indispensable à tous programmes de travaux. De plus, elle répond à l'objectif complémentaire d'améliorer la qualité de la ressource en eau et des milieux naturels. Ainsi, tout diagnostic de problématique locale et tout projet de travaux décidés dans le cadre du PAPI, devront intégrer un diagnostic de bassin versant agricole qui devra être accompagné de propositions en cohérence avec cette action relative au ralentissement et à l'infiltration de l'eau.

Un animateur assure la sensibilisation des exploitants agricoles pour aider la mise en œuvre de pratiques agricoles adaptées visant à limiter le ruissellement. Il aide également les exploitants agricoles à mobiliser tous les outils nécessaires, dont les outils financiers, pour faciliter la mise en œuvre de telles pratiques.

Dans ce cadre, l'aménagement de sous-bassins versants « complets » est recherché afin de pouvoir en effectuer un suivi et une évaluation. Dans chacun de ces sous-bassins, une animation est mise en place. L'objectif est de réaliser un diagnostic de sous-bassin versant et d'élaborer des propositions d'aménagements sur les bases de ce diagnostic. Des outils incitatifs peuvent ensuite être mis en place tels que la contractualisation de MAEC ou équivalent ou la mise en place de fonds d'aide pour réalisation de diguettes végétales, par exemple.

Pour la réalisation de cette action, un fonds d'aide de 30 000 €HT est prévu dans le cadre du budget du PAPI avec un subventionnement à hauteur de 30 % par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et de 70 % par le SmageAa.

Les premiers aménagements mis en œuvre par ce fonds agricole bénéficient aujourd'hui d'une animation conjointe du SMAGEAa et de la Chambre d'Agriculture, animation qui est accompagnée par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie.

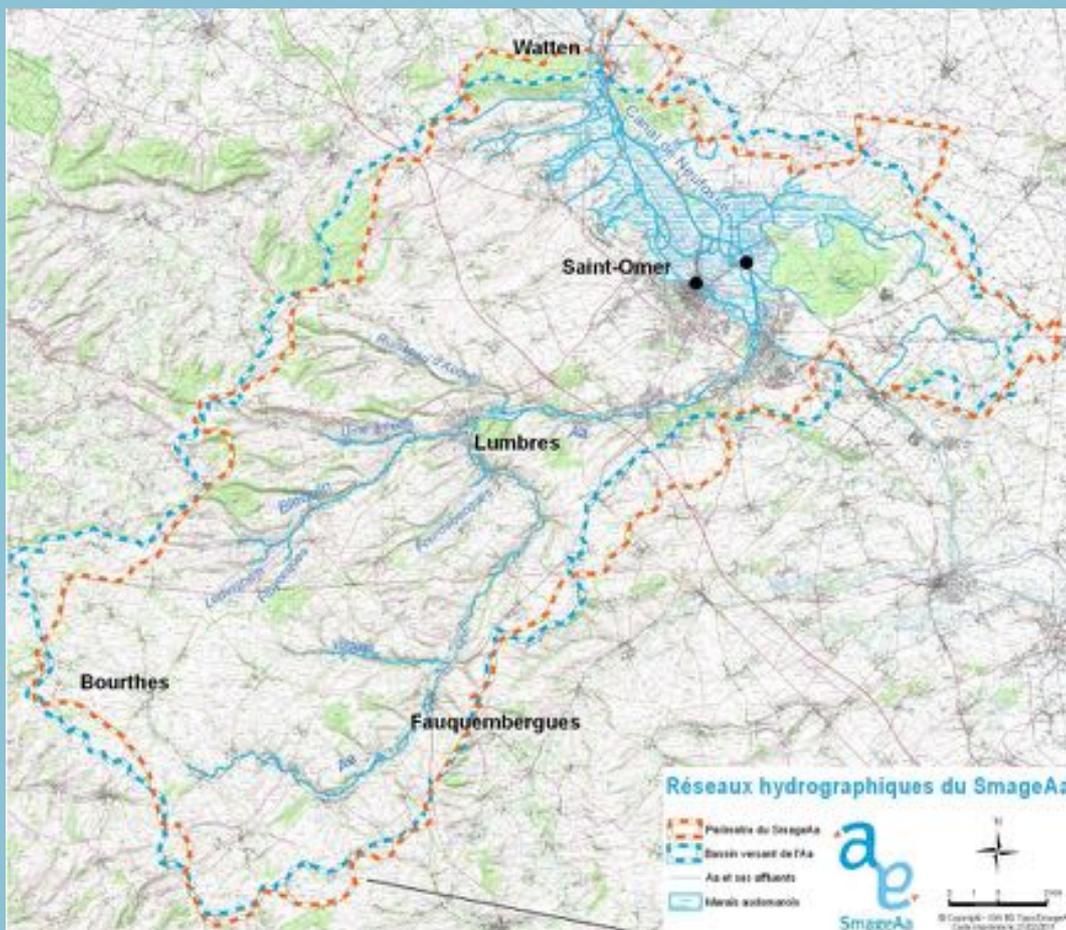


Illustration 28 : territoire du PAPI de l'Audomarois (SmageAa, 2011)

C.2.2.3 - Mettre en œuvre des actions innovantes sur les zones littorales

Pendant des siècles, l'Homme a essayé de gagner de plus en plus de terrains sur la mer notamment en aménageant des polders par endiguement. Ces aménagements se faisant sur des milieux humides littoraux ont réduit considérablement le nombre de ces milieux et donc leurs fonctions en matière de prévention des phénomènes de submersions marines.

Cependant, ces milieux, outre leur richesse biologique, constituaient une barrière protectrice des rivages absorbant l'énergie marine.

Actuellement, dans un contexte de changement climatique qui entraîne une montée des niveaux d'eau pouvant fragiliser les digues existantes, les réflexions se portent sur la possibilité de réouverture de ces espaces artificialisés à la mer. Il serait alors possible de reconstituer rapidement des milieux humides littoraux comme les prés salés ou les mangroves pour reconstituer une barrière de protection naturelle de la côte contre les submersions marines (SNPN, 2014).

L'idée est ici d'ouvrir à nouveau à la mer des terrains non habités, dans le but d'y laisser s'y produire des inondations contrôlées et de réduire ainsi le risque submersion marine dans les zones d'enjeux situées à proximité.

Dans la plupart des PAPI analysés, les actions de prévention des inondations en zones littorales portaient essentiellement sur des actions de protections hydrauliques pures telles que la ré-hausse de digues. Les actions de renaturation des zones littorales doivent être promues pour redonner un fonctionnement naturel au littoral et recréer ou restaurer des milieux humides littoraux. Ces milieux retrouveront ainsi leur rôle d'absorbant de l'énergie de la houle, de stockage temporaire des volumes d'eau des submersions marines et donc de réduction de l'aléa submersion marine.

Afin de définir un programme d'actions efficace dans les zones littorales, il est essentiel de gérer l'ensemble des risques littoraux dans leur globalité (C.2.2.3.1). Il est donc nécessaire d'identifier l'ensemble de ces risques pour ensuite définir des actions (C.2.2.3.2). La réussite du programme d'actions dépendra également de la mise en œuvre d'actions plus transversales garantissant la mobilisation de l'ensemble des acteurs du territoire (C.2.2.3.3).

C.2.2.3.1 - Gérer l'ensemble des risques naturels littoraux de manière cohérente

Dans les zones littorales, la gestion du risque de submersion marine doit être menée en cohérence avec la gestion du risque d'érosion côtière. En effet, les stratégies de gestion de ces deux risques sont intimement liées.

En préalable à toutes actions de renaturation des zones littorales comme la réouverture des polders, il est nécessaire de comprendre le fonctionnement du littoral (*cf* paragraphe C.1.1.3) et si possible de modéliser l'ensemble des risques littoraux pour connaître les zones potentiellement exposées. Cependant ces modélisations sont difficiles à réaliser car l'ensemble des aléas cités plus haut peuvent être concomitants (érosion côtière, vague de submersion marine, inondation par les fleuves côtiers). La difficulté reposera ici dans le choix du phénomène prépondérant. Ce choix sera à étudier au cas par cas (MEDDE, 2014).

C.2.2.3.2 - Différents types d'actions mobilisant les milieux humides littoraux

Dans les zones littorales, la concentration des enjeux oblige le porteur de projet de PAPI à réfléchir sur la mise en œuvre de plusieurs types d'actions complémentaires dont certaines mobiliseront les milieux humides. Il s'agit de maîtriser l'occupation du sol pour ensuite mettre en œuvre des actions de prévention des inondations qui mobilisent les milieux humides littoraux. Dans cette démarche, il sera essentiel de concerter pour obtenir l'acceptation sociale de ces actions par les riverains de ces milieux.

- **Maîtriser l'occupation des sols**

Dans un premier temps, les zones littorales étant très urbanisées, il est fortement recommandé de faire un état des lieux du type d'occupation des sols et lorsque cela est possible de s'assurer la maîtrise de l'occupation des sols exposés aux risques naturels (recul du trait de côte, submersion marines, inondations fluviales). Cela permettra notamment de définir des actions adaptées au regard du type d'occupation du sol identifié. Parmi ces actions la relocalisation des activités et des personnes peut être envisagée lorsque l'exposition aux risques est trop importante. Cette relocalisation se fera alors dans des zones où l'exposition aux risques littoraux sera maîtrisée. Pour s'assurer de la maîtrise foncière des zones littorales face aux risques littoraux, il est recommandé de :

- changer les habitudes d'urbanisation dans les zones littorales en valorisant les constructions plutôt en arrière du littoral dans les zones plus protégées. En complément, il est conseillé de mettre en place des partenariats avec des opérateurs fonciers (tels que la SAFER) pour ne pas « manquer » des opportunités foncières pour d'éventuelles opérations de relocalisation des biens et des personnes ;
- créer des réserves foncières dans les PLU et les SCoT pour anticiper si nécessaire la relocalisation des activités et les biens ;
- mettre en œuvre des opérations de déconstruction des bâtiments dans les espaces où la vulnérabilité est trop forte et réfléchir à de nouveaux usages de ces espaces en adéquation avec les risques naturels auxquels ils sont exposés (par exemple recréer des milieux humides littoraux remplissant plusieurs services comme la réduction de l'aléa submersion marine et l'offre de nouvelles zones récréatives) ;
- limiter les achats immobiliers dans les zones où les risques littoraux sont les plus élevés.

Ces actions de maîtrise foncière sont des actions qui s'inscrivent forcément dans la durée et nécessitent une phase de concertation avec la population et les acteurs locaux. Cette concertation est prépondérante pour favoriser l'acceptabilité sociale de telles mesures (C.2.2.3.3).

- **Agir sur les milieux humides littoraux qui ont des fonctionnalités hydrauliques et hydrologiques :**

- **Préserver les milieux humides littoraux existants**

Comme pour les autres types de milieux humides, la préservation de ces milieux est liée à une gestion adaptée qui préservera leurs fonctions hydrauliques et hydrologiques (pâturage extensif, mise en place d'une activité agricole raisonnée, entretien des milieux qui préserve leurs fonctionnalités, ...). Dans certains cas, elle pourra nécessiter une acquisition foncière par une structure adaptée et pérenne. Ce peut être le porteur de projet du PAPI ou le conservatoire du littoral lorsque la mesure est cohérente avec la mise en œuvre de sa stratégie 2015-2050.

- **Renaturer le trait de côte**

Les opérations de renaturation du trait de côte consistent à redonner un fonctionnement naturel au littoral dans les zones qui avaient été artificialisées par l'homme comme les polders par exemple (cf paragraphe C.2.2.3). Les polders se composent généralement de deux digues : une digue sur le front de mer et une digue sur l'arrière du polder. Pour reconstituer des milieux humides littoraux, il s'agit de reconnecter le polder à la mer en créant une brèche artificielle ou en conservant une brèche naturelle dans la digue du front de mer. Ces milieux humides constitueront une zone tampon permettant de stocker temporairement les eaux de submersion comme celles qui existaient auparavant naturellement. La réouverture du polder à la mer permettra également une sédimentation rapide à l'intérieur du polder qui pourra aller jusqu'à une végétalisation de cet espace rendu à la mer. Le niveau du terrain naturel dans le polder va alors s'élever protégeant la digue arrière en absorbant l'énergie de la houle. Cette action s'inscrit plus globalement dans une recomposition spatiale du territoire littoral, car elle suppose notamment :

- de s'être assuré au préalable qu'aucun enjeu supplémentaire ne sera exposé à l'aléa ou dans le cas contraire de prévoir les modalités de leur protection au plus près de ces enjeux,
- de limiter l'installation sur ces nouveaux milieux humides à des activités présentant une faible vulnérabilité aux risques de submersions marines.

Les reconnections des polders à la mer ont également l'avantage d'assurer une meilleure gestion de l'écosystème littoral en maintenant les connexions biologiques entre les terres et la mer.

- **Mettre en place des démarches qui favorisent l'acceptabilité sociale des aménagements :**

- **Valoriser les espaces libérés sur le front de mer**

Pour favoriser la réappropriation de ces espaces par la population riveraine des aménagements, il est fortement recommandé de donner de nouveaux usages à ces espaces libérés de toute construction et de nouveau offerts aux influences maritimes. Ces espaces ré-ouverts peuvent par exemple être aménagés comme des espaces de promenades et des lieux récréatifs qui améliorent le cadre de vie de la population. Il faudra cependant veiller à la cohérence de la nouvelle activité créée sur ces espaces avec le risque naturel potentiel qui subsistera et bien prendre en compte les évolutions prévisibles du trait de côte dans le cadre d'une opération de renaturation du site. De plus, une phase de communication devra être assurée pour expliquer les objectifs de l'aménagement et les choix techniques opérés pour favoriser l'acceptabilité sociale de l'aménagement choisi.

- **Aborder la question avec les populations concernées par une approche historique du fonctionnement du littoral**

Il est important de communiquer sur le fait que les phénomènes de mobilité côtière et de submersion marine sont des phénomènes naturels, permanents et visibles au cours des temps historiques. Toute fixation par digue a ses limites car ces digues sont sujettes à de fortes pressions. Notamment lors de phénomènes météorologiques exceptionnels comme les tempêtes, des brèches naturelles pourront se créer dans ces digues. Cette démarche de communication a été menée dans le cadre du projet LICCO (Littoraux et Changements Côtiers). Le projet LICCO est un projet partenarial Transmanche dont l'objectif est d'accompagner les populations côtières pour comprendre, se préparer et s'adapter aux effets du changement climatique, de l'élévation du niveau de la mer et de l'érosion sur leur littoral. (<http://www.licco.eu>, consulté en 2016)

C.2.2.3.3 - Actions transversales complémentaires pour assurer la réussite des actions sur les zones littorales

Comme vu précédemment, les zones littorales concentrent des enjeux très divers. Afin de prendre en considération l'ensemble des problématiques à traiter, il est fortement recommandé au porteur de projet du PAPI de s'entourer d'équipes pluridisciplinaires intégrant notamment des aménageurs, des urbanistes, des paysagistes et des naturalistes pour bien prendre en compte les milieux humides dans la définition du programme d'actions.

Le porteur de projet devra également veiller à assurer la cohérence des actions du PAPI avec les autres projets du territoire, c'est-à-dire les projets de développement du territoire, les autres opérations de renaturation du trait de côte et les éventuelles actions de relocalisation des activités et des biens. Pour cela, il est nécessaire de créer une synergie dans les différentes démarches mises en place sur le territoire telles que les démarches d'élaboration des documents d'urbanisme (extensions d'urbanisation, régulation du tissu urbain par exemple), les plans de relocalisation des activités et des biens, les actions de gestions des milieux humides littoraux, les chartes des PNR, etc. Cela suppose de co-construire le projet PAPI avec tous les acteurs du territoire : l'État, les collectivités, les acteurs socio-économiques et la population comme évoqué dans la partie D.2.

De même, le porteur de projet devra mettre en place des concertations entre les acteurs du territoire et la population sur les actions décidées dans le cadre du PAPI. L'objectif est de sensibiliser la population à l'existence du risque de submersion marine sur le front de mer dans les stations balnéaires. De la même manière, la réussite des éventuelles des opérations de relocalisation des activités et des personnes supposera la mise en place d'une grande phase préalable de concertation avec les populations concernées pour l'acceptabilité de la mesure, le recensement du nombre de logements à recréer et la mise en œuvre de procédures de cession des logements. Le porteur de projet devra identifier des outils financiers et réglementaires pour financer les actions d'aménagements notamment dans le cadre d'action de relocalisation des activités et des biens.

C.2.2.3.4 - Exemples d'actions mobilisant les milieux humides littoraux (Conservatoire du littoral, 2016)

Les encarts (i) et (j) présentés ci-après sont des exemples de réouvertures naturelles d'un domaine endigué et d'un polder à la mer. Dans ces deux cas, l'absence d'intervention de l'homme pour réparer les brèches créées naturellement dans les digues a permis la création de milieux humides littoraux sur ces domaines ré-ouverts. Ces milieux humides offrent de nouveaux espaces de stockage des eaux issues des submersions marines pour participer à la réduction de l'aléa et servent de barrières naturelles absorbant l'énergie des vagues lors de tempêtes.

(i) Exemple de brèche ouverte reconnectant le domaine de Graveyron (Gironde) à l'océan atlantique (Conservatoire du Littoral, 2016)

Les domaines de Certes et de Graveyron (photo aérienne des sites présentée dans l'illustration 29) sont des domaines littoraux qui se situent dans le sud-est du Bassin d'Arcachon sur la commune d'Audenge, entre terre et mer, eau douce et eau salée. Ces deux domaines littoraux sont façonnés de bassins, de digues et d'écluses et se composent de milieux humides littoraux dont notamment des roselières, des prairies humides. Les deux sites sont sous l'influence plus ou moins directe du delta de la Leyre et représentent une zone naturelle dans un secteur urbanisé.

Le Domaine de Graveyron (149 ha) appartient au Conservatoire du Littoral depuis 1998. Il est géré par le Conseil Départemental de la Gironde. Ce domaine appartient à la même unité de gestion que le domaine de Certes (247 ha).

Le domaine de Certes composé autrefois de marais et de prés salés a été endigué en 1764 pour y aménager des marais salants. Les bassins ont ensuite servi à l'élevage de poissons, le domaine de Graveyron ayant directement été aménagé pour la pisciculture. Dans la seconde moitié du 20^e siècle, par manque de moyens financiers, les propriétaires de ces sites n'ont pu assurer leur entretien. Les aménagements hydrauliques sur place se sont alors détériorés.



Illustration 29 : vue aérienne des domaines de Certes et de Graveyron (www.conservatoire-du-littoral.fr, consulté en 2016)

Le Conservatoire du Littoral a acquis le domaine de Certes en 1984 et le domaine de Graveyron en 1998. Le Domaine de Certes a été maintenu dans sa configuration initiale. Les travaux de réhabilitation des ouvrages hydrauliques (digues, écluses et bassins) ont été assurés par le Conservatoire du Littoral puis à partir de 1990 par le Conseil Départemental de la Gironde. Les aménagements hydrauliques ont été alors restaurés en plusieurs phases, dont une dernière juste avant la tempête Xynthia de 2010. Le réseau hydraulique qui permet le renouvellement de l'eau de mer dans les bassins est entretenu régulièrement

En 1998, lors de l'acquisition du domaine de Graveyron, des brèches ont été constatées dans le système d'endiguement. Le conservatoire du littoral a fait le choix de les laisser évoluer librement. L'envahissement régulier par l'eau de lagune des casiers hydrauliques a fait évoluer ces derniers vers un écosystème plus naturel par la création progressive de prés salés à l'intérieur de l'ancien domaine endigué. Le reste du domaine est inchangé, les digues intermédiaires continuent à isoler parfaitement les casiers reconnectés à la mer de ceux restés sous le contrôle des ouvrages hydrauliques.

Après une quinzaine d'années de suivi de la brèche, il semble que son ouverture se soit stabilisée à une largeur d'environ 20 mètres. Aux alentours de cette brèche, la digue s'est transformée en un bourrelet qui s'est abaissé sans être totalement effacé. À l'intérieur du casier hydraulique, les programmes de recherches effectués indiquent qu'un pré salé a rapidement colonisé les lieux et s'est régulièrement exhaussé : cet espace contribue désormais à absorber l'énergie des vagues grâce à la rugosité de la végétation qui s'est développée dans les prés salés et par l'augmentation de la hauteur de son profil altimétrique.

De nombreuses études sont réalisées sur ces sites (programme de recherche pluridisciplinaire Liteau Barcasub de 2010 à 2013), avec des acteurs localement très impliqués (Universités de Paris I, et de Bordeaux I, BRGM, CEREMA).

Les pratiques de gestion mises en œuvre sur les domaines de Certes et de Graveyron permettent plusieurs usages sur les sites qui, tout en respectant l'environnement, conservent les caractéristiques des milieux humides littoraux et notamment celles utiles à prévention des submersions marines. Un pêcheur maintient une activité piscicole sur le domaine depuis 1998 par conventionnement avec le Conservatoire du Littoral. De plus, une convention est passée entre le conservatoire et un agriculteur pour entretenir le domaine et préserver des prairies humides par du pâturage extensif assuré par des vaches et des moutons.

Les domaines de Certes et Graveyron possèdent d'importants enjeux environnementaux, patrimoniaux et touristiques. En effet, ils se situent sur une des voies principales de migration de l'avifaune et forment un site d'hivernage très apprécié des oiseaux migrateurs. Le site est inventorié en ZNIEFF, classé en Natura 2000 et est protégé au titre de la Loi Littoral. Le riche patrimoine bâti est en partie inscrit aux monuments historiques. Le site, ouvert au public, présente un attrait touristique important et accueille plus de 150 000 visiteurs/an. Les domaines font l'objet d'actions de réfection, de requalification paysagère ambitieuses, et d'une opération de valorisation du patrimoine naturel par le Conseil Départemental. Il accueille la LPO, le CBN et une réserve des objets et découvertes archéologiques de la DRAC. Certes et Graveyron ont pour vocation de constituer le portail du réseau des Espaces Naturels Sensibles du Département de la Gironde, dans le site Ramsar, dans le PNR Landes de Gascogne et dans le PNM du Bassin d'Arcachon. Ils sont un exemple de partenariat réussi, de gestion intégrée, pour faire découvrir (animation nature et programme culturel), respecter, connaître et protéger la diversité biologique et paysagère qui les composent.

Cet exemple montre bien les avantages apportés par l'ouverture de brèches dans les domaines endigués. En reconnectant ces zones autrefois dévolues à la production par la mise en place de digues, des milieux humides se recréent et grâce à leurs caractéristiques intrinsèques (augmentation de la rugosité par le développement de la végétation présente, augmentation de leur niveau altimétrique), ils jouent un rôle de stockage des eaux issues des submersions marines qui peuvent être par ailleurs vidangées à marée basse, ils ralentissent les écoulements lors de ces épisodes de submersion et absorbent l'énergie des vagues.

Pour compléter : une étude économique a été menée par le cabinet Vertigo Lab en 2015 sur les gains potentiels engendrés en matière de gestion des risques naturels par une stratégie de reconnexion de certains bassins piscicoles à la mer du delta de la Leyre dans le bassin d'Arcachon. Ces gains économiques sont évalués à 8 M€ d'ici à 2050.

(j) Ouverture du polder de Mortagne-sur-Gironde à l'estuaire de la Gironde (Conservatoire du Littoral, 2016)

L'ancien polder de Mortagne-sur-Gironde (couvrant plus de 600 ha) fait partie d'un ensemble de terrains répartis sur 37 km de linéaire côtier sur la partie charentaise de l'estuaire de la Gironde. Ces terrains appartiennent au Conservatoire du littoral. Les terrains de l'ancien polder de Mortagne-sur-Gironde se situent à 20km de l'embouchure du fleuve et sont soumis au balancement des marées où se rencontrent l'eau salée de l'Océan Atlantique et l'eau douce du fleuve de La Gironde (Garonne et Dordogne). La gestion de ces terres a été confiée au CREN (Conservatoire Régional des Espaces Naturels) de Poitou-Charentes.

Les terrains ont été endigués et drainés pour y faire de l'agriculture intensive. Mais lors de la tempête Martin de 1999, une brèche s'est créée dans la digue qui jouxtait la rive de l'estuaire. Cette brèche a été rebouchée immédiatement et un arrêté préfectoral a imposé la construction d'une digue ORSEC (organisation de la Réponse de Sécurité Civile) en arrière des terrains cultivés. Les 200 ha du polder ne pouvaient alors plus servir à l'agriculture, car ces terres étaient régulièrement inondées.

L'année suivante, le Conservatoire du littoral a acheté ces terrains. Le Conservatoire a opté pour le non entretien de la digue endommagée. En 2003, une seconde brèche s'est créée dans la première digue conséquence d'une nouvelle tempête et le polder s'est alors retrouvé entièrement connecté au fleuve. L'illustration 30 ci-dessous représente l'emplacement de l'ancienne digue et de la nouvelle digue sur le polder de Mortagne-sur-Gironde.

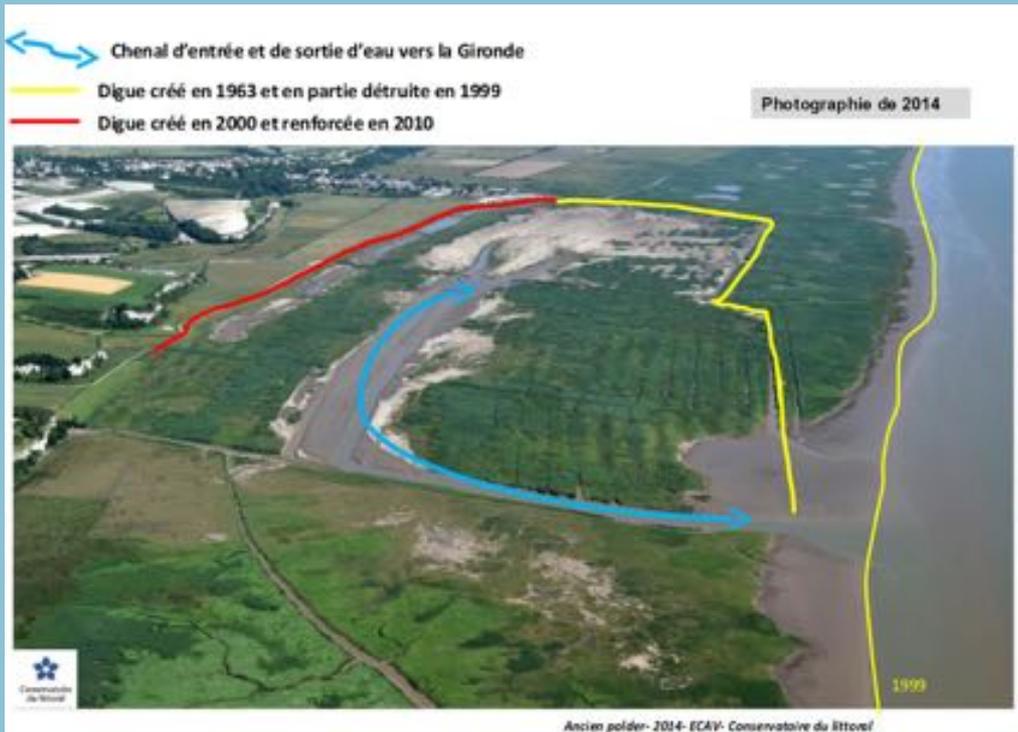


Illustration 30 : emplacement des digues sur le polder de Mortagne (Conservatoire du littoral, 2016)

Le choix de maintenir l'ouverture de ce polder à l'estuaire de la Gironde a été validé par l'ensemble des acteurs locaux : le Conservatoire du littoral, le CREN en tant que gestionnaire de l'espace, les communes de Mortagne-sur-Gironde et de Chenac-Sant-Seurin d'Uzet et les populations riveraines de ce territoire. Le projet du conservatoire consistait à convertir ces terres en zone naturelle accueillant également des activités de loisirs et de pastoralisme (prairies humides, plans d'eau, lieu de promenade...).

En 2003, la digue historique a disparu définitivement. Le Conservatoire du littoral et le Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN) ont décidé de ne pas intervenir et d'accompagner l'évolution de l'ancien polder.

Dans les premiers temps, les terres étant très en dessous du niveau de la Gironde (à cause d'un tassement des terres de 90 cm dû à l'agriculture intensive) un important volume d'eau entrainait et sortait à chaque marée. Le pâturage du site était alors quasi-impossible.

Les suivis de l'évolution de ce polder ont permis de constater un rehaussement progressif du niveau des sols (80 cm jusqu'à nos jours) grâce à la sédimentation des sédiments au fur et à mesure de la survenue des marées. Cette sédimentation a été accompagnée par un développement d'une végétation typique des prés salés de Gironde sur le polder ré-ouvert. Aujourd'hui plus de 50 % de la surface du site est colonisée par de la végétation, le reste est en vase nue. Un paysage de roselière se développe sur l'ancien polder qui présente des intérêts écologiques mais aussi pour la protection contre les submersions marines (zone tampon de stockage des eaux et d'absorption de l'énergie de la houle). Quelques secteurs proches de la digue ORSEC sont entretenus par pâturage ou par fauche pour maintenir ce paysage ouvert dans certaines zones.

En termes de biodiversité, il est important que les espaces naturels puissent se recomposer progressivement afin de permettre l'installation des successions de milieux entre les écosystèmes halophiles et les écosystèmes d'eau douce. Ainsi, dans le cadre de la stratégie d'intervention à long terme, il est envisagé d'intervenir également en arrière de cette zone de polders afin de permettre une migration progressive des successions végétales entre les milieux maritimes et les écosystèmes terrestres de prairies humides.

Les opérations de réouverture des polders ont un fort intérêt dans un contexte actuel de changement climatique. Ces opérations permettent de limiter les pertes d'habitats et de fonctionnalités écologiques des espaces intertidaux et offrent une

zone tampon de protection contre la houle et donc limitent l'impact des submersions marines. Dans le cas du polder de Mortagne-sur-Gironde, la gestion proposée permet de concilier la conservation d'espaces naturels littoraux avec le maintien d'activités agricoles (3 éleveurs ovins et bovins pratiquent une activité de pâturage extensif sur une surface de 60 ha) et de proposer une reconquête de la qualité paysagère de l'estuaire de la Gironde.

C.2.2.4 - Intégrer les contraintes économiques pour la définition des actions

Le choix du type d'actions à entreprendre sur les milieux humides peut également se faire en fonction des contraintes économiques présentes sur le territoire.

En effet, certaines catégories d'actions peuvent être consommatrices d'espaces. Elles impliquent alors une grosse consommation de foncier dont le coût de l'acquisition doit être pris en compte dans la définition du budget du programme d'actions.

Suivant les territoires, ce coût du foncier peut être élevé, notamment dans des zones où la pression foncière est importante. Dans certains cas, ce sont les usages sur les milieux qui représentent des coûts importants si l'on opte pour la maîtrise de foncière (par exemple zone de chasse avec huttes).

Parallèlement à cela, l'acquisition de surfaces importantes de terrain, par exemple pour préserver des milieux humides ayant des fonctionnalités hydrauliques, peut impliquer la mise en œuvre de démarches d'expropriation qui souvent sont difficilement acceptables d'un point de vue social par les propriétaires fonciers.

Il est donc important d'analyser les impacts de l'action visée relativement à l'ensemble des enjeux économiques et sociaux du territoire afin de choisir le type d'action qui sera le meilleur compromis pour répondre à toutes les contraintes locales.

Cette démarche intellectuelle a été menée dans l'élaboration du PAPI Yzeron (Rhône) comme évoqué dans l'encart (k). En effet, dans un contexte où le coût du foncier est très élevé, les décideurs se sont orientés vers la variante du programme d'action la moins consommatrice de terrains. Elle apparaissait être la plus économique mais aussi la plus acceptable d'un point de vue social, car elle limitait le nombre de démarches d'expropriation. Ainsi, l'endiguement des zones sensibles a été privilégié pour limiter l'achat de terrains dans les zones d'expansions de crue et les espaces de mobilité du cours d'eau. Cette stratégie de prévention des inondations a été couplée à la construction de bassins de ralentissement dynamique de crues en tête de bassin versant, permettant de réduire de débit de pointe sur les crues d'occurrence plus faible que la crue de projet.

(k) Prise en compte des enjeux économiques pour la définition du scénario d'actions dans le PAPI de l'Yzeron (Rhône) (SAGYRC, 2012)

La stratégie de lutte contre les inondations du PAPI de l'Yzeron repose sur plusieurs actions, dont le stockage temporaire des crues et l'élargissement des cours d'eau, en amont comme en aval du bassin versant (cf encart (e) et Illustration 31).

En phase initiale d'élaboration du projet d'aménagement, six autres variantes de stratégies de protection des inondations avaient été envisagées, analysées puis finalement écartées. L'illustration 31 présente le projet retenu. Les raisons de cette mise à l'écart sont diverses (problèmes de faisabilité technique, enjeux politiques, contexte environnemental et paysager particulier, ...) et sont liées notamment à la prise en compte des enjeux économiques.



Illustration 31 : principe des travaux de protection contre les inondations et implantation des aménagements (SAGYRC, 2012)

À titre d'exemple, une variante envisagée et finalement abandonnée (variante n°2) consistait à recalibrer l'Yzeron sans mettre en place d'aménagements spécifiques pour écrêter les crues. Le schéma de principe des travaux d'aménagements envisagés pour cette variante est présenté dans l'illustration 32 ci-dessous.

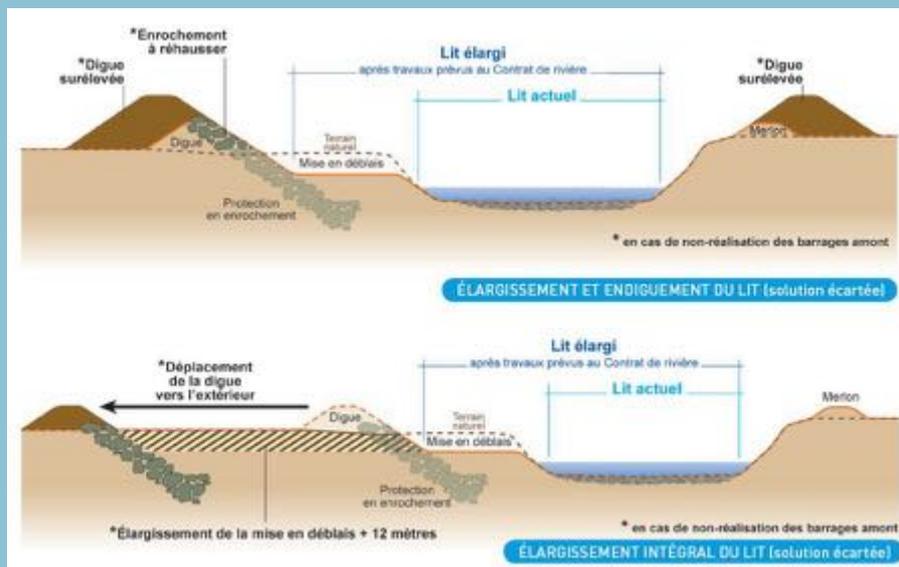


Illustration 32 : principe d'aménagement de la variante n°2 (SAGYRC, 2012)

Les raisons de l'abandon sont essentiellement économiques et concernent plusieurs aspects :

- coûts associés aux aménagements : nécessité soit de canaliser le lit avec des digues systématiques de hauteur comprise entre 1 et 2 mètres, soit d'élargir le lit de 12 mètres de plus par rapport à la largeur du lit réaménagé (ce qui correspond à une surface d'élargissement doublée par rapport à celle de l'élargissement prévu dans le projet retenu) ;
- coûts associés à la démolition de certaines habitations qui étaient par contre protégées dans le scénario retenu ;
- coûts de reconstruction de tous les ponts afin de les adapter au nouveau gabarit du cours d'eau ;
- coûts d'acquisition de surfaces de terrains importantes dans un contexte de prix élevé du foncier.

C.2.3 - Définir différents niveaux d'actions qui s'appuient sur les fonctions des milieux humides

Comme évoqué dans le chapitre C.1, le programme d'action de prévention des inondations doit être établi en fonctions des enjeux et des contraintes identifiés lors du diagnostic territorial. Il n'est donc pas possible de généraliser toutes les actions à entreprendre à l'ensemble des PAPI. Par ailleurs, les actions de portée environnementale ou de lutte contre les inondations ne sont pas forcément reproductibles ou adaptées à toutes les situations.

Ce paragraphe expose les enseignements tirés de l'analyse des dossiers PAPI (cf Avertissement en avant-propos du guide). Il présente des exemples d'actions à différents niveaux de prise en compte des milieux humides.

Différents niveaux d'actions en faveur des milieux humides sont possibles et peuvent être mis en œuvre dans le cadre d'une stratégie de prévention des inondations. Ces actions prennent en compte les milieux humides à des degrés plus ou moins poussés et sont détaillées ci-dessous :

- des actions de **communication** sur les milieux humides (sensibilisation du grand public à la présence et aux services écosystémiques rendus par les milieux humides, formation des acteurs locaux sur l'intérêt de la préservation et de la gestion adaptée des milieux humides notamment pour la prévention des inondations, ...) ;
- des actions pour **améliorer la connaissance** des milieux humides présents sur le territoire (étude de localisation des milieux humides, étude de définition des fonctionnalités des milieux humides, étude de diagnostic d'un milieu humide ciblé) ;
- des actions de **réalisation de travaux** sur les milieux humides (travaux de restauration ou de renaturation de milieu humide) ;
- des actions de **mise en place d'une gestion adaptée** sur les milieux humides qui favorise le maintien ou bien le développement des fonctions hydrauliques et hydrologiques des milieux humides (acquisition foncière pour préserver les milieux humides et leurs fonctions, définition de plan de gestion de milieux humides pour maintenir leurs fonctionnalités, incitation à modifier les pratiques agricoles, intégration du plan d'action dans un projet de territoire).

À ces exemples d'actions peut être ajoutée une action complémentaire qui consiste à organiser le suivi et l'évaluation de l'impact des actions précédemment décidées sur les milieux humides.

En préambule à la déclinaison des actions retrouvées dans le cadre de l'analyse des dossiers, on notera que certaines actions sont indispensables puisqu'elles sont soit :

- imposées par la réglementation (DCE, loi sur l'eau, protection des espèces protégées,...) ;
- imposées par le cahier des charges des PAPI3 (MEEM, 2017) à respecter pour obtenir la labellisation des dossiers.

Dans la suite du document, trois catégories d'actions seront distinguées :

- les actions **indispensables** : ces actions devraient systématiquement figurer dans les PAPI. Elles sont surlignées en bleu dans les tableaux qui suivent,
- les actions **fortement recommandées** : ces actions sont un pré-requis indispensable pour une prise en compte optimale des milieux humides dans le PAPI. Ces actions sont surlignées en vert,
- les actions innovantes : ce sont les actions intéressantes et peu retrouvées dans les dossiers de PAPI analysés.

C.2.3.1 - La première action à mener : communiquer sur l'intérêt de préserver les milieux humides

Les actions de communication ne sont pas des actions interventionnistes sur les milieux humides. Cependant, ces actions sont essentielles pour une prise en compte optimale des milieux humides dans les PAPI, car elles participent à la prise de conscience par les acteurs locaux des services rendus par les milieux humides, pour la prévention des inondations.

Les différents types d'actions de communication relevées dans les PAPI analysés dans le cadre du travail préparatoire à ce document sont détaillées dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 : actions de communication sur les milieux humides

Typologie d'action	Qualification de l'action	Contexte	Objectifs / Enjeux visés
Communication	Action indispensable (cahier des charges PAPI)	Tous les contextes	<ul style="list-style-type: none"> • Communiquer sur les fonctions naturelles des milieux humides et les services qu'ils rendent à la communauté • Communiquer sur l'intérêt de préserver les milieux humides
Sensibilisation du grand public	Action indispensable (cahier des charges PAPI) sur l'aspect risque. Il est opportun de communiquer en même temps sur les fonctions des milieux humides	Tous les contextes et en particulier en milieu urbain	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser la prise de conscience de l'existence de zones inondables en milieu urbain et donc des risques d'inondation • Prise de conscience du risque de submersion marine dans les stations balnéaires • Communiquer sur l'intérêt de préserver les milieux humides pour prévenir des inondations et protéger la biodiversité, en soulignant les fonctions et les services écosystémiques rendus par ces milieux
Formation des techniciens des collectivités locales, des agriculteurs sur les aspects environnementaux de la gestion de la rivière et des milieux humides	Action innovante	Tous les contextes	Formation des gestionnaires des cours d'eau, des autres milieux humides et des agriculteurs aux bonnes pratiques de gestion de ces milieux pour conserver les fonctions des milieux humides utiles dans la prévention des inondations et préserver la biodiversité présente sur ces milieux.

La première des actions à mener, en particulier sur des territoires encore vierges d'action de prévention des inondations, est la sensibilisation des élus, des écoles, des acteurs locaux sur les fonctions et le rôle positif des milieux humides pour la prévention des inondations et pour la préservation de la biodiversité.

C.2.3.2 - Recenser les milieux humides du territoire et caractériser leurs fonctions

La connaissance des milieux humides sur le territoire est un préalable indispensable à une meilleure prise en compte des fonctionnalités de ces milieux utiles pour la prévention des inondations.

Les actions d'études sur les milieux humides relevées dans les PAPI sont détaillées dans le tableau 6.

Tableau 6 : actions d'études sur les milieux humides

Typologie d'action	Qualification de l'action	Contexte	Objectifs / Enjeux visés
Étude de diagnostic de territoire	Action indispensable (cahier des charges PAPI)	Tous contextes	Mieux connaître son territoire et ses contraintes pour élaborer un programme d'action adapté et efficace
Étude de définition des zones d'expansion de crues	Action indispensable (cahier des charges PAPI)	Tous contextes	Réaliser une étude hydraulique sur le territoire pour mieux appréhender son fonctionnement « hydraulique » et définir les zones d'expansions de crues pour ensuite les préserver.
Étude de localisation des milieux humides (C.1.2)	Action fortement recommandée	Tous contextes	Bien prendre en compte les fonctionnalités des milieux humides implique de bien connaître la localisation des milieux humides et leurs fonctions dans les zones à enjeux du territoire du PAPI (zones urbanisées, zones où des actions et des travaux de protection contre les inondations sont prévues...).
Réalisation du diagnostic hydromorphologique du bassin versant pour par exemple déterminer l'espace de mobilité latérale du cours d'eau (C.2.1)	Action fortement recommandée	Concerne les cours d'eau anthropisés dans des zones avec une importante urbanisation.	Redonner de l'espace de mobilité au cours d'eau pour permettre aux milieux humides attenants de retrouver leurs fonctions naturelles et en particulier les fonctions hydrauliques utiles à la prévention des inondations. L'objectif prioritaire reste la protection des biens et des personnes.
Étude du fonctionnement global du littoral (C.1.1.3)	Action fortement recommandée	En zone littorale	Opération de renaturation du trait de côte, Zone d'expansion des submersions marines, Protections hydrauliques au plus près des enjeux, ...
Étude de diagnostic sur un milieu humide ciblé	Action innovante	Tous contextes	Mieux cerner le fonctionnement hydraulique d'un milieu humide d'une importance stratégique sur le territoire du PAPI.

C.2.3.3 - Entretenir ou restaurer les milieux humides pour améliorer leur capacité de stockage et favoriser leur rôle d'espace de divagation

Les actions de restauration ou de renaturation de milieux humides sont également des actions indispensables pour mobiliser les fonctions des milieux humides. Leur objectif est d'améliorer ou de rétablir le fonctionnement hydraulique naturel des milieux humides.

Les actions de réalisation de travaux d'entretien ou de restauration sur les milieux humides relevées dans les PAPI étudiés dans le cadre du groupe de travail sont détaillées dans le tableau 7.

Tableau 7 : actions de réalisation de travaux sur les milieux humides

Typologie d'action	Qualification de l'action	Contexte	Objectifs / Enjeux visés
Préserver et valoriser les zones d'expansion de crues et des milieux humides.	Action indispensable (cahier des charges PAPI)	Tous contextes	<p>Conserver des terrains libres de construction et donc sans enjeu de protection des populations pour laisser faire la dynamique naturelle des écoulements lors de crues.</p> <p><u>Exemples d'actions :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • prescription des zones d'expansion de crues comme non constructibles dans les documents de planification • aménagement de parc urbain (mise en œuvre de dispositifs de ralentissement dynamique des crues, de zones d'expansion de crues, ...) • actions de renaturation des terres artificialisées sur le littoral • recomposition spatiale du territoire littoral • mettre en place des pratiques agricoles ayant un impact positif sur la prévention des inondations (pâturage extensif des marais, enherbement des terres à nu, aménagements de parcelle, ...)
Entretien de milieux humides	Action fortement recommandée	Tous contextes	<p>Entretien le lit et les berges des cours d'eau pour maintenir ou rétablir les écoulements naturels</p> <p>Mettre en valeur des milieux humides en milieu urbain, pour améliorer la prise de conscience du public de l'existence de milieux humides et également de la présence de zones inondables en ville.</p> <p><u>Exemples d'actions :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • éliminer les embâcles pour rétablir les écoulements naturels et les capacités hydrauliques des cours d'eau notamment • mettre en œuvre des pratiques de gestion qui mettent en valeur les milieux humides en ville par l'aménagement et l'entretien de zones pour la promenade en ville le long des cours d'eau par exemple et qui préservent les fonctions hydrauliques et hydrologiques des milieux humides.

Typologie d'action	Qualification de l'action	Contexte	Objectifs / Enjeux visés
Restaurer les milieux humides, renaturer les cours d'eau	Action fortement recommandée si le contexte le permet	Tous contextes	<p>Restaurer le fonctionnement naturel des milieux humides et donc leurs fonctionnalités hydrauliques</p> <p>Restaurer le fonctionnement naturel du cours d'eau, le cours d'eau se réapproprie ses annexes hydrauliques comme zone d'expansion de crues.</p> <p>Restaurer le fonctionnement naturel du littoral</p> <p>Ce type d'aménagement peut être difficile à mettre en œuvre en zone urbanisée mais est indispensable.</p> <p><u>Exemples d'actions :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • réouverture de bras secondaires de cours d'eau • création de mares • effacement des obstacles à l'écoulement • reméandrage de cours d'eau • renaturation de berges fortement anthropisées, ... • renaturation du trait de côte

Les actions présentées dans le tableau 7 sont des actions plus interventionnistes sur les milieux humides. Elles vont de la préservation des milieux humides à l'entretien et à la restauration de ces milieux.

Préserver les zones d'expansion de crues ou les milieux humides ne signifie pas systématiquement une acquisition stricte de ces terrains stratégiques en matière de prévention des inondations. En effet, ces milieux sont, la plupart du temps, le siège d'activités économiques qui peuvent être agricoles, agropastorales ou de loisirs. La préservation des fonctionnalités de ces milieux peut être tout autant assurée par la mise en place de mesures de gestion adaptées qui préserveront les fonctionnalités hydrauliques de ces milieux et qui permettront maintenir les activités initialement présentes sur ces milieux.

C.2.3.4 - Préserver les milieux humides et mettre en place une gestion adaptée sur les milieux déjà fonctionnels comme le rôle d'espace tampon et d'écêtement des crues

Des actions de gestion et/ou de préservation des milieux humides doivent être également définies dans le cadre de la mise en œuvre d'une stratégie de gestion des inondations. Ce type d'action permet, sans la mise en place d'aménagements lourds sur les milieux humides, de préserver les fonctionnalités hydrauliques et hydrologiques naturelles de ces derniers.

En effet, l'acquisition de zones humides peut être un moyen efficace de les préserver en les soustrayant à une forte pression foncière locale. De plus, la mise en place d'un plan de gestion adapté des milieux humides considérés, comme la mise en œuvre de Mesures Agri-Environnementales et Climatiques (MAEC) par exemple, peut inciter les agriculteurs à adapter leurs pratiques agricoles aux enjeux environnementaux identifiés comme la préservation des fonctions des milieux humides.

Des exemples de mesures de gestion des milieux humides relevées dans les PAPI étudiés dans le cadre sont détaillés dans le tableau 8.

Tableau 8 : actions de gestion possibles des milieux humides pour préserver ou développer leurs fonctions hydrauliques et hydrologiques, dans une stratégie de prévention des inondations

Typologie d'action	Qualification de l'action	Contexte	Objectifs / Enjeux visés
Intégration des actions dans un projet de territoire	Action indispensable (cahier des charges PAPI)	Tous contextes	Se mettre en cohérence avec les différents documents de planification déjà appliqués sur le territoire pour avoir une homogénéité entre les différentes politiques de gestion de l'eau locales (Schéma Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau - SDAGE ; Schéma Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau - SAGE ; Schéma Régional de Cohérence Écologique - SRCE ; Schéma de Cohérence Territoriale - ScoT ; Plan local d'Urbanisme - PLU ; Plan Local d'Urbanisme Intercommunal - PLUi ; Agenda 21, plan de gestion des voies d'eau, contrats de rivières, contrats territoriaux, charte du PNR, ...)
Acquisitions foncières	Action fortement recommandée	Tous contextes	<p>Acquérir, lorsque cela est pertinent, certaines zones d'expansion de crue pour les gérer dans l'optique qu'elles conservent leur rôle hydraulique naturel. Les acquisitions vont au-delà de la surface réellement utile pour la fonctionnalité du milieu humide.</p> <p>Ces mesures foncières sont particulièrement intéressantes sur le littoral, d'autant qu'elles peuvent reposer sur l'intervention d'un opérateur spécifique, le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, lorsque ces mesures sont cohérentes avec la mise en œuvre de sa stratégie 2015-2050.</p> <p><u>Remarque</u> : l'acquisition foncière n'est pas une mesure à systématiquement mettre en œuvre. Comme vu dans le paragraphe C.2.3.3, la mise en place de mesures de gestion adaptées des parcelles peut être suffisante.</p>

Typologie d'action	Qualification de l'action	Contexte	Objectifs / Enjeux visés
Modifications des pratiques agricoles	Action innovante	Rural	<p>Encourager les pratiques agricoles qui aident à la prévention des inondations.</p> <p>Préserver les zones d'expansion de crues qui peuvent se situer sur des marais ou sur des zones agricoles exploitées.</p> <p>Compenser financièrement le fait que les exploitations agricoles puissent être endommagées lors de crues dans une logique gagnant - gagnant.</p> <p><u>Exemples d'actions :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • subventionner les exploitants agricoles pour le maintien de prairies humides • promouvoir des aménagements des parcelles agricoles qui réduisent les ruissellements et favorisent les infiltrations de l'eau à la parcelle, ...
Actions consolidées par des partenariats (agence de l'eau, parc régionaux, CEN, ; VNF,...)	Action innovante	Tous contextes	<p>Enrichir les réflexions grâce à l'expression des points de vue et des enjeux des différents acteurs locaux sur les problématiques de gestion de l'eau et du territoire.</p> <p>Développer des financements conjoints d'actions de prévention des inondations.</p>

Le PAPI est un projet de territoire qui doit être mis en cohérence avec les autres plans et projets en cours ou prévus sur le territoire concerné. Cet élément est un pré-requis indispensable qui est imposé par le cahier des charges pour l'élaboration des PAPI.

Des exemples plus détaillés de pratiques agricoles permettant de réduire le risque d'inondation sont abordés dans le paragraphe C.2.2.2.

C.2.3.5 - Suivre la mise en œuvre du programme d'actions et évaluer les impacts du programme sur les milieux humides

La mise en place d'un suivi du programme d'actions permettra d'évaluer l'efficacité des actions retenues et mises en œuvre voire éventuellement de réajuster le PAPI en cours de mise en œuvre ou lors de sa révision (C.5).

Des outils existent pour évaluer les effets des actions mises en œuvre sur les milieux humides. Les effets des travaux de restauration hydromorphologique sur les cours d'eau peuvent par exemple être évalués à l'aide de la méthode du suivi scientifique minimal (Onema, 2010).

L'état de préservation et de fonctionnement des zones humides peut quant à lui être évalué par le biais de boîtes à outil d'évaluation de l'état de conservation des zones humides comme la boîte à outils Rhoméo (Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2013) présentée dans l'encart (o) (C.5.1.1).

Tableau 9 : actions de suivi et d'évaluation des mesures en faveur des milieux humides

Typologie d'action	Qualification de l'action	Contexte	Objectifs / Enjeux visés
Réaliser des suivis des mesures mises en œuvre pour la protection de l'environnement	Action innovante et indispensable dans le cadre de mesures compensatoires	Tous les contextes	<p>S'assurer de la réussite des mesures et prévoir, si nécessaire, un réajustement du programme d'action en cours de réalisation du PAPI ou lors de sa révision.</p> <p><u>Exemple d'actions :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> mettre en place un comité de suivi de la mise en œuvre du PAPI avec représentation de tous les acteurs locaux (élus, des associations environnementales, des riverains, représentants agricoles, ...) pour rester vigilant sur le respect des contraintes environnementales au cours des travaux , ...

La mise en place de comité de suivi permettrait d'assurer un réel suivi de la mise en œuvre du programme d'action et de prendre en compte toutes les contraintes des acteurs locaux. En outre, cette vigilance des acteurs locaux permettrait d'anticiper les éventuels réajustements du programme d'actions lors de sa réalisation.

C.2.4 - Éligibilité du financement des actions sur les milieux humides au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM)

Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) a notamment pour objet de subventionner les actions de prévention et de protection contre les risques naturels, dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par les collectivités territoriales ou leurs groupements. Par ailleurs, les actions de prévention ou de protection contre les risques d'inondation doivent s'insérer dans un programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) conforme au cahier des charges national PAPI 3 (DGPR, 2017).

Les actions mobilisant les fonctionnalités naturelles des milieux humides (restauration d'une zone naturelle d'expansion des crues, d'une zone de mobilité d'un cours d'eau, reméandrage d'un cours d'eau par exemple) doivent s'inscrire dans le cadre ci-dessus pour pouvoir bénéficier des subventions du FPRNM.

Notamment, les bénéfices en termes de prévention des risques d'inondation de ces actions doivent être précisément identifiés et quantifiés. Les coûts liés à la réalisation de ces actions et les bénéfices associés ont vocation à être insérés dans une analyse coût-bénéfice (ACB) ou une analyse multi-critères (AMC), en fonction des seuils de montants totaux des groupes d'opérations structurelles (cf partie V.3.7 du cahier des charges « PAPI 3 » (DGPR, 2017)).

Ainsi, la restauration d'une zone humide pour laquelle on ne peut pas quantifier de bénéfices vis-à-vis du risque inondation ne peut faire l'objet d'une participation du FPRNM. À l'inverse, des travaux de réaménagement naturel de cours d'eau dont les bénéfices vis-à-vis des risques d'inondation sont confirmés par une AMC ou une ACB intégrant l'ensemble des travaux liés à la protection d'un secteur donné, peuvent a priori faire l'objet d'une participation du FPRNM.

Par ailleurs, pour une action donnée, ne sont pris en compte dans l'assiette de la subvention au titre du FPRNM que les coûts directement liés à l'objectif de prévention des inondations. Ainsi, les coûts liés à la restauration d'une zone naturelle d'expansion des crues feront l'objet, sous réserve du respect des conditions ci-dessus, d'une participation du FPRNM, alors que les coûts liés à l'aménagement éco-touristique d'une partie de cette zone ne seront pas pris en compte dans l'assiette de la subvention.

Préconisations pour la définition d'actions qui prennent mieux en compte les milieux humides

Sur la base du diagnostic territorial et de l'étude de localisation des milieux humides :

> Réaliser le diagnostic hydromorphologique du cours d'eau sur le bassin versant et l'analyse globale du fonctionnement du littoral dans les zones littorales

> Identifier les milieux humides

> Caractériser ces fonctionnalités hydrauliques et hydrologiques des milieux humides

> Déterminer les enjeux relatifs aux milieux humides considérés comme stratégiques en matière de prévention des inondations (enjeux environnementaux, enjeux économiques et enjeux sociaux)

> Définir sur ces milieux humides des actions adaptées :

- qui tiennent compte de la définition des enjeux sur la zone, des contraintes d'aménagement sur la zone,
- qui s'inscrivent dans les spécificités du territoire (zones agricoles, zones urbaines, zones littorales),
- qui ont un niveau de prise en compte des milieux humides plus ou moins important en fonction de leur intérêt hydraulique, des possibilités techniques et des contraintes d'aménagements,
- qui tiennent compte de la séquence éviter-réduire-compenser (cf C.4.2).

C.3 - Étape 3 : Mettre en cohérence les actions du PAPI

À ce stade de la démarche d'élaboration du programme d'actions, les actions ont été définies de manière indépendante. Il est alors nécessaire d'analyser la cohérence des actions entre elles avec les objectifs définis et le fonctionnement identifié du bassin versant ou du littoral dans sa globalité.

Pour cela, il est impératif de mettre en cohérence le programme d'actions avec l'objectif de valorisation des fonctions des milieux humides (C.3.1). Puis il faudra réfléchir à la cohérence entre les actions définies dans les parties amont et celles prévues dans les parties aval du bassin versant et s'interroger sur les conséquences de chaque action proposée dans les autres parties du bassin versant (C.3.2).

Enfin, il sera nécessaire d'établir une stratégie de gestion des inondations en priorisant les différentes actions décidées en fonction de leurs réponses aux enjeux définis dans le diagnostic territorial comme détaillé dans le chapitre C.3.3.

C.3.1 - Mettre en cohérence le programme d'action avec l'objectif de valorisation des fonctions des milieux humides

La démarche de mise en cohérence du programme d'action avec l'enjeu milieux humides est schématisée dans l'illustration 33 ci-dessous et est détaillé dans le paragraphe qui suit.

Avant la mise en œuvre concrète des actions, dès la définition de celles-ci, il est nécessaire de vérifier que les actions envisagées répondent bien aux enjeux du territoire précédemment identifiés dans la phase de diagnostic, notamment pour ceux qui concernent l'existence de milieux humides sur le territoire (cf C.1.3). Pour cela il est recommandé de s'appuyer sur les

milieux humides identifiés dans le diagnostic du territoire. Les informations sur les milieux humides recueillies sur la base de données bibliographiques peuvent être consolidées, si nécessaire. Cela peut faire l'objet d'une action supplémentaire dans le cadre du PAPI destinée à étudier les milieux humides du territoire et à en caractériser les fonctions et les enjeux associés (C.1.2.2).

Le programme d'actions peut alors être validé. Cependant, il faut être vigilant sur le fait que deux actions différentes définies dans le cadre du PAPI ne doivent pas avoir des effets contradictoires sur le bassin versant. Au contraire, elles doivent avoir des effets complémentaires et être cohérentes entre elles. Cela implique que si, au cours de la mise en œuvre du programme d'actions, de nouveaux enjeux associés aux milieux humides sont découverts, il faudra modifier le programme d'action pour tenir compte de ces nouveaux enjeux. Par exemple la mise en place de retenues sèches en amont de milieux humides risque d'entraîner l'arrêt de l'alimentation de ces milieux et donc une suppression de leurs fonctionnalités notamment leurs fonctionnalités hydrauliques. Dans ce cas, il faudra prévoir un rétablissement de ces flux d'alimentation pour préserver les milieux humides impactés à l'aval, comme cela a été prévu dans le PAPI Seine-Marne-Francilienne (Île-de-France), présenté dans l'encart (n).



Illustration 33 : démarche adaptative de mise en cohérence du programme d'actions avec l'objectif de valorisation des milieux humides (© Cerema, 2015)

C.3.2 - Réfléchir à une stratégie de gestion des milieux humides qui tient compte du fonctionnement du bassin versant dans sa globalité

Le principe de solidarité de bassin est l'un des principes directeurs de la Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation. La solidarité de bassin permet notamment d'agir en amont des zones urbanisées en préservant les zones naturelles d'expansion de crues, en mobilisant, le cas échéant, les espaces agricoles dans le cadre de projets concertés et dans le respect de l'activité économique (MEDDE, 2014).

Cependant, ce principe de solidarité amont-aval doit également se traduire par la mise en œuvre d'action de prévention des inondations dans la partie aval du bassin versant pour témoigner de l'implication active de toutes les parties prenantes.

C.3.2.1 - Tenir compte du principe de solidarité amont-aval dans la gestion du bassin versant et dans l'élaboration du programme d'action

Comme vu dans le chapitre B.5.3.1, le bassin versant représente une échelle de réflexion cohérente et adaptée pour définir des mesures de prévention des inondations. Cette échelle de réflexion permet d'orienter les actions en ayant une approche globale du fonctionnement du bassin versant.

Les dispositions pour protéger les enjeux précédemment identifiés sur le territoire du PAPI doivent être réfléchies en tenant compte du positionnement des enjeux dans le bassin versant. En effet, la synthèse des contraintes territoriales doit se faire en raisonnant selon le profil en long du bassin versant, du cours d'eau et selon le fonctionnement du littoral.

Dans la plupart des exemples de PAPI étudiés dans le cadre du groupe de travail, la majorité des actions de prévention des inondations s'appuyant sur les fonctions des milieux humides sont prévues dans les parties amont des bassins versants où la pression foncière est moins importante (zones plutôt rurales) au profit des zones à enjeux situées en aval (zones urbanisées).

Une logique de solidarité amont-aval du bassin versant doit alors s'appliquer. En effet, si des actions de prévention des inondations sont mises en œuvre dans la partie amont du bassin versant pour protéger des enjeux présents en partie aval, des actions de prévention des inondations doivent également être prévues dans la partie aval du bassin. L'objectif est de montrer que tous les acteurs du bassin versant sont parties prenantes dans la démarche de prévention des inondations.

En d'autres termes, les parties amont des bassins versants sont souvent constituées d'espaces plutôt ruraux avec du foncier libre de constructions et donc disponible pour réaliser des aménagements hydrauliques. Il peut s'agir :

- d'aménagements hydrauliques lourds tels que la construction d'ouvrages hydrauliques de type ouvrage de ralentissement dynamique,
- ou bien d'opérations hydrauliques légères, tournées vers la préservation et la restauration de milieux humides situés en zone rurale.

Les parties aval du bassin versant sont souvent constituées de zones plutôt urbanisées sous pression foncière qui laissent peu d'espaces libres pour des actions de préventions des inondations. Dans ces zones le principe de solidarité amont-aval doit être appliqué. En effet, les zones aval devraient, au même titre que les zones amont, faire l'objet d'actions de prévention des inondations. Ces actions devront être définies en adéquation avec les contraintes locales (densité d'occupation des sols importante, protection des personnes et des biens des inondations, ...).

Dans la logique de ce principe de gestion solidaire amont/aval du bassin versant, plusieurs éléments sont à prendre en compte, car ils conditionnent fortement le type d'actions de prévention des inondations possibles à mettre en œuvre. Il s'agit :

- des contraintes géographiques et morphologiques du territoire,
- des contraintes socio-économiques du territoire, comme le type d'occupation du sol (zones d'habitations, zones d'activités industrielles ou agricoles, zones touristiques, ...), la densité démographique du territoire considéré, le prix du foncier qui peut être plus ou moins important, ainsi que l'acceptabilité sociale d'éventuelles démarches d'expropriation de riverains situés sur des zones stratégiques.

Le territoire du PAPI du Loup, Brague et Vallons Côtiers (Alpes-Maritimes) est la parfaite illustration de contraintes géographiques qui peuvent limiter les possibilités d'actions sur les milieux humides à la zone intermédiaire du bassin versant.

En effet, la zone amont est constituée de vallées très encaissées et de gorges (Loup). Puis, la zone intermédiaire du bassin versant correspond à la plaine alluviale constituée des zones d'expansion de crues peu urbanisées avec des surfaces de terrains libres de construction et donc disponibles pour réaliser des aménagements de prévention des inondations. Enfin, la zone aval, située sur le littoral, est très urbanisée et présente donc une forte imperméabilisation des sols. De facto, les contraintes en surfaces disponibles sont fortes et limitent la mise en œuvre d'aménagements et d'actions pour gérer les inondations.

En ce qui concerne les territoires urbanisés, des solutions existent pour réaliser des aménagements qui intègrent avantageusement les milieux humides en zones urbaines.

Les solutions existantes sont abordées dans le paragraphe C.2.2.1. À titre d'exemple complémentaire, l'encart (I) présente l'aménagement hydraulique des Prairies Saint Martin en parc urbain qui va s'opérer en plein cœur de la ville de Rennes dans le cadre du PAPI de la Vilaine.

(I) Réalisation d'aménagements hydrauliques et réaménagement en parc urbain des prairies Saint-Martin par la ville de Rennes (PAPI Vilaine, 2012) (Ille-et-Vilaine)

Le Plan de Prévention des Risques d'inondation, approuvé en novembre 2007, classe une grande partie des Prairies Saint-Martin en zone d'expansion des crues (inconstructibles). Afin d'améliorer la gestion des crues, la Ville de Rennes s'est engagée auprès de la Préfecture d'Ille-et-Vilaine à reconquérir un volume de stockage de 60 000m³ minimum au nord du site, sur l'emprise de l'ancienne zone industrielle du Trublet.

L'un des axes de la stratégie de gestion des inondations mis en œuvre dans le PAPI Vilaine a pour objectif de favoriser la restauration des zones d'expansion des crues et la dynamique fluviale des cours d'eau par des actions de restauration et de renaturation.

L'aménagement hydraulique des prairies Saint-Martin (action n°6.8 du PAPI Vilaine) est une des actions du PAPI qui répond à cette politique de gestion des inondations. En effet, l'aménagement hydraulique des prairies Saint-Martin consiste en :

- l'aménagement d'un parc urbain de 29ha avec la valorisation écologique et paysagère de la rivière de l'Ille (dont la reconstitution de son lit majeur), des prairies humides et de la ripisylve, la renaturation et la restauration des corridors écologiques,
- la création d'un dispositif d'expansion des crues d'un volume de 60000m³ minimum pour l'expansion de l'Ille sur l'ancienne zone industrielle de Trublet,
- la réalisation d'un dispositif de ralentissement dynamique des crues,
- l'extension des milieux humides existants,
- l'amélioration de l'intérêt environnemental du site avec la création d'une mosaïque de milieux (étangs, roselière, prairies inondables, jardins filtrants ou berges aménagées) et une gestion pastorale des espaces naturels.

Cette action de grande envergure, portée par la ville de Rennes, a un budget total de 1 350 000€ HT, ce qui représente 24 % du montant total du PAPI (terrassement 435 000€ ; restauration berges 150 000€ ; restauration des zones humides 660 000€, notamment).

Les zones d'expansion de crues se situent sur l'ancienne zone industrielle de Trublet dans la partie nord des prairies Saint-Martin. Elles correspondent à la zone des « prairies inondables nord » présentées sur l'illustration 34. L'illustration 35 représente l'aménagement du parc urbain de 29ha dans la partie centrale des prairies Saint-Martin. Ces plans mettent bien en évidence la coexistence, dans la zone d'expansion de crue, de milieux naturels ou aménagés, en zones d'activités sportives ou aires de promenade.

En plus de leurs rôles dans la gestion des inondations, ces nouveaux espaces offrent donc des lieux d'activités et de promenades aux riverains qui améliorent leur cadre de vie.



Illustration 34 : plan de situation de la zone d'expansion de crue située au nord des Prairies Saint-Martin (Rennes, 2015)



Illustration 35 : plan du parc central des Prairies Saint-Martin (Rennes, 2015)

C.3.2.2 - Analyser les conséquences des actions de prévention des inondations sur les milieux humides en amont et en aval de leur mise en œuvre

Une stratégie de gestion amont/aval du bassin versant doit systématiquement pré-valoir afin que chaque action de prévention des inondations n'entraîne pas de conséquences dommageables à l'amont ou à l'aval du bassin versant si cette action est mise en œuvre. Ces conséquences doivent être étudiées selon l'atteinte éventuelle des enjeux économiques, sociaux ou environnementaux identifiés lors du diagnostic territorial dans le bassin versant. En effet, une action opérée dans la zone amont du bassin versant ne doit pas avoir de conséquences dommageables en aval comme :

- la destruction de milieux humides du fait de l'arrêt de leurs flux d'alimentation,
- l'augmentation des vitesses d'écoulement et des volumes de ruissellement en aval du bassin versant.

À titre d'exemple, lorsque des actions d'endiguement de cours d'eau sont décidées pour protéger des zones où des personnes ou des biens sont exposés aux inondations, une étude de la présence ou non de zones humides à proximité de ces mesures devrait être réalisée. En effet, la mise en œuvre de protections hydrauliques peut stopper les écoulements naturels qui alimentent ces milieux et ainsi entraîner des dégradations irréversibles, telles la perte des fonctionnalités écologiques, biogéochimiques ou hydrauliques de ces milieux humides.

Cette analyse globale du fonctionnement du bassin versant est d'autant plus importante pour les zones littorales qui sont exposées à de multiples facteurs déclenchant les phénomènes de crues :

- les ruissellements pluviaux provenant de l'amont du bassin versant et provoquant le débordement des cours d'eau,
- et les entrées d'eau de mer lors de fortes marées par l'aval du bassin versant.

C.3.3 - Prioriser les actions proposées

Dans le cadre de l'élaboration des programmes d'actions de prévention des inondations, c'est bien la sécurité des biens et des personnes qui doit prévaloir. Cependant, il est fortement recommandé de privilégier des actions prenant en compte avantagement les fonctionnalités des milieux humides.

Pour cela, une clé de priorisation des enjeux en fonction des zones du territoire du PAPI doit être mise au point dans le cadre de la démarche d'élaboration du programme. Cette méthode de priorisation permettra notamment de prioriser les actions à mener sur les milieux humides ayant des fonctions hydrauliques à mobiliser pour la prévention des inondations.

De plus, il est souhaitable d'élaborer plusieurs scénarios de programmes d'actions de prévention des inondations avec différentes stratégies de protection. L'objectif est ici de définir quelle stratégie apportera le meilleur rapport coût / bénéfice en matière de gain hydraulique et de gain écologique tout en répondant à l'enjeu de protection des personnes et des biens.

Quelques principes de priorisation des actions sont énoncés ci-dessous de façon non exhaustive.

Dans un premier temps, une stratégie de prévention des inondations doit être adoptée en fonction des enjeux à protéger sur le territoire. Les éléments présentés ci-dessous peuvent guider la réflexion :

- privilégier des protections hydrauliques lourdes au plus près des enjeux (protection des personnes et des biens) et non près du cours d'eau (opérer le recul des digues) ;
- ne pas mettre en place des protections hydrauliques lourdes systématiquement mais seulement quand les enjeux sont très forts et que les possibilités techniques sont très réduites ;
- dans les zones proches des cours d'eau, redonner, si possible, son fonctionnement naturel au cours d'eau pour qu'il retrouve sa dynamique naturelle et ses annexes hydrauliques. Ces dernières jouent un rôle de zone tampon naturelle lors de crues ;
- dans les zones rurales, où l'enjeu de sécurité des personnes est moindre, laisser se produire des inondations contrôlées des terres en préservant les zones d'expansion de crues. Ces dernières réduisent les volumes et les vitesses d'écoulement en aval ;

- privilégier des actions n'ayant pas de conséquences dommageables sur les enjeux sociaux, économiques et environnementaux en amont et en aval de leur mise en œuvre.

Dans un deuxième temps, la plus-value réelle des actions doit être analysée au regard du gain hydraulique et/ou écologique apporté par les actions proposées. Pour cela, il conviendra :

- d'analyser la faisabilité technique des aménagements,
- d'analyser le gain hydraulique des actions,
- d'étudier le gain ou la perte écologique,
- d'étudier le gain économique (éviter des dégâts dus aux inondations) ou la perte économique (coût des aménagements trop élevé en matière de travaux ou d'acquisition foncière au regard des gains hydrauliques et écologiques attendus).

Cette réflexion a été menée lors de l'élaboration du PAPI de l'Yzeron (Rhône). Elle est détaillée dans l'encart (k).

Préconisations pour l'analyse de la cohérence des actions

> Identifier les milieux humides qui doivent être préservés ou réhabilités, en particulier s'ils sont identifiés comme stratégiques en matière de prévention des inondations (cf C.1.3)

> Analyser les conséquences en amont et en aval des actions de prévention des inondations décidées et de leurs impacts éventuels sur les enjeux identifiés lors de la phase de diagnostic du territoire du PAPI (sociaux, économiques et environnementaux)

> Réfléchir à une stratégie de gestion des milieux humides faisant l'objet d'actions, en faisant prévaloir une solidarité amont / aval pour la prévention des inondations à l'échelle du bassin versant

> Analyser différentes variantes de programmes d'actions dans le bassin versant : utiliser une clé de priorisation des actions s'appuyant sur l'analyse globale du fonctionnement de l'hydrosystème et garantissant la prise en compte de tous les enjeux :

- enjeux sociaux (sécurité),
- enjeux environnementaux (préservation des écosystèmes),
- enjeux économiques (faisabilité technique et coûts proportionnels aux gains hydrauliques et écologiques)

> Déterminer le scénario le plus adapté qui répond le mieux aux enjeux identifiés dans le diagnostic du territoire et qui minimise l'impact sur l'environnement

C.4 - Étape 4 : Mettre en œuvre le programme d'actions

Comme vu dans les chapitres précédents, le programme d'actions doit être élaboré pour répondre aux enjeux identifiés lors de la phase du diagnostic territorial (cf C.1). À ce stade de l'élaboration du dossier, un programme d'actions a été défini et tient compte du fonctionnement du bassin versant dans sa globalité. Cependant, la définition et la mise en œuvre du programme d'actions doivent également se faire en tenant compte des contraintes réglementaires et techniques pour la réalisation des différents aménagements décidés.

En effet, la mise en œuvre concrète des actions, et notamment celles d'ordre technique, doit être anticipée de sorte à ne pas subir ultérieurement les différentes obligations réglementaires ou les contraintes techniques qui pourraient compromettre la faisabilité du programme d'actions.

L'objectif est de prévoir l'élaboration des différents dossiers réglementaires obligatoires et ainsi faciliter l'obtention des autorisations nécessaires pour les travaux d'aménagements par la suite. De plus, il est indispensable de penser à la faisabilité technique des différentes actions de prévention des inondations décidées en tenant compte notamment des doctrines techniques existantes.

C.4.1 - Respecter les dispositions de la réglementation en vigueur

Le paragraphe suivant aborde de manière succincte les différentes procédures d'autorisation auxquelles les travaux d'aménagement du PAPI peuvent éventuellement être soumis. Ces différents éléments sont issus de la fiche n°7 des Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels (CGDD, 2013).

Les exigences des procédures réglementaires doivent être intégrées le plus en amont possible dans le cadre de l'élaboration du programme d'actions. Cette démarche pro-active permettra de faciliter l'obtention des autorisations de travaux nécessaires pour la mise en œuvre des actions et de limiter les risques d'annulation d'actions pour non obtention de l'autorisation travaux, notamment celles décidées sur des milieux humides.

L'ordonnance n° 2017-80 du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale et ses deux décrets d'application (n° 2017-81 et 82) généralisent l'autorisation environnementale unique à partir du 1^{er} mars 2017 (avec la mise en place de nombreuses dispositions transitoires). L'objectif est de simplifier les procédures d'autorisation requises en matière d'environnement pour les projets de IOTA et ICPE notamment. Les principales dispositions de cette autorisation environnementale unique sont les suivantes :

- la mise en place d'un guichet unique pour le dépôt des dossiers de demande par les pétitionnaires, généralement le service police de l'eau de la DDT. Ce guichet unique se charge ensuite de la coordination des différentes procédures et de la relation avec les autres services instructeurs. L'autorité compétente pour délivrer l'autorisation est le préfet de département,
- le porteur de projet peut faire établir un certificat de projet par le préfet qui lui rappelle l'ensemble des procédures auxquelles son projet est soumis.

C.4.1.1 - Les démarches d'évaluation des impacts environnementaux du PAPI

À la date de la rédaction de ce guide (2017), les PAPI ne sont pas soumis à évaluation environnementale.

Le programme d'actions peut néanmoins faire l'objet d'une analyse multicritère (AMC), incluant le plus souvent une analyse coût-bénéfice (ACB), en suivant la méthodologie proposée par le CGDD (2014).

Cependant, les actions prévues au programme et qui sont susceptibles d'avoir des impacts sur l'environnement doivent faire l'objet d'une démarche d'évaluation des impacts environnementaux, en particulier dans le cadre des études d'impact de droit commun (C.4.1.1.1) et des études d'évaluation des incidences Natura 2000 (C.4.1.1.2).

C.4.1.1.1 - Étude d'impact de droit commun

Les objectifs de l'étude d'impact sur l'environnement sont les suivants :

- concevoir le projet de moindre impact environnemental,
- éclairer l'autorité administrative sur la décision à prendre pour qu'elle puisse définir les conditions dans lesquelles l'autorisation des travaux sera accordée,
- informer le public et le faire participer à la prise de décision notamment dans la définition des variantes du projet et la détermination des mesures de protection de l'environnement.

Le décret n°2011-2019 du 29/12/11 portant réforme des études d'impact des projets de travaux d'ouvrages et d'aménagements modifie la liste des projets soumis à étude d'impact. Initialement les projets étaient soumis à étude d'impact en fonction du montant des travaux associés. Depuis le décret précité, la liste des projets soumis à étude d'impact a été élaborée en fonction de critères techniques et des types de travaux. Pour les projets soumis au cas par cas, c'est l'autorité environnementale qui décidera si le projet est soumis ou non à étude d'impact.

Certains types de travaux potentiellement réalisés dans le cadre du programme d'actions de prévention des inondations sont présents dans cette liste, comme :

- rubrique 10 : travaux, ouvrages et aménagements sur le domaine public maritime et sur les cours d'eau (reprofilage et régularisation des cours d'eau, construction de digues, ...),
- rubrique 11 : travaux, ouvrages et aménagements dans les espaces remarquables du littoral,
- rubrique 17 : barrages et autres installations destinées à retenir les eaux,
- défrichement et premiers boisements soumis à autorisation, ...

C.4.1.1.2 - Évaluation des incidences Natura 2000

Un site désigné Natura 2000 fait partie du réseau des espaces naturels européens. À ce titre, il est soumis aux dispositions des directives « oiseaux » (Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages) et « habitats » (Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages). Dans ce cadre, des mesures générales de protection des espèces et de leurs habitats doivent être prises sur le territoire concerné et des objectifs de gestion de ces espaces doivent être définis pour maintenir les habitats dans un état de conservation favorable.

Certains aménagements prévus dans le cadre du PAPI peuvent se situer sur ou à proximité d'un site désigné Natura 2000. Dans ce cas, le projet d'aménagement considéré pourra être soumis à une évaluation des incidences Natura 2000. Celle-ci consiste à analyser les impacts significatifs de l'aménagement sur les espèces et les habitats ayant justifié la désignation en site Natura 2000 et le cas échéant, à appliquer la séquence « Eviter, Réduire, Compenser » (C.4.2).

Dans le cas où le projet est soumis à étude d'impact, l'évaluation des incidences Natura 2000 doit être annexée à l'étude d'impact.

C.4.1.2 - Les régimes d'autorisation et de déclaration

La réalisation des travaux d'aménagement pour la prévention des inondations, dès lors qu'ils sont susceptibles d'avoir des impacts sur les milieux, doivent faire l'objet de demande d'autorisation ou de déclaration selon l'importance des travaux ou des impacts au titre :

- de l'application de la loi sur l'eau,
- de la procédure de protection stricte des espèces protégées (code de l'environnement),
- des demandes d'autorisations de défrichement (code forestier).

Le non-respect de ces procédures de déclaration ou d'autorisation expose le maître d'ouvrage à des sanctions administratives et pénales pour non respect de la réglementation.

C.4.1.3 - Autorisation ou déclaration au titre de la loi sur l'eau

Les projets concernés par cette procédure sont ceux susceptibles d'avoir des impacts négatifs sur la ressource en eau et sur les milieux aquatiques. Les « Installations, Ouvrages, Travaux et Aménagements (IOTA) lorsqu'au moins un de leur impact est référencé dans la nomenclature loi sur l'eau (art. R.241-1 et annexes) » sont soumis à ces procédures.

Dans le cas d'un PAPI il peut s'agir par exemple des types de travaux suivants :

- consolidation ou protection des berges à l'exclusion des canaux artificiels et des techniques de protection exclusivement végétales,
- entretien de cours d'eau ou de canaux,
- installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau,
- construction de digues,
- assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais.

Dans le cas de travaux ayant des impacts référencés dans la nomenclature loi sur l'eau, un document décrivant les incidences du projet sur les milieux aquatiques doit être établi par le maître d'ouvrage pour obtenir les autorisations nécessaires pour les travaux.

C.4.1.4 - Dérogation à la protection stricte des espèces protégées

Comme vu précédemment, certains aménagements décidés dans le cadre du programme d'actions de prévention des inondations peuvent être réalisés sur des milieux naturels, notamment des milieux humides, où des espèces protégées sont présentes. Ces travaux peuvent avoir des incidences sur ces espèces, leur état de conservation mais aussi sur leurs habitats. La connaissance et la bonne prise en compte des enjeux à protéger nécessitent une bonne caractérisation des milieux humides sur lesquels des travaux sont envisagés. Des inventaires complémentaires sont souvent nécessaires.

Le guide « Espèces protégées, aménagement et infrastructures » rédigé à destination des porteurs de projet (MEDDE, 2012) informe sur les différentes dispositions de la procédure de protection des espèces protégées et sur le contenu du dossier de demande de dérogation à la protection stricte des espèces protégées.

L'objectif de la procédure de protection stricte des espèces protégées est de restaurer et de maintenir l'état de conservation des espèces les plus menacées. Les listes des espèces visées sont fixées par arrêté ministériel. Il est notamment interdit de capturer les espèces protégées, de les transporter, de les perturber intentionnellement ou de les commercialiser. Ces interdictions peuvent s'étendre aux habitats des espèces protégées pour lesquels la réglementation prévoit des interdictions de destruction, de dégradation et d'altération.

C.4.1.5 - Autorisation de défrichement (article L341-6 du Code forestier)

Certains aménagements décidés dans le cadre du PAPI peuvent entraîner des défrichements de parcelles. Les boisements servent souvent d'habitats aux espèces protégées et sont donc très sensibles d'un point de vue écologique.

Si des aménagements sont prévus sur des parcelles boisées, ils sont soumis à autorisation de défrichement. Cette autorisation doit être obtenue avant toute autre autorisation de travaux de ce type.

C.4.2 - Appliquer les principes de la séquence « éviter-réduire-compenser » (ERC) les impacts sur les milieux naturels

Les principes de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC) doivent être appliqués dès lors qu'un projet d'aménagement est susceptible d'avoir des impacts sur les milieux naturels, dont les milieux humides qui se situent sur l'aire d'influence du projet. S'agissant des milieux humides, il faut comprendre que l'aire d'influence du projet comprend également les zones d'alimentation en eau de ce milieu humide (espace de fonctionnalité : cf B.3 et illustration 7). Les principes de la séquence ERC s'appliquent donc à tous les aménagements décidés dans le cadre d'actions qui se réalisent sur des milieux naturels et, dans le cas des milieux humides, sur les aires d'alimentation en eau de ces milieux.

C.4.2.1 - Une doctrine générale qui s'applique à tous les projets d'aménagements ayant des impacts potentiels sur l'environnement

La Doctrine ERC validée par le MEDDE en mars 2012 (MEDDE, 2012), concerne tous les projets susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement.

Dans la conception et la mise en œuvre de leur projet, les maîtres d'ouvrage doivent définir les mesures adaptées pour éviter tout impact négatif sur l'environnement. Lorsque l'évitement n'a pas été possible par exemple pour des raisons techniques, une réduction de ces impacts doit être recherchée et les impacts négatifs résiduels significatifs compensés. Cette démarche doit conduire à prendre en compte l'environnement le plus en amont possible lors de la conception des projets.

Les lignes directrices nationales sur la séquence ERC éditées en 2013 par le Commissariat Général du Développement Durable (CGDD) déclinent des recommandations méthodologiques pour faciliter la mise en œuvre de la séquence ERC. Elles se composent de fiches qui abordent de manière détaillée les différentes étapes de la séquence ERC, de la conduite du projet, à la définition des mesures d'évitement, de réduction et si nécessaire de compensation des impacts et d'accompagnement, jusqu'à la mise en

œuvre des mesures et leur contrôle.

Le paragraphe ci-dessous résume succinctement et chronologiquement les différentes étapes de la mise en œuvre de la séquence ERC dans les projets d'aménagement.

- **Réaliser l'état initial de la zone potentiellement impactée par le projet** et identifier les différents enjeux et notamment les enjeux environnementaux présents sur la zone. L'état initial est la clé de voûte pour une mise en œuvre optimale de la séquence éviter, réduire et compenser. En effet, il va permettre de faire un recensement exhaustif de tous les enjeux environnementaux présents sur le site impacté (espèces, habitats, fonctionnalités des écosystèmes, continuités écologiques, ...). Il sera alors possible de caractériser l'ensemble des impacts de l'aménagement sur les milieux naturels (sur le fonctionnement des écosystèmes, la faune, la flore, les continuités écologiques, ...) ainsi que les impacts sur les activités initialement présentes.
- **Évaluer les impacts bruts (impacts directs, indirects, temporaires ou permanents)** du projet d'aménagement dans le but de déterminer les impacts globaux du projet sur l'environnement. Il s'agit lors de cette étape d'évaluer également les impacts cumulés. Pour cela, il faudra prendre en compte également les impacts sur l'environnement d'autres projets connus (notion de « projets connus » précisée dans le décret de réforme des études d'impacts de 2011). Cette étape permettra de déterminer ensuite les responsabilités des MOA en matière de compensation. L'objectif est également de rechercher des synergies entre les différentes mesures compensatoires prises pour compenser des projets différents mais impactant des zones à proximité.
- **Prioritairement définir des mesures d'évitement des impacts** : évitement d'opportunité, évitement géographique ou évitement lié à l'utilisation de techniques alternatives ayant un moindre impact environnemental.
- **Définir des mesures de réduction des impacts** qui n'ont pu être évités pour réduire au maximum les impacts en phase travaux et en phase exploitation des aménagements sur les milieux naturels.
- **Si après la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, il existe des impacts résiduels significatifs de l'aménagement sur l'environnement, il faudra définir des mesures de compensation.** La définition, la mise en œuvre et le suivi des mesures compensatoires sont de la responsabilité du maître d'ouvrage du projet d'aménagement. Les mesures compensatoires doivent être mises en œuvre en dernier recours et être considérées comme un échec de la mise en œuvre de la séquence ERC.

La définition des mesures compensatoires repose sur la mise en application des principes réglementaires détaillés ci-après :

- le principe de **proportionnalité** : les mesures compensatoires mises en place devront être proportionnelles aux impacts d'aménagement sur les milieux naturels ainsi qu'aux enjeux environnementaux du site impacté ;
- le principe d'**équivalence écologique** : il s'agit d'obtenir un équilibre entre les pertes écologiques dues aux impacts du projet et les gains écologiques apportés par la mesure compensatoire. L'équivalence écologique reste prioritaire mais il faudra aussi avoir une équivalence géographique (pour avoir une proximité fonctionnelle), et une équivalence temporelle (c'est-à-dire que les mesures devront être mises en œuvre avant le début des travaux). Cette équivalence écologique sera évaluée sur la base de critères aussi bien qualitatifs que quantitatifs, pour les milieux humides recherche de l'équivalence fonctionnelle ;
- le principe de **fonctionnalité** : la mise en œuvre des mesures compensatoires doit garantir la fonctionnalité des écosystèmes impactés par les travaux. Par exemple, les mesures compensatoires devront être mises en œuvre en priorité sur le site impacté et ne devront pas créer une fragmentation des habitats ;
- le principe d'**additionnalité écologique et financière** de la mesure compensatoire : la mesure compensatoire devra apporter un gain écologique sur le site impacté ou à proximité. De plus, la mesure compensatoire ne devra pas se substituer à des engagements publics ou privés de protection de milieux naturels par exemple déjà pris sur la parcelle ;
- la **faisabilité technique** de la mesure : si une mesure n'est pas réalisable techniquement ou financièrement, elle ne sera pas considérée comme compensatoire ;
- l'**efficacité** de la mesure : les mesures compensatoires doivent être efficaces avec des résultats mesurables

(indicateurs de suivis) et traçables (reporting des résultats de suivis auprès des services de contrôle). Il est conseillé de proposer de mesures compensatoires qui ont des retours d'expériences concluants ;

- le principe de **temporalité / pérennité** des mesures compensatoires : les gains écologiques apportés par la mesure compensatoire devront être pérennes. Cette pérennité pourra être assurée soit par l'acquisition foncière des parcelles accueillant les mesures compensatoires, soit par la mise en place de conventions de gestion sur ces parcelles avec des acteurs locaux.

Les travaux de réalisation de protections hydrauliques, de restauration ou de renaturation des milieux humides sont tous concernés par la mise en œuvre de la séquence ERC.

Les mesures des programmes d'actions ne doivent pas se limiter à la compensation des impacts sur l'environnement des aménagements décidés dans le cadre du PAPI. Ils doivent être également des mesures pro-actives visant à éviter ou à réduire les éventuels impacts sur l'environnement des actions.

C.4.2.2 - Critères à retenir pour la compensation sur les milieux humides dans le cadre des PAPI

Comme évoqué dans le paragraphe C.1.3, les actions du PAPI doivent porter, en priorité, sur les milieux humides qui ont des fonctions hydrauliques et hydrologiques pouvant être mobilisées pour la prévention des inondations et, qui ont en même temps de faibles enjeux écologiques.

Cependant, si un milieu humide à enjeu écologique fort fait l'objet de travaux d'aménagements dans le cadre du PAPI, une étude devra être menée en amont pour mettre en œuvre la séquence ERC, afin de :

- rechercher, si possible, les mesures d'évitement des impacts possibles,
- définir des mesures de réduction,
- enfin, si les impacts résiduels de l'aménagement sur le milieu humide restent significatifs, définir, mettre en œuvre et suivre les mesures compensatoires. La compensation ne devra pas seulement se faire en surface de milieux humides compensés mais bien en fonctionnalités à rétablir en raisonnant selon l'équivalence écologique pour la compensation.

À titre d'illustration, les principes édictés dans le SDAGE de Loire-Bretagne (2016-2021) sont présentés ci-dessous et résumés dans l'illustration 36. La démarche de mise en œuvre de la compensation en milieux humides doit se faire selon 4 niveaux successifs de réflexion :

- le **niveau N1** est le point d'entrée de la démarche. On recherche d'abord les alternatives possibles au projet (c'est-à-dire l'évitement de la zone humide à fort enjeu environnemental), puis on prend toutes les mesures possibles pour réduire les impacts du projet. Toute cette démarche d'évitement et de réduction doit être tracée par le pétitionnaire dans le dossier de demande. Si après mise en œuvre de l'évitement et de la réduction, des impacts résiduels significatifs du projet persistent, on enclenche le niveau **N2**,
- le **niveau N2** : En présence d'impacts résiduels significatifs, il faut rechercher à compenser ces impacts. Cependant, tous les dommages sur les milieux naturels ne sont pas compensables. Le niveau N2 correspond à une compensation dans le même bassin versant avec une zone humide de compensation qui a des fonctionnalités (hydrauliques et écologiques) équivalentes à la zone humide impactée. Cette équivalence doit être démontrée notamment en se basant sur la méthode d'évaluation des fonctions des zones humides du MNHN et de l'Onema (cf C.2.1.1.2),
- le **niveau N3** s'enclenche si la compensation ne peut pas réunir les critères de la mesure compensatoire définis dans le niveau N2. La compensation se fera à hauteur d'au moins 200 % de la surface impactée. De plus cette compensation devra se faire dans le bassin versant de la même masse d'eau ou dans un bassin versant à proximité ,
- le **niveau N4** correspond ensuite à la mise en œuvre des mesures compensatoires et au suivi de cette mise en œuvre.

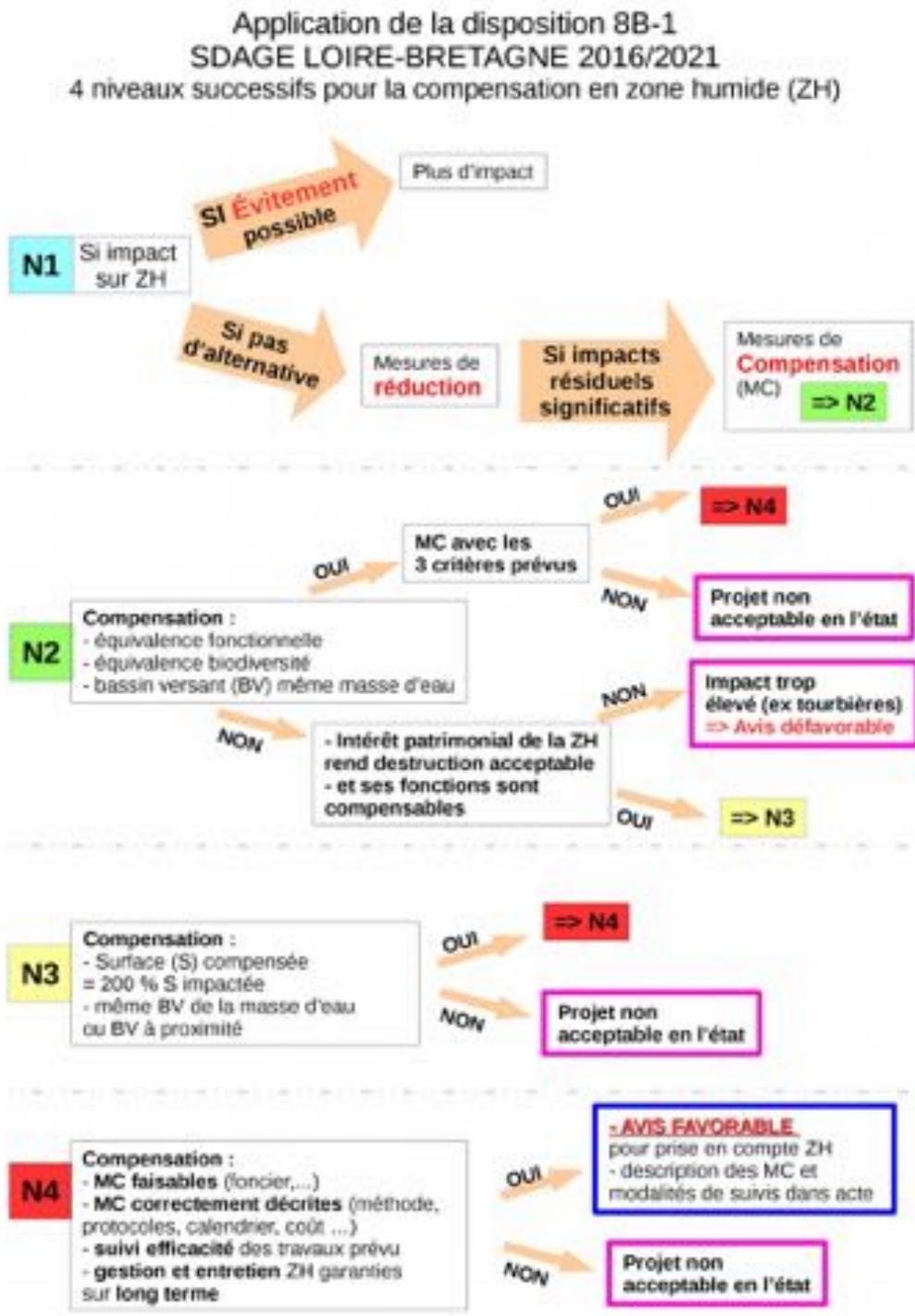


Illustration 36: application de la disposition 8B-1 du SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 (© Cerema, inspiré de fiche n°4 d'aide à la lecture du SDAGE Loire-Bretagne (AELB, 2016))

Un guide spécifique sur les mesures de compensations en milieux humides a été publié par le Forum des Marais Atlantiques (Forum Des Marais Atlantiques, 2013). Après un rappel sur le contexte réglementaire s'appliquant aux zones humides et sur les dispositions de la séquence ERC, ce guide énonce quelques principes pour améliorer la démarche ERC dans les projets d'aménagements sur les zones humides. Ces principes sont résumés ci-dessous :

- intégrer les contraintes environnementales le plus en amont possible dans la définition des projets d'aménagements sur des milieux naturels et notamment les milieux humides ;
- compenser la destruction de milieux humides en superficie ou en espèces/habitats mais également en fonctionnalités (écologiques, biogéochimiques et hydrauliques) et plus largement en matière de services rendus par ces milieux humides ;
- réaliser les mesures compensatoires avant le commencement des travaux pour éviter la perte nette de biodiversité liée au décalage temporaire entre le démarrage des travaux et la mise en œuvre de ces mesures ;
- déterminer des critères de réussite des mesures de compensation notamment des critères permettant de constater le rétablissement effectif des fonctionnalités des milieux humides impactés (suivi des habitats et des espèces par exemple) ;
- prévoir des suivis de la mise en œuvre des mesures compensatoires détaillés avec des protocoles précis et des délais de suivis suffisants en cohérence avec les enjeux écologiques présents et les temps nécessaires au rétablissement des fonctions des milieux humides.

Il existe différentes approches pour mettre en œuvre des actions de restauration de milieux humides (Levrel *et al.*, 2015) :

- l'approche restauration par rapport à une espèce impactée : il faut être cependant vigilant si on met en œuvre des mesures de compensation avec cette approche « espèces » car les conditions de milieux favorables à une espèce peuvent être défavorables à une autre espèce initialement présente sur le site impacté ;
- l'approche restauration d'un habitat impacté : cette approche suppose que toutes les conditions soient ensuite réunies pour que l'habitat restauré perdure notamment dans les zones de transition entre deux types d'habitats (maintien d'une alimentation en eau de la parcelle par exemple) ;
- l'approche restauration d'un écosystème : l'approche restauration d'un écosystème est l'approche la plus pertinente et la plus efficace. Elle s'applique lorsque l'aménagement entraîne une perte de fonctionnalité du milieu humide. Les objectifs de restauration doivent dans ce cas être définis sur le long terme en gardant à l'esprit que, pour certains écosystèmes, il sera impossible de récupérer toutes les fonctionnalités initiales. En effet, certains types de milieux ne peuvent pas être recréés à l'identique. Les tourbières par exemple auront besoin de plusieurs dizaines d'années pour retrouver leurs fonctionnalités et dans certains cas ne les retrouveront jamais à l'identique. Cependant, il faudra veiller à ne pas rétablir certaines fonctionnalités au détriment d'autres déjà assurées par le milieu humide et tout aussi importantes ;
- la restauration à l'échelle d'un paysage ou d'un bassin versant : cette approche est également intéressante, car elle associe l'ensemble des acteurs locaux et la population pour l'élaboration de la mesure compensatoire. On s'assure par ce biais-là de la pérennité de la mise en œuvre de la mesure compensatoire.

C.4.2.3 - Les actions relevées dans les PAPI qui appliquent la séquence ERC

Ces actions ont pour objet de limiter les altérations que pourraient engendrer des aménagements réalisés dans le cadre des PAPI sur les fonctions naturelles des milieux humides. Ce type d'actions est imposé réglementairement par l'application de la séquence éviter-réduire-compenser à tous les aménagements ayant un impact sur les milieux naturels. Le porteur de projet doit s'appuyer sur les principes édictés dans le SDAGEs (*cf* exemple du SDAGE Loire-Bretagne ci-dessus (C.4.2.2) et sur les outils disponibles tels que la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides (C.2.1.1.2)

Les actions relevées dans les PAPI qui ont pour objectif de limiter l'impact sur les milieux humides attenants sont détaillées dans le tableau 10.

L'action surlignée en bleu est une action indispensable.

Tableau 10 : actions pour limiter les impacts sur les milieux humides

Typologie d'action	Qualification de l'action	Contexte	Objectifs / Enjeux visés
Mesures pour éviter, réduire et compenser les aménagements	Action indispensable (réglementation)	Tous contextes	Éviter, réduire et si nécessaire compenser la perte de fonctionnalité des milieux humides détruits ou dégradés. <u>Exemples de mesures :</u> <ul style="list-style-type: none"> • réduction au maximum des emprises du chantier, • assainissement provisoire en phase travaux, • création/restauration de milieux humides de compensation, • création de ségonnal à vocation humide, • préservation de ripisylve, ...
Mesures spécifiques de gestion des ouvrages hydrauliques	Action innovante	Tous contextes	Penser la gestion des ouvrages hydrauliques pour limiter la perte de fonctionnalité des milieux humides sur lesquels les ouvrages de protection des inondations ont été construits. <u>Exemple :</u> planification d'inondations écologiques par l'ouverture périodique de vannes de débordement dans les ouvrages hydrauliques neufs pour les crues de faible période de retour.

Pour en savoir plus, se reporter au document intitulé « Les lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels » édité par le MEEM en 2013. (MEEM, 2013)

C.4.3 - Prendre des mesures de protection de l'environnement pendant la phase travaux

Comme vu précédemment, la mise en œuvre de mesures environnementales en phase travaux est une obligation réglementaire. En effet, l'ensemble des projets listés dans la nomenclature loi sur l'eau peuvent avoir des conséquences dommageables et parfois irréversibles sur les milieux naturels et notamment les milieux humides. Sans précautions prises lors de leur réalisation, les travaux peuvent perturber ces milieux, leurs fonctionnalités ainsi que le fonctionnement des écosystèmes associés :

- les travaux génèrent souvent une forte production de matières en suspension (MES) déversées dans les milieux humides par ruissellement qui dégrade la qualité des eaux et des habitats des espèces aquatiques,
- les travaux peuvent avoir des impacts significatifs sur les milieux naturels et engendrer la destruction d'espèces protégées ou de leur habitat notamment sous l'effet de pollutions accidentelles par les engins de chantier ou par les autres procédés mis en œuvre (production de déchets de chantier, déversement de produits, ...)

C.4.3.1 - Mettre en œuvre des mesures environnementales pendant les travaux

Comme vu dans le paragraphe C.1.2, l'identification et la localisation des milieux humides est un pré-requis à leur bonne prise en compte et à leur protection au cours de la phase travaux. Il est également essentiel de considérer l'ensemble des milieux humides et pas seulement les milieux humides remarquables car déjà reconnus et protégés par différents dispositifs. Enfin, il est primordial de considérer l'espace de fonctionnalité du milieu humide dans sa globalité, et notamment son système d'approvisionnement en eaux, afin qu'il ne soit pas impacté lors de la phase travaux. (Cerema/DTEcITM, 2014).

Le guide « Chantiers routiers et préservation des milieux aquatiques » donne des recommandations sur la protection des milieux humides en phase chantier lors de la construction d'infrastructures linéaires (Setra, 2007). Cet ouvrage est orienté vers les chantiers d'infrastructures routières, mais les éléments de contexte réglementaires et les exemples de bonnes pratiques de mise en œuvre de mesures environnementales en phase travaux peuvent être utilement reprises pour d'autres types

d'aménagements. Ce guide s'articule autour des sujets suivants :

- les risques sur les milieux aquatiques en phase travaux,
- le cadre réglementaire sur les travaux (régimes autorisation, déclaration, ...),
- des prescriptions pour la prise en compte des milieux aquatiques tout au long des différentes phases du projet routier,
- des prescriptions pour préparer le chantier en fonction des démarches réglementaires.

Des fiches de cas et des exemples de mauvaises pratiques en phase travaux sont présentés en fin du guide pour illustrer les propos.

Dans le même ordre d'idées, le guide « Travaux en zones humides : Vade-mecum des bonnes pratiques » (Pôle relais tourbières, 2011) fournit aux maîtres d'ouvrages et aux prestataires de travaux une série de recommandations techniques et méthodologiques afin de mener dans de bonnes conditions les travaux sur les milieux humides. Ce guide se compose de fiches techniques méthodologiques pour différents types de travaux et sur certains milieux humides et est accompagné d'un rapport qui reprend les préconisations générales applicables à la majorité des chantiers en milieux humides.

Le guide du Pôle relais Tourbières (2011) propose des prescriptions générales pour réduire les impacts les plus fréquents sur les milieux humides en phase travaux. Ces prescriptions sont résumées ci-dessous.

- **Réaliser les travaux lorsque la portance des sols est suffisante**

Les milieux humides peuvent avoir des sols à portance très faible voire nulle. Ceci est problématique lors de passages d'engins de chantiers non adaptés à ce type de portance qui provoquent alors une forte dégradation des sols de ces milieux humides. Ce phénomène est aggravé par le fait que ces milieux ont souvent une végétation très développée pouvant laisser penser que la portance de ces sols est suffisante. La portance du sol varie en fonction de sa composition mais aussi de son engorgement en eau. C'est pourquoi il est conseillé de réaliser les travaux plutôt en période sèche ou en période froide. Ce sont en effet des périodes où la portance des sols est maximale.

- **Prévenir les pollutions des milieux humides en phase chantier**

Les milieux humides constitués en grande partie d'eau sont de grands vecteurs de pollutions potentiellement émises en phase chantier. En effet, la mise à nu des terres peut entraîner de fortes productions de MES qui lors de pluies peuvent être entraînées par des eaux de ruissellement et polluer les milieux humides et les cours d'eau. De plus, les engins de chantiers sont eux aussi des sources de pollution potentielles des milieux humides à cause du risque de fuites d'hydrocarbures par exemple.

Des mesures de rétention des polluants doivent donc être prises. Pour cela il convient de mettre en place en phase chantier des mesures pour prévenir les risques de pollutions accidentelles ainsi que des mesures curatives à mettre en place en cas de la survenue d'une pollution. Les mesures préventives pouvant être mises en œuvre se traduisent par exemple par l'entretien régulier des engins de chantiers, la mise en place d'aire étanche pour manipuler les produits toxiques tels que les carburants, le stockage des produits toxiques sur des bacs de rétention, l'utilisation de produits moins toxiques comme les huiles végétales pour les engins par exemple. Les mesures curatives peuvent se matérialiser par la mise place d'un système d'assainissement provisoire en point bas des terres à nu, la mise à disposition de matériels absorbant pour traiter au plus tôt, et contenir les pollutions accidentelles par exemple.

- **Limiter au maximum les consommations d'eau sur les chantiers** qui peuvent porter atteinte au fonctionnement des milieux humides surtout en période de basses eaux

D'autres mesures environnementales inspirées des mesures mises en œuvre lors des travaux sur les infrastructures de transports peuvent également être mises en place. Par exemple, les zones de chantier peuvent être mises en défens pour éviter la colonisation du chantier par les amphibiens et ainsi limiter les risques de destruction d'espèces protégées par les engins de chantiers. L'objectif de ces mesures est d'avoir un chantier hermétique à toute faune.

De plus, le phasage des travaux doit tenir compte des périodes sensibles pour la faune. En effet, les travaux sur les milieux naturels doivent être réalisés en dehors des périodes de reproduction et de migration de la faune pour ne pas perturber le cycle

biologique des espèces et les fonctionnalités des habitats de ces espèces.

Un exemple de phasage des travaux décidé dans le PAPI Combe de Savoie (Savoie) est présenté dans l'encart (m) ci-dessous.

(m) Phasage des travaux pour préserver les milieux humides: exemple de prise en compte dans le PAPI de Combe de Savoie (Savoie)

La réflexion sur le phasage des travaux en fonction des contraintes écologiques de la faune présente a été menée dans le PAPI de Combe de Savoie.

Le PAPI de Combe de Savoie est porté par le SISARC (Syndicat Mixte de l'Isère et de l'Arc en Combe de Savoie). Un groupe de travail sur la thématique de l'environnement a été mis en place et piloté par le SISARC. Il comprend notamment la Fédération de Pêche de la Savoie, le Conservatoire des Espaces Naturels de la Savoie et le Laboratoire d'Écologie Alpine. L'un des objectifs de ce groupe de travail a été d'intégrer et de concilier les contraintes hydrauliques et environnementales lors de la réalisation des travaux d'aménagements prévus dans le cadre du PAPI.

La synthèse de l'ensemble des contraintes hydrauliques et des enjeux environnementaux a conduit à définir deux zones d'intervention disjointes pour la réalisation des travaux une en aval et l'autre en amont de la confluence de l'Arc.

La stratégie retenue pour la réalisation des travaux a été de conduire les travaux de l'aval vers l'amont du bassin versant en veillant à préserver, le cas échéant, les habitats refuges des espèces protégées emblématiques des systèmes de tressage. Cette préservation s'est traduite par un étalement des travaux à la fois dans la durée et sur le bassin versant pour perturber le moins possible les habitats sensibles

Afin que les mesures environnementales décidées soient effectivement mises en œuvre lors des travaux, il est fortement recommandé de les consigner dans le cahier de charges qui servira pour la consultation des entreprises.

C.4.3.2 - Mettre en place un suivi environnemental des travaux

Le suivi environnemental des travaux consiste à :

- mesurer les impacts de la réalisation du projet sur le terrain,
- vérifier la bonne application des mesures environnementales décidées dans le cadre du chantier et contrôler leur efficacité (mesures de réduction et de compensation éventuelles des impacts),
- vérifier le respect de la réglementation en matière de protection de l'environnement lors des phases de travaux et d'exploitation.

L'objectif du suivi environnemental est de contrôler la bonne mise en œuvre des mesures environnementales lors des travaux et, en cas de non-conformité, d'alerter le maître d'ouvrage sur la « non-application » des engagements des entreprises en matière de respect de l'environnement, afin que le maître d'ouvrage puisse décider des mesures correctives à mettre en œuvre pour pallier ces manquements.

Les types de contrôles qui peuvent être réalisés dans le cadre du suivi environnemental sont présentés ci-dessous, de manière non exhaustive :

- vérifier que le balisage de l'ensemble des secteurs sensibles d'un point de vue environnemental est effectif et en bon état,
- vérifier que les aires de stockage des matières polluantes et les aires de lavage des engins de chantier sont en place et fonctionnelles,
- contrôler la conception et la fonctionnalité de l'assainissement provisoire,
- contrôler la conformité des travaux par rapport au projet d'aménagement,
- surveiller l'entretien des installations de chantier et le tri des déchets,

- contrôler la bonne mise en œuvre des éventuelles mesures compensatoires aux aménagements, ...

Afin que ce suivi environnemental du chantier se fasse de la manière la plus efficace possible, il est recommandé que les entreprises intervenant sur site désignent un « référent environnement ». Ce référent sera chargé du contrôle de la bonne mise en œuvre des mesures environnementales pendant toute la durée des travaux. Il pourra, de plus, assurer la communication nécessaire auprès des différents intervenants du chantier sur les enjeux environnementaux présents, sur les installations et les règles de vie sur le chantier, et sur la conduite à tenir en cas de découverte d'espèces exotiques envahissantes par exemple.

C.4.4 - Respecter les prescriptions techniques pour concevoir les aménagements

C.4.4.1 - Concevoir des ouvrages hydrauliques selon les règles de l'art

Les Arrêtés de Prescriptions Générales (APG) relatifs aux travaux en application de certaines rubriques de la nomenclature loi sur l'eau donnent des prescriptions pour la conception des ouvrages hydrauliques qui doivent être également appliquées aux aménagements décidés dans le cadre des PAPI.

Ces APG concernent certains travaux et thématiques de travaux qui peuvent être mis en œuvre dans les PAPI :

- remblais en lit majeur,
- impact des ouvrages hydrauliques sur la luminosité,
- consolidation et traitement des berges (à l'exception des techniques exclusivement végétales),
- modifications du profil en long, du profil en travers et dérivation du cours d'eau,
- entretien des cours d'eau,
- travaux sur les barrages et les retenues.

Les principales prescriptions issues de ces APG, relatives au volet écologique de la phase de conception des ouvrages, sont les suivantes :

- concevoir les ouvrages et les exploiter en respectant les conditions hydrodynamiques, hydrauliques du site ainsi que la sensibilité des écosystèmes (tout APG),
- ne pas créer d'érosion régressive aux abords de l'ouvrage (tout APG),
- réaliser l'entretien régulier des ouvrages pour assurer le bon écoulement des eaux et la protection de la ressource en eau (tout APG),
- prendre toutes les dispositions pour prévenir les pollutions accidentelles (tout APG),
- dimensionner les ouvrages de manière suffisante pour la prévention des inondations : assurer la transparence hydraulique pour la plus haute crue historique connue, ne pas provoquer une surélévation de la ligne d'eau (ouvrages transversaux),
- assurer la continuité écologique des ouvrages et des cours d'eau : prévoir un éclaircissement optimum dans les ouvrages et un tirant d'air suffisant, prévoir une hauteur d'eau dans les ouvrages compatible avec les capacités de nage des espèces piscicoles présentes, aménager un radier dans les ouvrages de 30cm au-dessus du fond du lit et reconstituer un substrat le plus naturel possible (impact luminosité, modification profil en long et en travers du cours d'eau, dérivation de cours d'eau),
- préserver les écoulements annexes aux cours d'eau pour alimenter le chevelu et les milieux humides (remblais en lit majeur),
- ne pas extraire des matériaux dans le lit mineur et l'espace de mobilité des cours d'eau pour leur entretien : seules les opérations de curage sont autorisées. De plus les matériaux mobilisés dans le cadre du curage des eaux doivent être remis dans le cours d'eau pour ne pas modifier son équilibre sédimentaire (entretien des cours d'eau).

Une note d'information intitulée « Petits ouvrages hydrauliques et continuité écologique » (Cerema/DTeclTM, 2013) porte sur ces nouvelles dispositions réglementaires de conception des ouvrages et présente des cas concrets d'aménagements d'ouvrages hydrauliques.

C.4.4.2 - Gérer les ouvrages de protection pour préserver les fonctionnalités des milieux humides à proximité

La mise en place d'ouvrages de protection peut avoir des impacts sur les milieux humides situés à proximité dans la mesure où ces ouvrages soustraient à l'inondation les milieux humides situés en arrière. Il est possible de réduire ces impacts en définissant des modes de gestion de ces ouvrages plus respectueux de l'environnement et du régime d'alimentation en eau des milieux humides concernés. Par exemple, des inondations écologiques peuvent être mise en œuvre à intervalles réguliers pour alimenter les milieux humides à proximité de l'aménagement et entretenir ainsi leurs fonctionnalités naturelles.

Ce mode de gestion écologique est mis en place dans le PAPI Seine-Marne-Francilienne (Île-de-France) (n).

(n) Gestion écologique des ouvrages de protections : exemple du PAPI Seine-Marne-Francilienne (Île-de-France)

La construction de retenues sèches sur la vallée de la Bassée est l'une des actions de prévention des inondations décidées dans ce PAPI.

La vallée de la Bassée (illustration 37) se compose de milieux naturels reconnus dont certains sont protégés et abritent des milieux humides (cf carte des milieux naturels présentés dans l'annexe D - cas n°5). La mise en place de telles retenues sèches risque d'avoir des conséquences sur les écoulements naturels qui alimentent les milieux humides à proximité et donc de dégrader les fonctionnalités de ces milieux humides.

Pour résoudre ce problème, la gestion de ces retenues sèches prévoit de provoquer des inondations écologiques des espaces naturels à proximité : le projet de gestion écologique de l'ouvrage de la Bassée consiste à procéder tous les ans, entre les mois de février et d'avril, à des inondations ciblées sur les sites identifiés comme étant écologiquement remarquables (prairies humides, forêts alluviales, secteurs propices à l'avifaune) et dans les principales noues (cf schéma de principe des vannes illustration 38). Ces mises en eau vont s'opérer pour des hauteurs d'eau de quelques dizaines de centimètres pendant des durées allant de 10 jours à 2 mois. Les inondations écologiques vont se faire pour la plupart par pompage d'eau dans la nappe ou dans la Seine (en fonction du degré d'eutrophisation des milieux), ou gravitairement.

Ainsi, les inondations écologiques vont favoriser l'entretien des sols alluviaux, reconnecter les noues et régénérer certains habitats d'espèces aujourd'hui fortement raréfiés sur le site de la Bassée.



Illustration 37 : photo aérienne de la zone de La Bassée (© EPTB Seine Grands Lacs)

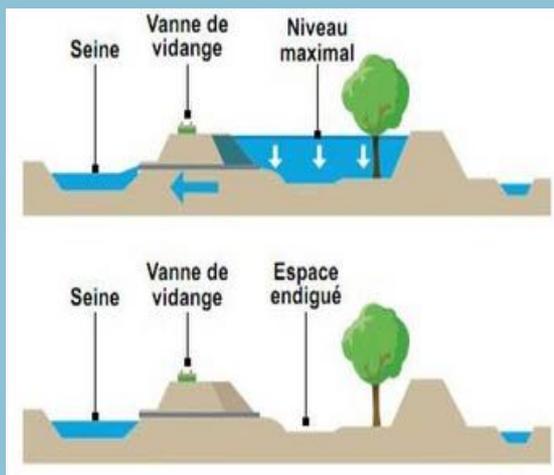


Illustration 38 : schéma de principe du fonctionnement des vannes pour inonder périodiquement les retenues sèches et maintenir ainsi les milieux humides (© EPTB Seine Grands Lacs)

En complément de ces mesures de gestion des ouvrages, l'assistance d'un écologue lors de la réalisation des travaux d'aménagement est fortement recommandée, pour prévoir des aménagements écologiques sur les ouvrages de protection. Ces améliorations écologiques des ouvrages participeront à réduire leurs impacts sur les milieux naturels.

Des exemples d'aménagements écologiques sont présentés ci-dessous de manière non exhaustive :

- préserver la végétation présente aux abords des ouvrages si celle-ci est compatible avec la sûreté des ouvrages,
- préserver les habitats aux abords des ouvrages de protection,
- création d'aménagements favorables au développement d'habitats écologiques, comme par exemple des risbermes, ...

C.4.4.3 - Recourir aux techniques alternatives d'assainissement des eaux pluviales

Les techniques alternatives d'assainissement des eaux pluviales peuvent être mobilisées pour recréer artificiellement des milieux humides en zones urbaines.

Ces techniques alternatives s'inspirent des fonctions hydrauliques naturelles des milieux humides. Elles consistent en la réalisation d'aménagements tels que des noues et des fossés végétalisés, des filtres plantés de roseaux, des puits d'infiltration, des chaussées réservoirs, des bassins de rétention enterrés, des bassins d'infiltration d'eau, ...

Des guides techniques existent sur le sujet et donnent des exemples et principes de techniques alternatives d'assainissement des eaux pluviales (Certu, 1998 ; Certu, 2003 ; Certu, 2008).

C.4.4.4 - Recourir à des techniques de génie végétal pour les travaux de restauration des milieux humides

Les techniques de génie végétal sont intéressantes à mettre en œuvre pour protéger de l'érosion latérale d'un cours d'eau. Elles permettent de recréer une ripisylve et une végétation rivulaire sur les berges du cours d'eau anthropisé et donc de mettre en place des conditions favorables à sa renaturation à terme.

En effet, les ripisylves et la végétation rivulaire remplissent des fonctions écologiques essentielles :

- **fonction d'écotone** : elles sont une interface riche en matière de biodiversité, car elles sont situées entre les terres et les milieux aquatiques. Elles remplissent les rôles de lieux de reproduction, d'abris et de ressources de nourriture pour les espèces présentes. De plus, elles permettent de créer une grande diversité d'habitats ;
- **fonction de corridors écologiques** : elles favorisent le déplacement des espèces le long des cours d'eau en protégeant

ces espèces des milieux fortement anthropisés proches des cours d'eau ;

- **fonction de régulation thermique** : grâce à l'ombre qu'elles procurent le long des cours d'eau, elles permettent de maintenir une température de l'eau basse plus favorable à la faune piscicole ;
- **fonctions épuratoires** : elles jouent un rôle de zone tampon entre les cultures agricoles et les cours d'eau et permettent de filtrer les eaux de ruissellement lors des crues (filtration des MES, piégeage des éléments nutritifs par les tiges et les racines et épuration également de certains polluants par les racines et les bactéries associées).

Les techniques de génie végétal reposent sur les propriétés des systèmes racinaires des végétaux et sur la souplesse de leurs tiges aériennes. Elles permettent de réaliser des travaux de protections de berges contre l'érosion ou de réaliser des ouvrages dans le lit des cours d'eau pour lutter contre l'érosion du lit mineur.

Le dimensionnement des ouvrages en techniques végétales doit tenir compte des contraintes érosives du site sur lequel elles sont mises en œuvre. Il s'agit par exemple du méandrage naturel du cours d'eau, des glissements de terrains, de l'effet de la marée, etc. Ces contraintes érosives seront déterminées sur la base d'une étude hydromorphologique du cours d'eau ou de la zone littorale concernée (cf C.1.1).

Différentes techniques de génie végétal existent pour protéger les berges des cours d'eau de l'érosion. Certaines sont listées ci-dessous de manière non exhaustive (à partir de <http://www.espace-riviere.org>, consulté en 2015) :

- **l'enherbement des berges** : il permet le développement d'un couvert végétal et un enracinement de surface. Il peut être mis en œuvre sur des berges peu pentues. Cette technique de génie végétal devrait être systématiquement mise en œuvre après les travaux pour éviter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes sur le chantier ;
- **les plantations** : elles consistent à planter des espèces ligneuses avec un important système racinaire (saule par exemple). Cette technique est un complément essentiel aux travaux de protection de berges ;
- **le bouturage et les pieux vivants** : des morceaux de branches vivantes qui ont la capacité de former un nouvel arbre ou arbuste sont enfoncés en terre. Cette technique est utilisée en complément des autres techniques de génie végétal ;
- **le peigne** : il s'agit de réaliser un enchevêtrement de branches et de troncs attachés entre eux et fixés à la berge pour combler un vide provoqué par l'érosion. Cette technique permet de filtrer les alluvions et doit être utilisée dans les cours d'eau à fort transport solide où les berges ont été fortement creusées par l'érosion ;
- **le tapis vivant** : des couches de branches vivantes sont plaquées contre la berge et la base est recouverte de terre. L'objectif de cet aménagement est de dissiper le courant dans la zone et de permettre le dépôt d'alluvions. Elle peut être mise en place sur les berges fortement sollicitées par les forces érosives ;
- **le lit de plançons ou branches anti-sape** : il consiste à déposer côte à côte et sur plusieurs niveaux des branches vivantes ou des plants enracinés. Il peut être mis en œuvre sur des berges instables ;
- **le tunage** : des troncs et des rondins ainsi que des branches de saules sont installées derrière des pieux. Cette méthode est utilisée pour les berges soumises aux courants importants ;
- **le tressage ou clayonnage** : des branches de saules sont entrelacées autour de pieux pour former un mur végétal. Cette technique est utilisée pour les stabilisations du pied de berge ;
- **le fascinage** : il s'agit de la mise en place de fagots de branches inertes ou vivantes fixés par des pieux et recouverts de terre. Cette technique est utilisée pour stabiliser le pied de berges et les zones fortement érodées.

De nombreux guides techniques existent sur les techniques de génies végétal :

- le « **Guide de protection des berges de cours d'eau en technique végétales** » (Lachat, 1994, rééd. 1999) présente entre autres les calculs pour le dimensionnement des ouvrages en techniques végétales et des fiches détaillées sur les différentes techniques de génie végétal ;
- le guide « **Le génie végétal : un manuel technique au service de l'aménagement et de la restauration des milieux aquatiques** » (MEDDE ; 2008) propose différentes techniques de génie végétal avec pour objectif la préservation et la mise en valeur optimale des milieux aquatiques. Ces méthodes reposent sur la connaissance et la compréhension du fonctionnement naturel des écosystèmes, la sélection et la mise en œuvre de choix techniques adaptés à la gestion et la restauration des abords de cours d'eau, canaux et plans d'eau, alliés à un coût économique modéré.

- le guide spécifique sur les rivières de montagne « **Génie végétal en rivière de montagne** », rédigé dans le cadre du programme GeniAlp (HEPIA, 2013), présente en plus des différentes techniques de génie végétal des clés relatives au choix des végétaux à mobiliser pour la mise en œuvre des travaux.

Préconisations

- > **Anticiper les procédures environnementales auxquelles le PAPI est soumis et les demandes d'autorisation et/ou de déclaration des travaux**
- > **Privilégier les actions sur les milieux humides qui ont des fonctionnalités hydrauliques et hydrologiques pour la prévention des inondations et un enjeu écologique faible et pas seulement les milieux humides remarquables, ni ceux directement connectés à l'hydrosystème**
- > **Appliquer les principes de la séquence ERC :**
 - identifier les impacts bruts des projets d'aménagements retenus dans le programme d'actions sur les milieux humides à enjeu écologique,
 - rechercher les mesures d'évitement des impacts, définir des mesures de réduction des impacts notamment en phase travaux ou en phase exploitation,
 - si les impacts du projet sur les milieux naturels restent significatifs, définir des mesures compensatoires et éventuellement des mesures d'accompagnement.
- > **Appliquer les prescriptions techniques pour la construction des aménagements et favoriser les techniques de génie végétal et les techniques alternatives d'assainissement des eaux pluviales**
- > **Prévoir une gestion écologique des ouvrages pour réduire leurs impacts sur les milieux naturels dont les milieux humides. L'assistance technique d'un écologue en phase de définition des actions et de réalisation des travaux est fortement recommandée**
- > **Prendre des mesures de protection de l'environnement pendant la phase travaux de réalisation des actions du PAPI**

C.5 - Étape 5 : Réaliser le suivi des actions

Comme tout programme d'actions, il est fortement recommandé de mettre en place un suivi des actions mises en œuvre afin d'évaluer notamment leurs effets sur les milieux humides.

La mise en place d'un suivi des actions suppose de définir au préalable des indicateurs de suivi et d'évaluation destinés à mesurer ou à évaluer les effets des actions (C.5.1). Le dispositif de suivi et d'évaluation des actions du PAPI est généralement basé sur la comparaison entre l'état initial des milieux (état de référence) et l'état des milieux après mise en œuvre des actions (C.5.2).

C.5.1 - Définir des indicateurs pertinents pour le suivi des actions sur les milieux humides

Comme souligné au chapitre C.2.1, les indicateurs à définir pour le suivi des milieux humides concernés par les actions du PAPI, doivent se focaliser sur les fonctions hydrauliques et hydrologiques de ces milieux. Cependant, pour les milieux humides ayant également un enjeu écologique important, il est recommandé de suivre également des indicateurs liés à leurs fonctionnalités écologiques.

Des boîtes à outils pour réaliser le suivi qualitatif et quantitatif des fonctions et des pressions exercées sur les milieux humides existent et peuvent être utilement mobilisées. Un exemple de boîte à outils est détaillé dans le paragraphe C.5.1.1.

En complément, dans le cas d'opérations de restauration hydromorphologique des cours d'eau, le manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau élaboré par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (2007) préconise de réaliser un suivi écologique et un suivi géomorphologique. Il fournit aussi des indicateurs à évaluer avant travaux et à suivre après travaux. Ces

suivis permettront de constater les bénéfices des travaux de restauration des cours d'eau ou leurs éventuelles conséquences négatives sur les milieux humides (C.5.1.2).

C.5.1.1 - Les indicateurs de suivi des fonctions des milieux humides

Plusieurs boîtes à outils proposant des indicateurs pour le suivi des milieux humides ont été développées, notamment par les Agences de l'eau. Par exemple, la boîte à outil RhoMéo est un outil qui permet de faire un suivi de l'évolution des milieux humides. Elle a été développée par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse (RMC) en partenariat avec des gestionnaires, des chercheurs et des experts concernés par la connaissance et le suivi des zones humides à l'échelle du bassin RMC (cf encart (o)). La mallette d'indicateurs de suivis de travaux en zones humides (Forum des Marais Atlantiques, 2015) est un autre exemple d'outil utile pour le suivi des milieux humides. Elle propose un ensemble d'indicateurs de suivis des zones humides et de suivis de travaux sur ces milieux. Cette mallette d'indicateurs est présentée en encart (p).

Dans la suite du paragraphe, nous avons choisi de nous focaliser sur les indicateurs proposés dans la boîte à outil RhoMéo pour illustrer notre propos.

Un certain nombre d'indicateurs extraits de ces boîtes à outil et focalisés sur les fonctions hydrauliques et hydrologiques des milieux humides peuvent être utilisés pour le suivi des actions du PAPI sur ces milieux. L'évolution de ces indicateurs, mesurés avant et après travaux, témoignera de l'effet positif ou négatif des actions du PAPI sur les milieux humides. Les indicateurs pouvant potentiellement être suivis sont les suivants :

- **l'indicateur du niveau d'humidité du sol par des sondages pédologiques** : cet indicateur est basé sur la caractérisation pédologique des sols. Cet indicateur doit être mesuré au minimum tous les 5 ans.
- **l'indice floristique d'engorgement : la présence d'une nappe d'eau dans le sol** constitue une contrainte pour les végétaux à laquelle les espèces sont plus ou moins tolérantes ou adaptées. Chaque espèce a son optimum par rapport au niveau moyen de la nappe d'eau, il s'agit de sa valeur indicatrice. L'indice d'engorgement est calculé à partir de la moyenne des valeurs indicatrices des espèces végétales présentes sur le site à l'échelle d'une placette et correspond à la médiane des valeurs des placettes du milieu humide suivi. L'indicateur est applicable à quasiment tous les types de zones humides, hormis certains milieux où l'engorgement des sols est trop temporaire ou trop profond. Cet indicateur doit être mesuré au minimum tous les 5 ans.
- **l'indicateur de la dynamique hydrologique de la nappe par l'étude des relevés par piézomètre** : les relevés piézométriques permettent de connaître la dynamique de la nappe dans le sol et d'approcher ainsi le fonctionnement hydrologique du milieu humide. Ce fonctionnement hydrologique détermine la présence d'espèces hygrophiles et de sols hydromorphes. Cet indicateur caractérise la distribution des valeurs annuelles du niveau de la nappe pour un suivi à moyen et long terme de la dynamique hydrologique du milieu humide. L'indicateur de la dynamique hydrologique est applicable aussi bien pour les sites à nappe superficielle que pour les sites à submersion temporaire, voire permanente. Les relevés doivent se faire annuellement et le calcul de l'indicateur tous les 5 ans.
- **l'indicateur dynamique hydrologique de la nappe par l'étude des substances humiques des sols** : les substances humiques sont des indicateurs de fonctionnement global d'une zone humide. L'évolution de cet indicateur permet d'identifier les éventuels basculements fonctionnels, notamment hydrologiques. Les substances humiques ont de bonnes capacités pour décrire le fonctionnement global des milieux humides. En particulier, la part de l'humine dans les substances humiques est sous l'influence du fonctionnement hydrologique du milieu et notamment des variations piézométriques. Cet indicateur ne peut être utilisé dans les milieux humides avec des substrats minéraux grossiers.
- **l'indicateur de la dynamique sédimentaire, orthoptère** : cet indicateur définit la dynamique hydrologique de la zone humide en étudiant les peuplements d'orthoptères et de cicindèles (coléoptères) et d'un perce-oreille. En effet, ces familles peuvent être classées suivant les conditions d'humidité des milieux dans lesquelles elles évoluent. Ainsi, certaines espèces préfèrent les milieux très secs, d'autres des milieux exclusivement humides et enfin les dernières

des milieux secs ou humides de manière indifférenciée. L'indicateur est un pourcentage correspondant au ratio entre les valeurs indicatrices des espèces observées et celles des espèces attendues dans le bassin versant concerné. L'indicateur est applicable pour tous les cours d'eau hormis les torrents de montagnes (au-delà de 1200 mètres). Le suivi doit être réalisé sur deux années successives tous les six ans ou sur trois années successives tous les dix ans pour s'affranchir des fluctuations naturelles des effectifs et des conditions météorologiques particulières.

Un dernier type d'indicateur permettrait de mesurer quantitativement la prise en compte des milieux humides dans les programmes d'actions en évaluant des surfaces relatives de milieux humides. Ainsi, des mesures de la superficie des milieux humides sur le territoire du PAPI avant et après mise en œuvre du programme d'action pourraient être effectuées pour calculer :

- la superficie des milieux préservés dans le cadre du PAPI,
- la superficie de milieux humides créés dans le cadre des actions,
- la superficie de milieux humides restaurés grâce à la mise en œuvre du PAPI,
- le pourcentage de milieux humides concernés par des actions du PAPI.

En complément, les pressions qui pèsent sur les milieux humides du PAPI peuvent être calculées et leur évolution suivie :

- **l'indicateur de pression de l'artificialisation des sols** : l'indicateur est construit sur l'évolution de la surface artificialisée par les routes et le bâti, dans l'enveloppe du site et à l'échelle du bassin versant, mise en perspective avec l'artificialisation à l'échelle du territoire. En effet, la pression du développement urbain est une cause majeure de destruction des zones humides. Cet indicateur peut être calculé après chaque mise à jour des bases de données du bâti.
- **l'indicateur de pression des pratiques agricoles** : la proportion de surfaces agricoles concernées par des pratiques agricoles impactantes (qui favorisent l'assèchement ou le ruissellement par exemple) sur le milieu humide considéré est comparée la proportion de surfaces agricoles concernées par des pratiques impactantes à l'échelle du bassin versant de la masse d'eau. Cet indicateur peut être calculé tous les ans.

Enfin, dans le cas de milieux humides ayant des fonctions biologiques et biogéochimiques identifiées et qui sont potentiellement impactées par les programmes d'actions, il est fortement recommandé de porter également attention aux indicateurs de suivi de la qualité écologique des milieux, par exemple :

- l'indicateur de vulnérabilité à l'eutrophisation par la mesure du phosphore,
- l'indice de qualité floristique,
- l'indice humidité du milieu par l'étude des orthoptères,
- l'indicateur sur l'intégrité du peuplement d'odonates,
- l'indicateur sur l'intégrité du peuplement d'amphibiens.

**(o) Boîte à outils RhoMéo pour le suivi de l'état de conservation des milieux humides
(Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, 2013)**

La boîte à outils de suivi des zones humides a été développée dans le cadre du projet RhoMéo. Le programme RhoMÉO avait pour objectif de définir des méthodes de suivis de l'état des zones humides et des pressions exercées sur ces milieux, validées et opérationnelles pour les acteurs locaux. En effet, il n'existait pas encore de méthodes standardisées pour suivre l'état de conservation de ce type de milieu.

Ainsi, 13 indicateurs de suivi des milieux humides ont été mis au point dans le cadre de ce travail. Ces indicateurs, les fonctions des milieux humides et les pressions associées définis dans la boîte à outils sont présentés dans le tableau 11.

*Tableau 11 : indicateurs de suivi des milieux humides issus de la boîte à outils RhoMéo
(Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2013)*

Indicateur	Description	Fonctions des milieux humides ou pressions sur les milieux humides
I01	niveau d'humidité du sol – pédologie	Hydrologie
I02	indice floristique d'engorgement	Hydrologie
I03	dynamique hydrologique de la nappe – piézomètre	Hydrologie
I04	dynamique hydrologique de la nappe – substances humiques	Hydrologie
I05	dynamique sédimentaire – orthoptère	Hydrologie
I06	indice floristique de fertilité du sol	Biogéochimie
I07	vulnérabilité à l'eutrophisation – phosphore	Biogéochimie
I08	indice de qualité floristique	Biologie
I09	humidité du milieu – orthoptères	Biologie
I10	intégrité du peuplement d'odonates	Biologie
I11	intégrité du peuplement d'amphibiens	Biologie
I12	pression de l'artificialisation	Urbanisation
I13	pression de pratiques agricoles	Agricole

Pour chaque indicateur est précisé :

- son domaine de validité,
- les fonctions (hydrologiques, bio-géochimiques, biologiques) ou les pressions (artificialisation, pratiques agricoles) pour lesquelles il est adapté,
- une gamme de coûts pour sa mise en œuvre intégrant le matériel nécessaire ainsi que le temps de collecte et d'analyse,
- les compétences nécessaires (généraliste, qualifié, spécialiste) pour l'acquisition des données et le calcul de

l'indicateur.

De plus, les fiches de présentation des indicateurs sont accompagnées de fiches qui décrivent les protocoles de mesure et de calcul de ces indicateurs et de fiches pour analyser et interpréter les résultats.

Pour en savoir plus sur la boîte à outil Rhoméo et ses indicateurs, il convient de consulter le site internet : <http://www.rhomeo-bao.fr/>.

(p) Mallette d'indicateurs de travaux et de suivis des zones humides (Forum Des Marais Atlantiques, 2015)

Cette mallette d'indicateurs a été élaborée par le Forum des Marais Atlantiques en partenariat avec l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et la Région Pays de la Loire. Sur la base d'expériences territoriales et avec la contribution des acteurs locaux, cette mallette propose un ensemble d'indicateurs de suivis des milieux humides et de suivis de travaux sur ces milieux.

Elle propose un recueil de fiches d'indicateurs. Un suivi de milieux humides reposera sur une sélection d'une partie de ces indicateurs. Afin de connaître les indicateurs les plus pertinents, la mallette propose différentes entrées d'utilisation de ce recueil d'indicateurs :

- choix des indicateurs par thématique ou enjeu (hydrologie, écologie, qualité des eaux, ...) en fonction des objectifs du suivi,
- choix des indicateurs selon le type de travaux,
- une grille pour l'aide au choix des indicateurs,
- un sommaire de toutes les fiches indicateurs.

Chaque fiche indicateur comporte notamment :

- une description de l'indicateur,
- sa faisabilité technique et financière,
- sa pertinence,
- les objectifs à évaluer,
- la typologie des habitats auxquels s'applique l'indicateur,
- les travaux concernés,
- la méthodologie de mesure de l'indicateur,
- l'échelle temporaire de mesure de l'indicateur pour une pertinence optimale de l'indicateur.

Les types de travaux pouvant être concernés dans les PAPI et présents dans la mallette d'indicateurs sont notamment :

- l'aménagement d'une zone humide submersible pour l'écrtage des crues,
- la restauration des connexions hydrauliques au sein du réseau hydrographique,
- la restauration des connexions hydrauliques avec les prairies,
- la réfection de berges,
- le recreusement de mares,
- la suppression de remblais,
- la reconversion de cultures en prairies humides,
- l'effacement de drainage,
- le curage et l'entretien des émissaires hydrauliques,
- le reméandrement,
- la restauration de l'ancien lit,
- la renaturation,
- la réalisation d'un bras de contournement.

Les indicateurs de suivis des fonctions hydrauliques des milieux humides pouvant notamment être suivis sont les suivants :

- l'indicateur hydropériode renseigne sur le fonctionnement hydraulique du milieu humide et sur les fluctuations de la hauteur de la nappe,
- l'indicateur suivi du niveau d'eau renseigne sur la qualité fonctionnelle du milieu humide, conditionne les usages en place et le bon état écologique du milieu,
- l'indicateur morphologie permettra d'analyser le relief de la zone humide et son évolution, d'apprécier les zones d'engorgement et de submersion, de comprendre les phénomènes de sédimentation et d'érosion,
- l'indicateur stabilité des berges conditionne le fonctionnement hydraulique des fossés et des cours d'eau,
- l'indicateur présence d'embâcles conditionne le fonctionnement hydraulique des fossés et des cours d'eau et peut avoir un impact positif ou négatif sur le fonctionnement des milieux,
- l'indicateur présence héliophytes sur les berges témoigne du bon fonctionnement du milieu humide (stabilité des berges, lieux de pontes et de repos pour les poissons, pouvoir auto-épurateur, ...),
- l'indicateur indice d'Ellenberg permet sur la base d'une étude de la végétation présente sur le site de caractériser l'humidité et le niveau trophique des sols.

En complément, des indicateurs sur les autres fonctions des milieux humides pourraient être suivis et évalués comme :

- l'indicateur eutrophisation donne des informations sur le bon fonctionnement des milieux humides et renseigne sur la réussite ou l'échec des travaux de reconnexion hydraulique par exemple,
- l'indicateur niveau trophique de l'eau renseigne sur le bon fonctionnement biogéochimique du milieu humide,
- l'indicateur fonctions biogéochimiques du sol témoigne du bon fonctionnement biogéochimique du milieu humide,
- les différents indicateurs de la qualité physico-chimique et de la qualité biologique de l'eau renseignent sur la présence éventuelle d'une pollution due aux travaux ou autre,
- les différents indicateurs de suivis des espèces végétales et animales du milieu humide.

C.5.1.2 - Indicateurs de suivi des travaux de restauration hydromorphologique

Le manuel de restauration hydromorphologique de l'Agence de l'Eau Seine Normandie (2007) préconise de mettre en œuvre deux types de suivis des opérations de restauration hydromorphologique :

- le suivi écologique,
- le suivi géomorphologique.

Les indicateurs proposés pour réaliser le suivi écologique sont :

- des inventaires piscicoles (pêches électriques) dans le lit mineur,
- des inventaires hydrobiologiques par exemple au moyen de la mesure de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) dans le lit mineur,
- des inventaires faunistiques dans le lit moyen et le lit majeur,
- des inventaires floristiques dans le lit moyen et le lit majeur.

Les indicateurs proposés pour réaliser le suivi géomorphologique sont :

- l'inventaire des différents faciès d'écoulement sur le tronçon de cours d'eau restauré : cet indicateur donne des éléments sur les habitats piscicoles présents et sur des éventuels dysfonctionnements hydromorphologiques,
- les levés de profils en long du cours d'eau,
- les levés de profils en travers du cours d'eau,
- des mesures granulométriques si possible par faciès d'écoulement pour évaluer si le transport sédimentaire est suffisant : cet indicateur donne des éléments sur la rugosité du lit et informe sur la diversification des habitats piscicoles.

La liste d'indicateurs pour le suivi hydromorphologique des cours d'eaux restaurés peut être complétée par d'autres paramètres fournis dans le protocole CARHYCE (CARactérisation Hydromorphologique des Cours d'Eau - Onema, 2015). Il s'agit d'un protocole national standardisé de recueil des données hydromorphologiques à l'échelle de la station sur des cours d'eau prospectables à

piéd. Ces indicateurs complémentaires sont les suivants :

- les éléments de géométrie à pleins bords sont des éléments de classification hydromorphologique des cours d'eau,
- le rapport de la largeur sur la profondeur moyenne à pleins bords témoigne également de la dynamique fluviale du cours d'eau et de la cohésion des berges,
- le débit de pleins bords est le débit du cours d'eau au-delà duquel le cours d'eau déborde dans son lit majeur. Il est aujourd'hui couramment admis que le débit de pleins bords d'un cours d'eau est proche de la crue journalière de fréquence biennale (pour les cours d'eau peu anthropisés, non clairement démontré pour les rivières en tresse),
- la puissance spécifique de pleins bords est la pente du cours d'eau multipliée par le débit de pleins bords. Elle témoigne de la dynamique fluviale du cours d'eau (capacité à éroder les berges et à transporter les alluvions),
- la description de la nature des berges donne des éléments sur l'érodabilité et la mobilité des berges et les types d'habitats présents,
- la description du corridor rivulaire et de la ripisylve qui contribuent à la structuration et à la diversification des habitats.

De plus, la méthode du suivi scientifique minimal (Onema, 2010) peut être mise en application. Il s'agit d'une méthode harmonisée de suivi des éléments biologiques, hydromorphologiques, physico-chimiques, hydrologiques qui permet d'évaluer les réponses des milieux à une action de restauration entreprise selon différents types de cas.

C.5.1.3 - Synthèse des indicateurs pouvant être évalués pour suivre les actions du PAPI

Le tableau 12 ci-dessous résume les différents indicateurs qui peuvent potentiellement être mesurés et évalués dans le cadre du suivi des actions du PAPI et les fonctions ou pressions du milieu humide correspondantes. Pour un même objet du suivi, un ou plusieurs indicateurs peuvent être suivis. Cette liste d'indicateurs n'est pas exhaustive. Les indicateurs devront nécessairement être définis au regard des enjeux écologiques identifiés sur le territoire et des caractéristiques des milieux qui s'y trouvent notamment s'agissant du suivi de la faune et de la flore.

Tableau 12 : synthèse des indicateurs pouvant être évalués dans le cadre du suivi des actions du PAPI

Objet du suivi	Indicateurs	Fonctions / Pressions
Hydromorphie et Humidité du sol	<ul style="list-style-type: none"> Indicateur du niveau d'humidité du sol par des sondages pédologiques (RhoMéo) Indicateur d'hydropériode (Mallette FMA) Indice humidité du milieu par l'étude des orthoptères (RhoMéo) 	Hydrologiques / hydrauliques
Flore indicatrice des conditions d'humidité	<ul style="list-style-type: none"> Indice floristique d'engorgement (RhoMéo) Indice d'Ellenberg (Mallette FMA) Indicateur de la présence d'hélophytes (Mallette FMA) 	Hydrologiques / hydrauliques
Niveau de nappe	<ul style="list-style-type: none"> Indicateur de la dynamique hydrologique de la nappe par l'étude des relevés piézométriques (RhoMéo) Indicateur de la dynamique hydrologique de la nappe par l'étude des substances humiques du sol (RhoMéo) Indicateur de suivi du niveau d'eau (Mallette FMA) 	Hydrologiques / hydrauliques
Morphodynamique	<ul style="list-style-type: none"> Indicateur de la dynamique sédimentaire, orthoptère (RhoMéo) Indicateur de morphologie (Mallette FMA) Indicateur de stabilité des berges (Mallette FMA) Paramètres hydromorphologiques (CARHYCE) 	Hydrologiques / hydrauliques
Eutrophisation	<ul style="list-style-type: none"> Indicateur de vulnérabilité à l'eutrophisation par la mesure du phosphore (RhoMéo) Indicateur d'eutrophisation (Mallette FMA) Indicateur de niveau trophique de l'eau (Mallette FMA) 	Biogéochimiques
Biogéochimie du sol	<ul style="list-style-type: none"> Indicateur des fonctions biogéochimiques du sol (Mallette FMA) 	Biogéochimiques
Qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Indicateurs de la qualité physico-chimique et de la qualité biologique de l'eau (Mallette FMA) 	Biogéochimiques
Faune	<ul style="list-style-type: none"> Indicateur sur l'intégrité du peuplement d'odonates (RhoMéo) Indicateur sur l'intégrité du peuplement d'amphibiens (RhoMéo) 	Écologiques et biologiques
Flore indicatrice de l'état écologique	<ul style="list-style-type: none"> Indice de qualité floristique 	Écologiques et biologiques
Pressions	<ul style="list-style-type: none"> Indicateur de pression de l'artificialisation des sols (RhoMéo) Indicateur de pression des pratiques agricoles (RhoMéo) Surface de milieux humides avant et après travaux (proposé dans ce guide) : <ul style="list-style-type: none"> superficie des milieux préservés superficie de milieux humides créés dans le cadre des actions, superficie de milieux humides restaurés pourcentage de milieux humides concernés par des actions du PAPI 	Urbanisme Agriculture PAPI

C.5.2 - Réaliser le suivi et l'évaluation des actions

C.5.2.1 - Réaliser l'état initial des milieux humides avant les travaux et la mise en œuvre des actions

Comme évoqué dans le paragraphe C.4.2, tous les projets susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement sont soumis à l'application de la séquence éviter-réduire-compenser (ERC). Les travaux réalisés dans le cadre des PAPI y sont soumis. L'état initial des sites qui feront l'objet de travaux est une étape essentielle de cette séquence ERC.

L'état initial doit porter sur les fonctions des milieux humides qui seront potentiellement impactées par le programme d'actions :

- soit sur les fonctions hydrauliques si celles-ci sont mobilisées pour faire des actions de prévention des inondations,
- soit sur les autres fonctions (écologiques ou biogéochimiques), potentiellement impactées par le programme d'actions, pour les milieux humides n'ayant pas de fonctions hydrauliques utiles.

En ce qui concerne les fonctions des milieux humides potentiellement impactées par les travaux, l'état initial servira de base pour déterminer l'importance des impacts éventuels des travaux sur ces fonctions et les mesures à prendre pour les limiter.

En ce qui concerne les fonctions qui sont amenées à être valorisées dans le cadre des travaux, l'état initial servira d'état de référence pour démontrer l'effet positif des actions sur les milieux humides, au moment du suivi des actions.

Pour la réalisation de l'état initial, les indicateurs présentés dans le paragraphe C.5.1 peuvent être utilisés. Le choix des indicateurs à suivre doit se faire en fonction des orientations des actions sur les milieux humides décidées dans le cadre du PAPI :

- les indicateurs portant sur l'évaluation des fonctions hydrauliques des milieux humides devraient systématiquement être évalués. Ils permettront de vérifier l'efficacité hydraulique des actions de prévention des inondations,
- l'indicateur de surveillance de la surface totale de milieu humide potentiellement mobilisée dans les actions du PAPI devrait être systématiquement évalué. Cet indicateur est un critère direct d'évaluation d'une politique volontariste de prise en compte des milieux humides dans le PAPI,
- l'indicateur de surveillance des pressions de l'artificialisation peut orienter le porteur de projet du PAPI sur le besoin d'améliorations de la prévention des inondations en zone urbaine. Après travaux cet indicateur mettra en évidence si les zones urbaines accueillent effectivement des actions de prévention des inondations,
- l'indicateur de pression des pratiques agricoles impactantes alerte sur la nécessité de travailler sur l'amélioration des pratiques agricoles locales,
- les indicateurs portant sur l'évaluation des fonctions écologiques et biogéochimiques doivent être évalués en cas d'impact significatif sur un milieu humide ayant un enjeu écologique important. Ils renseigneront sur la bonne mise en œuvre de la séquence ERC dans le cadre du programme d'actions.

Dans le cas de travaux de restauration, le manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau (Agence de l'Eau Seine Normandie, 2007) préconise, avant tous travaux de restauration, de réaliser une étude préalable pour connaître le contexte hydromorphologique, écologique, sociologique et l'état du foncier du cours d'eau à restaurer. Les indicateurs de suivi écologique et hydromorphologique du cours d'eau, détaillés dans le paragraphe C.5.1.2, peuvent servir de base pour réaliser cet état initial du site avant travaux. Ces mêmes indicateurs, mesurés lors du suivi après travaux, permettront d'évaluer l'impact de ces derniers sur les milieux.

Une fois l'état initial des sites accueillant des actions du PAPI réalisé, il est nécessaire de mettre en place un suivi et un contrôle de la mise en œuvre des actions.

C.5.2.2 - Suivre la mise en œuvre des actions du PAPI

Tout d'abord, pendant la phase de réalisation des travaux, il est fortement recommandé de mettre en place un suivi environnemental des différents chantiers d'aménagements, comme détaillé dans le paragraphe C.4.3.2.

De plus, il est conseillé de réaliser un suivi des indicateurs préalablement définis et mesurés lors de la phase de l'état initial après la mise en œuvre des actions du PAPI. Chaque type d'indicateur renseigne sur les réussites et les pistes d'amélioration du PAPI comme détaillé dans le paragraphe C.5.2.1.

Pour le suivi des indicateurs après la mise en œuvre des actions, il est conseillé de respecter un temps minimum de retour à l'équilibre des milieux humides impactés par des travaux de restauration. En effet, il faudra laisser le temps nécessaire aux milieux humides pour qu'ils retrouvent un état d'équilibre de fonctionnement après les opérations de travaux et également pour qu'ils puissent développer les fonctionnalités hydrauliques que les travaux devraient favoriser. Le temps minimum de trois ans conseillé dans le manuel de restauration hydromorphologique (Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2007) est une bonne base de réflexion pour mettre un place un suivi des indicateurs après travaux. Cette durée sera à adapter au cas par cas, en fonction du type de travaux engagés et du type de milieux humides sur lesquels les travaux ont portés. Pour que le suivi des actions soit efficace et représentatif, il est fortement conseillé de prévoir un suivi des actions du PAPI bien au-delà de la durée du PAPI, c'est-à-dire au-delà de 6 ans.

Un exemple de suivi de travaux est présenté en encart (q) ci-dessous. Il porte sur la mise en œuvre d'une opération de création de chenaux de crue à Lunéville.

(q) Suivi des travaux de création de chenaux de crues et de restauration des échanges entre lit majeur et lit mineur sur la Vezouze (Meurthe-et-Moselle)

La Vezouze est un cours d'eau avec un régime de type fluvial qui connaît des inondations régulières souvent de grande intensité. Ce cours d'eau passe dans la ville de Lunéville et subit de fortes pressions urbaines avec une réduction importante des surfaces d'expansion de crues en amont du bassin versant et de mauvaises conditions d'évacuation des flux dans la partie aval. De plus, les berges du cours d'eau étaient fortement artificialisées dans l'agglomération de Lunéville (présence de digues de protection et d'encrochements).

À la suite d'inondations violentes et à répétition sur le secteur, l'ex Communauté de Commune du Lunévillois a engagé un programme global de travaux pour améliorer la protection des riverains contre les inondations. Ce programme comprenait des travaux sur les réseaux de collectes des eaux pluviales et des eaux usées, la mise en place de protection rapprochées et surtout la restauration du champ d'expansion de crues.

Les travaux d'aménagement qui ont été mis en œuvre sont les suivants :

- élargissement du lit moyen du cours d'eau par la suppression d'une digue en rive gauche,
- creusement de deux chenaux de crues, d'une superficie totale de 6 ha, qui permettront le développement de milieux humides (mares et annexes hydrauliques) (cf illustration 39),
- plantation de ripisylve sur les berges et de plantes aquatiques dans les chenaux de crues,
- en parallèle, réalisation de travaux sur le réseau d'eau pluviale.

Un suivi de ces travaux de restauration du champ d'expansion a été mis en œuvre par l'ex Communauté de Commune du Lunévillois.

Dans un premier temps, un état initial sur le fonctionnement hydraulique du territoire a été réalisé par un bureau d'études de 2000 à 2005. Ainsi, des investigations de terrains ont été réalisées pour étudier l'hydrographie, l'hydrologie, la topographie et la géologie du site. Concernant le volet écologique, l'état initial a été réalisé sur la base d'une étude bibliographique.

Suite aux travaux réalisés en 2007, un suivi a été effectué entre 2010 et 2014. Ce suivi a permis d'évaluer les impacts positifs et/ou négatifs des travaux sur les milieux naturels (faune et flore), en ciblant plus particulièrement le lit majeur de la Vezouze et les annexes hydrauliques créées. Aucune évaluation n'a été faite sur le lit mineur aussi bien sur la faune que sur l'évolution hydromorphologique du cours d'eau.



Illustration 39 : photo du chenal de crue la Vezouze crée en rive gauche à Lunéville (photographe : Pierre Mangeot, Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2009)

Les premiers résultats des suivis de 2010 et 2011 ont démontré que sur le plan écologique, les travaux de renaturation du site sont une réussite avec l'apparition de plusieurs espèces remarquables en Lorraine (insectes et végétaux). Sur le plan hydraulique, les travaux d'aménagements sont également une réussite, la hauteur d'eau et les surfaces inondées ayant nettement diminué dans la ville.

La force de cet aménagement est qu'il répond à la fois à deux enjeux forts : la prévention des inondations et l'amélioration de la biodiversité du site et donc l'amélioration du cadre de vie des riverains.

(source : www.zones-humides.eaufrance.fr, consulté en 2015)

C.5.2.3 - Mettre en place un processus itératif de modification du PAPI lors de la mise en œuvre des actions

Au cours de la mise en œuvre des actions et sur la base des résultats du suivi, il est fortement recommandé de mettre en place un processus itératif d'ajustement ou de modification du programme d'actions :

- en cas d'impact des travaux inattendu ou sous-évalué pour un milieu humide,
- en cas de découverte d'un milieu humide sur un site de mise en œuvre d'une action.

Il est possible, si cela s'avère nécessaire, de procéder à l'adaptation ou à la révision du programme d'actions. Cependant, toute modification devra faire l'objet d'une notification du comité de labellisation compétent et même d'un examen par ce comité dans le cadre d'une modification majeure.

C.5.2.3.1 - Agir en cas d'impact sur un milieu humide à fort enjeu écologique

Comme évoqué dans le C.4.2, la séquence éviter-réduire-compenser (ERC) doit être mise en œuvre pour les tous les projets ayant potentiellement des impacts sur les milieux. Les travaux réalisés dans le cadre des PAPI sont concernés.

Si la séquence ERC est bien mise en œuvre dès l'étape d'élaboration du programme d'actions, ce cas de figure ne devrait pas se présenter.

Cependant, si au cours de la réalisation des travaux, un impact sur un milieu humide à fort enjeu écologique a été sous évalué, il est fortement recommandé de revenir à l'application de la séquence ERC. Lors de la réalisation des travaux, il faudra agir rapidement pour voir dans quelles mesures les impacts sur ce milieu humide pourront être évités. Si l'évitement n'est pas possible, il faudra prendre toutes les mesures nécessaires pour réduire les impacts. Et si, malgré la mise en place des mesures de réductions, l'impact sur le milieu humide considéré reste significatif, des mesures compensatoires devront être mises en œuvre.

C.5.2.3.2 - Agir en cas de découverte d'un milieu humide en cours d'action

Comme évoqué dans le paragraphe C.1.2, une prise en compte optimale des fonctionnalités des milieux humides dans les PAPI passe par une connaissance de ces milieux humides sur le territoire du PAPI.

Cependant, si au cours de la mise en œuvre d'une action, un nouveau milieu humide est découvert, il est recommandé de s'interroger sur les deux points suivants :

- ce milieu humide risque-t-il d'être dégradé suite à la mise en œuvre de cette action et subir des impacts significatifs sur les enjeux environnementaux présents ? Le cas échéant, la séquence ERC doit être mise en œuvre comme évoqué dans le paragraphe C.4.2 ;
- ce milieu humide a-t-il des fonctionnalités hydrauliques intéressantes ? Le cas échéant, il est recommandé d'étudier la possibilité d'une action pertinente sur ce milieu humide afin de valoriser ses fonctionnalités hydrauliques dans la stratégie de prévention des inondations du PAPI (cf C.2).

C.5.2.3.3 - Faire une évaluation globale de la prise en compte des milieux humides dans le PAPI

À la fin de la mise en œuvre du programme d'actions, il est fortement conseillé de faire une évaluation du PAPI pour déterminer son réel impact sur les fonctionnalités des milieux humides. Cet impact peut être plutôt positif ou plutôt négatif sur les milieux humides ou sur la prise en compte de leurs fonctionnalités hydrauliques. Pour cela, le porteur de projet du PAPI pourra s'appuyer sur une sélection d'indicateurs déjà évoqués dans le paragraphe C.5.1.

Ces indicateurs devront être mesurés et leur valeur comparée à celles mesurées avant la mise en œuvre du programme d'actions.

En cas de sous-utilisation du potentiel des milieux humides du secteur, ou d'impact plutôt négatif du PAPI sur les milieux humides, une réorientation des actions du prochain programme pourra alors être envisagée pour aboutir à une meilleure prise en compte des fonctions des milieux humides.

Préconisations pour le suivi des actions du PAPI

- > **Définir des indicateurs pertinents** pour le suivi des actions en adéquation avec les objectifs des actions et les travaux réalisés
- > **Réaliser l'état initial** des milieux humides où des actions du PAPI ont été décidées
- > Mettre en place **un suivi** de la mise en œuvre des actions
- > Mettre en place un **processus itératif de modifications** des actions du PAPI, le cas échéant
- > Faire **une évaluation globale de la prise en compte des fonctionnalités des milieux humides** dans le PAPI

D - Inscrire les actions dans un projet global de territoire

Les politiques publiques promeuvent une vision intégrée des différentes problématiques de gestion du territoire. En particulier, les politiques d'aménagement et de développement du territoire doivent intégrer dans leurs orientations le risque inondation et la gestion des milieux naturels, notamment des milieux humides.

La compétence GEMAPI (Gestion des Milieux aquatiques et Prévention des Inondations), qui doit entrer en vigueur à l'horizon 2018, illustre parfaitement ce concept de gestion intégrée des territoires. En effet, à compter du 1^{er} janvier 2018, la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations seront assurées par un même acteur, à savoir un établissement public de coopération intercommunale à fiscalité propre (communauté de communes, communauté d'agglomération, communauté urbaine ou métropole). Cette compétence pourra être ensuite déléguée ou transférée à un autre opérateur. La création de la compétence GEMAPI permettra de créer une synergie des actions qui seront mises en œuvre dans ces deux domaines (milieux aquatiques et inondations) et favorisera une cohérence des différentes actions entre elles. Cette réforme répond aux impératifs des textes européens, notamment la Directive Cadre sur l'Eau et la Directive Inondation, qui fixent des objectifs ambitieux en matière de gestion équilibrée et durable de la ressource en eau (Onema, 2014).

Pour créer cette synergie entre les politiques publiques de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations, le PAPI doit s'appuyer sur les outils réglementaires d'aménagement du territoire existants (D.1). Cependant, la bonne prise en compte des dispositions de ces outils réglementaires implique une mobilisation coordonnée des différents acteurs du territoire lors de l'élaboration du PAPI (D.2).

D.1 - Mobiliser les outils de la gestion de l'eau et de la planification pour la mise en œuvre du PAPI

Les outils à mobiliser pour la mise en œuvre du PAPI regroupent aussi bien les outils de gestion de l'eau dans les territoires que les outils de planification du territoire. Ensuite, la déclinaison concrète en actions de l'ensemble de ces politiques de gestion se fait grâce à des outils de programmation opérationnelle.

Les outils de la gestion de l'eau recouvrent :

- les outils de gestion des milieux aquatiques : SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux), SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau) ;
- les outils de gestion des risques d'inondation : le PGRI (Plan de Gestion des Risques d'Inondation), la SLGRI (Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation), le PPRI (Plan de Prévention des Risques Inondation), la SLGTC (Stratégie Locale de Gestion du Trait de Côte) et le PPRL (Plan de Prévention des Risques Littoraux) dans les zones littorales pour le risque de submersion marine,
- les outils de planification du territoire : les DTA (Directives Territoriales d'Aménagement) et DTADD (Directives Territoriales d'Aménagement et de Développement Durable), le SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale), PLU (Plan Local d'Urbanisme), Carte Communale et le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires),
- les outils de programmation opérationnelle : les Plan De Mesures (PDM), les contrats de rivières, les Plans Fleuves, les PAPI (Programmes d'Actions de Prévention des Inondations) ;
- les outils de protection environnementaux et les zonages environnementaux : la convention RAMSAR, le classement Natura 2000, les ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux), les ZNIEFF (Zones Nationales d'Intérêt Faunistique et Floristique), les SRCE (Schémas Régionaux de Cohérence Écologique) remplacés par les SRADDET, les RNN et RNR (Réserves Naturelles Nationales et Régionales), les PNN et PNR (Parcs Naturels Nationaux et Régionaux), les APPB (Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope), les ENS (Espaces Naturels Sensibles).

Ces différents outils sont détaillés dans l'Annexe E.

D.1.1 - Articulation des outils de gestion de l'eau et des risques d'inondation avec les documents de planification

Les outils de la gestion de l'eau, des risques d'inondation et les documents de planification doivent être compatibles entre eux

(D.1.1.1). La synergie entre les différentes politiques publiques peut se créer en rapprochant ces différents outils entre eux à des niveaux d'échelles territoriales équivalentes (D.1.1.2).

D.1.1.1 - Synthèse des rapports de compatibilité entre les différentes politiques publiques

Les documents de planification du territoire doivent être compatibles avec les outils de gestion des milieux aquatiques et de gestion des risques d'inondation. Ils doivent notamment reprendre les orientations et prescriptions en matière de prévention des inondations qui s'appuient sur les services rendus par les milieux humides. De même les outils de gestion des risques d'inondation doivent être compatibles avec les SDAGE et les SAGE. L'illustration 40 ci-dessous résume ces rapports de comptabilité.

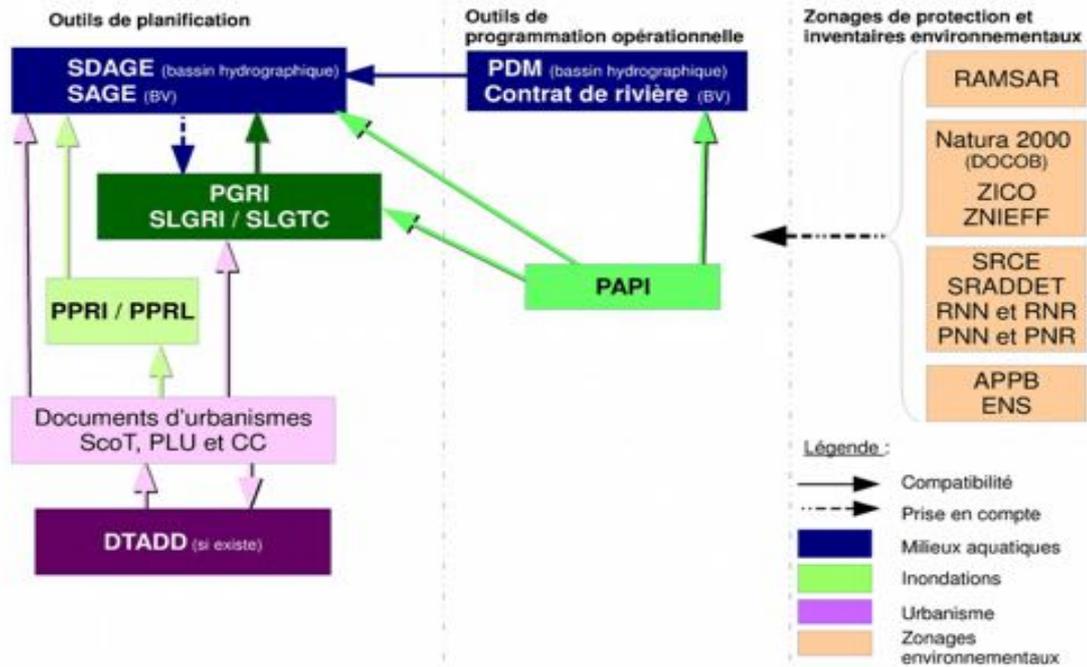


Illustration 40: rapports de comptabilité et de prise en compte entre les outils de gestion des milieux aquatiques, de gestion des risques d'inondation et de planification du territoire (© Cerema, d'après un schéma de www.zones-humides.eaufrance.fr)

D.1.1.2 - Rapprocher les outils existants

Pour créer une synergie entre les politiques de gestion des milieux aquatiques et de gestion des risques d'inondation, il est possible de rapprocher ces différents outils décrits dans le paragraphe précédent (D.1.1). Ce rapprochement entre outils doit se faire en respectant certaines conditions :

- rapprocher des outils qui ont des échelles comparables et cohérentes, un outil complétant l'autre,
- faire en sorte que ces outils soient portés par des instances communes qui rassemblent les mêmes acteurs, toujours pour assurer une cohérence dans les actions,
- s'assurer que chaque outil respecte individuellement les conditions d'éligibilité pour les subventionnements ou les labellisations.

Ainsi, les outils suivants peuvent être rapprochés :

- le PGRI peut jouer le rôle du volet inondation du SDAGE avec lequel il doit être compatible,
- la SLGRI peut représenter le volet inondation du SAGE,
- le PAPI peut constituer le volet inondation du contrat de rivière sur un même territoire.

Cependant, si la fusion de ces différents outils n'est pas envisageable, chaque document devra démontrer comment il est en cohérence avec les prescriptions données par l'outil avec lequel il doit rester compatible ou qui lui est opposable (DREAL Languedoc-Roussillon, 2011).

Le tableau 13 présente, à niveau d'échelle équivalent, les outils de gestion des milieux aquatiques et les outils de gestion des risques d'inondation.

Tableau 13 : synthèse de l'articulation entre les outils de gestion de l'eau, des risques d'inondation et les documents de planification en fonction des échelles considérées

Échelle de mise en œuvre	Types de documents	Les outils de la gestion de l'eau	Les outils de gestion des risques d'inondation
Échelle du bassin hydrographique	Documents cadre	SDAGE et PDM	PGRI
Échelle du bassin versant	Documents de planification	SAGE	SLGRI, PPRI, SLGTC et PPRL
Échelle du bassin versant	Documents de programmation financière	Contrat de Rivière	PAPI (zones littorales)

Le tableau 14 synthétise les rapports de compatibilité entre les différents outils détaillés dans ce chapitre et intègre également les documents d'urbanisme.

Tableau 14 : rapports de compatibilité entre les différents outils de gestion de l'eau et de planification des territoires

Type d'outil	Documents	Compatible avec les orientations de
Gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques	SAGE	SDAGE
	Contrat de rivière	SDAGE, SAGE et PGRI (si le contrat de rivière comporte un volet inondation)
Gestion des risques d'inondation	PGRI	SDAGE et SAGE
	SLGRI	SDAGE, SAGE et PGRI
	PPRI	SDAGE, SAGE et PGRI
	PAPI	SDAGE, SAGE, contrat de rivière, PGRI et SLGRI, SLGTC
Planification	SCoT	SDAGE, SAGE, PGRI, DTADD (si existe), PPRI et PPRL, SRADDET
	PLU	SDAGE, SAGE, PGRI, PPRI et le PPRL (les PPRI/L sont annexés au PLU qui doit reprendre strictement leur règlement), SCoT, et DTADD (si existe et en l'absence de SCoT).
	SRADDET	SDAGE, PGRI, SCoT, PLU

D.2 - Mettre en place un mode de gouvernance du PAPI qui mobilise l'ensemble des acteurs du territoire

Le PAPI doit décrire l'ensemble des modalités de la gouvernance mise en place pour élaborer le programme d'actions et le mettre en œuvre. Il doit aussi préciser les liens entre le dispositif PAPI, les diverses démarches de gestion de l'eau (notamment SAGE ou contrat de rivière) et les politiques d'aménagement du territoire (notamment SCOT, PLU : cf D.1.1) (MEDDE, 2011).

La gouvernance du PAPI doit mobiliser l'ensemble des acteurs locaux pour l'élaboration et la mise en œuvre du programme d'actions (D.2.1) et créer de véritables instances de décisions et de concertation qui intègrent les acteurs locaux (D.2.2).

D.2.1 - Mobiliser les acteurs clés du territoire pour l'élaboration et la mise en œuvre du PAPI

Les acteurs clés à mobiliser regroupent aussi bien les acteurs historiques de la gestion de l'eau (D.2.1.1) que les acteurs de la gestion des territoires et les usagers (D.2.1.2).

D.2.1.1 - Les acteurs historiques de la gestion de l'eau

D.2.1.1.1 - Les EPCI-FP

La GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations) est une nouvelle compétence qui sera dévolue au bloc communal, c'est-à-dire aux EPCI-FP (Établissements Publics de Coopération Intercommunale à Fiscalité Propre). Il pourra lui-même transférer la compétence à un EPTB (Établissement Public Territorial de Bassin) ou à un EPAGE (Établissement public d'Aménagement et de Gestion de l'Eau). Les EPAGE ou les EPTB peuvent être des Syndicats Mixtes ouverts ou fermés.

La GEMAPI sera une compétence obligatoire à partir du 01/01/2018 (phase transitoire) et obligatoire et exclusive à partir du 01/01/2020. C'est-à-dire que, à partir du 01/01/2020, si un EPCI à fiscalité propre exerce la compétence GEMAPI, ces missions ne pourront pas être assurées par une autre structure. Il est donc très important de bien définir les contours de cette compétence, notamment dans les statuts de la structure qui va l'assurer. En effet, cette compétence crée de nouvelles responsabilités.

La loi MAPTAM du 27/01/2014 définit la GEMAPI dans 4 alinéas (1, 2, 5 et 8) de l'article L.211-7 du code de l'environnement. Les thématiques des missions visées sont les suivantes :

- 1° L'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique,
- 2° L'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau, canal, lac ou plan d'eau, y compris les accès à ce cours d'eau, à ce canal, à ce lac ou à ce plan d'eau,
- 5° La défense contre les inondations et contre la mer,
- 8° La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines.

Cependant, d'autres alinéas de l'article L211-7 englobent des thématiques qui sont aussi du ressort de la prévention des inondations mais qui ne sont pas comprises dans les contours de la GEMAPI. Il s'agit par exemple de la gestion des ruissellements sur le territoire.

La mise en œuvre de cette nouvelle compétence est l'occasion d'établir un nouveau projet de territoire qui permettra de :

- mener une analyse stratégique de la gestion de l'eau sur le territoire aussi bien pour ce qui concerne la gestion des milieux aquatiques que la prévention des inondations en assurant la cohérence entre ces deux stratégies, car elles seront définies et menées par un seul et même acteur ;
- de faire un état des lieux des ouvrages hydrauliques, des structures existantes sur le territoire (EPCI à fiscalité propre, Syndicat mixte, ...) et du rôle de chacun des acteurs pour la gestion de l'eau sur le territoire.

Dans le cadre de la mise en œuvre de cette nouvelle compétence, il faudra rester vigilant sur la cohérence des actions GEMAPI dans le bassin versant et conserver la "philosophie" de la solidarité amont / aval, même si le périmètre d'intervention d'un EPCI-FP exerçant la compétence GEMAPI ne correspond pas aux contours des bassins versants.

D.2.1.1.2 - Les Établissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB)

Les EPTB sont des groupements de collectivités qui peuvent prendre la forme d'institutions interdépartementales, d'organismes interdépartementaux ou de syndicats mixtes.

L'EPTB, à l'échelle des bassins ou groupements de sous-bassins hydrographiques (art. L213-12 du code de l'environnement), est un organisme :

- qui facilite la prévention des inondations et la défense contre la mer, la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau, la préservation, la gestion et la restauration des écosystèmes aquatiques et des zones humides ;
- qui contribue à l'élaboration du Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) ;
- qui assure la cohérence de l'activité de maîtrise d'ouvrage des EPAGE, et des collectivités territoriales et leurs groupements (coordination, animation, information, conseil) (L566-10 du Code de l'Environnement) ;
- qui exerce tout ou partie des missions relevant de la compétence GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations) ;
- qui peut définir un Projet d'Aménagement d'Intérêt Commun (PAIC) ;
- dont l'action s'inscrit dans les principes de solidarité territoriale, notamment envers les zones d'expansion des crues, qui fondent la gestion des risques d'inondation.

La planification et la programmation à l'échelle du bassin assurées par l'EPTB permettent de garantir les complémentarités et les synergies d'action entre les collectivités territoriales et leurs groupements. Elles se font via des stratégies partagées élaborées par le conseil syndical avec l'association de tous les acteurs (associations, acteurs économiques, administrations, citoyens, ...) et suivies par une gouvernance de concertation adaptée qui s'appuie sur les instances de planification locale (telles que les Commissions Locales de l'Eau (CLE)).

Les EPTB peuvent assurer les missions suivantes :

- amélioration des connaissances et de l'expertise : mise en synergie de la recherche avec les gestionnaires, observatoires, expérimentations, études globales, ... ;
- accompagnement des collectivités territoriales : animation, guides techniques, assistance à maîtrise d'ouvrage, ... ;
- planification et programmation d'actions : élaboration et mise en œuvre des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), des Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI), des Stratégies Locales de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI), des Plans de Gestion des Étiages (PGE), contribution aux Plans fleuves, ... ;
- maîtrise d'ouvrage : gestion d'ouvrages de prévention des inondations et des étiages, travaux de restauration de la morphologie et de la continuité des cours d'eau, ... ;
- sensibilisation : information, formation, communication auprès de divers publics (particuliers, professionnels, élus, scolaires, ...).

D.2.1.1.3 - La Commission Locale de l'Eau (CLE)

La CLE est chargée d'élaborer le SAGE du bassin versant et de le mettre en œuvre. Dans ce contexte, elle mobilise l'ensemble des acteurs du périmètre du SAGE autour des enjeux du territoire. La CLE assure le maintien d'une cohérence entre les orientations du SDAGE, des SCoT qui sont sur le périmètre du SAGE et celles des autres SAGE à proximité.

La CLE est présidée par un élu local et se compose de trois collègues (www.gesteau.eaufrance.fr, consulté en 2015) :

- les collectivités territoriales, leurs groupements et les établissements publics locaux,
- les usagers (agriculteurs, industriels, etc.), les propriétaires fonciers, les organisations professionnelles et les associations concernées,
- l'État et ses établissements publics.

Afin de garantir la cohérence entre les actions définies dans le cadre du PAPI et les orientations du SAGE, des représentants

siégeant à la CLE doivent être mobilisés pour l'élaboration du PAPI. En effet, la cohérence dans les actions décidées dans le cadre de ces deux démarches sera facilitée si des représentants communs intègrent les instances décisionnaires de ces deux outils.

D.2.1.1.4 - La Mission Inter-services de l'Eau et de la Nature (MISEN)

La MISEN regroupe :

- l'ensemble des services de l'État (notamment Direction Départementale des Territoires, Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations, Agence Régionale de Santé, Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement, Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt),
- des établissements publics de l'État (notamment Agences de l'eau, Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques inclus au sein de l'Agence Française de la Biodiversité depuis le 01/01/2017), Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Office National des Forêts).

Tous ces services ont une compétence dans le domaine de l'eau et de la nature.

La MISEN est une instance de coordination inter-services, chargée de mettre en œuvre dans le département la politique de l'eau et de la nature. Pour cela la MISEN doit identifier les enjeux liés à la gestion de l'eau et définir des priorités d'actions au regard des documents de cadrage nationaux (circulaires, ...), de bassin (SDAGE, ...), régionaux et départementaux.

Les membres de la MISEN peuvent être sollicités pour l'élaboration du projet du PAPI en tant que responsables de la déclinaison de la politique de l'eau au niveau du département.

D.2.1.1.5 - Les Agences de l'eau

Les agences de l'eau mettent en œuvre les orientations décidées par le Comité de Bassin. Le comité de bassin est une assemblée qui regroupe les différents acteurs, publics ou privés, agissant dans le domaine de l'eau. Son objet est de débattre et de définir de façon concertée les grands axes de la politique de gestion de la ressource en eau et de protection des milieux aquatiques. À ce titre, il élabore le SDAGE, soumis ensuite à l'approbation de l'État, et suit son exécution.

Les agences de l'eau subventionnent, notamment, des projets de restauration de cours d'eau, de reconnexion d'annexes hydrauliques et de milieux humides. Ce financement est apporté, la plupart du temps, à la condition que ces actions jouent un rôle sur l'amélioration de la qualité des milieux et la protection de la ressource en eau. Mais dans le contexte de la création de la compétence GEMAPI, les agences de l'eau commencent à financer des opérations qui conjuguent à la fois la restauration des milieux aquatiques et la prévention des inondations.

Quelques exemples d'actions d'Agences de l'Eau alliant la restauration des milieux aquatiques et la prévention des inondations sont cités ci-après.

L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse a lancé en 2016 un appel à projets à l'attention des syndicats de bassins versants et des intercommunalités. Cet appel à projet cible les actions qui répondent au double objectif de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (www.eaurmc.fr, consulté en 2015). Les travaux ciblés par cet appel à projets sont par exemple :

- des travaux de restauration de la sinuosité du lit mineur du cours d'eau pour lui redonner un fonctionnement naturel et freiner les vitesses des écoulements,
- des travaux pour rétablir la continuité sédimentaire du cours d'eau,
- des travaux pour renaturer l'espace de mobilité des cours d'eau (par exemple, décorsetage, recul de digue, réouverture de cours d'eau couverts, arasement de seuils transversaux) et ainsi mobiliser de nouvelles zones de stockage des écoulements,
- des travaux de création de champs d'expansion naturelle des crues (par exemple arasement de digue, brèche, ...) et augmenter le volume d'eau stockée,
- des études globales à l'échelle du bassin versant sur la restauration des cours d'eau en milieu urbain exposé au risque

inondation ou sur les zones d'expansion des crues mobilisables à l'échelle du bassin versant,

- des actions de communication et de sensibilisation sur le rôle joué par les milieux humides dans la prévention des inondations.

L'Agence de l'Eau Adour-Garonne définit, quant à elle, dans son 10^e programme d'actions 2013/2018 une orientation spécifique sur la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (www.eau-adour-garonne.fr, consulté en 2015). Les financements dédiés sont destinés à :

- des programmes pluriannuels de gestion des cours d'eau qui incluent la reconquête des ZEC pour que les cours d'eau puissent y déborder,
- des programmes de restauration des continuités écologiques pour rétablir la circulation et le transport sédimentaire dans les cours d'eau et revenir à un fonctionnement naturel des cours d'eau,
- des actions pour préserver le fonctionnement des milieux humides qui contribuent à la régulation des eaux par :
 - la mise en place de gestions adaptées de ces milieux pour lutter contre les inondations,
 - des démarches d'acquisitions foncières,
 - des actions de sensibilisation sur le rôle positif joué par les milieux humides notamment dans la prévention des inondations.

L'Agence de l'Eau Artois Picardie a inscrit, parmi les priorités de son 10^{ème} programme d'intervention, l'accompagnement des actions de régulation des crues et prévention du ruissellement et de l'érosion qui participent à la restauration et la gestion des milieux aquatiques.

À ce titre, l'Agence peut contribuer au financement des actions d'intérêt général pour le bassin Artois-Picardie, en privilégiant celles qui favorisent un fonctionnement naturel des cours d'eau et la mobilisation des champs d'expansion des crues.

De telles opérations peuvent être définies au sein de Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) ou d'autres programmes globaux d'interventions techniques et financières, notamment par la mise en œuvre de mesures visant au ralentissement dynamique des écoulements sur un bassin versant.

Dans ce cadre, l'Agence de l'Eau Artois Picardie apporte une contribution à l'ensemble des démarches nécessaires à l'aboutissement de tels projets :

- études générales et stratégiques ou préalables aux travaux,
- travaux de prévention des inondations en lien avec la restauration et la gestion des milieux aquatiques,
- travaux d'implantation d'ouvrages de maîtrise des ruissellements et de lutte contre l'érosion des sols,
- acquisitions foncières.

Enfin, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne finance des contrats de restauration des milieux aquatiques (CRE) sur des cours d'eau mais aussi plus largement sur des milieux humides. Le CRE est un contrat entre l'Agence de l'Eau et une collectivité qui définit un programme pluriannuel d'entretien et de restauration des cours d'eau et des milieux humides qui a pour objectifs généraux :

- d'avoir une approche globale et cohérente du cours d'eau et des milieux humides,
- de définir des actions concertées avec l'ensemble des partenaires,
- d'assurer le bon fonctionnement du cours d'eau et des milieux humides,
- de mettre en œuvre un entretien régulier des milieux.

Ces CRE se composent de différents types d'actions, plutôt ciblées sur la préservation des milieux humides mais qui ont également des effets bénéfiques et reconnus sur la prévention des inondations :

- entretien et restauration de milieux humides pour préserver leur rôle de stockage des eaux,
- actions de maîtrises foncières pour préserver le rôle de zones tampons des milieux humides,
- suivi des indicateurs de mise en œuvre et de résultats pour évaluer l'efficacité des actions réalisées.

Ces CRE sont des contrats co-financés par plusieurs partenaires :

- l'agence de l'eau,
- l'État,
- les fonds régionaux FEDER,
- le Conseil Régional,
- le Conseil Départemental,
- les collectivités locales.

À titre d'exemple, le CRE Territorial de l'Indrois est présenté dans l'encart (r) ci-dessous.

(r) Le contrat de Restauration et d'Entretien territorial de l'Indrois (Agence de l'Eau Loire-Bretagne, 2009)

Le contrat territorial de l'Indrois (Indre et Loire) a pour objectifs de répondre, sur le bassin versant de l'Indrois :

- à la dégradation de la qualité de l'eau,
- à la régression des milieux humides,
- au constat de dégradation de la situation hydraulique.

Cette dégradation du fonctionnement naturel des cours d'eau du bassin versant se traduit par :

- la présence de nombreux embâcles et arbres morts ou instables dans le lit du cours d'eau qui font obstacles aux écoulements,
- une évolution des débits allant vers une augmentation des pics de crues,
- la présence de nombreux ouvrages transversaux dans le lit du cours d'eau qui sont autant d'obstacles aux écoulements naturels.

Ce constat a justifié la mise en place d'actions concertées avec les collectivités, riverains, professions agricoles dans le cadre d'un contrat restauration-entretien sur l'Indrois. Il s'agit, entre autre, de réduire les altérations hydromorphologiques du secteur par :

- la restauration du lit, sur 35 kilomètres, pour relancer la dynamique naturelle du cours d'eau afin de diversifier les habitats et favoriser le retour au fonctionnement naturel du cours d'eau ;
- la restauration de berges et de la ripisylve, sur 75 kilomètres, notamment par élagage, débroussaillage, tronçonnage sélectif de la ripisylve. Cette action doit, selon les cas, relancer une dynamique naturelle du lit mineur, et favoriser la diversification des habitats, notamment de la truite fario ;
- la renaturation du lit mineur pour remplacer l'ancien lit très largement dégradé ;
- la réhabilitation d'annexes hydrauliques, dites frayères à brochets, pour leur permettre de se reproduire naturellement et reconnecter les annexes hydrauliques au lit mineur du cours d'eau pour augmenter les volumes de stockage des eaux ;
- l'aménagement d'ouvrages pour notamment faciliter la circulation piscicole et rétablir également le transport sédimentaire et les écoulements naturels (mise en place de blocs, aménagements de déflecteurs...).

Ce contrat territorial rassemble un grand nombre de partenaires :

- les communautés de communes de Montrésor et Loches développement,
- GDA Loches Montrésor (association d'exploitants agricoles),
- l'Agence de l'eau Loire-Bretagne,
- le Conseil Départemental de l'Indre-et-Loire,
- les fédérations départementales de pêche et de protection des milieux aquatiques et la fédération nationale de la pêche en France,
- les propriétaires riverains.

D.2.1.2 - Les autres acteurs clés du territoire

D.2.1.2.1 - Les professionnels qui exploitent les milieux humides

Afin d'obtenir une adhésion la plus large possible au PAPI, il est essentiel d'associer à la démarche les acteurs qui exercent une activité sur les milieux humides. Cela permettra de prendre en compte leur point de vue et d'être à l'écoute de leurs éventuelles inquiétudes sur le devenir de leurs activités sur ces milieux.

Les actions de préservation des milieux humides ne doivent pas systématiquement se traduire par des démarches d'acquisitions foncières de ces milieux, ni par l'interdiction de toutes activités sur ces milieux. La lutte contre les inondations, en s'appuyant sur les fonctionnalités et les services rendus par les milieux humides, n'est pas antagoniste avec l'exploitation de ces milieux. Des pratiques de gestion adaptées peuvent suffire.

Afin d'obtenir l'adhésion de tous les acteurs concernés, il est fortement recommandé de (liste non exhaustive) :

- communiquer auprès de ces acteurs et les sensibiliser sur le rôle des milieux humides et les services rendus par ces derniers, notamment pour la lutte contre les inondations,
- communiquer sur l'intérêt de faire évoluer leurs pratiques d'exploitation des terres vers des pratiques agricoles permettant de lutter contre les inondations et les aider à les mettre en place (cf C.2.2.2),
- contractualiser avec les exploitants de ces milieux humides (agriculteurs par exemple) pour fournir une compensation financière des éventuels dommages que pourraient subir leurs terres à la suite d'inondations.

D.2.1.2.2 - Les associations représentant les usagers

Les associations qui représentent les usagers regroupent notamment les associations de protection de l'environnement, les fédérations de pêche ou les associations des propriétaires terriens.

Les associations de protection de l'environnement comme les fédérations de pêche ont une connaissance certaine des enjeux environnementaux présents sur leur territoire. Ces associations peuvent jouer un rôle important lors de la phase de concertation pour l'élaboration du PAPI pour :

- alerter le porteur de projet sur la présence d'enjeux spécifiques du territoire qui auraient pu potentiellement être oubliés,
- être force de propositions pour des actions de valorisation des milieux humides et de leur rôle dans la prévention des inondations,
- être vigilant sur la non-dégradation des enjeux environnementaux liés aux milieux humides présents,
- assurer le suivi et le contrôle de la mise en œuvre des actions du PAPI sur les milieux humides, en surveillant par exemple les indicateurs de suivis des actions préalablement définis en s'appuyant notamment sur les compétences naturalistes présentes au sein de ces organismes.

Les associations de propriétaires terriens sont également concernées au premier plan dans la lutte contre les inondations, car ces derniers sont responsables, réglementairement, de l'entretien des cours d'eau situés dans leurs propriétés et de leurs berges. Leur intégration à la phase de concertation du PAPI permettra de les sensibiliser sur le rôle qu'ils peuvent jouer pour réduire le risque inondation à leur niveau.

D.2.1.2.3 - Les experts locaux sur les milieux humides

Il est recommandé de faire appel à des experts locaux sur les thématiques environnementales pour donner un avis sur l'élaboration du programme d'actions et sur la mise en œuvre des actions décidées. En effet, ces experts ont une bonne connaissance du territoire, des milieux et du fonctionnement des écosystèmes impliqués. Il peut s'agir, par exemple, d'experts naturalistes compétents sur les milieux humides présents au sein des associations de protection de l'environnement ou indépendants, ou bien d'organismes de recherche locaux ayant travaillé sur les milieux humides.

Ils pourront ainsi participer activement à la définition :

- d'actions pertinentes sur les milieux humides pour lutter contre les inondations,
- de prescriptions techniques pour la mise en œuvre des actions sur les milieux humides pour éviter ou limiter les impacts sur ces derniers.

D.2.1.2.4 - Les Chambres d'agriculture

De par leur position à l'interface entre les porteurs de projets PAPI et des agriculteurs, les Chambres d'agriculture peuvent être sollicitées, à l'échelle du territoire, en particulier pour :

- réaliser un diagnostic territorial et ainsi envisager les actions agricoles possibles,
- sensibiliser les agriculteurs et les accompagner lors de la mise en œuvre de mesures de réduction de vulnérabilité.

D.2.1.2.5 - Les associations d'aménagement foncier agricole et forestier (AFAF)

L'aménagement foncier agricole et forestier a pour objectif d'améliorer la gestion des propriétés rurales, agricoles et forestières dans le cadre d'une opération de remembrement. Dans ce contexte, des Associations Foncières d'Aménagement Foncier Agricole et Forestier (ex-Associations Foncières de remembrement) ont été créées par la Loi relative au Développement des Territoires Ruraux du 23 février 2005. Ces associations sont chargées de la réalisation des travaux connexes au regroupement parcellaire opérés suite au remembrement. Il peut s'agir des travaux suivants :

- création ou rétablissement des chemins d'exploitation ainsi que des fossés d'évacuation des eaux de ruissellement,
- plantations de haies,
- aménagements de talus,
- rétablissement des continuités écologiques,
- travaux hydrauliques pour rétablir le bon écoulement des eaux suite aux travaux réalisés dans le cadre du remembrement parcellaire.

Les AFAF réalisant des travaux en lien avec le fonctionnement hydraulique des parcelles agricoles et les aménagements de ces parcelles doivent de ce fait être associées à la concertation lors de l'élaboration du programme d'actions.

D.2.1.2.6 - Le conservatoire du littoral

Le conservatoire du littoral est un établissement public dont la mission est d'acquérir des parcelles du littoral et de zones lacustres menacées par l'urbanisation ou dégradées. La stratégie d'intervention foncière du Conservatoire du Littoral 2015-2050 est consultable sur le site internet du conservatoire. Son objectif est de préserver des milieux naturels et des paysages remarquables et menacés notamment par des opérations d'acquisition accompagnées par la mise en œuvre de plan de gestion de ces sites. La stratégie de gestion des submersions définie dans le cadre du PAPI devra s'articuler avec les objectifs de la stratégie d'acquisition des zones littorales par le Conservatoire du Littoral.

D.2.1.3 - Synthèse des acteurs clés à mobiliser pour l'élaboration des PAPI

Le tableau 15 ci-dessous dresse un panel exhaustif des acteurs pouvant être mobilisés pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un projet PAPI.

Ces acteurs peuvent, en fonction des contextes et des problématiques locales, être intégrés aux instances de pilotage et de suivi du PAPI ou être associés activement aux phases de concertation.

Tableau 15 (page 151 et suivante) : les acteurs clés du territoire pouvant être mobilisés dans le cadre de la démarche PAPI
(COFIL : Comité de pilotage ; COTECH : Comité Technique ; cf D.2.2.1)

Type acteurs	- Compétences - Niveau d'implication
<p>Établissements publics</p> <ul style="list-style-type: none"> - locaux - territorial de bassin - agences de l'Eau (MISEN) - AFB (CLE et MISEN) - ONCFS (MISEN) - ONF (MISEN) - Conservatoire du Littoral (suivant le contexte territorial) - AFAFAF 	<ul style="list-style-type: none"> - gestion des risques d'inondation, gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques - Porteurs de projet PAPI, COFIL PAPI, COTECH PAPI, Maître d'ouvrage des actions - experts sur le fonctionnement des écosystèmes, notamment des milieux humides et sur la gestion de ces milieux - réalisation de travaux
<p>Représentants des collectivités territoriales et de leur groupement</p> <ul style="list-style-type: none"> - conseil régional - conseil départemental - EPCI-FP (compétence GEMAPI) - communes (compétence GEMAPI) - syndicat intercommunal de gestion des eaux - institution représentative du SDAGE 	<ul style="list-style-type: none"> - gestion des risques d'inondation (maires), gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques (membres CLE), gestionnaires des cours d'eau, aménagement du territoire (communes) - COFIL PAPI, COTECH PAPI, Maître d'ouvrage des actions

Type acteurs	- Compétences - Niveau d'implication
<p>Représentants des usagers</p> <ul style="list-style-type: none"> - associations environnementales locales - fédération de pêche - fédération de chasse - associations de consommateurs - associations tourisme et loisirs - riverains, associations de riverains - représentants des propriétaires fonciers 	<ul style="list-style-type: none"> - gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques (certains membres CLE), protection de l'environnement - COPIL PAPI, COTECH PAPI, concertation
<p>Représentants des organisations professionnelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - chambre d'agriculture - représentants de la profession agricole - chambre de commerce et d'industrie 	<ul style="list-style-type: none"> - diagnostic territorial - gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques (certains membres CLE), protection de l'environnement - COPIL PAPI, COTECH PAPI, concertation
<p>Représentants des services de l'État</p> <ul style="list-style-type: none"> - préfet coordonnateur de bassin (CLE) - Direction Départementale des Territoires (DDT) et Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) (CLE, MISEN, prévention inondation), - Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) (MISEN), - Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF) (MISEN), - Agence Régionale de Santé (CLE et MISEN) 	<ul style="list-style-type: none"> - gestion des risques d'inondation (préfets), gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques (membres de la CLE) - COPIL PAPI, COTECH PAPI,

D.2.2 - Organiser la gouvernance du PAPI

Pour avoir une adhésion la plus large au PAPI, les instances de pilotage et de suivi doivent être représentatives du territoire et de ses enjeux. De plus, une concertation sur les dispositions du PAPI auprès de l'ensemble des acteurs du territoire doit être mise en œuvre.

D.2.2.1 - Les instances de pilotage et de suivi prévues dans le cahier des charges PAPI

La gouvernance du PAPI doit s'articuler autour d'un comité de pilotage (COPIL), qui définit notamment la stratégie de prévention des inondations à mettre en œuvre et suit l'état d'avancement du programme d'actions, et d'un comité technique (COTECH) qui

est chargé plus particulièrement de la mise en œuvre technique des actions (MEDDE, 2011).

D.2.2.1.1 - Le Comité de Pilotage (COFIL)

Le COFIL pilote les différentes phases d'élaboration du PAPI, depuis l'étape du diagnostic du territoire à l'étape de mise en œuvre et de suivi des actions. Il assure un rôle d'animation, de coordination et veille à la cohérence des différentes actions entre elles. Le COFIL supervise l'état d'avancement des actions et assure le suivi des indicateurs prédéfinis. Au-delà de la simple mise en œuvre du programme d'actions, le COFIL doit également mener une réflexion sur la stratégie de prévention des inondations à adopter sur le bassin de risque couvert par le PAPI.

Le COFIL se compose :

- du porteur de projet du PAPI qui le préside. Le porteur de projet est souvent incarné par l'Établissement public Territorial de Bassin compétent ou une structure intercommunale ;
- d'un représentant de l'État qui co-préside le COFIL ;
- des représentants des maîtres d'ouvrages des actions. Les maîtres d'ouvrages des actions sont souvent des collectivités. Ils doivent posséder les compétences techniques, statutaires et les moyens humains nécessaires pour mener à bien les actions dans les délais impartis ;
- des représentants des financeurs des actions. Il s'agit de l'ensemble des parties prenantes associées à la réalisation du PAPI et notamment l'État, les Agences de l'Eau, les Conseils Régionaux, les représentants des Fonds Européens de Développement Régional (FEDER), les Conseils Départementaux et les Communes, en fonction de leurs intérêts et de leurs missions respectives.

Le COFIL du PAPI doit se réunir au moins une fois par an (MEDDE, 2011).

D.2.2.1.2 - Le Comité Technique (COTECH)

Le COTECH assure le suivi technique de la mise en œuvre des actions du PAPI. Il doit informer le COFIL de l'état d'avancement des actions, de l'évolution des indicateurs suivis pour le contrôle de leur mise en œuvre et des éventuelles difficultés techniques rencontrées.

Le COTECH se compose :

- d'un président désigné par le porteur de projet du PAPI,
- de représentants des services des financeurs des actions,
- de représentants des services des maîtres d'ouvrage des actions,
- de représentants des services de l'État.

Le COTECH doit se réunir au moins trois fois par an et systématiquement avant toute la réunion du COFIL (MEEDE, 2011).

D.2.2.2 - Mettre en place un mode de gouvernance adapté

D.2.2.2.1 - Favoriser les synergies entre les instances de pilotage et de suivi des PAPI et des politiques publiques

Lors des différentes étapes d'élaboration et de mise en œuvre du PAPI, la mise en adéquation des politiques de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations est favorisée par la présence d'acteurs communs dans les instances de gouvernance respectives. Il est aussi possible d'avoir les mêmes structures porteuses pour le PAPI et le contrat de rivière comme un EPTB ou un EPAGE (cf. D.2.1.1.2).

De même, il est recommandé de mobiliser des instances de concertation communes dans le cadre de ces démarches. Par exemple, le comité de rivière existe déjà pour le contrat de rivière et doit être sollicité pour l'élaboration et la mise en œuvre du PAPI (DREAL Languedoc Roussillon, 2011).

D.2.2.2.2 - Mettre en œuvre la concertation avec les acteurs locaux non intégrés dans les instances de pilotage et de suivi

Le cahier des charges PAPI 3 (MEDDE, 2017) recommande de réaliser une phase de concertation avec les collectivités en charge de l'aménagement du territoire afin d'intégrer, au mieux, le risque inondation dans les documents d'urbanisme (par exemple pour préserver les ZEC de tout aménagement dégradant leur rôle de stockage des crues et de ralentissement des écoulements). Le porteur de projet du PAPI devra décrire précisément la manière dont il prévoit la mise en œuvre de la concertation entre le porteur de projet, les collectivités responsables de l'urbanisme et les populations potentiellement exposées au risque inondation.

En retour, la structure porteuse de projet du PAPI devra veiller à être systématiquement consultée lors de l'élaboration des documents d'urbanisme (SCoT, PLU et Carte Communale), des documents de gestion des milieux aquatiques (SAGE) et des outils de gestion des risques d'inondation (PPRI par exemple).

Au-delà des recommandations du cahier des charges PAPI (MEDDE, 2011), une phase de concertation complémentaire avec les acteurs locaux et les populations est nécessaire afin de s'assurer de l'adhésion la plus large possible au PAPI. Cette concertation doit débiter dès l'élaboration du dossier de candidature et il est conseillé de privilégier le recours à des instances de concertation déjà existantes, par exemple la Commission Départementale des Risques Naturels Majeurs (CDRNM) présentée dans l'encart ((s)) ci-dessous. (MEDDE, 2011).

(s) La Commission Départementale des Risques Naturels Majeurs (CDRNM) (www.jurisprudence.prim.net, consulté en 2015)

L'objectif de la CDRNM est de renforcer la concertation au niveau départemental entre l'administration, les élus locaux, les gestionnaires des territoires et les populations concernées par les risques naturels. Cette commission donne un avis notamment sur l'élaboration et la mise en œuvre, dans le département, des politiques de prévention des risques naturels majeurs. Elle doit, en particulier, être consultée pour :

- la délimitation des zones d'érosion et les programmes d'actions correspondants,
- la délimitation des zones de rétention temporaire des eaux de crue ou de ruissellement ou des zones de mobilité des cours d'eau, ainsi que les obligations en découlant pour les propriétaires et exploitants et leur impact sur le développement durable de l'espace rural concerné,
- les projets de schémas de prévention des risques naturels élaborés par le préfet.

La commission départementale est présidée par le préfet et comprend :

- des représentants élus des collectivités territoriales, des établissements publics de coopération intercommunale et des établissements publics territoriaux de bassin du département,
- des représentants d'organisations professionnelles et des populations (exploitants agricoles, chambre d'agriculture, chambre de commerce et d'industrie, associations, ...),
- des représentants des administrations et des établissements publics de l'État concernés.

Il est également conseillé de mettre en place une démarche de concertation plus informelle avec les différents acteurs concernés sur un sujet technique particulier, sous la forme de groupe de travail par exemple. Les sujets abordés pourraient par exemple porter sur la définition concrète des actions et leur mise en œuvre technique. Les acteurs pouvant potentiellement faire partie de ces groupes de travail sont :

- le porteur de projet du PAPI,
- des représentants des services de l'État,
- des représentants des collectivités notamment en charge de l'élaboration des documents d'urbanisme,
- des représentants des exploitants des milieux humides,
- des représentants des associations des usagers (notamment associations de protection de l'environnement, association de propriétaires),

- des experts locaux du fonctionnement des écosystèmes et des milieux humides notamment.

Ainsi, chaque partie prenante pourra faire valoir son point de vue sur la définition et la mise en œuvre concrète des actions du PAPI.

À titre d'exemple, ce type de concertation a été mis en place dans le cadre du PAPI Combes de Savoie. Un groupe de travail rassemblant les acteurs locaux a été mis en place pour échanger sur la prise en compte des enjeux environnementaux dans la mise en œuvre du PAPI. Cette démarche est détaillée dans l'encart (t) ci-après.

(t) Exemple de démarche de concertation (PAPI Combe de Savoie, 2013)

Dans le cadre de l'élaboration du PAPI de la Combe de Savoie, un groupe de travail spécifique a été monté avec pour objectif d'améliorer la prise en compte des enjeux environnementaux et donc des milieux humides dans les actions définies dans le cadre du PAPI.

Le rôle de ce groupe de travail est de «... faire jouer au maximum les synergies potentielles entre enjeux environnementaux (notamment la préservation et la renaturation des milieux aquatiques, la gestion des milieux humides) et ceux liés au risque inondation ...».

Ce groupe de travail est composé de :

- représentants des associations de protection de l'environnement (Conservatoire du Patrimoine Naturel, Fédération départementale de pêche et de protection des milieux aquatiques),
- représentants du laboratoire d'Écologie Alpine en tant qu'experts du fonctionnement des écosystèmes,
- représentants de l'Agence de l'eau,
- représentants des services de l'État et en particulier de la DDT,
- représentants du Syndicat Mixte de l'Isère et de l'Arc en Combe de Savoie, syndicat porteur de projet de ce PAPI.

Préconisations pour intégrer le PAPI dans l'ensemble des politiques publiques

> S'appuyer sur les différentes politiques publiques et les outils réglementaires de son territoire :

- outils de gestion des milieux aquatiques (SDAGE, SAGE, contrat de rivière),
- outils de gestion des risques d'inondation (PGRI, SLGRI, PPRI, PPRL-submersion marine),
- outils d'aménagement du territoire (SCoT, PLUi, PLU et Carte Communale),
- outils de protection et d'inventaires environnementaux (Natura2000, ZICO, ZNIEFF, SRCE, SRADDET, APPB, ENS, ...)

> Détailler l'organisation de la gouvernance des PAPI :

- mettre en place un **COPIL** et détailler son rôle, sa composition et sa fréquence de réunions,
- mettre en place un **COTECH** et détailler son rôle, sa composition et sa fréquence de réunions,
- mettre en œuvre une concertation avec les acteurs clés de la gestion du territoire qui ne siègent pas au COPIL et au COTECH.

Annexes

- Annexe A** Références bibliographiques
- Annexe B** Répartition géographique du panel de PAPI analysé et date de labellisation
- Annexe C** Dictionnaire des sigles
- Annexe D** Études de cas de diagnostic hydromorphologique
- Annexe E** Les outils réglementaires à mobiliser pour la mise en oeuvre du PAPI

○ Annexe A – Références

▪ Références bibliographiques

AFEPTB (2013) EPTB Établissement Publics Territoriaux de Bassins. 48 p.

Agences de l'Eau (2002) Guide Étude sur l'eau n°89. 297 p.

Agence de l'Eau Loire Bretagne (2005) L'inventaire des zones humides dans les SAGE. 43p.

Agence de l'Eau Loire-Bretagne (2009) L'eau en Loire Bretagne. N°77, 47 p.

Agence de l'Eau Loire-Bretagne (2010) Fiche d'aide à la lecture du SDAGE Loire-Bretagne. Application de la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne sur les zones humides. 14 p.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (2000) Note technique SDAGE (1996-2009) n°5 - Agir pour les zones humides en RM&C. Politique d'inventaires : objectifs et méthodologie. 35 p.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (2001a) Note technique SDAGE (1996-2009) n°5 - Agir pour les zones humides en RM&C. Fonctionnement des zones humides - Première synthèse des indicateurs pertinents. 148 p.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (2001b) Guide technique n°6 - Agir pour les zones humides. 109 p.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (2011) Guide technique SDAGE - Restauration hydromorphologique et territoires : concevoir pour négocier, 108 p. (cf <http://www.eaurmc.fr/espace-dinformation/guides-acteurs-de-leau/agir-sur-lhydromorphologie-des-milieux-aquatiques.html>)

Agence de l'Eau Rhône -Méditerranée-Corse (2013) Boite à outil RhoMéo : www.rhomeo-bao.fr

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse. (2015) Caractérisation des échanges nappes/rivières en milieux alluvionnaire : guide méthodologique. 178 p.

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse (2016) Accompagner la politique de restauration physique des cours d'eau, élément de connaissances. 306 p.

Agence de l'Eau Seine Normandie (2007) Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau. 64 p.

Agence de l'Eau Seine-Normandie (2015) Crues : des bénéfiques indéniables, Revue Confluences, Décembre 2015, p. 22-23 (cf http://www.nxtbook.fr/newpress/Agence_Eau_Seine_Normandie/Confluence_1512-60/#/22)

Ah-Leung S. (2010) État des lieux et diagnostic biodiversité des zones humides du ried de la Zorn, Mémoire de Master 2, Université de Lyon, 84 p.

Alsace Nature (2006) De la liberté pour nos rivières - Les dossiers de l'aménagement du territoire n° 4 mai 2006, AE-RM et Région Alsace Ed., 16 p.

Amoros C. et Petts G.-E (1993) Hydrosystèmes fluviaux. C. AMOROS et G.-E. PETTS (coordonnateurs), Paris, Collection d'écologie n°24, Masson, 300 p.

Barnaud G. et Coïc B (2011) Mesures compensatoires et correctives liées à la destruction des zones humides : revue bibliographique et analyse critique des méthodes. Rapport final Onema, 104 p.

Boiffin J., Papy F., Eimbeck M. (1988) Influence des systèmes de cultures sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I. Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion, Agronomie, EDP Sciences, 8 (8), p. 663-673 (cf <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00885148/document>)

Bouché M.B. (2014) Des vers de terre et des hommes – Découvrir nos écosystèmes fonctionnant à l'énergie solaire. Éditions ACTES-SUD, Collection « Arbres en campagne », dirigée Par Alain Canet et Bruno Sirven, 336 p.

Cemagref (2004) Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations : guide des aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages. 129 p.

Cerema/DTecITM (2013) Petits ouvrages hydrauliques et continuités écologiques - Cas de la faune piscicole. Note d'information

série Économie, Environnement, Conception n°96, Cerema/Dtec ITM Ed., 25 p.

Cerema/DtecITM (2014) Guide technique - Délimitation des zones humides impactées par les infrastructures de transport. Cerema/Dtec ITM Ed., 68 p.

Cerema/DtecTV (2015) Milieux humides et aménagements urbains : 10 expériences innovantes. Cerema/DtecTV Ed., 240 p.

Cerema/DtecEMF (2015) Analyse du fonctionnement hydro-sédimentaire du littoral : Cahier Technique. 70 p.

Certu (1998) Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement. 156 p.

Certu (1999). Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain : repères pour la nouvelle démarches. 231 p.

Certu (2000) Eau et aménagement : Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain. 123 p.

Certu (2003) La ville et son assainissement : principes méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau. 503 p.

Certu (2008) L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement. Éléments clés pour le recours aux techniques alternatives. 196 p.

CGDD (2011) L'artificialisation des sols aux dépens des terres agricoles – le pont sur n°75. 4 p.

CGDD (2013) Lignes Directrices Nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels. 228 p.

CGDD (2014) Analyse multicritères des projets de prévention des inondations. Guide méthodologique de la Collection « RéférenceS » du Commissariat Général au Développement Durable (Ed.), 86 p. (cf http://www2.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_methodologique_AMC_inondations.pdf)

Chambre d'Agriculture du Morbihan (2010) Limiter le ruissellement dans les parcelles. Bulletin Technique – Volet Agricole Bassin Versant du Scorff – Numéro 43. 4 p. (cf https://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_Eau/ACTIONS/Limitation_Ruissellement_BV_Scorff_CA_56.pdf)

Clément B. et Protor M.C.F. (2009) Ecological dynamics I : Vegetation as bio indicator and dynamic community. In Maltby E. et Barker T., The wetlands handbook, Wiley- Blackwell, Oxford. p. 282-303

Comité de bassin Adour-Garonne (2010) SDAGE 2010-2015 Bassin Adour-Garonne. 431 p.

Comité de bassin Loire-Bretagne (2009) SDAGE 2010-2015 Bassin Loire-Bretagne. 252 p.

Comité de bassin Rhône-Méditerranée (2009) SDAGE 2010-2015 Bassin Rhône-Méditerranée. 315 p.

Comité de bassin Seine -Normandie (2009) SDAGE 2010-2015 Bassin de la Seine et des cours d'eau des côtes Normandes. 278 p.

Cubizolle H., Sacca C., Touman A., Porteret J., Thébaud G. (2004) Les Tourbières du haut bassin versant de la Loire (Massif central oriental) : Intérêt paléo-environnemental et phytocénotique, enjeux socio-économiques. 25 p.

Degoutte G. (2012) Diagnostic, aménagement et gestion des rivières (2^e Éd.), coll. Hydraulique et morphologie fluviales appliquées, Lavoisier Tec&Doc, 542 p.

DGPAAT/C2010-3008 (2010) Délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement. 19 p.

DGPR (2010) Guide méthodologique – Plan de Prévention des risques littoraux. 169 p.

DGPR (2014) Guide méthodologique – Plan de Prévention des risques littoraux. 169 p.

DGPR (2017) Cahier des charges « PAPI 3 ». 61 p. (cf <http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/prevention-des-inondations>)

Dournel S., Servain-Courant S., Sajaloli B., Yengué J-L., Anrieu D. (2012) Le risque d'inondation : moteur de nouveaux paysages urbains ? Les cas de villes de Loire moyenne (Orléans, Tours). Les paysages de rivières, les paysages de l'eau dans l'Antiquité. Éditions du CTHS, Collection : Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques (édition électronique), Paris, Joly G. (dir.), p. 35-50 (cf <http://cths.fr/ed/edition.php?id=6049>)

- DREAL Languedoc-Roussillon** (2011) Articulation des démarches de gestion du risque inondation et de gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques. 8 p.
- DREAL Rhône-Alpes** (2012) Directive Inondation – Bassin Rhône-Méditerranée – Sélection des Territoires à Risque Important d’Inondation (TRI). 32 p.
- Forum des Marais Atlantiques** (2013) Les compensations en zones humides. 64 p.
- Forum des Marais Atlantiques** (2015) Mallette d’indicateurs de suivis de travaux et de suivis en zones humides. Agence de l’Eau Loire-Bretagne et Conseil Général Pays de la Loire, 189 p.
- GRAIE** (2014) Guide pour la prise en compte des eaux pluviales dans les documents de planification et d’urbanisme. 81 p.
- Laborde J.-P.** (2009) Éléments d’hydrologie de surface. École Polytechnique de l’université de Nice – Sophia Antipolis, 202 p.
- Levrel H., Frascaria-Lacoste N., Hay J., Martin G., Pioch S.** (2015) Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement : analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité. 320 p.
- Hénaff A. (Ed.), Philippe M.** (2014) Gestion des risques d’érosion et de submersion marine, guide méthodologique. Projet Cocorisco. 156 p. (cf <http://www.risques-cotiers.fr/fr/boite-a-outils/guide-cocorisco>)
- HEPIA** (2013). Génie végétal en rivière de montagne – Connaissances et retours d’expériences sur l’utilisation d’espèces et de techniques végétales : végétalisation de berges et ouvrages bois. Haute École du Paysage de l’Ingénierie et de l’Agriculture (HEPIA Ed.) Grenoble, 318 p.
- Irstea** (2013) Enjeu crucial pour la DCE : l’hydromorphologie. Les échos d’Irstea n°4 - mars-avril 2013, Irstea (Ed), 8 p.
- Labreuche J., Le Souder C., Castillon P., Ouvry J.F., Real B., Germon J.C., de Tournonnet S.** (coordinateurs) (2007) Évaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans Labour en France. ADEME-ARVALIS Institut du végétal-INRA-APCA-AREAS-ITB-CETIOMIFVV. 400 p. (cf <http://www.ademe.fr/evaluation-impacts-environnementaux-techniques-culturelles-labour-tcsl-france>)
- Lachat, B.** (1994, rééd. 1999) Guide de protection des berges de cours d’eau en techniques végétales (en collaboration avec Ph. Adam, P.-A. Frossard, R. Marcaud). Ministère de l’Environnement. Paris. DIREN Rhône-Alpes. 143 p.
- Liagre F.** (2006) Les haies rurales – Rôles, création, entretien. Editions France agricole. 320 p.
- MAAF/MEEM** (2016) Prise en compte de l’activité agricole et des espaces naturels dans le cadre de la gestion des risques d’inondation. Guide destiné aux acteurs locaux. Volet agricole-version1, 122 p.
- Malavoi J.R. et Bravard J.-P.** (2010) Éléments d’hydromorphologie fluviale. Dossier de support de formations nationales aux bases de l’hydromorphologie, Onema Ed., Vincennes. 228 p. (cf <http://www.onema.fr/sites/default/files/png/PNG%202011/elements-dhydromorphologie-fluviale.pdf>)
- MATE-METL** (1999) Guide méthodologique – Plan de prévention des risques naturels (PPR) – Risques d’inondation. Paris :La Documentation française. 123 p.
- MEDDE** (2005) La mitigation en zone inondable – réduire la vulnérabilité des biens existants – risques naturels majeurs. 52 p.
- MEDDE** (2007) Prise en compte des risques naturels dans l’aménagement. 82 p.
- MEDDE** (2008) Le génie végétal : Un manuel technique au service de l’aménagement et de la restauration des milieux aquatiques. 290 p.
- MEDDE** (2010) La gestion du trait de côte (collection savoir faire). Quae Ed. 308 p.
- MEDDE** (2011) Mise en œuvre de la politique nationale de gestion des risques inondation. 2 p.
- MEDDE** (2011) Programme d’Action de Prévention des Inondations (PAPI), De la stratégie aux programmes d’action, Cahier des charges. 28 p.
- MEDDE** (2012) « Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, vers la relocalisation des activités des biens ». 19 p.
- MEDDE** (2012) Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel. 9 p.

- MEEDE** (2012) Guide « Espèces protégées aménagements et infrastructures ». 58 p.
- MEDDE** (2014) Projet Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE)
- MEDDE** (2014) Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'inondation. 22 p.
- MEDDE** (2014) Vers la relocalisation des activités et des biens : 5 territoires en expérimentation. Actes du séminaire à mi-Parcours du 19/05/14. 67 p.
- MEDDE/DGPR** (2014) Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation. 24 p.
- MEDDTL** (2010) La gestion du trait de côte. Éditions Quae, 290 p.
- MEEM** (2013) Les lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels. 230 p.
- MEEM** (2016) Guide Prise en compte de l'activité agricole et des espaces naturels dans le cadre de la gestion des risques d'inondation – volet activité agricole version 1. 135 p.
- MEEM** (2017) Stratégie Nationale de gestion intégrée du trait de côte : Programme d'Action 2017-2019. 23 p.
- METL** (2013) Le Schéma de Cohérence Territorial (SCoT), un projet stratégique partagé pour l'aménagement du territoire. 152 p.
- Michelot J-L.** (2003) Les zones humides et l'eau. Cahiers thématiques du Plan National de Recherches sur les Zones Humides, 64 p. (cf http://www.zones-humides.eaufrance.fr/sites/default/files/file/Les_zones_humides_64p.pdf)
- ODEM** (2003) La surveillance du littoral, évolution du trait de côte : du suivi des érosions côtières à la gestion intégrée du littoral. Rapport de l'Observatoire Départemental de l'Environnement du Morbihan, Coord. Jego R., 46 p. (cf http://www.morbihan.fr/fileadmin/CSEM/csem_etudes/MOMET0053_RapportErosion_2003.pdf)
- Onema** (2010) Construire le retour d'expérience des opérations de restaurations hydromorphologiques pour une harmonisation des concepts et des méthodes de suivi scientifique minimal : volets hydromorphologie et hydroécologie. 95 p.
- Onema** (2014) La compétence « Gestion des Milieux aquatiques et prévention des inondations » (GEMAPI). 4 p.
- Onema** (2015) CARHYCE : CARactérisation HYdromorphologique des Cours d'Eau – Protocole de recueil des données hydromorphologiques à l'échelle de la station sur les cours d'eau prospectables à pied. 54 p.
- PNR Caps et Marais d'Opale** (2013) Guide technique de la lutte contre l'érosion des sols en Caps et Marais d'Opale. 44 p. (cf www.giser.be/wp-content/uploads/2013/02/guide-lutte_erosion_parc_opale.pdf)
- Pôle relais tourbières** (2011) Travaux en zones humides : vade-mecum des bonnes pratiques. 75 p.
- ROLNP** (2015) Gestion du littoral, regarder le passé pour mieux prévenir l'avenir. Côtes & Mers : La lettre du Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard n°8, 4 p. (cf <http://www.rolnp.fr/rolnp/index.php/documents/ressources/lettres-du-rolnp/545-lettre-8/file>)
- SAGYRC** (2012) Dossier de presse « Gestion et valorisation des cours d'eau du bassin de l'Yzeron » du 04 juin 2012. 22 p. (cf www.gesteau.fr/sites/default/files/sagyrc-dossier-de-presse-71.pdf)
- SDAGE RMC** (1998) – Guide technique n°2 – Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau. 42 p.
- Setra** (2007) Chantier routier et préservation du milieu aquatique : management environnemental et solutions techniques. 122 p.
- Setra** (2013) Petits ouvrages hydrauliques et continuité écologique : cas de la faune piscicole. 25 p.
- SNPN** (2014) Zones humides, submersions marines et inondations. Zones humides Infos n°82-83, 24 p.
- Wasson J.-G., Malavoi J.-R., Maridet L., Souchon Y., Paulin L.** (1995) Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Cemagref B.E.A./L.H.Q., Ministère de l'Environnement, DE-Sdmap, rapport final commande DE 30/93, 166 p.

■ Sites internet et date de consultation

- www.hydro.eaufrance.fr (2017)
- www.eaufrance.fr (2014)
- www.caue60.com (2016)
- www.developpement-durable.gouv.fr (2014)
- www.eau-adour-garonne.fr (2015)
- www.eau-france.fr (2015)
- www.eaurmc.fr (2015)
- www.espaces-naturels.fr (2017)
- www.espace-riviere.org (2015)
- www.forum-zones-humides.org (2016)
- www.gesteau.eaufrance.fr (2015)
- www.gissol.fr (2017)
- www.glossaire.eaufrance.fr (2014)
- www.jurisprudence.prim.net (2015)
- www.licco.eu (2016)
- www.mementodumaire.net (2014)
- www.onema.fr (2014)
- www.ramsar.org (2014)
- www.sandre.eaufrance.fr (2014)
- www.territoire.gouv.fr (2015)
- www.toulouse-inondation.org (2015)
- www.zones-humides.eaufrance.fr (2015)

■ Références réglementaires (liste non exhaustive)

Directives

- Directive « Oiseaux » n° 79/409/CEE du Conseil du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages abrogée par la directive n° 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages.
- Directive « Habitats, faune, flore » n° 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages
- Directive-cadre sur l'eau 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
- Directive 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, dite « Directive inondation »

Codes de l'environnement et forestier

- (Code environnement (CE)) Articles L. 122-1 à L. 122-3 et R. 122-1 à R. 122-15 relatif à l'étude d'impact de droit commun
- (CE) Article R211-108 du code de l'environnement et l'arrêté du 1er octobre 2009 modifiant l'arrêté ministériel du 24/06/08 et à la circulaire du 18/01/10 (Circulaire DGPAAT/C2010-3008, 2010) définissant précisément les critères de délimitation des zones humides.
- (CE) Articles L. 414-4 à L. 414-7 et R. 414-19 à R. 414-29 relatifs à l'évaluation des incidences Natura 2000
- (CE) Articles L. 214-1 à L. 214-6, L. 216-1 à L. 216-2 et R. 214-1 à R. 214-5 relatifs aux régimes d'autorisation et de déclaration au titre de la loi sur l'eau et art. R. 214-1 et annexes (nomenclature eau)
- (CE) Articles L. 411-1 à L. 411-6, R. 411-1 à R. 411-14 relatifs à la dérogation à la protection stricte des espèces protégées
- Article R211-108 du code de l'environnement et l'arrêté du 1er octobre 2009 modifiant l'arrêté ministériel du 24/06/08 et à la circulaire du 18/01/10 (Circulaire DGPAAT/C2010-3008, 2010) définissant précisément les critères de

délimitation des zones humides

- Code Forestier Articles L. 341-1 à L. 342-1 et R. 341-1 à R. 341-7 . relatifs à l'autorisation de défrichement
- Code Rural Artcles L123-8 et 133-3

Ordonnance, Lois, Décrets, Arrêtés, Circulaires

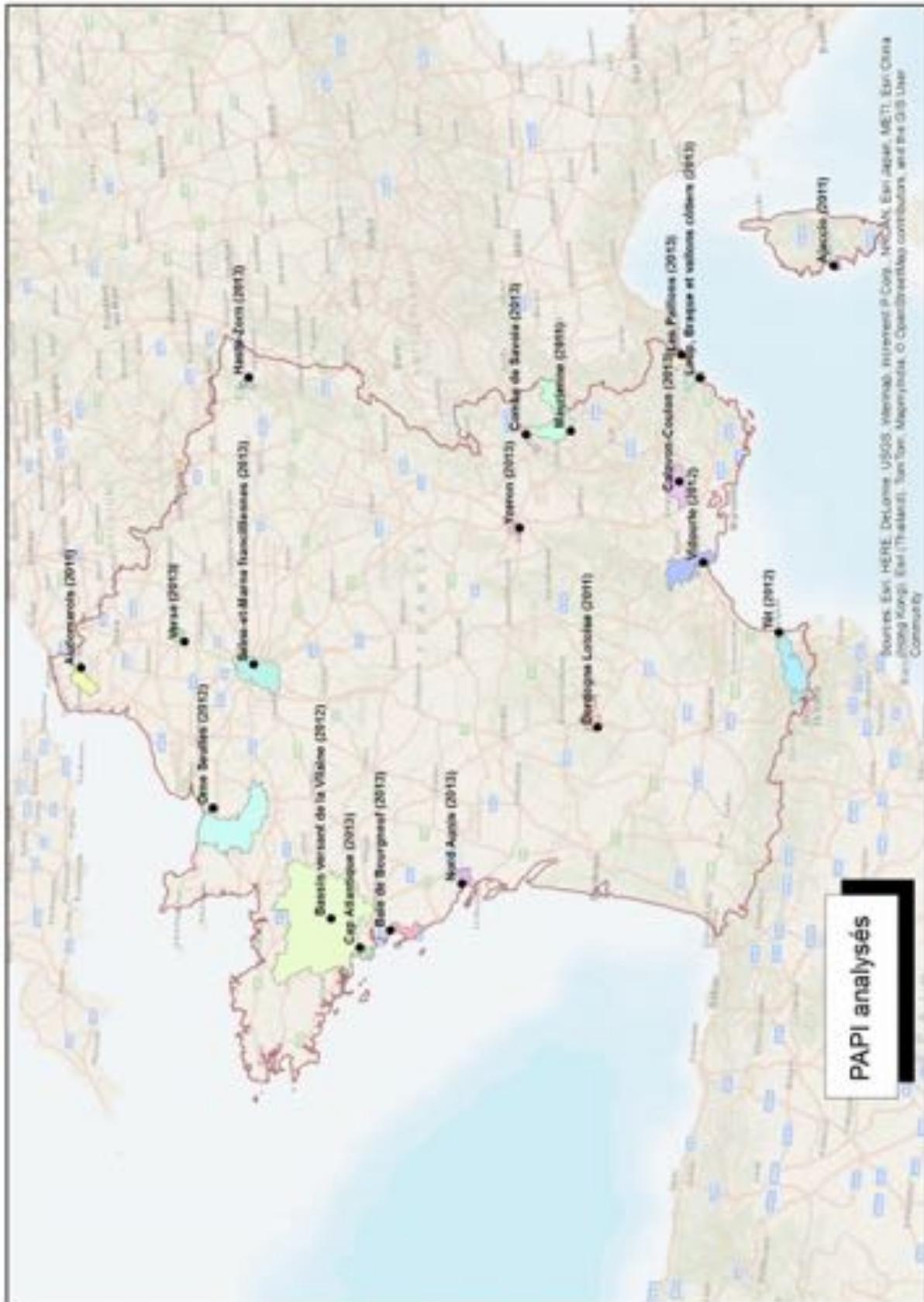
- Ordonnance n° 2017-80 du 26 janvier 2017 relative à l'autorisation environnementale
- Loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles qui crée notamment la compétence Gemapi
- Loi sur l'eau et les milieux aquatiques n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 (réforme de la nomenclature des opérations soumises à déclaration et autorisation).
- Loi Notre n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République
- Loi n° 2005-157 du 23 février 2005 relative au développement des territoires ruraux
- Décret n° 2017-81 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale
- Décret n° 2017-82 du 26 janvier 2017 relatif à l'autorisation environnementale
- Décret n°2011-2019 du 29/12/11 portant réforme des études d'impact des projets de travaux d'ouvrages et d'aménagements
- Arrêtés de prescriptions générales ministériels relatifs aux rubriques suivantes :
 - x rubrique 3.1.2.0. : Arrêté du 28/11/07 fixant les prescriptions générales applicables aux installations, ouvrages, travaux ou activités soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du CE et relevant de la rubrique 3.1.2.0 (2°) de la nomenclature annexée au tableau de l'article R. 214-1 du CE
 - x rubrique 3.1.3.0. : Arrêté du 13/02/02 fixant les prescriptions générales applicables aux installations, ouvrages, travaux ou activités soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du CE et relevant de la rubrique 2.5.2 (2°) de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié
 - x rubrique 3.1.4.0. : Arrêté du 13/02/02 fixant les prescriptions générales applicables aux consolidations, traitements ou protections de berges soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du CE et relevant de la rubrique 2.5.5 (1°, b) ou 2.5.5 (2°, b) de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié
 - x rubrique 3.2.2.0. : Arrêté du 13/02/02 fixant les prescriptions générales applicables aux installations ou ouvrages soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du CE et relevant de la rubrique 2.5.4 (2° et 3°) de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié
- Circulaire DGPAAT/C2010-3008, 2010

• Liste des PAPI étudiés

Nom du PAPI	Type	Date du PAPI
Ajaccio	Complet	2012-2018
Audomarois	Complet	2011
Baie de Bourgneuf	Complet	19/12/2013
Calavon Coulon	Complet	2013
Cap-Atlantique	Complet	10/07/2013
Combe de Savoie	Complet	19/12/2013
Dordogne Lotoise	Complet	2012 - 2017
Haute-Zorn	Complet	10/07/2013
Maurienne	Complet	Avant 2013
Nord-Aunis	Complet	19/12/2013
Orne Seullès	Intention	

Les Pailons	Complet	27/03/2013
Loup, Braques et Vallons Côtiers	Complet	09/10/2013
Seine et Marne Francilienne	Complet	2013
Têt	Complet	19/12/2012
Verse	Complet	
Vidourle	Complet	12/07/2013
Villaine	Complet	2012-2015

o Annexe B – Répartition géographique du panel de PAPI analysé et date de labellisation



o Annexe C – Dictionnaire des sigles

AERM	Agence de l'Eau Rhin-Meuse
AERMC	Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse
AFAFAF	Association d'Aménagement Foncier, Agricole et Forestier
AFEPTB	Association Française des Établissements Publics Territoriaux de Bassin
AFR	Association Foncière Rurale
APPB	Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope
APG	Arrêtés de Prescriptions Générales
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CARHYCE	Caractérisation Hydromorphologique des Cours d'Eau
CBN	Conservatoire Botanique National
CDRNM	Commission Départementales des Risques Naturels Majeurs
Cerema	Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement et l'aménagement
Certu	Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Direction Technique Territoires et Ville du Cerema depuis janvier 2014)
Cetmef	Centre d'études Techniques Maritimes Et Fluviales (Direction Technique Eau Mer et Fleuves du Cerema depuis janvier 2014)
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable
CLE	Commission Locale de l'Eau
COFIL	Comité de Pilotage
COTECH	Comité Technique
COCORISCO	Connaissance, Compréhension et gestion des Risques Côtiers
CRE	Contrat de Restauration
CREN	Conservatoire Régional des Espaces Naturels
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DDT	Direction Départementale des Territoires
DEB	Direction de l'eau et de la Biodiversité
DGALN	Direction Générale de l'Aménagement du Logement et de la Nature
DGPR	Direction Générale de la Prévention des Risques
DI	Directive Inondation
Docob	Document d'Objectifs pour les sites Natura 2000
DRAC	Direction régionale des Affaires Culturelles
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
DTAD	Directive Territoriale d'Aménagement
DTADD	Directive Territoriale d'Aménagement et de Développement Durable
DtectV	Direction Technique Territoires et Ville du Cerema
EFESE	Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques
ENS	Espace Naturel Sensible
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPTB	Établissement Public de Bassin
ERC	Séquence éviter-réduire-compenser les impacts des projets sur les milieux naturels
FEDER	Fonds Européens de Développement Régional
FMA	Forum des Marais Atlantiques
GEMAPI	Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations
IBGN	Indice Biologique Global Normalisé
IRSTEA	Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture
IOTA	Installation, Ouvrages, Travaux et Aménagements
LENE	Loi portant Engagement National pour l'Environnement
LiCCo	projet Littoraux et Changements Côtiers

LPO	Ligue de Protection des Oiseaux
MAET	Mesures Agro-environnementales Territorialisées
MAPTAM	Modernisation de l'Action Publique Territoriale et d’Affirmation des Métropoles
MEEM	Ministère de l’Environnement, de l’Énergie et de la Mer
MES	Matières en Suspension
MISE	Mission Inter-services de l’Eau
MISEN	Mission Inter-services de l’Eau et de la Nature
MH	Milieux Humides
MNHN	Muséum National d’Histoire Naturelle
Onema	Office National de l’Eau et des Milieux Aquatiques (intégré à l’Agence Française pour la Biodiversité depuis janvier 2017)
ORSEC	Organisation de la Réponse de Sécurité Civile
OTHU	Observatoire des transports Hydriques urbains
PAPI	Programme d’Actions de Prévention des Inondations
PDM	Programme de Mesures
PGRI	Plan de Gestion des Risques d’Inondation
PLU	Plan Local d’Urbanisme
PLUi	Plan Local d’Urbanisme Intercommunal
PNM	Parc Naturel Marin
PNMH	Plan National d’actions en faveur des Milieux Humides
PNN	Parc Naturel National
PNR	Parc Naturel Régional
PPRI	Plan de Prévention des Risques d’Inondation
PPRL	Plan de Prévention des Risques Littoraux
PSR	Plan Submersion Rapide
RNN	Réserve Naturelle Nationale
RNR	Réserve Naturelle Régionale
SAGE	Schéma d’Aménagement et de Gestion de l’Eau
SAGYRC	Syndicat Intercommunal du Bassin de l’Yzeron
Sandre	Service d’Administration Nationale des Données et Référentiels sur l’Eau
SCoT	Schéma de Cohérence Territoriale
Setra	Service D’Études Techniques sur les Routes et les Autoroutes (Direction Technique Infrastructures de Transport et Matériaux du Cerema depuis janvier 2014)
SDAGE	Schéma Directeur de Gestion de l’Eau
SISARC	Syndicat Mixte de l’Isère et de l’Arc en Combe de Savoie
SLGRI	Stratégie Locale de Gestion des Risques d’Inondation
SLGTC	Stratégie Locale de Gestion du Trait de côte
SMETAP	Syndicat Mixte d’Études et de Travaux pour l’Aménagement de la Rivière Dordogne
SNPN	Société Nationale de Protection de la Nature
SRADDET	Schéma Régional d’Aménagement, de Développement Durable et d’Égalité des Territoires
SRCE	Schéma de Cohérence Écologique
SRNH	Service sur les Risques Naturels et Hydrauliques
TRI	Territoire à Risques Importants
ZEC	Zones d’expansion de crues
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d’Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

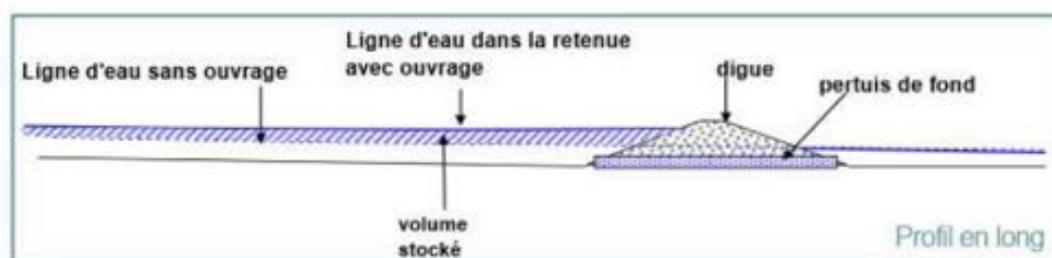
○ Annexe D – Études de cas de diagnostic hydromorphologique

▪ Cas n° 1 - PAPI de la Loire amont (labellisé en 2009)

Apport du profil en long pour localiser les zones favorables à la construction d'Ouvrages de Ralentissements Dynamiques (ORD)

Dans le cadre du Programme d'Actions de Prévention des Inondations Loire Amont (PAPILA) porté par le Conseil Général de Haute-Loire, l'Établissement Public Loire a réalisé une étude de faisabilité du ralentissement dynamique des crues de la Loire dans le Département de la Haute-Loire. L'étude avait pour objectifs de localiser les sites favorables à la mise en œuvre d'ouvrage de ralentissement dynamique (ORD), de préciser l'efficacité hydraulique de tels dispositifs répartis sur le bassin versant amont et d'en évaluer le montant global des travaux.

Un ORD est un outil de prévention des inondations à l'échelle du bassin versant qui permet la préservation des dynamiques naturelles des cours d'eau, hors période de crue, et qui complète avantageusement les protections rapprochées plus locales, telles les endiguements. L'ORD est constitué d'une digue, d'un orifice traversant la digue et contrôlant les débits en aval et d'un déversoir de sécurité pour des crues de période de retour plus importantes que celle sur laquelle l'ORD est dimensionné (Figure 1).



Annexe D - Figure 1 : schéma de principe du profil en travers avec ORD (PAPI Loire Amont)

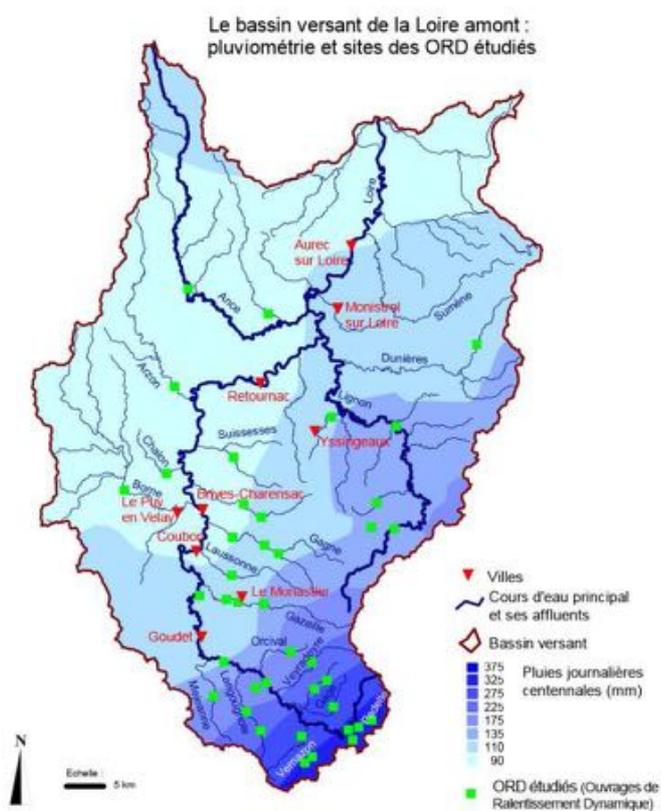
L'ORD stocke temporairement une partie du volume d'une crue de période de retour fixée et restitue progressivement les volumes d'eau stockés après le passage du pic de crue. En temps ordinaire, les cuvettes ne sont pas inondées. C'est pourquoi ces aménagements sont aussi appelés « retenues sèches ».

Un ORD (Ouvrage de Ralentissement Dynamique) est un ouvrage « passif » qui fonctionne sans intervention de l'homme durant la crue. Il nécessite toutefois un entretien et une surveillance régulière (inspections visuelles et auscultations des ouvrages hydrauliques, déblaiement des embâcles, ...), car un dysfonctionnement de l'ouvrage en période de crue pourrait accroître le risque inondation à l'aval (rupture de digues, obturation de l'orifice). La fréquence d'entretien dépend, entre autre, du transit sédimentaire au niveau du cours d'eau.

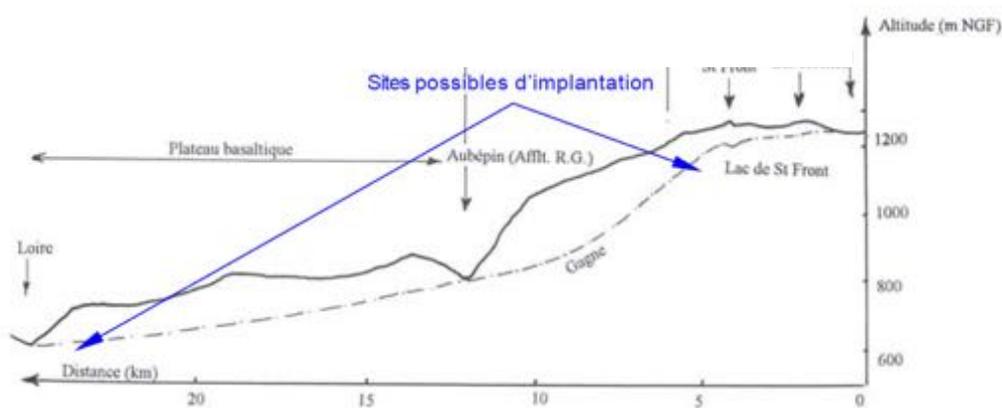
L'étude s'est appuyée sur un diagnostic préalable de la genèse des crues dans le secteur et de la situation hydromorphologique. La Loire en amont du barrage de Grangent draine un bassin versant de 3 850 km². Elle est soumise à deux influences climatiques : les pluies « cévenoles » qui sont à l'origine des plus fortes crues connues en automne à l'amont du bassin et des perturbations océaniques qui sont à l'origine de crues généralement moins violentes (généralement entre janvier et mai). La propagation des crues y est rapide dans les gorges et les vallées étroites du haut bassin, dépourvu de plaines inondables susceptibles de ralentir la crue. Le temps de propagation des crues est de l'ordre de 4h entre Goudet et Brives-Charensac, distants de 31 km, et seulement quelques dizaines de minutes entre Goudet et Coubon.

Le diagnostic hydromorphologique, et en particulier l'analyse conjointe de la morphologie du bassin versant (Figure 2) et du profil en long à l'échelle du bassin (Figure 3) a permis de localiser les zones opportunes, en particulier en plaine, à la mise en œuvre d'un ORD. Cette analyse a aussi fourni des éléments sur le fonctionnement de l'hydrosystème qui ont permis de hiérarchiser les ORD à réaliser en priorité.

Au moment de la mise en œuvre, le diagnostic hydromorphologique à l'échelle de chaque site a également été utile pour dimensionner les travaux nécessaires à la réalisation des ORD et pour définir la fréquence d'entretien à prévoir pour assurer le bon fonctionnement de l'ORD.



Annexe D - Figure 2 : morphologie du bassin versant (PAPI Loire amont)



Annexe D - Figure 3 : profil en long à l'échelle du bassin versant (PAPI Loire amont)

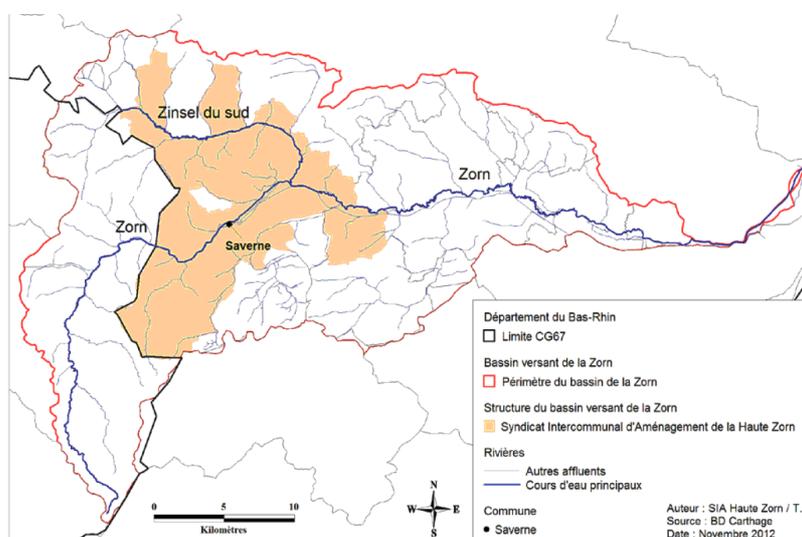
Illustrations extraites de la plaquette de communication diffusée sur internet : http://www.eptb-loire.fr/wp-content/uploads/2013/10/ralentis_dyn_hteloire.pdf

■ Cas n° 2 - PAPI de la Haute Zorn (labellisé en 2013)

Analyse de la forme en plan des cours d'eau et analyse diachronique de sa mobilité pour optimiser les aménagements hydrauliques

Le Syndicat Intercommunal d'Aménagement (SIA) du Bassin de la Haute Zorn (Figure 4), après un effort important de connaissances acquises depuis 1970, propose un programme d'actions sur la Vallée de la Zinsel du Sud qui vise essentiellement à une protection par ralentissement dynamique de la rivière (travaux estimés à 3,32 M €) :

- 9 ouvrages de ralentissement dynamique (ORD) sont prévus entre la source de la Zinsel et la confluence avec la Zorn et une retenue sur la Zorn en amont immédiat de Dettwiller,
- les ponts impactant le plus la ligne d'eau seront supprimés ou modifiés,
- les ouvrages en travers de la Zinsel du Sud et de la Zorn seront effacés ou rectifiés, afin de reconquérir de la mobilité du cours d'eau sur au moins 5 km linéaires de rivière.



Annexe D - Figure 4 : périmètre du SIA Haute Zorn dans le bassin versant de la Zorn

Les ouvrages de ralentissement prévus sont dimensionnés pour assurer une protection contre les crues trentennales et retarder la pointe de la crue de la Zinsel du Sud de 17 heures par rapport à celle de la Zorn à Dettwiller, commune la plus impactée par les inondations. Ils entraveront la divagation latérale du cours d'eau. En mesure compensatoire, le syndicat a décidé de ne pas opérer de travaux de restauration de la ripisylve ni d'entretien dans les secteurs sans enjeux. Par cette non-intervention et le maintien des arbres morts dans le lit mineur, il est espéré de favoriser les encoches d'érosion et de permettre au cours d'eau d'équilibrer lui-même le rapport entre sédiment et débit liquide.

Les ouvrages prévus provoqueront la sur-inondation de zones déjà inondables à l'état actuel. Une partie des ouvrages de retenue prévus est située en périmètre Natura 2000. C'est pourquoi l'analyse des habitats de la vallée de la Zinsel se sont avérés déterminants.

Le diagnostic hydromorphologique a permis de définir un espace de préservation (fondé sur la méthode de définition de l'espace de mobilité) pour garantir une gestion cohérente des ouvrages sur l'ensemble de la zone, protéger les secteurs potentiellement actifs et susceptibles d'assurer la préservation des processus morphodynamiques naturels.

Dans le cas de ce PAPI, l'analyse hydromorphologique a été utilisée essentiellement pour optimiser et justifier les choix d'aménagements hydrauliques. L'analyse environnementale est assez peu développée dans le dossier (28 pages / 135). Le suivi des impacts des chantiers sur les milieux humides est bien prévu et l'emplacement prévisionnel des ouvrages a été choisi (avec le Parc naturel régional des Vosges du Nord) de façon à minimiser leurs impacts environnementaux. Des actions exemplaires en

matière de gestion des cours d'eau menées par le SIA et ses partenaires sont citées dans le dossier, telles que la gestion concertée des berges, l'effacement d'obstacles à l'écoulement, la non suppression des embâcles. Cependant, les impacts finaux sur les milieux ne sont évoqués que succinctement, comme suit : « Par ailleurs le renforcement de l'inondabilité du fond de vallée de la Zinsel du Sud ne pourra qu'être bénéfique pour la fonctionnalité des milieux inféodés aux débordements du cours d'eau. La recharge de la nappe d'accompagnement au travers de la percolation dans les sols des prairies sera également un atout dans la recherche de l'amélioration de la qualité des eaux. En effet la Zinsel du Sud est soutenue à l'étiage par le drainage de cette nappe. »

Au moment de la mise en œuvre des actions, le diagnostic hydromorphologique pourra être valorisé pour coordonner la gestion des ouvrages de ralentissement dynamique. Les impacts sur les milieux humides pourront être d'autant mieux pris en compte que la zone d'étude bénéficie d'une bonne connaissance du fonctionnement, des usages et de la perception des milieux humides (Alsace Nature, 2006 ; Ah-Leung, 2010).

Le travail effectué sur le ried de la Zorn (Ah-Leung, 2010) a notamment fourni un atlas fonctionnel des zones humides la commune de Dettwiller, avec des relevés faunistiques et floristiques et l'étude de la biodiversité sur les bras morts et annexes hydrauliques de la Zorn. Il a surtout proposé un outil opérationnel de hiérarchisation qualification de ces zones selon la priorité des actions de restauration et/ou protection.

Illustration extraite de la synthèse du dossier PAPI (Brochure 1, Conseil Général 67 Ed., 2013, 8 p.)

Lien connexe : <http://observatoirealsace.free.fr/ZH/images/rivieres/dossier-fuseau-liberte.pdf>

▪ Cas n° 3 - PAPI Verse (labellisé en 2013)

Bénéfice de l'analyse morphologique du bassin (profils en long et en travers) pour adapter et coordonner des actions hydrauliques douces

La Verse est un affluent de l'Oise moyenne dont le bassin versant draine 147 km² par 29 cours d'eau (linéaire total de 120 km) répartis sur 26 communes du département de l'Oise et une commune de l'Aisne. Ce territoire est hors d'un TRI, mais les inondations y sont récurrentes et se traduisent par d'importants dégâts et des pertes économiques associées à des coulées boueuses.

Le diagnostic écologique souligne les conséquences des remembrements qui a induit une tendance à lutter contre les inondations principalement par la protection des enjeux (diguettes, merlons). La majorité des cours d'eau du bassin versant de la Verse ont ainsi fait l'objet de rectifications et de recalibrage de leur profil en long et en travers, ce qui a favorisé l'uniformisation des écoulements et la perte de la diversité des habitats flore et faune. Les aménagements des berges, de pentes et de hauteurs élevées, ont limité les interactions entre le cours d'eau et les milieux naturels environnant, accentuant l'érosion des berges et le colmatage du fond des cours d'eau. Quant aux curages, ils ont favorisé l'enfoncement des lits, la chenalisation et la dégradation de la qualité morphologique marqué par des signes significatifs d'un mauvais état.

Le diagnostic hydromorphologique informe sur le degré d'artificialisation des cours d'eau. Dans le bassin versant de la Verse, les cours d'eau sont rectilignes et peu sinueux, ce qui ne correspond pas aux paramètres morphologiques du bassin relevés lors du diagnostic.

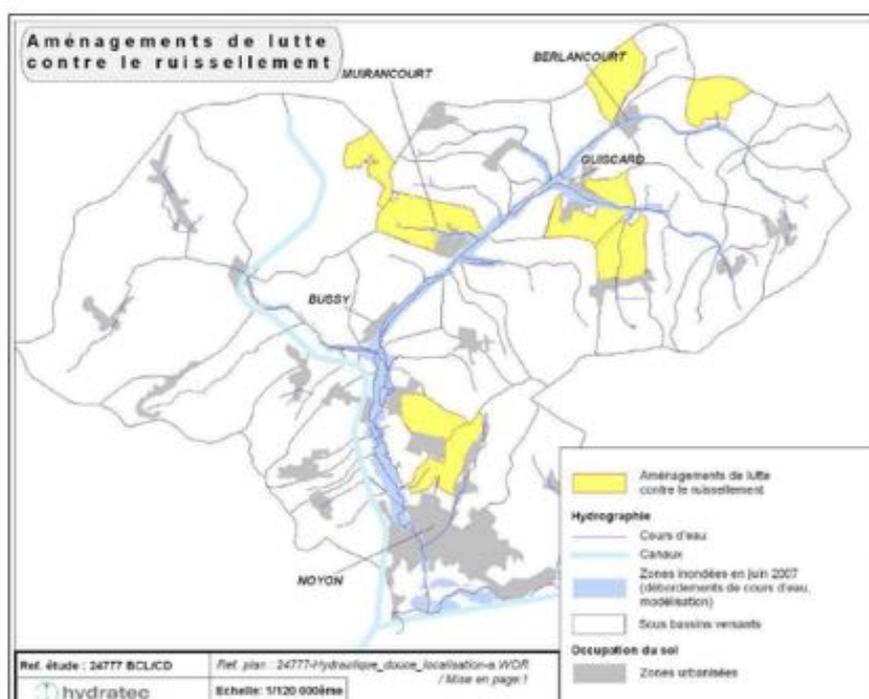
Le PAPI vise donc deux objectifs :

- réduire la vulnérabilité aux inondations récurrentes et aux inondations moins fréquentes,
- requalifier le cours d'eau de la Verse et ses affluents pour permettre un retour de bon état écologique.

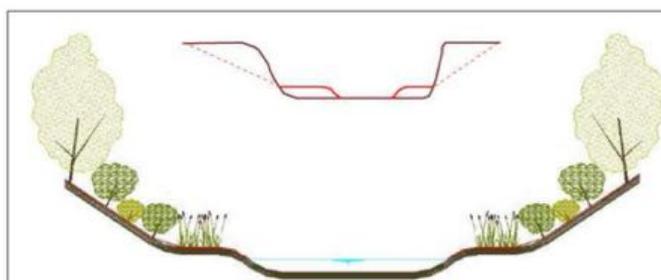
L'essentiel des aménagements prévus fait appel aux techniques « d'hydraulique douce » et porte sur les bassins versants identifiés comme contributeurs à la concentration rapide des écoulements par ruissellement.

Dans ce cas, le diagnostic hydromorphologique a notamment analysé la morphologie des versants et les profils en long et en travers des cours d'eau. Les zones de déséquilibre ont ainsi été mises en évidence, ce qui a permis de localiser, hiérarchiser puis coordonner les actions :

- sur les versants visant à réduire les apports d'eau et de terre lors des crues récurrentes (cf. parcelles en jaune sur la Figure 5) : haies-talus perpendiculaires à la pente pour favoriser le stockage de l'eau ruisselée ; bandes enherbées en fond de talweg pour limiter l'érosion et ralentir les écoulements de surface ; haies complémentaires pour limiter la création d'encoches d'érosion et maintenir les terres en place ; boisements et conversion de champs cultivés en prairies pour maintenir les terres dans secteurs pentus et protéger les secteurs urbanisés situés immédiatement en aval de zone de ruissellement concentrés fortement chargés en terre, ... ;
- dans les segments linéaires de cours d'eau sur lesquels il est intéressant de recalibrer les berges, en adoucissant les pentes, élargissant la largeur plein-bord en crue et en augmentant la rugosité des bords du lit en crue, sans influencer la dynamique à l'étiage (Figure 6). Ces actions favorisent aussi les échanges entre la rivière et la nappe ;
- au niveau de sites ponctuels d'intervention sur les lits mineurs visant à ralentir et écrêter les crues de période de retour plus importante (supérieures ou égales à la décennale) : création d'ouvrages de stockage constitués de petites digues en fond de talweg ; restauration de chenaux en lit mineur et reméandrage.



Annexe D - Figure 5 : plan de situation des aménagements de lutte contre le ruissellement (PAPI Verse)



Annexe D - Figure 6 : schéma de principe de recalibrage des berges (PAPI Verse)

Illustrations extraites du rapport d'étude de Hydratec – Asconit Consultants (avril 2012)

Dossier de rapport PAPI, volet note environnementale, Syndicat Interdépartemental d'entente Oise - Aisne Ed., septembre 2012, 22 p.

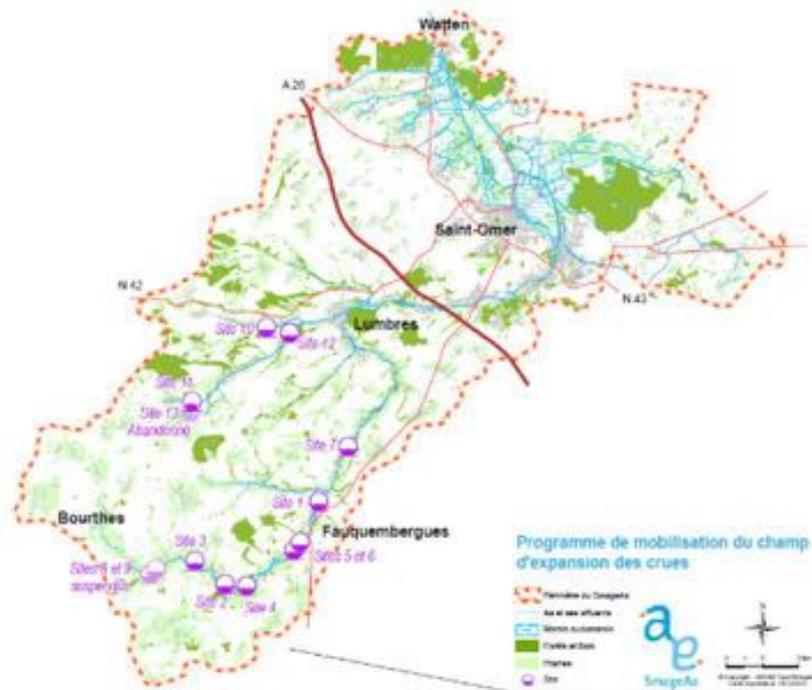
■ Cas n° 4 - PAPI Audomarois (labellisé en 2011)

Bénéfices de l'analyse croisée morphologie du terrain x fonctions des milieux humides, à l'échelle du bassin

Le territoire du PAPI couvre un territoire de 665 km² avec un linéaire total de 120 km de cours d'eau. Les rivières confluent pour former la rivière Aa en amont du marais Audomarois qui s'étend sur 3700 ha.

Le dossier PAPI l'Audomarois, porté par le Syndicat mixte pour l'aménagement et la gestion des eaux de l'Aa (SmageAa) créé en 2003, a été élaboré suite à la crue historique de mars 2002, désormais crue de référence sur le bassin. Cette crue, de période de retour cinquantennale, endommagea plus de 1000 habitations pour un coût estimé à plus de 9,5 M€. La prévention des crues est, de fait, l'une des priorités du secteur qui a connu 8 crues de période de retour supérieures à 10 ans entre 1998 et 2008. En réponse, le PAPI Audomarois prévoit des actions pour un budget total de plus de 8 M€ dont moins de 2 % sont consacrés à de la mise en œuvre d'aménagement contre 12 % pour l'acquisition foncière des terrains situés dans la zone d'expansion de crue (ZEC) (Figure 7).

Le « pivot du programme d'actions » reste pourtant la mobilisation des champs d'expansion de crues. L'essentiel des actions tourne autour d'aménagements par endiguement de zones sans enjeu (pas d'urbanisation). Les milieux humides sont toutefois pris en compte dans la mesure où il est prévu que ces aménagements permettent des inondations contrôlées de ces espaces.



Annexe D - Figure 7 : programme de mobilisation des champs d'expansion de crues (PAPI Audomarois)

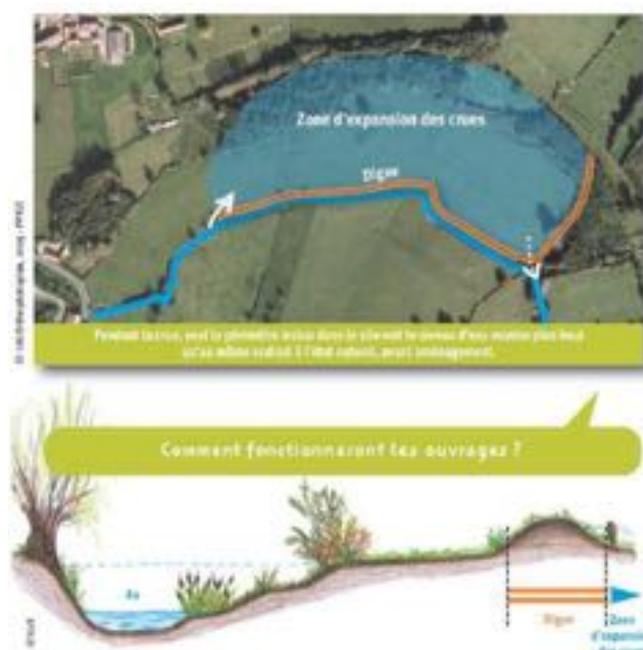
Bien que constitué avant le cahier des charges PAPI de 2011 recommandant de présenter une notice environnementale avec un diagnostic des milieux naturels, le programme d'actions cherche bien à valoriser les milieux humides. À cette fin, des études d'inventaire des marais ont été engagées dans l'objectif de localiser et de connaître le fonctionnement de ces milieux. Il ressort que le marais Audomarois présente un fonctionnement complexe. En plus des écoulements dans l'Aa, il est alimenté en eau par des contributions sporadiques de la rivière Lys (en période critique) et plus régulièrement par des écoulements diffus issus de la nappe arthésienne de la craie. À cette complexité naturelle s'ajoute un réseau de canaux et d'écluses géré mécaniquement.

De la sorte, le projet PAPI de l'Audomarois prévoit d'utiliser, sans oublier de suivre et sans oublier de contrôler, les évolutions des voies d'eau, des milieux humides associés et des marais environnants pour prévenir les inondations par les actions suivantes :

- inciter à un entretien régulier des voies d'eau, même secondaires, en intégrant les propositions de plan de gestion écologique à la révision à mis parcours du PAPI,
- indemniser les gestionnaires des marais pour laisser libre cours à l'inondation de leurs parcelles en période de crue,
- proposer de nouvelles possibilités de gestion saisonnière des casiers maraîchers situés en zone humides (SmageAa, C. MONIERE – 2005).

La philosophie du programme d'actions par mobilisation des champs d'expansion de crues se veut écologique. Une concertation préalable est organisée pour définir les modalités de réalisation et d'intégration environnementale et paysagère des aménagements hydrauliques et les modalités de leur gestion ultérieure.

Sur un plan technique, les ouvrages de mobilisation du champ d'expansion des crues prévus respectent le schéma de fonctionnement proposé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et Irstea (à l'époque CEMAGREF) en 2003 (Figure 8). Leur mise en œuvre nécessite une bonne analyse des profils en travers du cours d'eau car la contrainte est de ne pas stocker des hauteurs d'eau supérieures à 2 mètres afin de ne pas déséquilibrer le fonctionnement du cours d'eau. Il s'agit ensuite de proposer suffisamment de sites à aménager pour que l'ensemble de ces aménagements ait un impact significatif sur les crues.



Annexe D - Figure 8 : schéma de principe de mobilisation des champs d'expansion de crues (PAPI Audomarois)

Le diagnostic hydromorphologique est utile pour dimensionner et mettre en œuvre les aménagements et concerter leurs modalités de gestion ultérieure de sorte à réduire l'impact sur les milieux humides, voire à en favoriser le fonctionnement, en particulier :

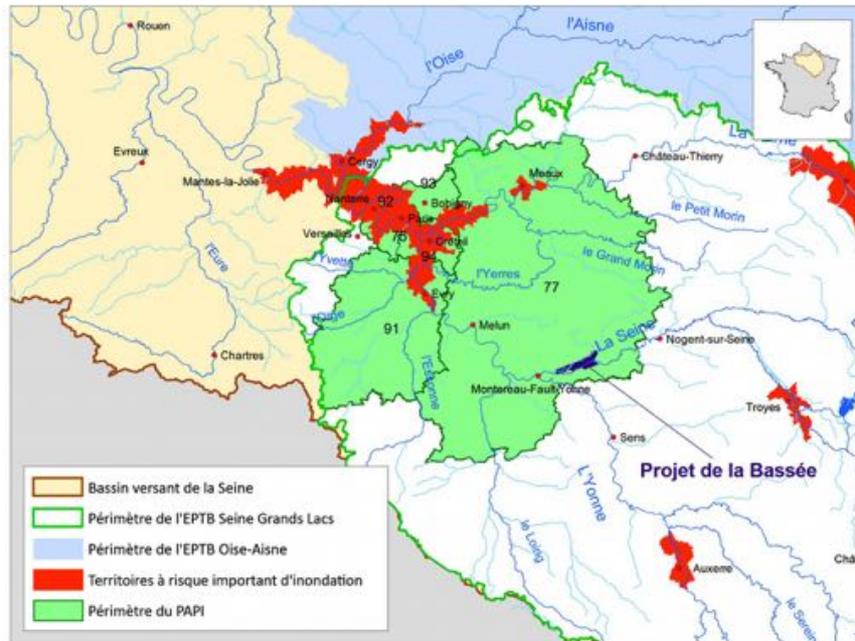
- l'analyse du bassin versant (morphologie, inventaire et fonctionnement des milieux humides) pour identifier les zones d'aménagement à privilégier en faveur des milieux humides ;
- l'analyse des profils en travers pour dimensionner chaque ouvrage et déterminer les mesures de gestion à respecter.

Illustrations extraites de la note de synthèse sur les zones d'expansion de crue, Octobre 2011, SmageAa Ed., 6p.

■ Cas n° 5 - PAPI Seine et Marne Francilienne (labellisé le 19 décembre 2013)

Apport du diagnostic hydromorphologique pour conjuguer des mesures innovantes à l'échelle régionale

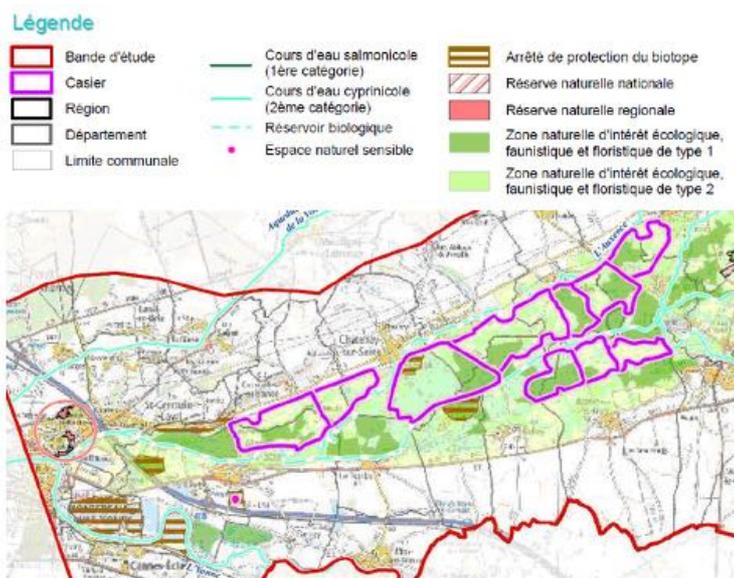
Le PAPI de la Seine et de la Marne francilienne couvre le territoire le plus étendu de l'ensemble des PAPI labellisés à ce jour (44 000 km², Figure 9). L'enjeu est de prévenir les inondations dans la plaine alluviale urbanisée, marquée par des crues lentes mais dont la durée se prolonge sur plusieurs semaines avant retour à la normale.



Annexe D - Figure 9: cartographie du bassin versant de l'Île-de-France (PAPI Seine-Marne-Francilienne)

Le PAPI a bénéficié d'études préalables menées par l'Agence de l'eau du Bassin Seine Normandie (recensement des zones d'expansion de crues), de plusieurs études hydrauliques (EDF) et du diagnostic de territoire réalisé dans le cadre du SRCE d'Île-de-France. Le programme d'actions qui en découle vise à **prévenir les inondations en utilisant voire en restaurant les fonctions des milieux humides situés hors des zones d'enjeux**. Il s'articule en particulier autour des actions concrètes suivantes :

- **le ralentissement dynamique des crues décennales** par stockage temporaire de l'eau sur les zones amont puis la gestion du relargage gravitaire de sorte à réduire et désynchroniser les pointes de crue à l'aval ;
- **le rétablissement des fonctionnalités des milieux humides** situés à l'intérieur des espaces endigués par une gestion des casiers de rétention et une planification annuelle « d'inondations écologiques » provoquées ;
- **le laminage de la crue au niveau des champs d'expansion de crue**, par de l'acquisition foncière, des conventions d'usages des terres prises auprès des agriculteurs (conversion de grandes cultures à prairies) et quelques plantations d'arbres de sorte à augmenter à la fois la rugosité et la continuité des habitats entre les zones potentiellement humides et les milieux humides écologiquement remarquables repérés préalablement (prairies humides, forêts alluviales, secteurs propices à l'avifaune) ;
- **la valorisation éco-touristique d'anciens méandres**, en partenariat avec VNF de sorte à favoriser la dérivation des écoulements des crues exceptionnelles ;
- **la restauration des fonctionnalités de la zone humide en Bassée** située à l'aval grâce à des pratiques de génie écologique telles que la mise en place d'un « casier pilote » (Figure 10), instauration de mesures de suivi environnemental, mise en place de formation prairiales sèches ou mésophiles sur une partie du linéaire de digues, entretien et gestion des noues, aménagements forestiers favorables aux habitats et espèces (régénération, éclaircie...), reconnections d'annexes latérales pour le frai du brochet, création de mares pour les amphibiens, mise en prairies de terres cultivées en accord avec les exploitants agricoles.



Annexe D - Figure 10 : cartographie des casiers sur la zone humide de la Bassée et des milieux naturels présents (PAPI Seine-Marne-Francilienne)

Plusieurs innovations adaptées à un territoire très inondable ont été engagées de 2008 à 2011 dans le cadre de l'opération d'intérêt national Orly-Rungis-Seine Amont et du PAPI :

- le plan guide des Ardoines proposant des aménagements en zone inondable sans aggraver la situation préexistante, voire même en l'améliorant,
- la modernisation de la vanne secteur de Saint-Maur/Joinville-le-Pont, ouvrage exutoire de crue situé dans le Val-de-Marne,
- la construction d'un casier pilote fonctionnel sur le site de la Bassée aval dont la gestion assure une fréquence d'inondation propice au milieu humide,

Les actions ciblées sur la zone humide de la Bassée sont motivées non seulement par le fait que cette zone humide est la plus étendue de l'Île-de-France (environ 30 000 ha), mais surtout par un constat préalable de dysfonctionnement et de perte de biodiversité dans cette zone faisant suite à la création des lacs-réservoirs en amont.

Dans un tel contexte, pour une surface aussi étendue de territoire, le diagnostic hydromorphologique a été déterminant à la fois pour cibler les milieux humides jouant un rôle sur la dynamique de la crue mais aussi pour identifier ceux qui sont perturbés par les mesures existantes de prévention des inondations. Il a aussi permis de caractériser le rôle d'autres milieux potentiellement humides situés en amont des zones urbanisées.

Illustrations extraites de la pièce D- du dossier PAPI labellisé

○ Annexe E – Les outils réglementaires à mobiliser pour la mise en œuvre du PAPI

▪ 1- Les outils de gestion de l'eau dans les territoires

Les outils de gestion de l'eau dans les territoires regroupent les outils de gestion des milieux aquatiques qui déclinent les orientations de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et de la Directive Cadre Stratégique pour le Milieu Marin (DCSMM) et les outils de gestion des risques d'inondation qui déclinent les orientations de la Directive Inondation (DI). Les deux types d'outils doivent avoir des orientations coordonnées. En effet, les outils de gestion des risques d'inondation doivent être compatibles avec les outils de gestion des milieux aquatiques.

• 1.1 - Les outils de gestion des milieux aquatiques

Les outils de gestion des milieux aquatiques comptent deux outils de planification concernant chacun une échelle de territoire différente. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) porte sur l'ensemble du bassin hydrographique. Le Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) présente quant à lui un périmètre qui correspond au bassin versant qui le concerne.

○ 1.1.1 - Le SDAGE

Le SDAGE est un document de planification qui définit, pour une période de 6 ans et pour chaque bassin hydrographique (Adour-Garonne, Loire-Bretagne, Rhône-Méditerranée-Corse, Artois-Picardie et Seine-Normandie), les orientations pour une gestion des milieux aquatiques en cohérence avec les principes de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et de la loi sur l'eau. Le SDAGE est élaboré par le comité de bassin. Il a une portée juridique et s'impose aux décisions administratives en matière de police des eaux et aux documents d'urbanisme comme le SCOT et le PLU, qui doivent lui être compatibles. Les SDAGE actuels couvrent la période 2016-2021.

Les SDAGE définissent des orientations pour la gestion des inondations dans le respect du principe de la gestion équilibrée de la ressource en eau et du bon fonctionnement hydraulique et écologique des milieux aquatiques. Dans les SDAGE 2010-2015, les dispositions principales qui favorisent le rôle naturel des milieux humides, comme le maintien des zones d'expansion de crues par exemple et le retour à un fonctionnement naturel des cours d'eau, sont retranscrites ci-dessous :

- Préserver les zones d'expansion de crues (ZEC) notamment en les prenant en compte dans les documents d'urbanisme. Toutes les mesures doivent être prises pour maintenir ces zones d'expansion de crues en y interdisant notamment les remblaiements, les endiguements et les nouvelles constructions. De plus, il est conseillé de rechercher de nouvelles ZEC naturelles pour les mobiliser (par exemple les milieux humides présents). Cette mobilisation des ZEC doit avoir à la fois un intérêt hydraulique et aussi maintenir ou améliorer le fonctionnement écologique du cours d'eau.
- Maîtriser les ruissellements à la source (dans les zones urbaines et ou les zones rurales) et répartir les efforts de protection contre les inondations en amont et en aval du bassin versant. Cette orientation se décline en trois autres sous-orientations :
 - limiter l'imperméabilisation des sols en imposant des prescriptions dans les documents d'urbanisme qui interdisent notamment les constructions dans les ZEC et qui promeuvent le développement de l'urbanisation sur des territoires non inondables ;
 - mettre en place des solutions alternatives d'assainissement des eaux pluviales pour collecter et stocker temporairement les volumes d'eau comme la création de zones humides tampons artificielles par exemple. Ces solutions alternatives doivent également être encouragées dans les documents d'urbanisme ;
 - promouvoir des pratiques agricoles qui limitent les ruissellements (notamment maintenir un couvert végétal sur

les zones tampons, maintenir les réseaux de fossés agricoles, ...).

- Favoriser ou retrouver le fonctionnement naturel du cours d'eau en lui restituant son espace de mobilité. Ainsi, les annexes hydrauliques du cours d'eau pourront être reconnectées pour augmenter les capacités des milieux à stocker les volumes de crues et le retour à un équilibre sédimentaire du fonctionnement du cours d'eau sera favorisé. Il s'agit notamment d'étudier la possibilité du recul des digues existantes au plus proche des enjeux à protéger et de gérer les ripisylves pour renforcer la stabilité des berges.
- Contrôler les remblais en zones inondables notamment en le compensant à 100 % si le remblai se fait dans des zones d'expansion de crues pour ne pas réduire les potentialités de stockage des crues par les milieux humides présents.
- Privilégier le ralentissement dynamique des crues dans les zones à faible enjeu pour réduire l'aléa et accentuer le rôle des zones naturelles d'expansion de crues. Ce type d'action favorisera la création de milieux humides, les sols verront alors leur rôle de rétention d'eau augmenté et cela permettra la création de nouvelles zones tampons pour le stockage des crues.
- Évaluer les impacts des mesures de protection en amont et en aval de ces mesures pour ne pas aggraver le risque inondation et également évaluer les risques en cas de rupture des protections. Il s'agit de mettre en œuvre le principe de solidarité amont-aval du bassin versant pour gérer les inondations.
- Autoriser la mise en place de nouveaux ouvrages de protection tels que les digues seulement pour protéger les zones très urbanisées ou les infrastructures importantes et favoriser ainsi le fonctionnement naturel des cours d'eau dans les zones à moindre enjeu.

○ 1.1.2 - Le SAGE

Les Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) sont des documents de planification, de niveau inférieur au SDAGE. Les SAGE portent sur un périmètre hydrographique cohérent, c'est-à-dire un bassin versant. Le SAGE fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau et des milieux aquatiques. Il est établi par une Commission Locale de l'Eau (CLE) représentant les divers acteurs du territoire, et est approuvé par le préfet.

Les SAGE doivent être compatibles avec le SDAGE qui le concerne et doivent donc être cohérents notamment avec les dispositions pour la lutte contre les inondations qui y sont édictées.

Les documents d'urbanismes (comme le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) ou le Plan Local d'Urbanisme (PLU)) doivent être compatibles avec les dispositions et les objectifs de protection définis dans les SAGE.

• 1.2 - Les outils de gestion des risques d'inondation

La politique nationale de gestion des risques d'inondation s'articule autour de 3 objectifs :

- augmenter la sécurité des populations,
- stabiliser puis réduire le coût des dommages liés aux inondations,
- raccourcir le délai de retour à la normale de territoires sinistrés.

La déclinaison de l'objectif « augmenter la sécurité des populations » rappelle notamment la nécessité de préserver les milieux humides qui ont un rôle naturel de zones d'expansion de crues et donc de zones de stockage tampon lors d'épisodes de crues.

L'État a élaboré en 2014 une Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation (SNGRI) pour mettre en œuvre la politique nationale de prévention des inondations. Elle se décline à travers les Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) à l'échelle du bassin hydrographique et selon une Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI) à l'échelle du bassin versant. La SNGRI précise que l'action doit être priorisée sur les secteurs concentrant le plus d'enjeux potentiellement exposés : les Territoires à Risques Importants d'inondation (TRI).

En parallèle, le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI), élaboré à l'initiative du préfet, est un outil réglementaire qui impose à la fois des mesures de réduction des ruissellements et des servitudes publiques pour l'usage des sols et pour les constructions à intégrer obligatoirement dans les PLU.

○ **1.2.1 - Le PGRI**

De même que le SDAGE constitue le plan de gestion pour répondre aux exigences de la DCE, le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) est demandé à l'échelle de chaque district hydrographique pour répondre aux attentes de la Directive Inondation (source : SDAGE Rhin-Meuse 2016-2021). En effet, le PGRI est un document de planification qui porte également sur le bassin hydrographique et encadre la politique de gestion des risques d'inondation en priorisant l'action sur les TRI. Le PGRI est élaboré par l'État en association avec les parties prenantes et est arrêté et approuvé par le Préfet coordonnateur de bassin. Le PGRI définit les objectifs de la politique de gestion des inondations à l'échelle du bassin et les décline sous forme de dispositions visant à atteindre ces objectifs. Il présente également des objectifs ainsi que des dispositions spécifiques pour chaque Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) du district.

Le PGRI est opposable à l'administration et à ses décisions dans les domaines de l'urbanisme et de la gestion de l'eau.

Le PGRI doit être compatible avec les objectifs de qualité des eaux énoncés dans les SDAGE, notamment avec les orientations en lien avec la prévention des inondations. Le PGRI s'impose aux documents d'urbanisme (notamment SCOT et PLU) qui doivent lui être compatibles, ainsi qu'aux PAPI et aux Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI).

○ **1.2.2 - La SLGRI**

Les Stratégies Locales de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI) constituent la déclinaison des objectifs des PGRI pour les Territoires à Risques Importants d'Inondation (TRI). La SLGRI est l'équivalent réglementaire des SAGE pour ce qui concerne la gestion des risques d'inondation. Elle doit fixer les objectifs de réduction des conséquences dommageables sur le TRI, en déclinaison du cadre fixé par le PGRI du district et de la SNGRI. Elle est arrêtée par le ou les préfets de départements concernés et approuvée par le Préfet Coordonnateur de Bassin.

La SLGRI comprend :

- un diagnostic du territoire concerné,
- une carte de périmètre,
- des objectifs de réduction des conséquences des inondations,
- un programme d'actions pour atteindre les objectifs décidés.

La SLGRI doit être compatible avec les orientations des SDAGE, des SAGE et la SNGRI.

○ **1.2.3 - Le PPRI**

Le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) est un outil réglementaire différent de ceux précédemment évoqués. Le PPRI est un outil pour maîtriser l'urbanisation en zones inondables, permettant ainsi de limiter l'exposition aux risques de personnes et des biens. Le PPRI est un document réglementaire approuvé par le Préfet qui a pour objectif principal d'établir une cartographie des zones à risques et de réglementer ces zones notamment en :

- interdisant les nouvelles implantations humaines dans les zones les plus dangereuses et en les limitant dans les autres zones inondables,
- prescrivant des mesures pour réduire la vulnérabilité des installations et constructions y compris existantes, et pour ne pas nuire à l'écoulement des eaux et préserver les zones d'expansion de crues (www.toulouse-inondation.org, consulté en 2015).

Le PPRI est un document opposable. Ces servitudes publiques doivent être intégrées au PLU notamment pour maîtriser l'extension de l'urbanisation dans les zones inondables (GRAIE, 2014).

Le PPRI peut par exemple donner des prescriptions pour :

- préserver le lit majeur du cours d'eau et laisser libre son espace de mobilité pour redonner un fonctionnement naturel au cours d'eau avec une dynamique naturelle des écoulements, reconnecter les annexes hydrauliques et augmenter les capacités naturelles de stockage par les milieux humides recréés et reconnectés,
- préserver les zones d'écoulement pour une évacuation naturelle des eaux de ruissellement,
- interdire de construire dans les zones naturelles d'expansion de crues pour préserver ces espaces de stockages et d'écrêtement des crues,
- interdire les travaux de remblaiement des milieux humides et des autres zones d'expansion naturelle de crues pour conserver leur rôle naturel de stockages des écoulements,
- réserver des emplacements pour le stockage des eaux pluviales,
- favoriser la mise en œuvre de pratiques agricoles adaptées à la prévention des inondations comme la réalisation des sillons des cultures perpendiculaires à la pente, la préservation ou la mise en place de haies et de bandes enherbées respectivement pour faire obstacle et freiner les ruissellements et ainsi favoriser les infiltrations à la parcelle,
- interdire de construire dans les zones où l'aléa est important pour ne pas exposer davantage d'enjeux et éviter l'artificialisation des sols dans ces zones qui augmenteraient l'aléa.

Comme l'ensemble des outils de la gestion des inondations, le PPRI doit être compatible avec les orientations du SDAGE et du SAGE qui le concernent.

Conformément aux prescriptions du cahier des charges PAPI, le programme de réalisation des PPRI sur le territoire du PAPI devra être rappelé dans le projet de programme d'actions.

○ **1.2.4 - Le PPRL (DGPR, 2014)**

Le Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) est la déclinaison du plan de prévention des risques naturels spécifiquement dans les zones littorales. Le PPRL a pour objet de définir un zonage réglementaire qui :

- délimite les zones exposées aux risques où toute type de construction, d'ouvrage ou d'aménagement susceptibles d'aggraver les risques pour les vies humaines sont interdits et donne des prescriptions pour les constructions, ouvrages ou aménagements qui pourraient y être autorisés ;
- délimite les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où d'éventuelles constructions pourraient quand même aggraver les risques dans les zones exposées ;
- définit les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde dans les zones exposées aux risques et les zones où des constructions pourraient aggraver ces risques ;
- définit des mesures relatives aux aménagements et aux prescriptions constructives dans les zones pré-citées.

■ **2 - Les outils de planification du territoire**

Les outils de planification territoriale (ou documents d'urbanisme) doivent décliner et mettre en cohérence sur plusieurs niveaux d'échelles territoriales les orientations fondamentales de l'État en matière d'aménagement et d'équilibre entre les perspectives de développement, de protection et de mise en valeur des territoires. Ces orientations sont notamment déclinées dans les Directives Territoriales d'Aménagement et de Développement Durable (DTADD) lorsqu'elles existent sur leur territoire.

Les DTADD, qui remplacent les Directives Territoriales d'Aménagements (DTA), sont élaborées à l'initiative et sous la responsabilité de l'État et fixent sur certaines parties du territoire « les orientations fondamentales de l'État en matière d'aménagement et d'équilibre entre les perspectives de développement, de protection et de mise en valeur des territoires » ainsi que ses « principaux objectifs de localisation des grandes infrastructures de transport, des grands équipements et de préservation des espaces naturels, des sites et des paysages » à moyen et à long terme (www.territoire.gouv.fr, consulté en 2015). Certaines DTADD, comme la DTADD de Lyon Métropole, comportent des orientations en lien avec la préservation des zones d'expansions de crues et des corridors fluviaux.

En matière de prévention des inondations, les documents d'urbanisme sont des leviers stratégiques pour mettre en place des actions qui associent la valorisation et la préservation des milieux humides, car ils définissent notamment des prescriptions relatives à :

- la lutte contre les inondations,
- la protection et la préservation des milieux humides,
- la gestion de l'assainissement et des eaux pluviales,
- la protection et la préservation de la ressource en eau potable.

Il existe trois types de documents d'urbanisme :

- le SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale) à l'échelle d'un grand bassin de vie ou d'une aire urbaine,
- le PLU (Plan Local d'Urbanisme) à l'échelle intercommunale ou communale,
- la Carte communale à l'échelle communale.

Seuls le SCoT et le PLU seront détaillés dans la suite de ce chapitre.

De plus, depuis la promulgation de la loi Notre n° 2015-991 du 7 août 2015 portant Nouvelle Organisation Territoriale de la République, les nouvelles régions doivent élaborer le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires). La loi « biodiversité » n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages introduit le fait que les régions littorales pourront intégrer dans leur SRADDET des mesures pour la gestion du trait de côte.

• 2.1. - Le SCoT

Le SCoT est l'outil de planification intercommunale qui porte sur un large bassin de vie ou une aire urbaine dans le cadre d'un projet d'aménagement et de développement durable des territoires (PADD). Il est destiné à servir de cadre de référence pour les différentes politiques publiques déclinées au niveau local, notamment celles centrées sur l'organisation de l'espace, de l'urbanisme, de l'habitat et de l'environnement. Il assure la cohérence des politiques publiques ainsi que la cohérence des autres documents d'urbanisme d'échelle inférieure comme les PLU ou les PLUi (PLU intercommunaux) par exemple.

Le SCoT doit respecter les principes du développement durable qui sont d'assurer un équilibre entre le renouvellement urbain, le développement urbain, le développement de l'espace rural et la préservation des espaces naturels et des paysages ainsi que le respect de l'environnement.

Le SCoT doit être compatible avec les orientations déclinées dans le cadre des SDAGE, des SAGE mais aussi les orientations du PGRI, de la SLGRI et du PPRI éventuel qui le concernent. Le SCoT est un document intégrateur qui doit reprendre les prescriptions déclinées dans ces outils de prévention des risques d'inondation notamment pour ce qui concerne la définition des zones inconstructibles et des zones urbanisables avec une prise de précautions, afin de maîtriser le développement de l'urbanisation et agir sur l'artificialisation des sols.

Le SCoT se compose notamment d'un document d'orientations et d'objectifs (DOO) qui est opposable au PLU et PLUi.

Le SCoT est élaboré à l'initiative des communes et est porté par l'établissement public compétent sur son périmètre (METL, 2013).

• 2.2 - Le PLU

Le plan local d'urbanisme (PLU) est un document d'urbanisme dont le périmètre porte sur un groupement de communes (PLUi) ou une commune. Il fixe les règles générales d'utilisation du sol sur le territoire considéré dans le respect du développement durable et répondant aux besoins de développement local.

Le PLU doit être compatible avec les orientations et les objectifs du SDAGE et du SAGE qui le concerne. De plus, si un PPRI existe

sur son périmètre, le PLU doit intégrer dans son règlement les servitudes publiques énoncées dans ce PPRI. Ces servitudes publiques concernent notamment les différentes mesures prises dans le PPRI pour réduire les ruissellements et les servitudes publiques pour l'usage du sol. De plus, le PLU doit également être en cohérence avec les orientations du SCoT en matière de stratégie foncière pour densifier le tissu urbain et limiter l'étalement urbain et ainsi enrayer l'artificialisation des sols.

- **2.2 - Le SRADDET**

Le SRADDET fixe les objectifs en matière :

- de lutte contre le changement climatique, d'équilibre et d'égalité des territoires,
- de protection et de restauration de la biodiversité,
- d'implantation des infrastructures d'intérêt régional,
- de désenclavement des territoires ruraux,
- d'habitat,
- de gestion économe de l'espace,
- d'intermodalité et de développement des transports,
- de maîtrise et de valorisation de l'énergie,
- de pollution de l'air,
- de prévention et de gestion des déchets,
- et dans tout autre domaine d'aménagement de compétence régionale.

Et, depuis l'adoption de la loi biodiversité, l'article 162 précise que les régions littorales par le biais de leur SRADDET ont la possibilité de traiter de la gestion du trait de côte pour anticiper et gérer ses évolutions. Il s'agit notamment de définir :

- des mesures d'amélioration des connaissances,
- des mesures de préservation et de restauration des espaces naturels,
- des mesures de prévention et d'information des populations,
- des modalités d'un partage équilibré et durable de la ressource sédimentaire.

- **3 - Les outils de programmation opérationnelle**

Les outils de programmation opérationnelle n'ont quant à eux pas de portée juridique. Ils sont la déclinaison opérationnelle en actions concrètes des différentes politiques de la gestion de l'eau. Ces programmes d'action sont les programmes de mesures (PDM), les contrats de rivières et les plans fleuves, pour la gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques, et les PAPI pour la prévention des inondations.

- **3.1 - Les programmes de mesures (PDM)**

Les PDM se font à l'échelle du SDAGE. Ils définissent les actions, les moyens techniques et financiers à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés par le SDAGE. Une fois arrêtés par le Préfet coordonnateur de bassin, les PDM seront déclinés de façon opérationnelle sous la forme de Plans d'action opérationnels territorialisés (PAOT).

- **3.2 - Les contrats de rivière**

Le contrat de rivière est la traduction opérationnelle en actions du SAGE, du SDAGE et du PDM. Il s'agit d'un plan d'actions qui identifie et priorise les actions à mettre en œuvre sur une durée de 5 ans sur un bassin versant. Le contrat de rivière identifie les travaux ou les études nécessaires pour atteindre les objectifs de qualité des eaux et de gestion équilibrée de la ressource et des milieux aquatiques. Il désigne également les maîtres d'ouvrage, détaille le mode de financement des actions et définit les échéances pour la réalisation des travaux.

Le contrat de rivière est un contrat qui engage les différents signataires, les financeurs et les maîtres d'ouvrages des actions. Il est signé entre les partenaires concernés : préfet de département, agence de l'eau et les collectivités locales (notamment le conseil départemental, le conseil régional, les communes, les syndicats intercommunaux).

• 3.3 - Les plans fleuves

Les plans fleuves constituent des plans globaux d'aménagement des grands fleuves français (Seine, Loire, Rhône, ...). Ils sont proposés par l'État et ses partenaires (Agences de l'eau, collectivités, établissements publics territoriaux). Ils proposent des orientations pour la gestion des inondations, pour l'amélioration et la préservation des milieux aquatiques et pour l'aménagement du territoire qui peuvent inspirer les types d'actions à définir dans le cadre du PAPI. Les plans grands fleuves possèdent des structures de gouvernance partenariales qui peuvent être mobilisées pour l'élaboration des PAPI et ont un financement multi-partenarial.

• 3.4 - Les PAPI

Le PAPI est un outil de contractualisation entre l'État et les collectivités, pour mettre en œuvre une politique de gestion des risques d'inondation globale, pensée à l'échelle d'un bassin de risque cohérent.

Le bassin de risque cohérent représente un territoire homogène au regard de l'aléa auquel il est soumis (bassin versant pour les inondations de cours d'eau, par exemple). Le périmètre du bassin de risque doit également intégrer les zones sur lesquelles des mesures de réduction de l'aléa pourront être mises en œuvre, comme des zones de rétention en amont (MEDDE, 2011).

Sur la base d'un diagnostic territorial qui tient compte de l'ensemble des enjeux du territoire à protéger, le porteur de projet du PAPI, en concertation avec tous les acteurs du territoire, élabore une stratégie de prévention des inondations sur son périmètre. Puis il décline cette stratégie en actions concrètes de prévention des inondations. Les actions du PAPI, sous réserve de sa labellisation par la commission mixte inondation pilotée par l'État, peuvent prétendre à différentes subventions pour son élaboration et la mise en œuvre de ses actions.

Les PAPI et les contrats de rivière sont élaborés à une échelle cohérente et peuvent utilement être rapprochés pour créer une synergie entre les actions de chaque contrat.

▪ 4 - La stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte

Source : MEEM (2017)

Suite au Grenelle de la mer, la France s'est dotée en 2012 d'une stratégie nationale de gestion du trait de côte, du recul stratégique et de défense contre la mer, dont le nouveau programme d'actions est élaboré pour la période 2017-2019. Cette stratégie a été décidée notamment pour trouver des solutions à la problématique de l'érosion côtière mais aussi aux problèmes de submersions marines. Ces deux aléas doivent être traités de manière conjointe, car ils sont intimement liés.

Les principaux principes communément établis, dans le cadre de cette stratégie de gestion du trait de côte, sont les suivants :

- le trait de côte est naturellement mobile et ne doit pas être fixé partout. Il faudra privilégier les aménagements artificialisant le trait de côte seulement au plus près des enjeux à protéger, où la densité de population est très forte et où l'intérêt stratégique est de niveau national en évaluant les alternatives possibles. Par contre, dans les secteurs à densité moyenne ou à dominante agricole, les aménagements réalisés devront recourir à des techniques souples de gestion du trait de côte. L'objectif est de redonner au littoral un fonctionnement naturel, en laissant les terres libres de tout enjeu s'inonder lors d'épisodes de submersion marines et ainsi recréer des zones d'expansion de crues ;
- protéger et restaurer les écosystèmes côtiers (tels que les zones humides, les cordons dunaires, les mangroves, les récifs coralliens, ...) qui constituent des espaces de dissipation de l'énergie de la mer et contribuent à limiter l'impact des risques littoraux sur les activités et les biens ;
- envisager à terme la relocalisation des biens et des activités situés actuellement dans des zones où le risque d'érosion et de submersion est trop fort. De même l'implantation de nouvelles activités ou d'habitations sur ces zones à risque doit être fortement maîtrisée ;

- intégrer la mobilité du trait de côte dans l'ensemble des politiques publiques (prévention des risques, urbanisme, gestion des milieux, continuités écologiques, ...) et dans les documents de planification ;
- revenir à un fonctionnement naturel des zones littorales pour recréer des zones tampons qui réduiront l'aléa submersion marine au niveau des zones à enjeux et améliorer la connaissance sur l'évolution des écosystèmes littoraux à court, moyen et long terme ;
- gérer l'évolution du trait de côte en interaction avec les submersions marines et les inondations pour définir des stratégies de gestion des risques cohérentes et coordonnées ;
- développer les projets d'aménagement et de planification territoriale en valorisant l'espace rétro-littoral et en cohérence avec les cellules hydro-sédimentaires.

Ces principes sont assortis de recommandations stratégiques. Les actions doivent être réfléchies selon une échelle spatiale et temporelle adaptée à la gestion du risque érosion et submersion.

Le programme d'action de 2012-2015 a permis de mettre en œuvre les actions suivantes :

- amélioration des connaissances sur l'indicateur « évolution du trait de côte » et la caractérisation de l'aléa « recul du trait de côte » notamment ;
- intégration de la gestion du trait de côte dans les documents d'urbanisme et les stratégies de planification ;
- lancement de 3 appels projets pour :
 - soutenir des projets innovants de génie écologique pour la restauration de milieux littoraux et marins (opération de ré-estuarisation notamment pour limiter les phénomènes de submersion marine),
 - soutenir et accompagner des projets de relocalisation des activités et des biens dans une logique de recomposition spatiale du littoral,
 - améliorer la prise en compte des risques littoraux dans les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT).

Le programme d'actions de 2017-2019 promeut la gestion intégrée du trait de côte en lien avec les politiques d'adaptation aux changements climatiques. Il prévoit notamment :

- de promouvoir le rôle des espaces naturels et agricoles littoraux dans la gestion du trait de côte notamment en valorisant les bonnes pratiques mises en œuvre dans les PAPI, les documents de planification et les stratégies locales de prévention des inondations et des submersions marines ;
- de mettre en place des Stratégies Locales de Gestion du Trait de Côte (SLGTC) articulées avec les SLGRI, qui auront notamment des objectifs de préservation des espaces naturels littoraux et rétro-littoraux. Ces SLGTC pourront utilement être mobilisées dans le cadre de l'élaboration des programmes d'actions des PAPI ;
- d'intégrer la gestion du trait de côte au plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) ainsi que dans les SRADDET ;
- de s'appuyer sur la nouvelle compétence GEMAPI des collectivités locales ;
- d'intégrer la gestion du trait de côte dans les documents d'urbanismes (SCoT et PLU).



Direction Générale de l'Aménagement,
du Logement et de la Nature
Direction Générale de la Prévention des Risques
Tour Séquoia - 92055 La Défense cedex
Tél. : +33 (0)1 40 81 21 22



Ministère de la Transition Écologique et Solidaire

www.ecologique-solidaire.gouv.fr



Conception graphique J.E. MALAISÉ - impression : MTE/S/SPSS/ATI2
Imprimé sur du papier certifié ecolabel européen - juin 2017