

Rapport d'étude

Etude des Zones d'Expansion de Crues (ZEC) en Martinique



Octobre 2017

- **Auteur :**

Elias MAHI, Stagiaire Chargé d'étude capacité d'accueil ZEC (ODE)
elias.mahi@eaumartinique.fr

- **Référents ODE :**

Anne-Lise BELLANCE, Chargée d'études cours d'eau, zones humides, GEMAPI (ODE) anne-lise.bellance@eaumartinique.fr

Gaëlle HIELARD, Cheffe de projet, chargée d'évaluation et de suivi des projets structurants (ODE) gaelle.hielard@eaumartinique.fr

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : régional

Couverture géographique : bassin Martinique

Niveau de lecture : professionnels

TABLE DES MATIERES

LEXIQUE	4
RESUME	1
SUMMARY	1
I. Présentation de l'étude	2
II. Déroulement de l'étude	10
III. Réglementation du zonage	10
IV. Identification des ZEC	13
V. Classification des ZEC	17
VI. Résultat du recensement des ZEC	19
VII. Potentialités de préservation et de gestion des ZEC	19
VIII. Conclusion et préconisations	28
Bibliographie	30
Annexes	32

LEXIQUE

BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
DAAF	Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DEAL	Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DOM	Département d'Outre-Mer
EPCI-FP	Etablissement Public de Coopération Intercommunale à Fiscalité Propre
IGN	Institut National de l'Information Géographique et Forestière
IIB Sarthe Amont	Institution Interdépartementale Bassin de la Sarthe Amont
ODE	Office De l'Eau
PAPI	Programme d'Actions de Prévention des Inondations
PDM	Programme De Mesures
PPRI	Plan de Prévention des Risques d'Inondation
RPG	REGIStre Parcellaire Graphique
SCoT	Schéma de Cohérence Territoriale
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SIG	Système d'Information Géographique
SLGRI	Stratégie Locale de Gestion des Risques d'Inondation
SMBV Gapeau	Syndicat Mixte du Bassin versant du Gapeau
ZEC	Zone d'Expansion des Crues
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

RESUME

Les zones d'expansion des crues sont des moyens efficaces pour diminuer l'impact des inondations. Elles peuvent agir sur le ralentissement dynamique des crues en amont des zones à enjeux matériels ou humains. En Martinique, ces zones ne font pas encore l'objet de mesure de conservation et/ou d'aménagement. Dans ce cadre, le SDAGE propose de les identifier et de les introduire comme solution pour une meilleure gestion des inondations. Cette identification implique un inventaire basé sur une méthodologie d'analyse multicritères. Elle se traduit par une cartographie sous logiciel SIG, à l'échelle parcellaire, accompagnée de fiches unitaires renseignées.

Les résultats obtenus reflètent une importante capacité des bassins versants à accueillir ces zones. Ce premier inventaire des zones d'expansion de crues sur une sélection de bassins versants prioritaires en Martinique constitue ainsi une base de données initiale. Elle est mise à disposition des partenaires locaux pour la gestion de l'aménagement du territoire.

Mots clés : Zone expansion des crues, inondation, cours d'eau, bassin versant.

SUMMARY

Flood expansion areas are effective means to decrease the impact of flood. They can help to slow the flood dynamic for the upstream of areas with important material and human issues. In Martinique, there is a lack of management and conservation of these flood expansion areas. In this context, the SDAGE suggests to identify them and to introduce them as solution for a better management of the floods. This identification involves an inventory based on a multicriteria analysis methodology. It happens by cartography under GIS mapping with the plot scale. The final shape is translated by a plug assembly.

The results obtained reflect an important capacity of the catchment areas to accommodate these flood expansion areas. This first inventory, on selected watersheds in Martinique, establishes an initial database. It shall be available for the public local organizations who deal with land-use planning.

Key words: Flood expansion area, flood, river, watershed

I. Présentation de l'étude

La disposition III-A-5 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 « Identifier et restaurer les zones naturelles d'expansion de crues » précise dans son contenu : « Des zones naturelles susceptibles de constituer des zones à vocation d'expansion des crues, induites éventuellement par des dispositifs contrôlés d'écrêtement et d'épandage des crues, seront recherchées à l'occasion d'études spécifiques menées notamment dans le cadre des Stratégies locales de gestion du risque d'inondation (SLGRI) ou à l'occasion de l'élaboration ou la révision des Schémas de cohérence territoriale (SCOT). La recherche de ces zones inondables à reconstituer conciliera les contraintes et enjeux hydrauliques, environnementaux (en particulier les zones ou secteurs qui présenteraient une richesse particulière en termes de biodiversité ou de valeur patrimoniale) et socioéconomiques dans l'optique de déterminer les zones les moins vulnérables aux inondations (...) ».

Cette disposition se décline avec les mesures 41 et 79 du Programme De Mesures (PDM 2016-2021) qui sont respectivement :

- Poursuivre les diagnostics du fonctionnement hydromorphologique et restaurer les secteurs artificialisés à problème en intégrant la dimension de bassin versant ;
- Amplifier l'effort d'expérimentation d'évaluation des techniques de restauration des milieux aquatiques adaptées au contexte martiniquais en menant des chantiers pilotes avec des suivis scientifiques.

Un Plan de Gestion du Risque Inondation (PGRI) 2016-2021 a été établi pour la Martinique. Ce document précise l'organisation et le rôle des acteurs en période de crise, les modes de gestion et les dispositions à mettre en œuvre pour augmenter la sécurité des populations exposées ; stabiliser et/ou réduire le coût des dommages potentiels ; raccourcir le délai de retour à la normale des territoires sinistrés.

Dans ses missions d'études, de suivi des ressources en eau et des milieux aquatiques, d'assistance technique et de sensibilisation, l'Office participe à l'amélioration de la connaissance pour répondre à cette disposition. C'est dans ce cadre que cette étude sur la délimitation des ZEC est menée.

Les résultats de l'étude doivent permettre de constituer un socle de connaissance nécessaire au déploiement des actions d'entretien et d'aménagement des zones humides et des cours d'eau.

Une zone d'expansion de crues (ZEC) est un espace naturel ou aménagé où se répandent les eaux lors du débordement des cours d'eau dans leur lit majeur (Figure 1).

PROTECTION contre les inondations

CHOISIR LA BONNE STRATEGIE POUR SE PROTEGER DES INONDATIONS

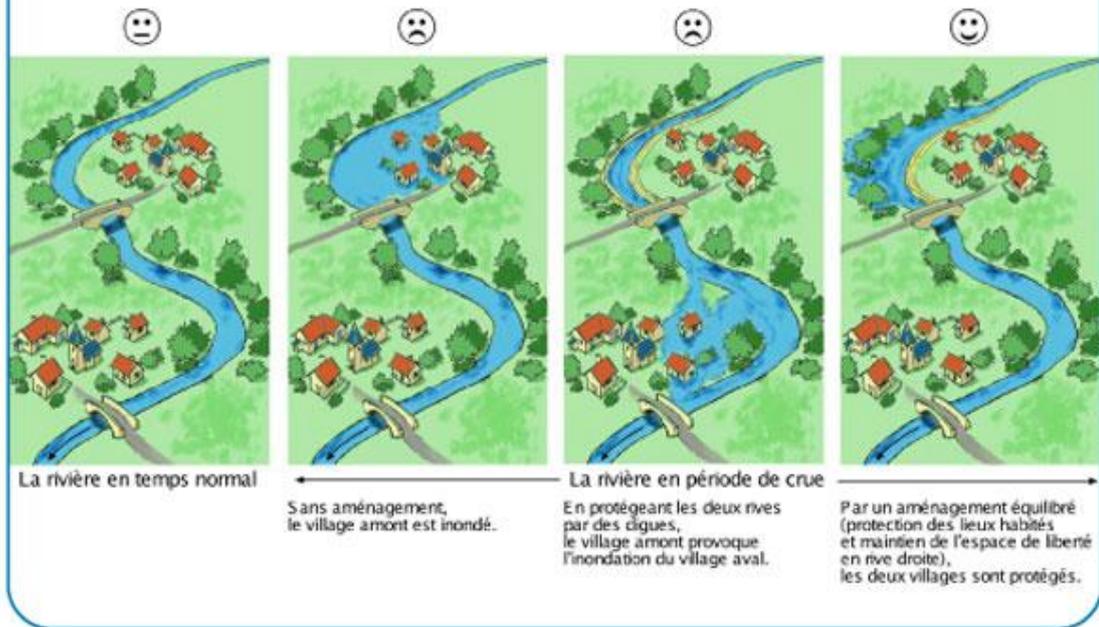


Figure 1: Intérêt des Zones d'expansion de crues (Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, 2017)

Cette expansion momentanée et localisée des eaux écriète la crue en étalant sa durée d'écoulement. Ce stockage participe à la recharge de la nappe alluviale et au fonctionnement des écosystèmes aquatiques et terrestres. Les ZEC sont définies à l'article 48 de la loi du 30 juillet 2003 sur les risques, codifiées à l'article L. 211-12 du code de l'environnement. Elles font toujours partie du lit majeur d'un cours d'eau délimité dans l'atlas des zones inondables. Elles correspondent en général à des secteurs très peu urbanisés, qualifiés de zones ou champs d'expansion des crues en raison des faibles dommages qu'ils sont susceptibles de subir en cas d'inondation (faible vulnérabilité). De fait, leur préservation présente un intérêt dans le cadre de la gestion du risque inondation à l'échelle du cours d'eau.

-Interpellées par la population sur la récurrence des inondations, les collectivités sont tentées d'engager des travaux de recalibrage ou d'édification de digues sensées mieux protéger les populations. Ces initiatives peuvent s'avérer dangereuses si leur efficacité locale et globale n'est pas justifiée (SMBV Gapeau, 2016). Par ailleurs, ces choix sont faits avant tout pour préserver les activités humaines sans tenir compte de l'importance du maintien du champ naturel d'expansion du cours d'eau. Or, avec des modalités de gestion adaptées, une zone d'expansion de crue peut être compatible avec des activités de types agricoles et loisirs. Elle permet de stocker temporairement l'eau en excès, de ralentir et de retarder les

écoulements en crue, mais aussi de freiner les ruissellements. De plus, la rétention sur des sols perméables favorise l'infiltration et limite les écoulements de surface. Tous ces avantages entraînent une diminution du débit des cours d'eau lors du pic de crue. Ces zones ont aussi leur importance dans la structuration du paysage et l'équilibre des écosystèmes.

1. Contexte général de l'étude

Le district hydrographique de la Martinique, à la fois Région et Département français d'outre-mer (DOM), est un territoire exigu de 1 103 km² situé au centre de l'Arc des Petites Antilles. Il abrite 383 911 habitants (INSEE, 2014). Avec la Guadeloupe, ce sont les deux départements français les plus exposés aux menaces d'origines naturelles telles que les séismes, les éruptions volcaniques, les mouvements de terrains, les cyclones et les inondations.

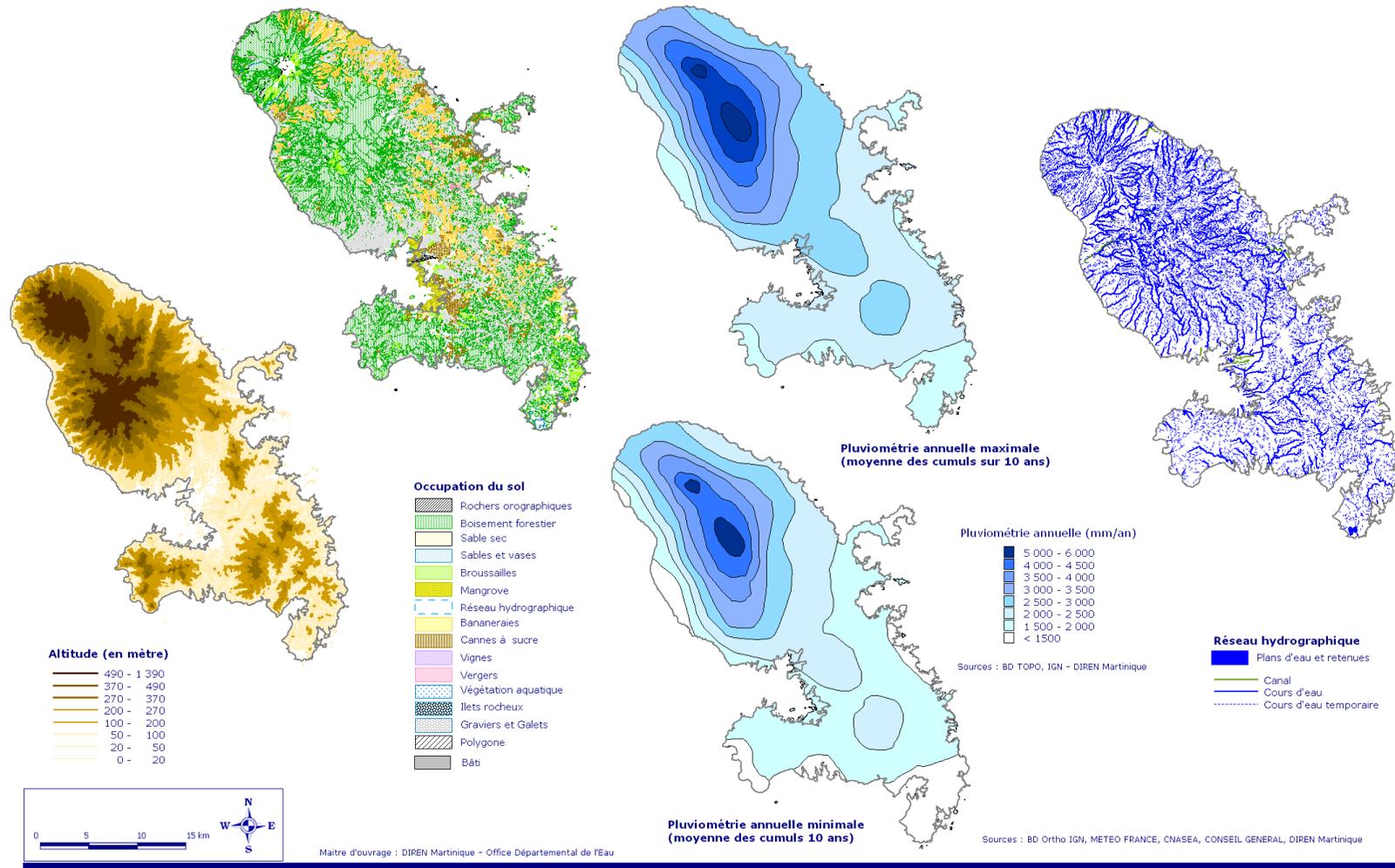
En Martinique, les cours d'eau se regroupent en deux types d'hydro-écorégions (circulaire DCE 2005/11). Il s'agit de la morphologie de type cours d'eau des Pitons du Nord et cours d'eau des mornes du Sud. La typologie du territoire (Figure 2) présente une dualité. Le nord s'opposant au sud avec un relief montagneux pour le premier. Cette morphologie engendre une pluviométrie plus importante et un réseau hydrographique plus dense au nord. La zone bâtie est importante autour de la ceinture littorale et elle devient diffuse à l'intérieur des terres. L'aménagement du territoire a favorisé la canalisation des cours d'eau en aval et l'imperméabilisation des sols. De ce fait, les phénomènes d'inondation se sont amplifiés. Or les réponses apportées à ces phénomènes se portent systématiquement sur des interventions dans les cours d'eau. Ceux-ci peuvent ainsi être remaniés, déviés, contraints et déséquilibrés, et faisant fi parfois des objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). La DCE indique qu'un cours d'eau en bon état intègre à la fois une qualité écologique, chimique et hydromorphologique. Cette approche qualitative de la « forme du cours d'eau » et des impacts subis par ses modifications (berges, lits...) n'est pas, à ce jour, suffisamment prise en compte dans les projets d'aménagements et les opérations d'entretien.

En ce qui concerne la gestion des inondations, c'est la Directive Inondation (DI) adoptée en 2007 qui permet de prioriser les actions et de mobiliser les acteurs.

En 2018, la nouvelle compétence GEMAPI introduit les communes et leurs Etablissements Publics de Coopération Intercommunale à Fiscalité Propre (EPCI-FP) comme nouveaux gestionnaires des milieux aquatiques en charge de la prévention des inondations.

L'ODE propose cette étude dans le cadre de l'amélioration de la connaissance (mesure 41 et 79 du PDM 2016-2021), mais aussi afin de proposer une autre méthode pour la gestion des inondations et ainsi réduire les pressions sur les milieux. L'ODE se propose également de participer à la mise en place et au financement de ces méthodes.

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE



Conception & réalisation : ASCONIT Consultants, 2004

Copie & reproduction interdites © IGN BD CARTO et BD ORTHO

Figure 2 : Carte de présentation de la zone d'étude (ASCONIT, 2004)

Les études menées sur la base de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI) ont permis d'identifier, en fonction de leur exposition aux risques (présence d'enjeux pour la santé humaine et l'activité économique dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles), des Territoires à Risque important d'inondation (TRI) (Figure 3).

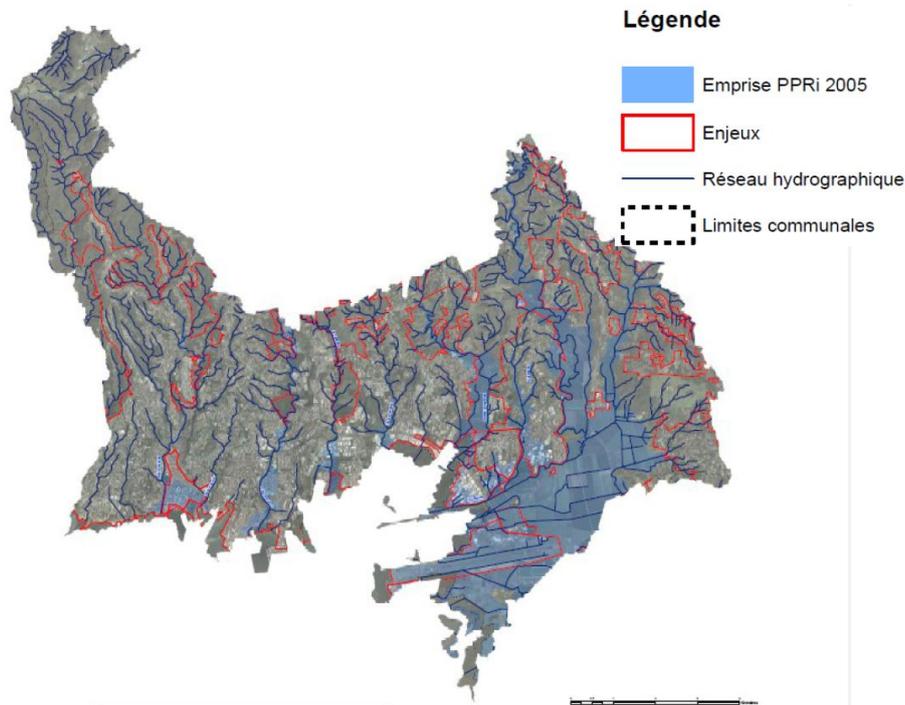


Figure 3 : Cartographie du territoire du TRI (Lamentin/Fort-de-France) de Martinique (DEAL, 2015)

Cependant, cette sélection ne signifie nullement qu'en dehors des territoires retenus, les risques d'inondation n'existent pas, ou qu'ils peuvent être négligés. La sélection d'un territoire comme TRI implique qu'il fait l'objet de phases spécifiques de la Directive Inondation.

La présente étude s'inscrit dans la stratégie globale de gestion des crues issue du SDAGE 2016-2021 et du PGRI (Figure 4). Cette stratégie intègre des actions de ralentissement des écoulements et de redynamisation du cours d'eau.

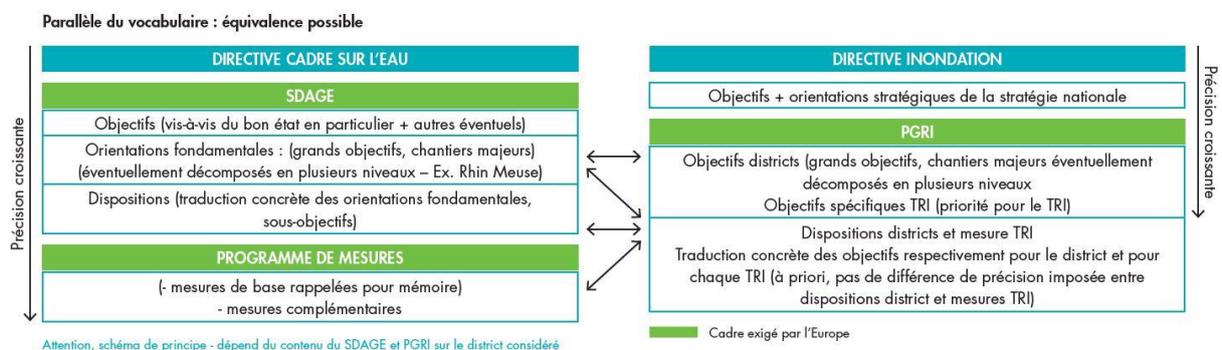


Figure 4 : Mise en parallèle du cadre de la réglementation DCE et DI (SDAGE, 2015)

2. Objectifs

Les zones d'expansion de crues ont été identifiées comme moyens de modérer les débits de crue dans les zones à enjeux des territoires. En effet, elles représentent un bon moyen de protection contre les inondations dans le cadre d'une stratégie d'aménagement équilibré.

En Martinique, bien que le niveau d'exposition soit élevé et impose la recherche de solutions pour répondre aux enjeux socio-économiques, les réponses apportées doivent être durables. Elles doivent permettre de concilier tous les usages.

Cette étude propose d'identifier et de recenser les moyens pour préserver, ouvrir et/ ou aménager les zones d'expansion de crue des bassins versants.

À travers cet inventaire, il s'agit de mettre de nouveaux éléments pour réduire les conséquences des inondations à disposition des aménageurs, tout en préservant la qualité des milieux aquatiques. Ainsi l'étude s'attèle à définir les territoires en capacité d'accueil de Zones d'expansion des crues (ZEC) avec des propositions d'alternatives pour les aménager.

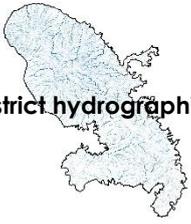
3. Méthodologie

Au vu des contraintes de temps pour la réalisation de cette étude, une méthodologie simple a été mise en œuvre. Il s'agit :

- De déterminer des bassins versants prioritaires pour lesquels la démarche doit être exhaustive ;
- De déterminer les espaces qui peuvent accueillir les ZEC à l'aide de croisements cartographiques ;
- De classer les ZEC pour proposer des aménagements adaptés.

Afin d'identifier les zones d'expansion de crues, une certaine méthodologie a été suivie (Tableau 1).

Tableau 1 : Méthodologie appliquée pour l'identification des zones d'expansion de crues

Etapes	Procédés	Echelle d'application
Délimitation zone d'étude	Recensement des données cartographiques disponibles	 District hydrographique
Discrimination des bassins versants	Liste des critères ayant un rôle dans la genèse (ou l'amplification) du phénomène d'inondation	 Bassins versants du district
	Identification des bassins versants pertinents pour l'étude	
	Analyses SIG	
Pré-localisation des zones d'expansion de crues	Identification des différents types de zones d'expansion de crues potentielles	 Bassins versants d'intérêt
	Analyses SIG	
Hiérarchisation des zones d'expansion de crues	Prise en compte de l'occupation du sol et des enjeux écologiques	 Bassins versants étudiés et ZEC
	Analyses SIG	
	Identification des zones d'expansion de crues	
Caractérisation des zones d'expansion de crues	Diagnostic global	 Parcellaire
	Analyse des données cartographiques	
	Création de fiches identités	

L'ensemble des données jugées utiles à la compréhension, à la quantification de l'écrêtement des crues et à la définition des contraintes s'appliquant aux ZEC est recherché dans les études existantes (cf. annexe 1). Il s'agit de définir une stratégie pertinente pour identifier les ZEC théoriques avec une méthode fiable.

Divers sites ont fait l'objet d'études sur la protection contre les crues, des digues de protection, des études hydrauliques. Il existe aussi des référentiels cartographiques (inondations, PPRN, SIG, TRI), des études préliminaires à l'entretien (travaux de curage) des rivières, des études de risques (géologies, risques naturels, géotechnique), (...) qui comportent des éléments d'intérêt à consulter. Cependant, ces études ne comportent aucune analyse d'opportunité de préserver ou d'optimiser les zones d'expansion des crues.

Les données utilisées pour ce travail sont accessibles depuis le portail www.observatoire-eau-martinique.fr et du portail www.geomartinique.fr. La Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) propose des données sur l'aléa inondation et l'étendue du risque. Les données Corine Land Cover (2012) répertorient l'occupation du sol.

Le REGIStre Parcellaire Graphique (2016) anonyme de la Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DAAF) écarte les parcelles habitées. Ces données permettent de repérer les champs et autres cultures disponibles sur le territoire. La pré-localisation des zones d'expansion de crues, se fait à partir de ces éléments. Ainsi, c'est ce référentiel (RPG) qui crée le lien pour d'identifier les ZEC.

Enfin, une étude géologique des sols est mise à disposition par le BRGM. Elle recense la géologie et le réseau de failles qui constitue le sol martiniquais. Cela permet d'évaluer le temps d'infiltration des eaux durant les périodes de crues et ainsi de déterminer les zones les plus propices pour accueillir les ZEC.

L'analyse des orthophotographies permet de valider les résultats obtenus puisqu'elles proposent des résolutions plus fines.

Enfin, il paraît intéressant de discuter avec les riverains pour partager les observations effectuées sur le terrain. Ce travail est effectué comme complément à l'analyse SIG.

L'analyse se fait avec le logiciel Quantum GIS. Il reprend les données comme le PPRI et les référentiels topographiques de l'IGN. Une analyse multicritères permet d'identifier les zones hydrographiques d'intérêt, puis d'identifier les Zones d'expansion de crues.

Dans l'analyse multicritères, les critères favorables à la génération de crues sont mis en cohérence (cf. annexe 2) à l'échelle des zones hydrographiques et pondérés en fonction de leur importance dans la genèse du phénomène.

Les critères retenus sont les suivants :

- Densité de population ;
- Densité du réseau hydrographique ;
- Importance du risque d'inondation ;
- Densité du réseau de faille ;
- Pluviométrie ;
- Densité du réseau routier ;
- Densité de bâtiments hospitaliers ;
- Densité de bâtiments éducatifs ;

- Densité d'activité économique ;
- Pressions des masses d'eau.

La densité du réseau hydrographique est un facteur important à prendre en considération dans les phénomènes de génération de crue. En effet, plus un réseau est dense au sein d'un bassin, plus la concentration des écoulements risque d'être importante à l'exutoire.

La présence de failles peut favoriser ponctuellement l'infiltration des écoulements. La pluviométrie est un critère déterminant dans le phénomène de crue. Plus un bassin versant a de fortes précipitations, plus les débits des cours d'eau sont susceptibles d'augmenter et d'entraîner des crues.

La densité de population est un critère important dans l'identification des zones d'études. Plus une zone est à forte densité démographique, plus le nombre de personnes concerné par le risque inondation est important. L'occupation du sol traduit la valeur socio-économique de la zone. La prise en compte des pressions sur les masses d'eau permet de déterminer le degré d'altérations issues des activités humaines modifiant leur état. Les pressions reprises dans cette étude sont :

- Le ruissellement des surfaces imperméabilisées (urbain et route) ;
- L'érosion des sols ;
- La régulation des écoulements / altérations hydromorphologiques.

II. Déroulement de l'étude

a. Suivi de l'étude

Le comité de pilotage (COFIL) qui assure le suivi, l'avancement et la validation des phases élémentaires est constitué de l'ODE et de la DEAL. Un comité technique (COTECH) élargi est constitué du COFIL ainsi que des Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) en charge de l'aménagement du territoire.

b. Concertation avec les acteurs locaux

Une attention particulière est apportée à la concertation de l'ensemble des acteurs locaux. Cette concertation reste essentielle pour le choix des sites pilotes et des sites prioritaires puis pour la définition des actions à prévoir sur ces sites.

La méthodologie appliquée est validée par un premier COFIL. Il permet de faire le point sur les données disponibles et sur les besoins des différents acteurs.

III. Réglementation du zonage

Outre le SDAGE et la SLGRI, les textes du code de l'environnement, du code rural et de la pêche maritime seront pris en compte.

Ces textes prévoient que, dans l'objectif de limiter le risque d'inondation, certains terrains publics ou privés peuvent être mobilisés afin d'en créer un

champ artificiel d'expansion de crue. Ces champs sont créés dans la servitude de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement (loi n°2003-699 du 30 juillet 2003). L'Article L211-12 II (1°) du Code de l'environnement expose les conditions de « *création de zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement, par des aménagements permettant d'accroître artificiellement leur capacité de stockage, afin de réduire les crues ou les ruissellements dans des secteurs situés en aval* ». Ainsi, ces zones doivent pouvoir être aménagées pour être « sur-inondées » et avoir une capacité de stockage des eaux accrue artificiellement. Ces zones pouvant être aménagées sont appelées « zones de surinondation » ou « zones de rétention temporaire des eaux de crues ».

L'article L. 211-12 I du Code de l'environnement prévoit l'instauration d'une servitude de rétention temporaire des eaux. Elle peut être instituée à la demande de l'État, des collectivités territoriales ou de leurs groupements sur des terrains.

Dans le cadre d'un projet ayant un impact sur l'environnement et étant d'intérêt public, une enquête publique devra précéder sa réalisation. L'enquête vise à justifier que chaque action projetée contribue à l'intérêt général.

Afin de soumettre un dossier complet à l'enquête publique, les pièces à fournir sont selon l'article R. 211-97 du Code de l'environnement sont :

- Une notice explicative indiquant les raisons pour lesquelles les servitudes sont instituées ;

- Un document indiquant la nature des sujétions et interdictions qui résultent de ces servitudes et leurs conséquences pour l'environnement, y compris les éléments mentionnés au VI de l'article L. 211-12 dont la suppression, la modification ou l'instauration est nécessaire, ainsi que le délai imparti pour réaliser cette opération ;

- Un plan faisant apparaître le périmètre à l'intérieur duquel ces servitudes s'exercent, les parcelles auxquelles elles s'appliquent et l'indication des diverses sujétions résultant des servitudes ;

- La liste des propriétaires dont les terrains sont grevés de servitudes ;

- Un projet d'arrêté définissant les servitudes ;

- Les autres pièces prévues à l'article R. 112-4 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

Comme le fixe l'article R. 211-99 du Code de l'environnement, après avoir consulté la commission départementale des risques naturels majeurs, le préfet statue sur l'instauration des servitudes par arrêté dans les trois mois à compter du jour de réception en préfecture du dossier de l'enquête transmis par le commissaire enquêteur ou le président de la commission d'enquête.

L'arrêté préfectoral émis détermine :

- Le périmètre et les parcelles concernées par la servitude ;
- Les types de travaux ou ouvrages qui sont interdits ou soumis à déclaration ;

- Le délai pour procéder à l'évacuation des engins mobiles pouvant provoquer ou subir des dommages ;
- Les modalités de la déclaration spéciale prévue pour les travaux et ouvrages qui ne sont pas soumis à autorisation ou à déclaration au titre du Code de l'urbanisme.

L'arrêté fait l'objet des mesures de publicité suivantes :

- Notification aux maires des communes concernées ;
- Notification au bénéficiaire de la servitude ;
- Notification, par le bénéficiaire de la servitude, à chaque propriétaire concerné par lettre recommandée avec demande d'avis de réception;
- Affichage à la mairie de chacune des communes concernées pendant 15 jours au moins ;
- Insertion au recueil des actes administratifs de l'État dans le département ;
- Mention dans deux journaux locaux.

La date de mise en œuvre de la servitude peut différer de celle de la délivrance d'autorisation si des travaux sont nécessaires.

L'arrêté préfectoral qui institue la servitude peut identifier les éléments existants (ou manquants) qui font obstacle à la rétention des eaux et qui doivent par être supprimés, modifiés ou créés.

Le régime de ces travaux est inscrit à l'article L. 211-12 du Code de l'environnement qui prévoit que :

- La charge financière des travaux (et l'indemnisation du préjudice susceptible d'être engendré par ceux-ci) incombe à la collectivité qui a demandé la servitude, sauf dans le cas où les éléments qui font obstacle à la servitude appartiennent à l'Etat ou à ses établissements publics (dans cette hypothèse, c'est sur l'Etat que pèse la charge financière des travaux) ;
- Les propriétaires et les exploitants concernés par la servitude doivent permettre en tout temps l'accès de leurs terrains aux agents chargés de l'aménagement, de l'entretien ou de l'exploitation des installations, travaux ou activités devant être réalisés par la collectivité publique afin de mettre en œuvre les objectifs de la servitude.

Selon l'article L. 211-12-I du code de l'environnement, les servitudes d'utilité publique peuvent être instituées à la demande de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leurs groupements sur des terrains riverains d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne.

L'instauration de ces servitudes ouvre droit à indemnités pour les propriétaires de terrains des zones grevées lorsqu'elles créent un préjudice matériel, direct et certain. Ces indemnités sont à la charge de la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude. Elles sont fixées, à défaut d'accord amiable, par le

juge de l'expropriation compétent dans le département (article L. 211-12 VIII du Code de l'environnement).

L'article L. 211-12 IX du Code de l'environnement énonce que les dommages matériels (touchant les récoltes, les cultures, le cheptel mort ou vif, les véhicules terrestres à moteur et les bâtiments) causés par une sur-inondation liée à une rétention temporaire des eaux dans les zones grevées de servitudes mentionnées à l'article L. 211-12-II ouvrent droit à indemnités pour les occupants. Toutefois, les personnes physiques ou morales qui auront contribué par leur fait ou par leur négligence à la réalisation des dommages sont exclues du bénéfice de l'indemnisation dans la proportion où les dits dommages peuvent leur être imputables. Ces indemnités sont à la charge de la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude grevant la zone. Les dommages touchant les récoltes, les cultures, les bâtiments et le cheptel mort ou vif affectés aux exploitations agricoles sont évalués dans le cadre de protocoles d'accords locaux. A défaut, ils sont évalués dans les conditions prévues en application de l'Article L. 361-5 du code rural et de la pêche maritime.

Le propriétaire d'une parcelle de terrain concernée par une servitude peut demander l'acquisition partielle ou totale de celle-ci par la collectivité qui a demandé l'institution de la servitude selon l'Article L. 211-12 X du Code de l'environnement.

IV. Identification des ZEC

Il s'agit de repérer les bassins versants qui ont un intérêt prioritaire dans le cadre de cette étude. Ces bassins versants doivent être générateurs de crues intenses et problématiques. Une attention particulière est aussi apportée à l'occupation du sol qui peut accentuer l'imperméabilisation et donc l'impact de ces crues. De plus, le choix retenu se fait majoritairement sur dire d'experts.

La discrimination des bassins versants a permis de mettre en évidence 5 bassins versants d'intérêts (figure 4). Le dire d'experts a fortement appuyé la nécessité de prendre en compte, bien que hors TRI, les bassins versants de Rivière-Pilote et de Rivière-Salée. Ce sont des bassins pour lesquels les besoins d'intervention sont prégnants.

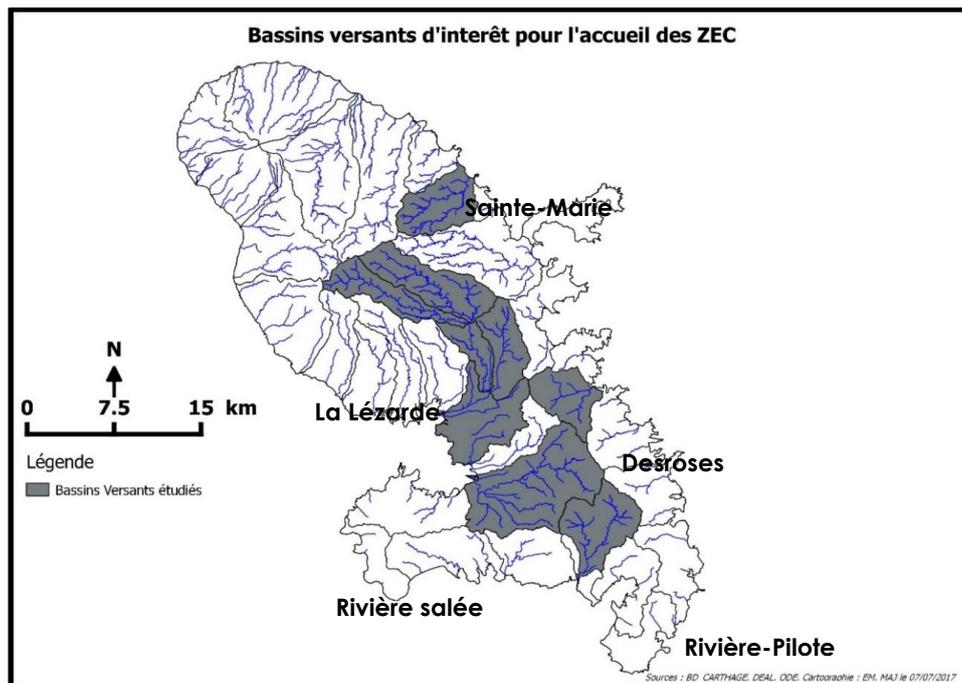


Figure 4 : Bassins versants d'intérêt pour l'accueil des ZEC (Mahi, 2017)

L'opportunité de valoriser les zones d'expansion des crues sur les bassins versants se justifie non seulement par l'incidence hydraulique positive de ces dernières mais surtout par la propension des acteurs locaux à pouvoir préserver et/ou optimiser le fonctionnement de ces dernières.

L'analyse des enjeux présents a permis de se prononcer au droit de toutes les ZEC potentielles. Ce travail a abouti à une base de données infographiques. Elle distingue les enjeux liés aux activités humaines et les enjeux environnementaux. Cette base de données « Analyse ZEC » a été construite pour faire l'évaluation des zones potentiellement d'expansion de crues et pour l'évaluation des aménagements nécessaires.

Les enjeux liés à l'activité humaine (figure 5) sont les suivants :

- Administration, sécurité ;
- Aéroports, Aérodromes ;
- Décharges ;
- Cimetière ;
- Zone d'activité économique ;
- Zone d'enseignement/Science ;
- Patrimoine historique/Culturel.

Les enjeux environnementaux (figure 6) sont les suivants:

- Zones Humides ;
- Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) ;
- Parc naturel régional ;
- Réserve biologique ;
- Sites naturels.

A partir de ce travail, 1593 ZEC potentielles sont pré-identifiées. Elles sont réparties sur tous les bassins versants sélectionnés.

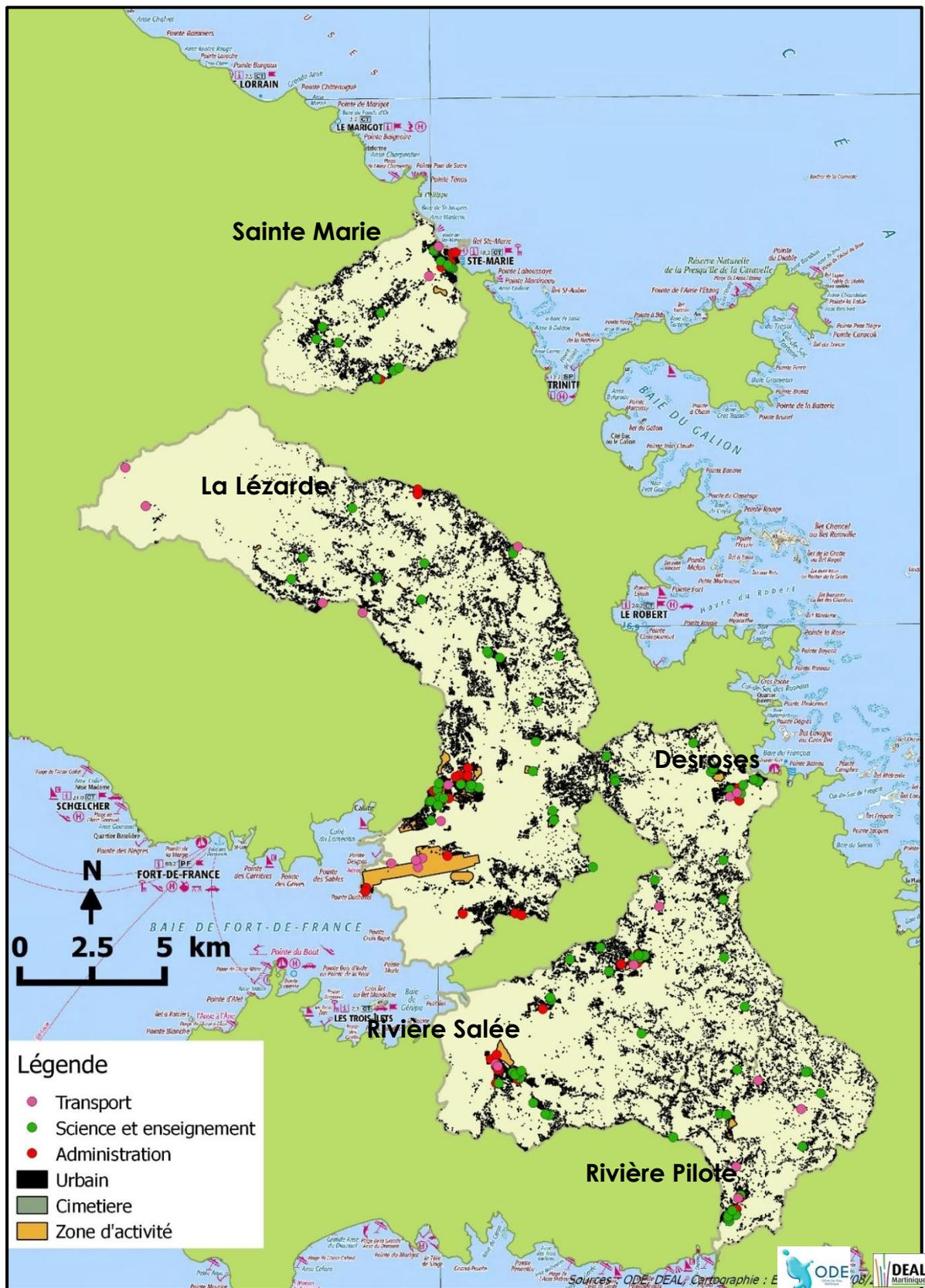


Figure 5 : Zones à enjeux liées à l'activité humaine (Mahi, 2017)

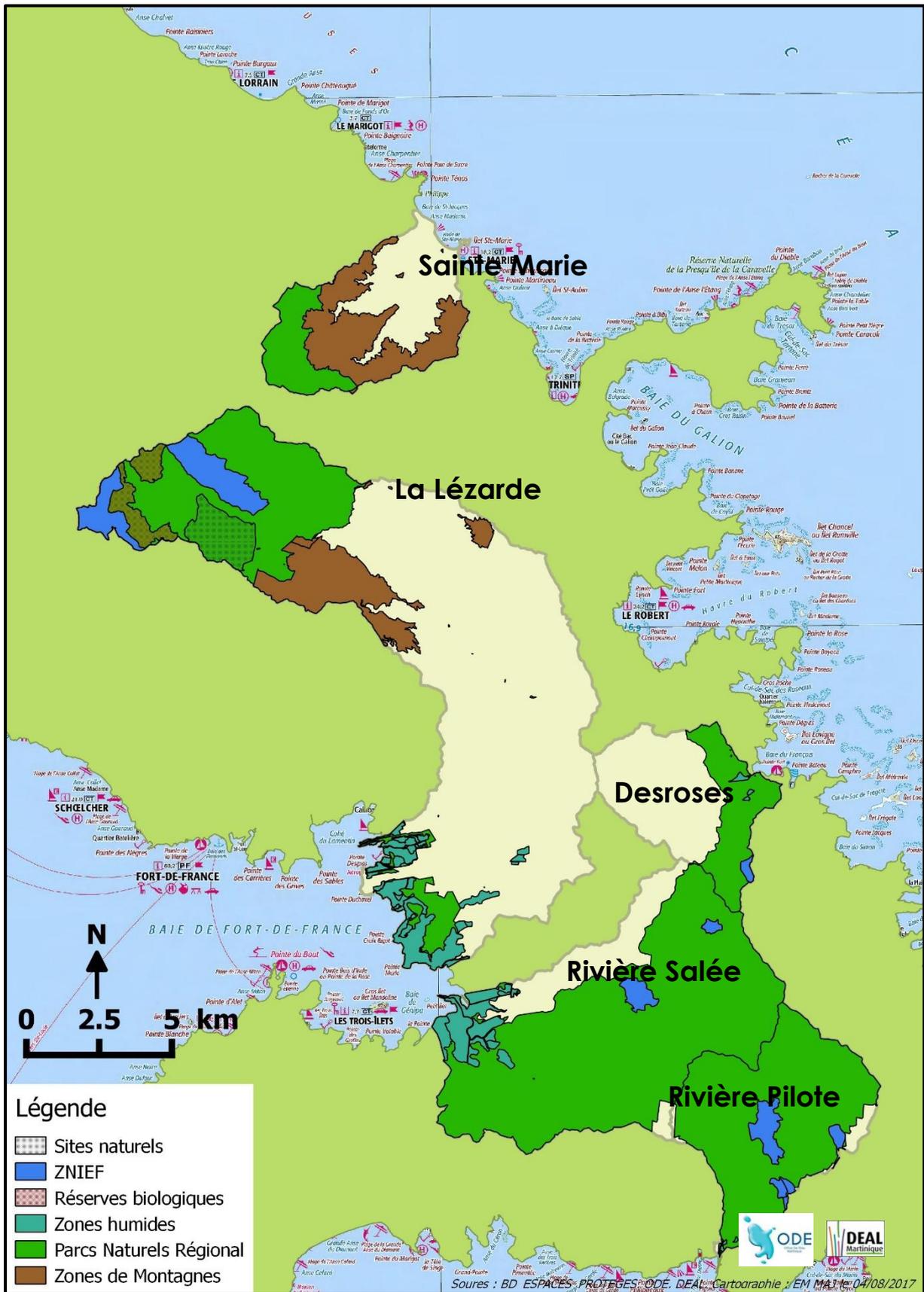


Figure 6 : Zones à enjeux environnementaux (Mahi, 2017)

V. Classification des ZEC

A partir des 1593 ZEC, un découpage plus précis est effectué avec les orthophotographies pour avoir une vision précise de l'occupation du sol. Cette étape permet de distinguer les ZEC suivant une typologie reposant sur leur mode de fonctionnement (figure 7) :

- Les ZEC de type agricole et naturel ;
- Les ZEC de type plan d'eau ;
- Les ZEC terrain de sport.

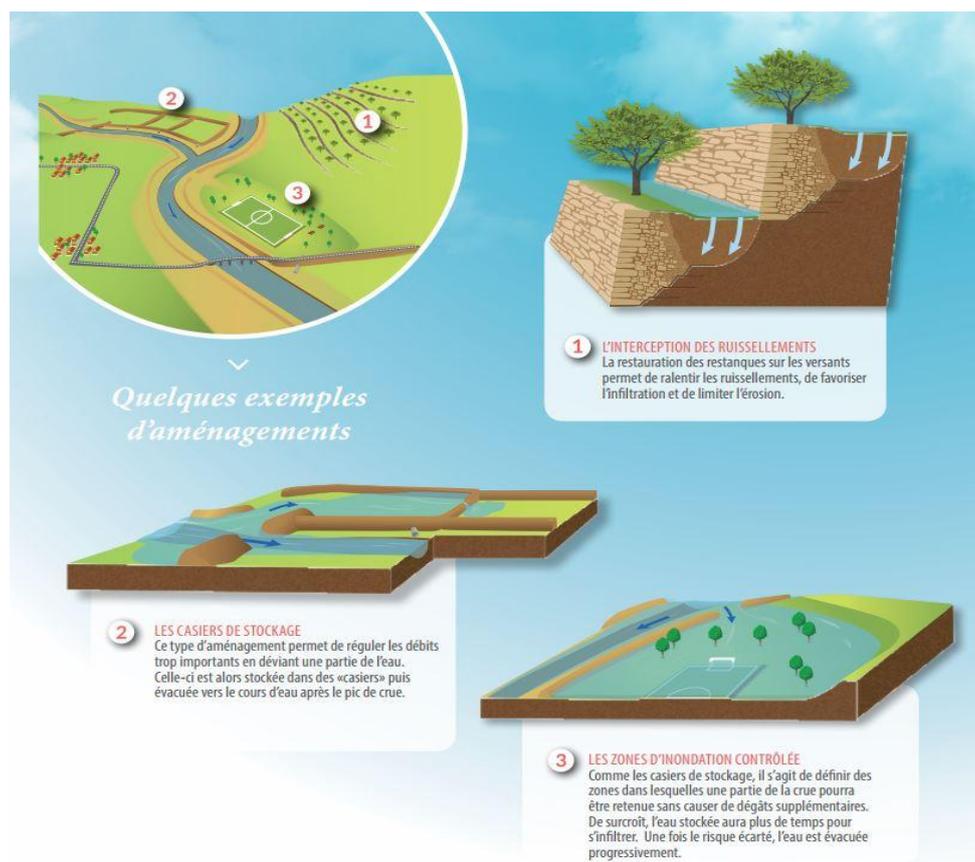


Figure 7 : Exemple de ZEC (Conseil Général du Var, 2017)

Les ZEC de type agricole et naturel permettent de ralentir les ruissellements. Elles favorisent l'infiltration et limite l'érosion. Le territoire agricole et les espaces naturels présents dans la vallée sont principalement voués à jouer le rôle de champs d'expansion de crue. Ce sont des zones particulièrement diversifiées et de tailles très variées (de quelques ares à plusieurs hectares). Les ZEC de type agricole et naturel, sont les plus nombreuses en Martinique.

Dans ces espaces, outre les dangers pour les populations, les activités peuvent être gérées en fonction de l'intensité, de la durée, du type de culture, de la période d'occurrence des inondations. En pratique, il s'agit de laisser le cours d'eau déborder naturellement sur les parcelles en bordure de rivière, celles-ci se trouvant dans le lit majeur du cours d'eau.

Ces zones d'expansion de crues peuvent participer activement à la réduction du risque inondation par l'entretien de leurs terres, l'utilisation de techniques, l'organisation d'un parcellaire, ou la création/restauration de zones tampon (mares, plans d'eau, zones humides, etc.). Les agriculteurs peuvent mettre en œuvre des pratiques favorables à la réduction du risque de ruissellement et d'érosion à l'échelle de leur exploitation (parcelles et cheminement), et par extension à l'échelle d'un bassin versant. Ainsi, par cette participation, l'agriculteur peut maintenir son activité économique tout en participant à la lutte contre le risque inondation.

A l'aide du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), une liste des cultures classées selon leurs sensibilités aux inondations a pu être établie (cf. annexe 3).

Les ZEC de type plan d'eau permettent de stocker l'excès d'eau à évacuer après le pic de crue. Ce sont des zones assurant des fonctions hydrologiques primordiales et qui accueillent une flore et une faune souvent spécifiques.

Ces ZEC plan d'eau sont particulièrement productives. Elles font l'objet d'exploitations diverses (agricoles...) plus ou moins intensives et invasives et sont donc des zones dont la préservation est problématique.

Ces espaces ont les fonctionnalités diverses et essentielles, comme l'autoépuration des eaux, la régulation des régimes hydrauliques, la lutte contre les inondations et l'érosion des terres, la filtration et la fixation de substances polluantes ou encore à la production agricole. Ce sont aussi des réservoirs de biodiversité.

Les ZEC terrain de sport sont des zones d'inondation contrôlée. Ce sont des zones d'activités humaines sans enjeux particuliers et pouvant accueillir un volume d'eau en aval lors de période de crue et d'inondation. Ces terrains sont ouverts, éloignés de toute activité et ne présentant aucun risque pour la population s'ils sont inondés.

VI. Résultat du recensement des ZEC

Tableau 2 : Résultats de l'identification des ZEC par bassin versant (Mahi, 2017)

		Types de ZEC		
		Agricole et naturel	Plan d'eau	Terrain de sport
Bassins versants	La Lézarde	74	20	3
	Rivière Salée	66	27	3
	Rivière Pilote	19	3	3
	Sainte-Marie	31	2	1
	Desroses	17	2	1

Les résultats (Tableau 2 : Résultats de l'identification des ZEC par bassin versant (Mahi, 2017) de ce travail sont répertoriés en détail dans l'atlas cartographique des zones d'expansion de crues du bassin.

VII. Potentialités de préservation et de gestion des ZEC

L'objet de ce chapitre est de présenter les principes d'actions envisageables pour gérer au mieux les phénomènes d'expansion de crue. Le concept que le SDAGE souhaite promouvoir est celui du ralentissement dynamique.

Une bonne gestion implique de chercher à utiliser les capacités d'amortissement naturelles du milieu et de faire en sorte de freiner l'écoulement des crues. Cette gestion accompagnée d'aménagements doit être menée en respectant les activités sur les sites mais surtout en respectant les différents équilibres dynamiques de l'hydrosystème. Plus particulièrement, il faut prendre en compte l'hydrodynamique sédimentaire, la qualité des habitats biologiques et l'équilibre avec les nappes. Le concept du ralentissement dynamique évoqué ici s'inspire de l'ouvrage du Cemagref « Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations ».

La stratégie peut s'articuler autour des trois idées suivantes :

- Ralentir les eaux s'écoulant sur les versants ;
- Atténuer leur propagation dans les cours d'eau ;

-Favoriser ou restaurer la connexion avec le lit majeur (par dérivation et étalement des écoulements et augmentation des infiltrations vers les nappes).

Ainsi, les manœuvres s'articulent plus dans l'établissement d'actions douces et diffuses, plutôt que sur la construction d'ouvrages lourds.

Par la suite, dans ce rapport, des interventions types sont proposées. Ce sont des actions issues de retours d'expérience sur d'autres bassins versants (notamment de l'étude des zones d'expansion de crues sur les affluents de la Sarthe en amont du Mans). Chaque bassin versant ayant ses propres caractéristiques hydrauliques, sédimentaires ou encore géologiques, la plus grande prudence doit être observée quant à leur transposition. La mise en place de projet pilote nécessite des études sur le fonctionnement et l'impact des ZEC à créer (action éligible au programme d'aide ODE sur le PPI 2017-2022).

a. Action sur le lit mineur

Dans le passé, de nombreux cours d'eau ont fait l'objet de modifications. Ils ont subi des opérations de remembrements, ou d'assainissement agricole. Ces opérations ont souvent été accompagnées par des travaux visant à favoriser l'évacuation rapide des eaux : recalibrage, curage. Cependant, en augmentant la capacité de transport du lit mineur, ces opérations ont réduit les fréquences de débordement en amont. Les flux transférés plus rapidement en aval ont reporté et intensifié les débordements en aval durant des crues mineures.

Afin d'encourager les débordements pour les crues courantes ou moyennes dans les secteurs sans enjeu majeur, les actions suivantes sont à envisager :

- Les opérations de restauration et de réhabilitation des cours d'eau : Elles comprennent les actions de renaturation, de diversification des écoulements. Ces opérations s'accompagnent de recharge du lit en matériaux. Il peut s'agir de la réduction de la section d'écoulement ou d'opérations de reméandrage du cours d'eau lorsqu'il a été rectifié. L'objectif est de redonner au cours d'eau son ancien tracé sinueux pour ralentir les écoulements. Les opérations de recharge du lit des cours d'eau en matériaux, lorsqu'ils sont fortement incisés, constituent un moyen de renaturation avec réduction de la section d'écoulement qui favorise les débordements dans les zones de moindre enjeu.
- Les opérations d'arasements des bourrelets de berges : ceux-ci constituent une résistance à l'écoulement et peuvent participer à la formation d'embâcle. Cela permet de mobiliser le lit majeur plus facilement.
- Le maintien sélectif des atterrissements et de la végétation aquatique : Il contribue à maintenir une certaine rugosité. De plus cela participe à l'équilibre général de l'hydrosystème.
- L'implantation ou le renforcement de la ripisylve : cela a pour effet d'augmenter la rugosité et/ou de réduire la section d'écoulement. Ces

opérations sont programmées pour favoriser les débordements dans des zones propices (sans enjeu majeur).

- La gestion des embâcles, avec la mise en place de pièges (pieux battus dans le lit, ou chaînes tendues en travers) : ces pièges font obstacles aux flottants (figure 8) et permettent de concentrer les embâcles, ce qui favorise localement les débordements. Compte tenu des risques qui peuvent leur être associés à ces aménagements (risque d'érosions de berges, risques de ruptures), le choix des sites est à faire avec précaution. Ce type d'intervention implique une surveillance et un entretien régulier de l'ouvrage. Aussi, l'entretien est impératif après chaque crue, la section d'écoulement se trouvant potentiellement obstruée.

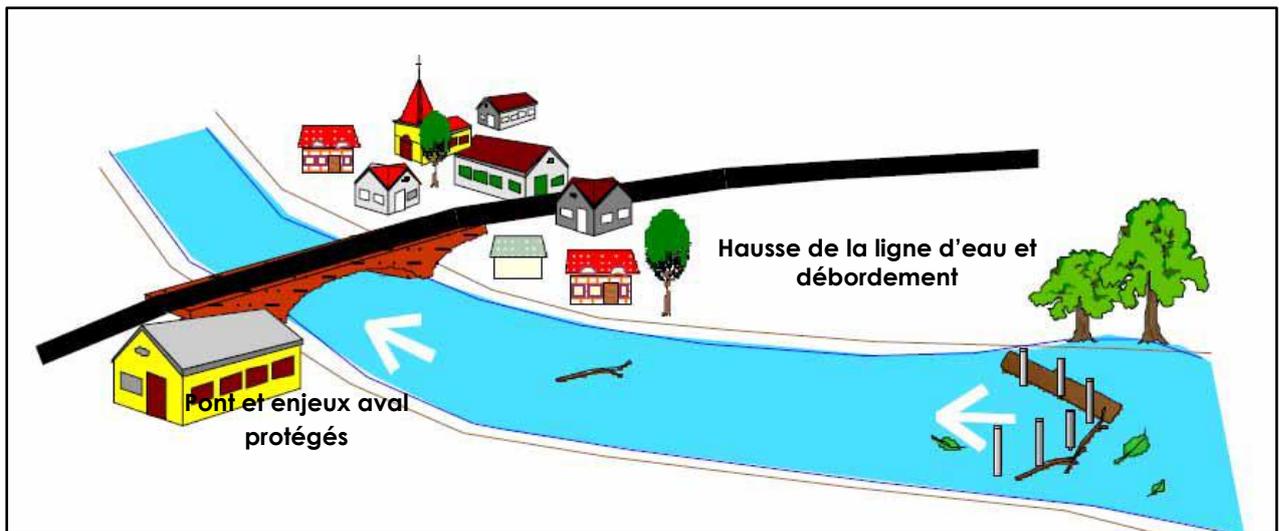


Figure 8 : Fonctionnement d'un piège à embâcles (Cemagref, 2004)

Ces actions ont un impact principalement sur les crues fréquentes et avec peu de débordement. Elles améliorent la connexion entre lit mineur et lit majeur, et ainsi permettent l'écrêtement des crues. Les effets de ces actions sont essentiellement locaux. Elles peuvent avoir un impact à l'amont et à l'aval des secteurs où elles sont localisées (IIB Sarthe Amont, 2007).

En fonction de la morphologie du cours d'eau et de la vallée, le résultat de ces actions en amont peuvent se traduire par un exhaussement du niveau d'eau. A l'inverse en aval une baisse de niveau et de fréquence des débordements peut être visible en fonction des cas (IIB Sarthe Amont, 2007).

En revanche, pour les crues rares ou exceptionnelles qui se traduisent par des débordements généralisés, ce type d'action seul, n'apparaît pas comme solution efficace. Ces crues importantes, rares ou exceptionnelles sollicitent naturellement le lit majeur ; de fait, l'impact et l'efficacité de ces actions seront grandement diminués (IIB Sarthe Amont, 2007).

b. Actions dans le lit majeur

Comme les aménagements dans le lit mineur ont un effet qui se limite aux crues courantes et minimales, pour les crues qui sollicitent le lit majeur (dont les dommages sont considérables), il est nécessaire d'envisager des actions à ce niveau. Il s'agira de réguler les crues par dissipation de l'énergie du courant (figure 9).

- L'augmentation de la densité végétale : Cette opération permet de ralentir ou d'accélérer les écoulements des crues. Ce fonctionnement est basé sur le principe de rugosité du lit majeur. Cette rugosité se rapporte au couvert végétal du lit majeur, donc à sa nature et à sa densité. Ces deux paramètres peuvent être modifiés et contrôlés (IIB Sarthe Amont, 2007).
- Le maintien de végétation favorise l'infiltration. En effet, les terrains avec une couverture végétale dense, apportent un frein et une résistance aux écoulements dans le lit majeur. A l'inverse, des parcelles à faible couverture végétale (par exemple durant les périodes d'interculture) vont offrir peu de résistance à l'écoulement en lit majeur. De plus lorsqu'un espace est boisé, l'évapotranspiration peut contribuer à réduire les effets des crues.

Rôle et fonction de la végétation des berges

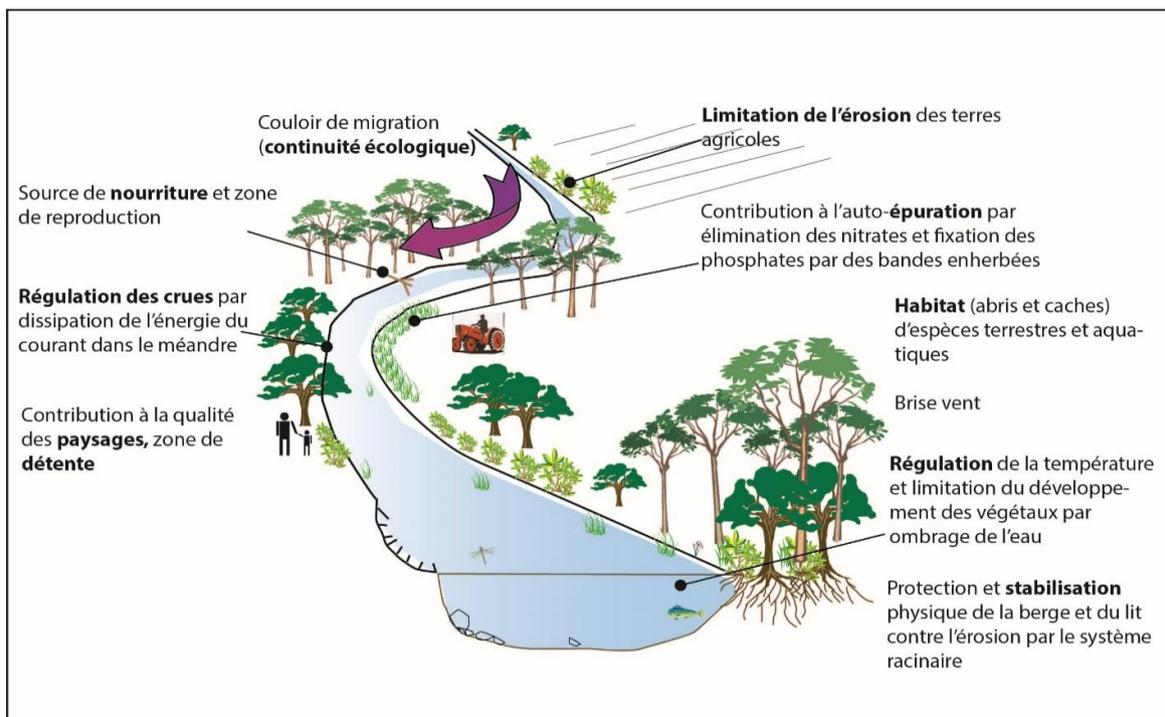


Figure 9 : Rôle et fonction de la végétation des berges (Agence de l'eau Rhin Meuse, 2000)

- Création de petits obstacles

Des obstacles transversaux à la vallée, composés de haies plutôt denses, de talus, de fossés sont de nature à constituer un frein aux écoulements dans le lit majeur et donc à favoriser le stockage de l'eau (IIB Sarthe Amont, 2007). De

la même manière que le couvert végétal, les écoulements vont être ralentis et les hauteurs de submersion ainsi que la durée d'inondation vont augmenter. Ces aménagements vont de ce fait, en plus de contrôler l'emprise des inondations, favoriser les infiltrations vers les nappes souterraines. Aussi, selon la perméabilité des sols, ils vont contribuer à atténuer le volume de la crue qui va être transféré vers l'aval (IIB Sarthe Amont, 2007).

L'efficacité de ce type de dispositif dépend de la morphologie de la vallée. Plus le flux transporté par le lit majeur est élevé, plus l'effet de frein des haies sera important. Ces aménagement sont efficaces sur les crues fortes à exceptionnelles. Cependant, pour bien fonctionner, ils doivent être généralisés à l'échelle du bassin versant ou sur une grande partie de celui-ci (IIB Sarthe Amont, 2007).

Lorsque ces aménagements sont effectués de manières efficaces, les pointes de crues peuvent subir un écrêtement important et donc introduire une baisse significative du risque pour les enjeux en aval (IIB Sarthe Amont, 2007). La mise en œuvre de ce type d'opération inclut l'absence d'enjeux (habitations, ...) dans les zones destinées à être surinondées. La morphologie du bassin versant doit être prise en compte. En effet, la mise en œuvre sera plus facile dans un bassin versant de forme arête de poisson, que dans un bassin avec une hydrographie très ramifiée. Ces aménagements agissent par augmentation de la rugosité, ralentissement des écoulements et augmentation de l'infiltration.

- Adapter le rehaussement routier

Il s'agit de promouvoir les actions légères plutôt que de gros ouvrages. En Martinique, les routes et autres voies de communication traversent souvent les cours d'eau. De ce fait, la conversion et la modification d'infrastructures jouant un rôle de passerelle en ouvrages écrêteurs sont à envisager. Ces systèmes sont à installer dans des zones où les enjeux économiques sont moindres. Toutefois, ces installations impliquent un entretien régulier pour favoriser leur bon fonctionnement.

L'ouvrage créé doit être adapté et dimensionné au flux transitoire de la vallée pour qu'il soit efficace selon les types de crues. Par exemple, il s'agit de concevoir une plateforme comme une digue capable de supporter un certain volume d'eau (figures 10 et 11).



Figure 10 : Photographie du franchissement de la vallée du Gru par la déviation de la RN.26 à L'Aigle (IIB Sarthe Amont, 2007)



Figure 11 : Photographie du rehaussement d'un chemin avec l'ajout d'un ouvrage de régulation (IIB Sarthe Amont, 2007)

- Création de micro-retenues

La multiplication de petites retenues sèches de stockage, de 1 à 3 mètres de hauteur, sur le petit chevelu à l'échelle d'un bassin versant permet d'écrêter les crues. Cela peut être une alternative intéressante à la création de barrage sur le cours d'eau principal. Il peut s'agir de l'aménagement ou du renforcement de petites retenues existantes, en tenant compte de leurs usages actuels (constitution de réserve d'eau, activité économique liée à la retenue...).

- Réhabilitation/restauration de zones inondables

Malheureusement, pour un usage économique, certaines zones naturellement inondées ont été aménagées pour les protéger des inondations (exploitation agricole). L'idée est de les ré-ouvrir en les aménageant à l'aide de dispositifs spécifiques (casiers, restanques...) (Figures 12 et 13). Il s'agit de prévoir une intervention adaptée aux types d'activité qu'accueillent ces zones.

Fonctionnement d'une Zone d'Expansion des Crues (ZEC) aménagée en rétention

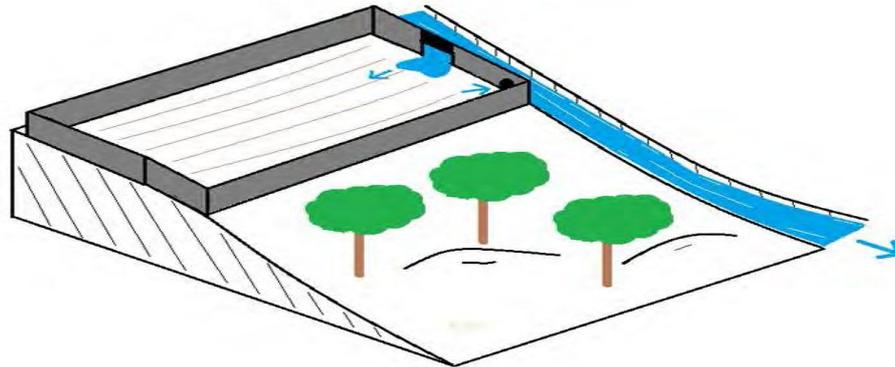


Figure 12 : Schéma de fonctionnement d'une ZEC aménagée en rétention (SMBV Gapeau, 2016)



Figure 13 : Culture aménagée en restanque (Géotrouvetout, 2010)

- Préservation des plans d'eau

La Martinique est caractérisée par la présence de nombreux plans d'eau naturels ou anthropiques (579 Zones Humides sur l'ensemble de la Martinique). L'utilisation et la préservation de ces plans d'eau peut s'inscrire dans les actions de ralentissement des crues. Cela suppose qu'ils soient dotés d'une capacité de stockage supplémentaire. Il s'agit d'appliquer des mesures pour restaurer le fonctionnement hydraulique du système sans altérer son état écologique. Dans le cas de plans d'eau artificiels, il faut favoriser le bon potentiel écologique de la zone humide constituée.

c. Actions sur les versants

Comme vu précédemment, la couverture végétale est un facteur qui permet de limiter le ruissellement (plusieurs dizaines de m³/ha/jour). A l'inverse, les sols cultivés sont plus favorables à ce ruissellement. Ainsi, afin de les limiter de manière efficace, les pratiques suivantes peuvent être appliquées :

- Exécution des divers travaux de labourage perpendiculairement à la pente ;
- Adaptation du type de culture ;
- Limitation du tassement des terrains ;
- Maintien des versants abrupts en prairies ;
- Maintien du couvert végétal durant les inter-cultures longues (ralentissement du ruissellement) ;
- Réaménagement du sens et de la pente des cultures (restanques,...).

Pour gérer efficacement les inondations, il faut prendre en compte le régime hydraulique à l'échelle du bassin versant. Une fois celui-ci connu, en plus de prévoir une gestion des eaux pluviales, il faut introduire les actions présentées qui sont de nature à réguler et ralentir les crues (tableau 3). Elles peuvent mobiliser l'espace différemment, être plus ou moins efficaces et faisables techniquement et économiquement.

Tableau 3 : Récapitulatif des types d'actions

	Intervention	Fonctionnement	Faisabilité		Efficacité
			Technique	Economique	
Lit mineur, berges	Développement de ripisylve	Freiner le flux par augmentation de la rugosité	+++	++	+
	Reméandrage	Ralentir le flux par allongement du parcours	++	+	+++
	Arasement ponctuel des bourrelets	Favoriser les débordements et ralentir le flux	+++	+++	+
	Maintien sélectif des atterrissements	Réguler et ralentir les flux	+++	++	+
	Pièges à embâcles	Réguler et ralentir les flux	++	+++	+

	Réduction de section	Favoriser les débordements et ralentir le flux	++	+	++
Lit majeur	Haies transverses	Réguler et ralentir les flux	+++	++	++
	Talus/levées transverses	Réguler et ralentir les flux	+++	+++	+
	Développement de couvert végétal	Freiner le flux par augmentation de la rugosité	++	+	++
	Réhabilitation de zones inondables	Réguler et ralentir les flux	++	++	+++
	Micro retenue	Réguler et ralentir les flux	+		++
Versant	Occupation des sols	Freiner le flux par augmentation de la rugosité	+++	++	++
	Haies	Réguler et ralentir les flux	+++	+++	++
	Talus-levée	Réguler et ralentir les flux	+++	+++	++

d. Actions de sensibilisation

Pour faire aboutir les aménagements et les propositions de gestion, il faut les accompagner d'opérations de sensibilisation. Ces opérations seraient destinées aux riverains publics et privés, aux agriculteurs et aux aménageurs. Il s'agit de s'inscrire dans une démarche d'adhésion des usagers. En effet, ces interventions sont difficiles à accepter à cause d'une politique historique de remaniement des espaces naturels au détriment de leur bon fonctionnement. Pour réussir cette démarche durable (équilibre entre le volet social, économique et environnemental), il faut l'accompagner d'échanges avec les riverains, les EPCI et les élus pour initier une « culture de l'inondation ». En réalité, la canalisation historique des cours d'eau a engendré un sentiment de sécurité qui ne devrait pas être légitime aux abords des cours d'eau. Par la suite, des activités pérennes se sont installées sur ces abords malgré la persistance de l'aléa inondation. En conséquence, des montées d'eau qui suivent le régime naturel des rivières sont vues comme des menaces à contenir, même dans des espaces sans enjeux. Pour pallier cela et créer la « culture de l'inondation » les actions de sensibilisation doivent prévoir :

- Une sensibilisation des agriculteurs aux pratiques culturales pour freiner ou atténuer les ruissellements ;
- Une sensibilisation des maîtres d'ouvrages des infrastructures pour combiner franchissements de vallées avec retenue d'écrêtement ;

- Une sensibilisation des aménageurs des bassins versants pour prévoir l'inscription et la gestion des ZEC dans les documents d'urbanisme ;
- Une sensibilisation des riverains sur les modalités de fonctionnement des ZEC.
- Une sensibilisation des élus à la gestion des inondations dans le temps (sortir de l'action réponse d'urgence)(Tableau 4).

Tableau 4 : Acteurs de la gestion des inondations (Mahi, 2017)

Interventions	Acteurs
Gestion du ruissellement	Agriculteurs, aménageurs, DAAF, ONF
Entretien des cours d'eau	DEAL, EPCI, propriétaires privés, PNRM, CTM (jusqu'en 2020)
Sensibilisation	ODE, EPCI, DAAF, PNRM
Restauration, réhabilitation des milieux	EPCI, Conservatoire du littoral, PNRM
Conservation	Conservatoire du littoral, ONF, PNRM, CTM, DEAL

Cas de la Chlordécone

La Martinique est marquée par une pollution agricole historique à la chlordécone. C'est un organochloré rémanent. Alors que la molécule n'est plus utilisée depuis près de 20 ans, elle est à l'origine de pollutions chroniques des sols et des eaux de surface et souterraines.

Il existe donc un risque de contamination par ruissellement des eaux superficielles et un risque de pollution diffuse par infiltration pour les eaux souterraines lors de la création des ZEC. Une réflexion complémentaire est donc nécessaire pour ne pas amplifier le transfert de cette molécule dans les eaux.

VIII. Conclusion et préconisations

Dans le cadre d'une démarche inhérente au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, cette étude a permis d'identifier 284 zones d'expansion de crues potentielles réparties sur cinq bassins versants.

Ces ZEC constituent des fiches unitaires renseignées pour composer un atlas référentiel à consulter pour les projets d'aménagement. Ces zones d'expansion de crues potentielles couvrent 9 % de la superficie totale des bassins versants étudiés. Cependant, cette surface pourrait diminuer faute de mesure de conservation.

Ce premier inventaire n'étant pas exhaustif, il est à abonder pour les zones problématiques non prises en compte. Aussi, ces ZEC référencées doivent être mises en corrélation avec des analyses hydrologiques complémentaires, pour valider leur fonctionnement avant toute mise en service.

L'ensemble des propositions techniques proposé dans ce document reste à expérimenter en Martinique. Ce sont des projets pilotes pour lesquels le socle de connaissances est à développer. Aussi, une évaluation de l'efficacité doit être menée en parallèle à ces études pour optimiser leurs mises en place. Pour chaque ZEC une étude sur le type d'aménagement le plus adéquat à installer doit être menée. Ce travail peut être financé, accompagné et suivi techniquement par l'ODE.

Bibliographie

- Agence de l'eau Rhin Meuse. (2000). *Guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau*. Muttersholtz.
- Bordage, D. (2003). Champ d'expansion de crue : Préserver le débordement naturel de la rivière.
- Calcoen, M. (2009). *Identification, Caractérisation et Localisation des Zones Humides du Bassin Versant de l'Yser*. Yser.
- Cemagref. (2004). *Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations*.
- Chocat, B. (1989). *Urbanisation et inondation, phénomènes de ruissellement, causes naturelles et facteurs d'aggravation*. Paris: Association pour les espaces naturels.
- Comité de Bassin Martinique. (2015). *Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux*.
- Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Martinique. (2016). *Stratégie locale de gestion des risques d'inondation pour le TRI Fort-de-France*.
- Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et de Logement Martinique. (2017). *La prévention du risque inondation*.
- GéoMartinique. (2015). *Le portail de l'information géographique en Martinique*. Récupéré sur <http://www.geomartinique.fr>
- Grelot, F. (2015). *Acceptation des zones d'expansion de crues*. Irstea.
- Guiscafré, J., Klein, J.-C., & Moniod, F. (1976). *Les ressources en eau de surface de la Martinique*. Paris: ORSTOM.
- IIB Sarthe Amont. (2007). *Etude des zones d'expansion de crues sur les affluents de la Sarthe en amont Mans et analyse des potentialités de préservation et de gestion*.
- Institut national de l'information géographique et forestière. (s.d.). *Le portail IGN*. Récupéré sur IGN: <http://www.ign.fr>
- Leone, F. (2002). Implications territoriales et socio-économiques des menaces naturelles en Martinique (Antilles françaises) : une approche spatiale assistée par SIG. *Annales de géographie*, 549-573.
- MEEDDAT. (2012). *Guide méthodologique pour l'élaboration et la mise en oeuvre des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux*.

- Ministère de l'écologie, d. d. (2007). *Pré-identification des zones d'expansion de crues à partir de l'analyse hydrogéomorphologique des atlas des zones inondables.*
- NAOMIS. (2012). *Le plan de prévention des risques naturels.*
- Observatoire de l'eau Martinique. (2010). *Observatoire de l'eau Martinique.* Récupéré sur <http://www.observatoire-eau-martinique.fr>
- Office De l'Eau Martinique. (2002). *Office De l'Eau Martinique.* Récupéré sur <http://www.eaumartinique.fr>
- ONEMA. (2010). *Implantation d'obstacles transversaux à la vallée.*
- ONEMA. (2010). *La reconnexion des annexes hydrauliques.*
- ONEMA. (2010). *La reconstitution du matelas alluvial.*
- ONEMA. (2010). *La remise à ciel ouvert d'un cours d'eau.*
- ONEMA. (2010). *Restauration du champ d'expansion de crue du Sindilla sur l'Orbiel. Sindilla.*
- Revue des sciences de l'eau. (2006). *Prédétermination des débits maximaux de crue par simulation Monte-Carlo de la pluie nette. Revue des sciences de l'eau.*
- Saffache, P. (2000). *Pour une protection et une gestion durables des rivières de l'île de la Martinique. Courrier de l'environnement, 95-98.*
- Sanson, C., Barnier, M., & Touret, T. (2010). *Guide juridique et pratique sur la gestion des milieux aquatiques et humides.* Agence de l'eau Seine-Normandie.
- SMBV Gapeau. (2016). *Etude pour la définition d'une stratégie de réduction de l'aléa inondation et détermination des zones naturelles d'expansion des crues du BV du Gapeau.* Pierrefeu du Var.
- SYMASOL. (s.d.). *Préservation des zones d'expansion des crues.* Récupéré sur Syndicat mixte des affluents du Sud-Ouest Lémanique: <http://www.symasol.fr>
- SYMSAGEL. (2006). *Plan de gestion globale et équilibrée des écoulements et des crues des eaux de la Loise et du Surgeon Phase 4.* Villeneuve d'Ascq.
- Syndicat mixte. (2016). *Etude pour la définition d'une stratégie de réduction de l'aléa inondation et détermination des zones naturelles d'expansion des crues du BV du Gapeau.* Gapeau.
- Unité de Recherche en Génie Civil (URGC). (1997). *Hydrologie urbaine.*

Annexes

Annexe I : Recensement des études précédentes (DEAL, 2017)

Commune	Bureau d'étude	Type d'études	Années
Le François	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2010/2008
	SAFEGE	étude hydraulique risque inondation	2016/2002
Rivière-salée	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2009/2008
	CTM, SAFEGE	étude d'aménagement des cours d'eau de la plaine	2013
	PPRN Martinique	cartes PPRN 2014	2014
Gros Morne	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2011
Le Marigot	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2009
Ducos	EGIS	aménagement global de zones oranges du PPR	2005
		carte du réseau hydrographique	
	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2011
	EGIS	carte des zones inondables et hauteur d'eau	2005/2004
	EGIS	carte aléa inondation crue centennale	2005
	BURGEAP	études hydrologique, hydraulique, écologique, aménagement de la rivière	2012
	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2011
Le Lamentin	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2008
	BCEOM	Données cartographique/SIG pour les TRI	
	EGIS, BCEOM	étude d'aménagement	2005
	EGIS	étude hydraulique / aménagement route	2015
	DIREN	cartes d'aléa inondation/bâti et /cours d'eau	2007
	EGIS	rapport hydraulique	2011
	EGIS	carte aléa inondation crue centennale et enjeux	2003
	SAUNIER et associés	Dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau	2008
Saint Joseph	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2011
Sainte Marie	BCEOM	étude globale : protection contre les crues	2001
	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2009
Schoelcher	BURGEAP	étude préliminaire à l'entretien (travaux de curage) de la rivière	2010
	BRL	étude globale : protection contre les crues	2005
Martinique	SCPDT	couche qgis, tableur zonages des risques naturels du pprn	
		couches qgis, tableurs des différentes zones ZNIEFF, humide, réserves naturelles, parc, RAMSAR, protection de biotopes, espaces botaniques remarquables	
		couche qgis, tableur sites UNESCO	
		couche qgis, tableur sites et installations classées	
		couche qgis, tableur patrimoine culturel/monuments historiques et remarquables	
		couche qgis, tableur établissements scolaires	
		couche qgis, tableur centre de soins	
		couche qgis, tableur centre de secours	2014
		fond de carte image satellite : plan de situation des rivières (tracé	

	du cours d'eau, route, etc) à des endroits stratégiques (usines, ponts, stations carhyce)	
	carte pdf : image satellite délimitant chaque bassin versant/masse d'eau de surface	
	rapport carhyce Martinique, annexes cartes, protocole	
ODE, comité de bassins de la martinique, DEAL Martinique	éléments et rapport final du SDAGE 2016-2021	2016
ODE	cartes de masses d'eaux de surface, souterraine, littorale, artificielle (Manzo)	2016
	mémoire de fin d'études de M. MARRAS concernant l'installation d'une CVH	2014
	carte des principales masses d'eau de surface	
	Cartes diverses du rapport du SDAGE 2016/2021	
	carte des stations hydrométriques CARHYCE	
	carte du réseau hydrographique	
	carte de la martinique éco-région	
Préfet	répertoire CATNAT	
BRGM	Révisions de l'aléa mouvement de terrain	2011
	étude impact de houle cyclonique DEAN	2009
DEAL	cartes de l'aléa inondation, tsunami, littoral, enjeux du PPRN	2013
GEODE Martinique	étude risques inhérents aux cours d'eau de la montagne Pelée	2007
BGRM	rapport BRGM crue mai 2009	2010
CEMAGREF	estimation du débit maximal de crues : statistique, cartographie	2006
Région Martinique – commune	plans communaux de sauvegarde	2010
PPRN MARTINIQUE	PPRN carte d'aléas par commune	2012
PPRN MARTINIQUE	PPRN carte d'aléas par commune	2004
CEMAGREF	cartes d'aléas hauteur d'eau, zones basses	2011
PPRN MARTINIQUE	PPRN carte d'aléas par commune	2013
PPRN MARTINIQUE	carte réglementation urbanisme / communes	2010
PPRN MARTINIQUE	carte aléa submersion	2011
PPRN MARTINIQUE	aléa liquéfaction	2013
PPRN MARTINIQUE/EGIS	Carte population en zone inondable représentée par cours d'eau	2014
	recensement des inondations majeures ayant eu lieu jusqu'en 2010	2015

Informations complémentaires disponibles auprès à la DEAL, service SREC.
<http://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/>

Annexe II : Pondération des critères de sélection

		Indice de pondération				
		Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Critères	Pondération	1	2	5	10	20
Densité habitation	5	5	10	25	50	100
Pluviométrie	5	5	10	25	50	100
Bâtiment hospitalier	5	5	10	25	50	100
Science Enseignement	5	5	10	25	50	100
Densité réseau hydrographique	3	3	6	15	30	60
Densité routier	3	3	6	15	30	60
Industriel Commercial	3	3	6	15	30	60
Parcelle Culture	2	2	4	10	20	40
Densité faille	1	1	2	5	10	20
Surface boisée	1	1	2	5	10	20
Surface en herbe	1	1	2	5	10	20

Dans ce tableau la pondération est proposée en fonction de l'importance du critère. L'intensité est traduite en valeur correspondant aux indices de pondération dans la cartographie.

Par exemple, pour une densité d'habitation d'intensité faible, donc égal à 2, la pondération étant 5, elle est multipliée par 2 et donc a une valeur de 10.

Annexe III : Sensibilité des cultures à la submersion (CIRAD, 2017)

Libellé culture	Sensibilité	Libellé culture	Sensibilité
Jachère de 5 ans ou moins	1	Melon	5
Prairie permanente - herbe prédominante (ressources fourragères ligneuses absentes ou peu présentes)	1	Plante aromatique (autre que vanille)	5
Bois pâturé	1	Banane	3
Surface pastorale - ressources fourragères ligneuses prédominantes	1	Soja	4
Tubercule tropical (sauf dachine)	3	Autre mélange de plantes fixant l'azote	2
Concombre / Cornichon	5	Vanille sous bois (sur arbre)	1
Café / Cacao	3	Maïs ensilage	3
Tomate	5	Pois fourrager de printemps implanté pour la récolte 2015	4
Potiron / Potimarron	5	Plante à parfum (autre que géranium et vétiver)	nd
Avocat	3		
Poivron / Piment	4		
Pastèque	4		
Verger	2		
Autre prairie temporaire de 5 ans ou moins	1		
Surface boisée sur une ancienne terre agricole	1		
Agrume	2		
Canne à sucre	2		
Jachère de 6 ans ou plus	1		
Oignon / Echalotte	5		
Persil	5		
Cresson	2		
Maïs doux	3		
Laitue / Batavia / Feuille de chene	5		
Chou	5		
Ananas	4		
Horticulture ornementale de plein champ	2		
Navet	4		
Surfaces pastorales - herbe prédominante et ressources fourragères ligneuses présentes	1		
Prairie en rotation longue (6 ans ou plus)	1		
Autre fourrage annuel d'un autre genre	1		
Aubergine	4		
Courgette / Citrouille	5		
Carotte	4		
Pépinière	5		

Annexe IV

Les exemples (opérations et coûts) suivants sont tirés de l'étude des zones d'expansion de crues sur les affluents de la Sarthe en amont du Mans (IIB Sarthe Amont, 2007)

Tableau : Exemples d'opération et de coût (gestion des inondations)

Lieu	Opération	Maitre d'ouvrage	Coût	Année de réalisation
Vallée du Drugeon (25)	Reméandrage sur 4 km	Communauté de Communes du Plateau de Frasne et du Val du Drugeon	0,23 M€	1997
Vallée du Colostre (04)	Réhabilitation de 13 méandres	Fédération des Alpes de Haute-Provence pour la pêche et la protection du milieu aquatique	65 000 €	2000-2001
Vallée de la Leze (09 – 31)	Aménagements de haies transversales en lit majeur de 5 mètres d'épaisseurs, tous les 300 à 500 m sur 50 km, 35 ha cumulés	Syndicat Mixte Interdépartementale de la Vallée de Lèze	1 M€	2007
Vallée de l'Hogneau (59)	Réhabilitation de trois zones d'expansion de crues, 40 ha	Valenciennes Métropole	0,3M€	2007
Bassin du Rance (12)	Fossés de diversion (3591 m), fossé inondant drainant (500m), banquettes diffusantes (1294m), plantations de haies (3364 m)	Syndicats Intercommunaux d'Aménagement Hydraulique	40 000€	1997-2000

Exemple du Bassin du Rance

Il s'agit d'une opération dite « petits bassins versants » dans le cadre d'un contrat de plan état-région associant les syndicats d'aménagement hydraulique de la vallée du Rance, la Région Midi-Pyrénées, et la DIREN. Le bassin versant est d'environ 430 km².

Cette opération, qui implique des contraintes foncières, était basée sur la mobilisation des riverains, notamment pour ce qui concerne l'entretien des dispositifs situés sur leurs terrains. Sur ce point, le bilan semble mitigé, d'après le Syndicat du Rance.

D'après lui, cette opération n'a pas fait l'objet d'évaluation de l'efficacité sur le ralentissement des crues, qui est du reste un exercice difficile en l'absence de stations de suivis hydrologique sur le bassin versant. Elle permet cependant d'avoir des éléments de coûts.

Exemple de réhabilitation de zones inondables

La communauté urbaine Valenciennes-Métropole conduit un programme de réhabilitation de trois zones d'expansion de crue sur l'Hogneau, la principale couvre 40 hectares.

Le Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SyMAGE) du bassin de la Dronne mène un projet de réhabilitation d'une zone d'expansion de crue de 60 ha, répartis en deux casiers, sur le Mamoul (affluent de la Dordogne, département du Lot). L'étude hydraulique du projet est en cours.

Il existe aussi un projet d'aménagement de la Bassée entre Bray-sur-Seine et Montereau (77). Il est conduit par l'Institut Interdépartemental des Barrages Réservoirs de la Seine (IIBRBS), mais il s'agit d'un projet de grande envergure visant à remobiliser la vallée de la Seine dans ce secteur, soustraite aux inondations depuis la canalisation à grand gabarit du fleuve pour la navigation. Les enjeux sont la protection de la région parisienne. Ce projet prévoit la mise en œuvre de pompages pour mobiliser les casiers de surstockage.

Exemple de remblais routier

La déviation de la RN.26 à L'Aigle (61) passe par une nouvelle voie qui franchit la vallée encaissée du Grû, ruisseau affluent de la Risle. Il s'agit d'un remblai dont la hauteur atteint environ 12 mètres au-dessus du fond de vallée, dont 10 mètres utiles mis à profit pour l'écrêtement des crues. Une retenue sèche est ainsi créée, sollicitée uniquement en période de crue. Les ouvrages comprennent un pertuis de fond qui assure l'écrêtement des crues jusqu'à une période de retour 100 ans, et un déversoir de sécurité qui protège l'infrastructure contre une crue décennale. Selon la DDE, une tranche de stockage de hauteur 1 à 3 mètres est sollicitée pour les crues ordinaires. En cas de crue centennale, la superficie inondée à l'amont s'élève à près de 10 ha.

Autres documents intéressants :

Biotec, Malavoi J.R. (2007). *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, Agence de l'eau Seine-Normandie.

Chambre d'agriculture de l'Aude. (2012). *La ripisylve*.

J-R., B. (2007). *Renaturation des cours d'eau. Restauration des habitats humides*. Luxembourg.

Onema. (2015). *Implantation d'obstacles transversaux à la vallée*.

Onema. (2015). *La reconnexion des annexes hydrauliques*.

Onema. (2015). *La reconstitution du matelas alluvial*.

Onema. (2015). *La remise à ciel ouvert d'un cours d'eau*.

Onema. (2015). *Reméandrage*.

Prom'haie. (2012). *fonctions-environnementales*.

RCC. (2002). *Manual of River Restoration Techniques*.

Riparia. (2016). *Plan de gestion des cours d'eau du bassin versant du Préconil*.

SMIGIBA. (2016). *Travaux de restauration de la végétation des berges et du lit des cours d'eau du bassin versant du Buëch*.

Syndicat des bassins de la Clamoux, de l'Orbiel et du Trapel. (2004). *Restauration du champ d'expansion de crue du Sindilla sur l'Orbiel*.