

Master 2 Espace et Milieux
Année 2016.-7.

Le risque d'inondation :

Essai d'estimation des coûts des dommages par une approche locale

Auteur : M Brétaudeau Pierre

Tuteur de stage : Mme André Marjorie

Tuteur scientifique : M Gache Frédéric

Structure d'accueil : Entente Oise-Aisne



Page de garde : la zone industrielle nord de Compiègne inondée par les crues de l'Oise et de l'Aisne de 1993 (Entente Oise-Aisne, 1993)

Remerciements

Je remercie avant tout, Mme M. André et Mme M. Lambourg pour leur accompagnement tout au long de ce stage. Grâce au temps qu'elles m'ont consacré, à leur écoute et à leur aide précieuse, il m'a été possible d'accomplir ma mission et d'écrire ce mémoire.

Je tiens également à remercier M J-M. Cornet et M G. Seimbille, respectivement Directeur et Président de l'Entente Oise-Aisne, pour m'avoir offert l'opportunité de découvrir le domaine de la gestion des inondations.

Je remercie aussi toute l'équipe : Mme C. Chombart, Mme A. Clément, Mme N. Cleto-Paixao, M T. Frayon, M T. Lebreton, Mme F. Philippe, Mme C. Zemb et Mme V. Zieteck ; ainsi que les collègues étant présents pendant une partie de mon stage : Mme M. Le Roux de Bretagne, Mme C. Riotte et M P. Valat. J'ai été touché par leur accueil et le temps qu'ils m'ont accordé.

Je remercie également M S. Anglès et M F. Bouteau, directeurs du Master II Espace & Milieux à l'Université Paris VII, pour leur accompagnement et leur encouragement cette année. Je tiens à souhaiter une bonne continuation à M S. Anglès pour son nouveau poste, mais aussi à accorder mes félicitations à M E. Grésillon pour sa promotion en tant que nouveau co-directeur de ce Master.

Je tiens aussi à remercier M F. Gache, tuteur scientifique de ce stage et intervenant pendant le Master. Ses interventions ainsi que nos échanges m'ont permis de développer mon intérêt pour ce domaine ainsi que d'aiguiller mes recherches pour ce stage.

Je n'oublie pas mes collègues et amis de master et de licence. J'ai enfin une pensée particulière pour ma famille : ma mère et ma sœur, présentes à chaque moment, qu'il soit heureux ou malheureux.

Table des abréviations et des acronymes

ACB : Analyse Coût/Bénéfice

AMC : Analyse MultiCritères

B/C (rapport) : rapport Bénéfice sur Coût actualisé

CCI : Chambre de Commerce et d'Industrie

CEPRI : Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation

CGDD : Commissariat Général au Développement Durable

CRI : Cartes des Risques d'Inondation (quatre enjeux : santé humaine, environnement, patrimoine culturel et activité économique)

DEMA : Dommages Evités Moyens Annuels

DMA : Dommages Moyens Annualisés

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

EPTB : Etablissement Public Territorial de Bassin

ERP : Etablissement Recevant du Public

FEDER : Fonds Européen pour le Développement Economique Régional

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IRSTEA : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

MAGEO : Mise Au Gabarit Européen de l'Oise

MEEM : Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (anciennement MEDDE – Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, anciennement MEDDTL – Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement, aujourd'hui Ministère de la transition écologique et solidaire)

NAF (code) : Nomenclature d'Activité Française

PAPI : Programme d'Action de Prévention des Inondations

PLGN : Plan Loire Grandeur Nature

SIG : Système d'Information Géographique

VAN : Valeur Actualisée Nette

VNF : Voies Navigables de France

Table des matières

Remerciements	- 1 -
Table des abréviations et des acronymes	- 1 -
Table des matières.....	- 1 -
Introduction.....	- 3 -
1. Etat des connaissances	- 5 -
1.1. Qu'est-ce qu'une inondation ?.....	- 5 -
1.2. Présentation du terrain d'étude	- 7 -
1.3. Présentation des projets et aménagements de l'Entente Oise-Aisne.....	- 12 -
1.4. L'ACB, qu'est-ce que c'est ?.....	- 14 -
1.5. Les limites de l'ACB	- 17 -
2. Méthodologie de l'ACB et propositions d'améliorations	- 21 -
2.1. Les étapes de l'ACB	- 21 -
2.2. La collecte de données et détermination des différents paramètres	- 23 -
2.3. Simulation des crues et mise en relation avec les enregistrements de terrain	- 26 -
2.4. Calcul des coûts des dommages suite à différents scénarios de crue.....	- 27 -
a) Fonctions de dommages à l'habitat.....	- 29 -
b) Fonctions de dommages aux ERP	- 35 -
c) Fonctions de dommages aux entreprises	- 42 -
2.5. Evaluation des bénéfices de l'aménagement	- 45 -
a) Calcul des bénéfices engendrés avec le projet	- 45 -
b) Calcul des indicateurs synthétiques de l'ACB.....	- 46 -
c) Analyse de sensibilité.....	- 47 -
3. Résultats	- 49 -
3.1. La base de données	- 49 -
3.2. L'ACB et les coûts des dommages	- 50 -
4. Limites et perspectives	- 61 -
Conclusion	- 67 -
Bibliographie	- 71 -
Sitographie.....	- 73 -
Table des figures	- 74 -
Tables des tableaux	- 75 -
Tables des annexes	- 76 -
Annexes	- 77 -
Résumé / Abstract	- 92 -

Introduction

Le risque d'inondation réapparaît fréquemment dans l'actualité. Ces dernières années, il est possible d'évoquer les catastrophes de la Fautes-sur-Mer et de Draguignan en 2010, de Mandelieu en 2015 et de la Seine, du Loing et de la Loire en 2016. Cette dernière a notamment engendré une prise de conscience de l'Etat, des collectivités territoriales et de la population des impacts des inondations. Une nouvelle crue de la Seine pourrait ainsi engendrer des dommages financiers et économiques colossaux pour l'agglomération parisienne et au-delà.

Dans cette perspective, la question des coûts des dommages résultant d'une crue est prioritaire pour aiguiller les choix en matière de prévention des inondations et, le cas échéant, de démontrer l'efficacité des aménagements de protection et de lutte contre les inondations. Il est donc important que les structures territoriales spécialisées dans la gestion des crues soient en capacité de pouvoir estimer les dommages évités grâce à leurs aménagements.

L'Analyse Coût/Bénéfice (ACB) est une réponse possible à cette question. En effet, l'ACB est une méthode d'estimation des dommages et des bénéfices d'une mesure en monétisant les impacts d'une action de prévention et/ou de réduction du risque d'inondation. Elle permet de comparer la réduction des coûts des dommages grâce à un projet appliqué à plusieurs scénarios de crue, par rapport aux coûts du projet eux-mêmes. Une ACB a donc pour objectif de mesurer les bénéfices, ou les dommages évités, d'une mesure dans la durée.

Cette méthode tend à se généraliser en raison de la réduction des dépenses publiques qui encourage les projets les plus bénéfiques, mais aussi en raison de nouvelles réglementations. L'obtention de subventions pour un projet nécessite de réaliser une ACB. Mais l'ACB est une méthode d'analyse globale. En effet, les estimations des coûts des dommages sont réalisées grâce à des fonctions produites au niveau national par des services de l'Etat, avec l'appui d'experts nationaux. Ainsi, les spécificités territoriales peuvent être négligées dans ces estimations alors que les principaux impacts et bénéfices sont concentrés à une échelle locale.

Dans l'objectif de déterminer l'efficacité des aménagements de réduction du risque d'inondation, l'Etablissement Public Territorial de Bassin (EPTB) Entente Oise-Aisne souhaite

développer une méthode d'évaluation des coûts des dommages adaptée au territoire. L'entente Oise-Aisne entreprend la réalisation de deux aménagements d'écêtement des crues, le premier situé à Vic-sur-Aisne (Oise – 60 / Aisne - 02) et le second situé à Longueil-Sainte-Marie (Oise - 60). Ces aménagements en projet permettront de diminuer les hauteurs d'eau en période de crue dans les territoires aux enjeux importants : Chauny, Compiègne, Creil et le Val d'Oise. Cette évaluation a comme ambition d'être au plus proche de la réalité et des particularités du territoire et ainsi, de proposer des solutions aux difficultés exprimées précédemment. A cette première méthode s'ajoute alors une collecte de données dans les zones potentiellement inondables sur les communes concernées. Chaque enjeu, potentiellement touché par une crue, est enregistré afin d'être pris en compte dans l'ACB.

L'étude présentée dans ce mémoire propose une réflexion autour de l'estimation des dommages sur un territoire hétérogène à l'échelle locale. Il s'agit pour l'Entente Oise-Aisne de déterminer en quoi une collecte précise de données sur le terrain peut apporter des améliorations dans l'estimation des coûts par rapport à la méthode préconisée.

Cette problématique invite à aborder en détail les méthodes actuelles d'estimation des coûts des dommages, dans le but de proposer des modifications à la méthodologie de l'ACB. De plus, elle invite à se demander si l'ACB est suffisante pour légitimer la mise en place d'une mesure de lutte contre les inondations. Afin de répondre à cette problématique et aux questions sous-jacentes, la première partie de ce mémoire fait un état des lieux des connaissances, du terrain et présente le territoire surveillé par l'Entente Oise-Aisne. La deuxième partie explique la méthode mise à disposition par l'Etat pour réaliser une ACB et les modifications proposées. La troisième partie présente les résultats obtenus avec plusieurs scénarios considérés. La dernière partie est l'occasion de discuter des limites de cette étude.

Cette étude s'est déroulée dans le cadre du stage professionnel de Master II - Espace et Milieux de l'Université Paris Diderot, d'une durée de six mois, du 1^{er} mars 2017 au 31 août 2017, au sein de l'EPTB Entente Oise-Aisne, situé à Compiègne (60).

1. Etat des connaissances

Dans le but de comprendre les différentes questions qui se posent dans l'estimation des coûts des dommages mais aussi dans la gestion des inondations, un état des connaissances actuelles est nécessaire. L'étude décrite dans ce mémoire faisant intervenir de nombreuses notions, cette première grande partie est divisée en cinq axes. Le premier axe présente une définition de l'inondation et des éléments qui interviennent dans ce phénomène. Les deuxième et troisième axes introduisent le terrain d'étude et la structure Entente Oise-Aisne. Les quatrième et cinquième axes abordent la méthode d'évaluation des coûts des dommages utilisés dans les ACB et les limites identifiées pendant l'analyse bibliographique.

1.1. Qu'est-ce qu'une inondation ?

Le risque « inondation » se définit par la juxtaposition dans un même espace et un même temps de l'aléa naturel « crue » et des enjeux potentiellement vulnérables, comme une maison située en zone inondable (*Figure 1 – p 6*). La crue est définie comme une « période de hautes eaux, de durée plus ou moins longue, consécutive à des averses plus ou moins importantes » (Prim.net, 2017). Le risque d'inondation est défini comme la juxtaposition de la crue et des enjeux vulnérables à cet aléa.

Deux types de crue peuvent être distingués. Les crues lentes sont définies par des temps de submersion et de décrue relativement longs. Ces crues peuvent être provoquées par des précipitations éparses, d'intensités modérées mais prolongées, ou alors par une remontée du niveau de la nappe alluviale. Ces crues sont majoritaires dans le bassin de l'Oise comme en atteste la crue de 1993, qui peut être intégrée dans cette catégorie. Les crues rapides se caractérisent par un temps de montée des eaux très bref. Elles se forment par des pluies orageuses soudaines sur un bassin-versant de taille réduite et concentrant les écoulements en quelques heures dans un même point. La crue de 2007 de la Verse est classée dans cette catégorie.

Les crues sont aussi classées selon leur probabilité d'occurrence. Il est possible de citer quelques exemples souvent utilisés comme des seuils pour simuler une inondation : décennale, trentennale, centennale et millénaire. Une crue décennale équivaut à une crue qui a une probabilité de 1/10 chaque année, une crue trentennale 1/30 etc. Plus le dénominateur est grand, plus la probabilité d'occurrence de cette crue est faible. Sa formation sera alors plus rare, mais son intensité plus grande. La société et/ou les médias comparent souvent cet identifiant avec une durée, par exemple une crue décennale peut arriver une fois tous les dix ans. Cette comparaison peut induire en erreur car deux crues de même occurrence peuvent se produire consécutivement la même année.

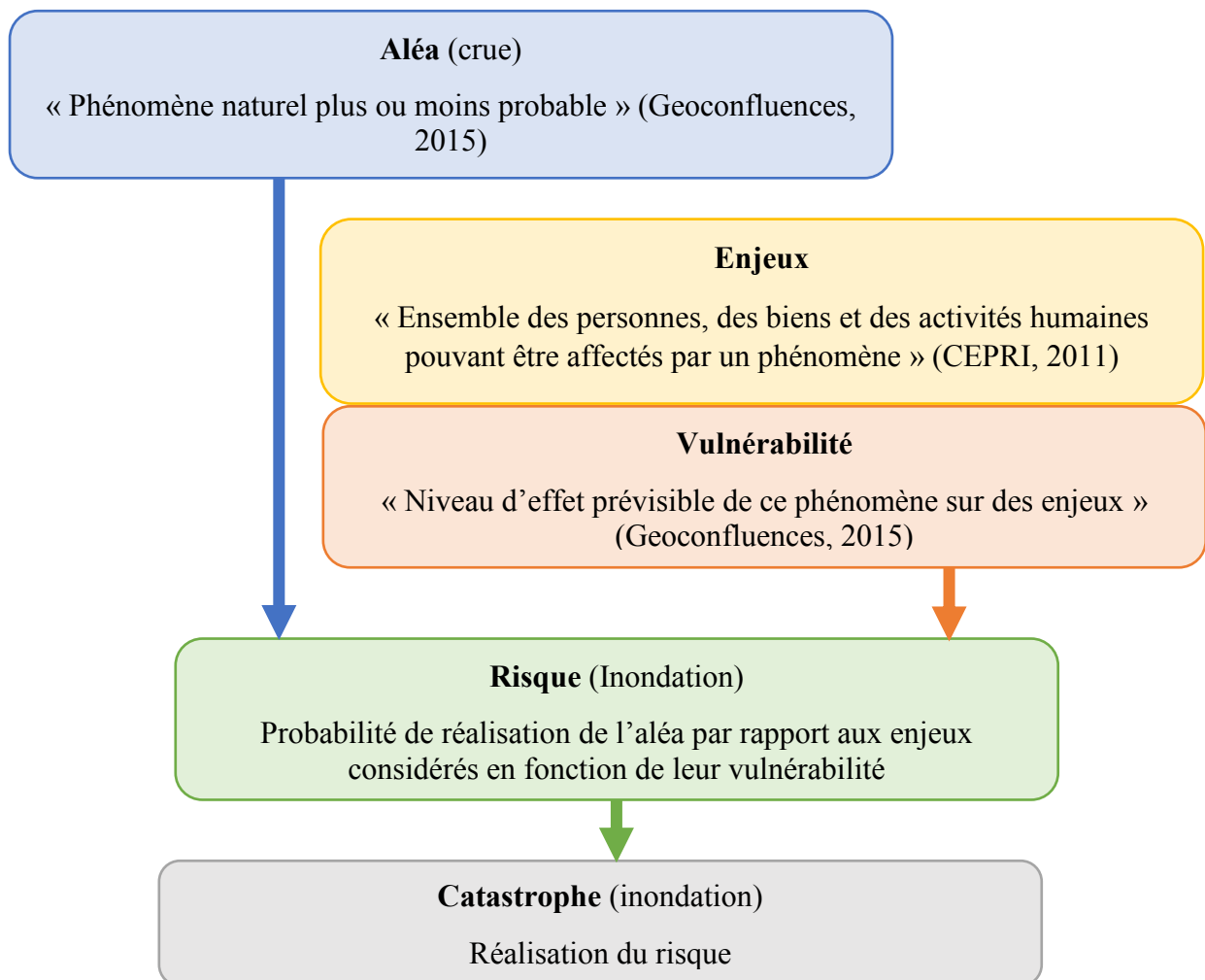


Figure 1 : Décomposition d'une inondation,
(Pierre Brétaudeau, avril 2017)

Certains éléments ont la capacité d'accroître le risque, soit en ayant une influence sur l'aléa, soit sur la vulnérabilité. Ces éléments sont appelés des facteurs aggravants. Ils peuvent être d'origine naturelle comme une tempête exceptionnelle, mais aussi anthropique. Les facteurs aggravants d'origines anthropiques ayant des conséquences sur les crues sont « la diminution [...] des zones naturelles d'expansion des crues, l'imperméabilisation des sols, l'aménagement des cours d'eau [...] la modification des pratiques agricoles [...] conduisant à la disparition des haies, fossés et bosquets ... » (Laregion-risquesnaturels.fr, 2017). La partie suivante permet de comprendre les spécificités du territoire d'étude et les différents éléments caractérisant les inondations dans le bassin-versant de l'Oise.

1.2. Présentation du terrain d'étude

L'EPTB Entente Oise-Aisne est une institution interdépartementale ayant comme mission « la prévention des inondations et la gestion équilibrée de la ressource en eau ainsi que la préservation des zones humides » (Entente Oise-Aisne, 2015) sur le bassin-versant de l'Oise et son affluent l'Aisne. Les membres de l'Entente sont : l'Aisne, les Ardennes, la Marne, la Meuse, l'Oise et le Val d'Oise.

Les bassins versants de l'Oise et de l'Aisne intègrent des territoires contrastés. En amont, le paysage est rural et la densité de population faible. Cet espace est caractérisé par des grandes forêts et des zones agricoles. Il intègre également le secteur des Crêtes préardennaises qui concentre un réseau d'affluents participant à la crue de l'Aisne. Au centre du bassin, quelques agglomérations se distinguent : Laon et Reims, qui sont éloignées des deux principaux cours d'eau ; Soissons, située sur l'Aisne. Entre les confluences de l'Aisne dans l'Oise et de l'Oise dans la Seine, l'urbanisation est plus importante. En effet, plusieurs agglomérations s'étalent sur les bords de l'Oise : Compiègne, située à proximité de la confluence Oise-Aisne, Creil - Nogent-sur-Oise et enfin, Cergy-Pontoise au niveau de l'exutoire de l'Oise (*Figure 2 – p 9*).

Le risque d'inondation est différent selon les territoires. Il dépend, entre autres, de l'intensité de l'aléa et du niveau de vulnérabilité des sociétés. Dans cette optique, la Directive Inondation incite à la définition de Territoires à Risques Important d'Inondation (TRI), dans

« une logique de priorisation des actions et des moyens apportés par l'Etat dans sa politique de gestion des inondations » (DREAL Picardie, 2013). Un TRI est identifié selon « des particularités locales, comme le caractère dangereux de l'inondation en termes de protection des populations et de tout autre facteur local susceptible d'aggraver les conséquences négatives potentielles associées aux inondations pour la santé humaine, l'environnement, les biens dont le patrimoine culturel et l'activité économique » (eaufrance.fr, consulté en juin 2017). Trois facteurs permettent de délimiter un TRI : le nombre d'habitants en zone inondable, le nombre d'emploi en zone inondable et la continuité urbaine des enjeux en zone inondable. Quatre TRI ont été identifiés au sein du bassin-versant de l'Oise : le TRI de Chauny-Tergnier-la Fère, situé le plus en amont, les TRI de Compiègne et de Creil et en aval, le TRI de l'Oise-Ile-de-France, qui est intégré au TRI Métropole francilienne. Ils se répartissent en chapelet tout au long de l'Oise (*Figure 3 – p 10*). Cela représente un facteur important dans la répartition et le dimensionnement des aménagements de lutte contre les inondations.

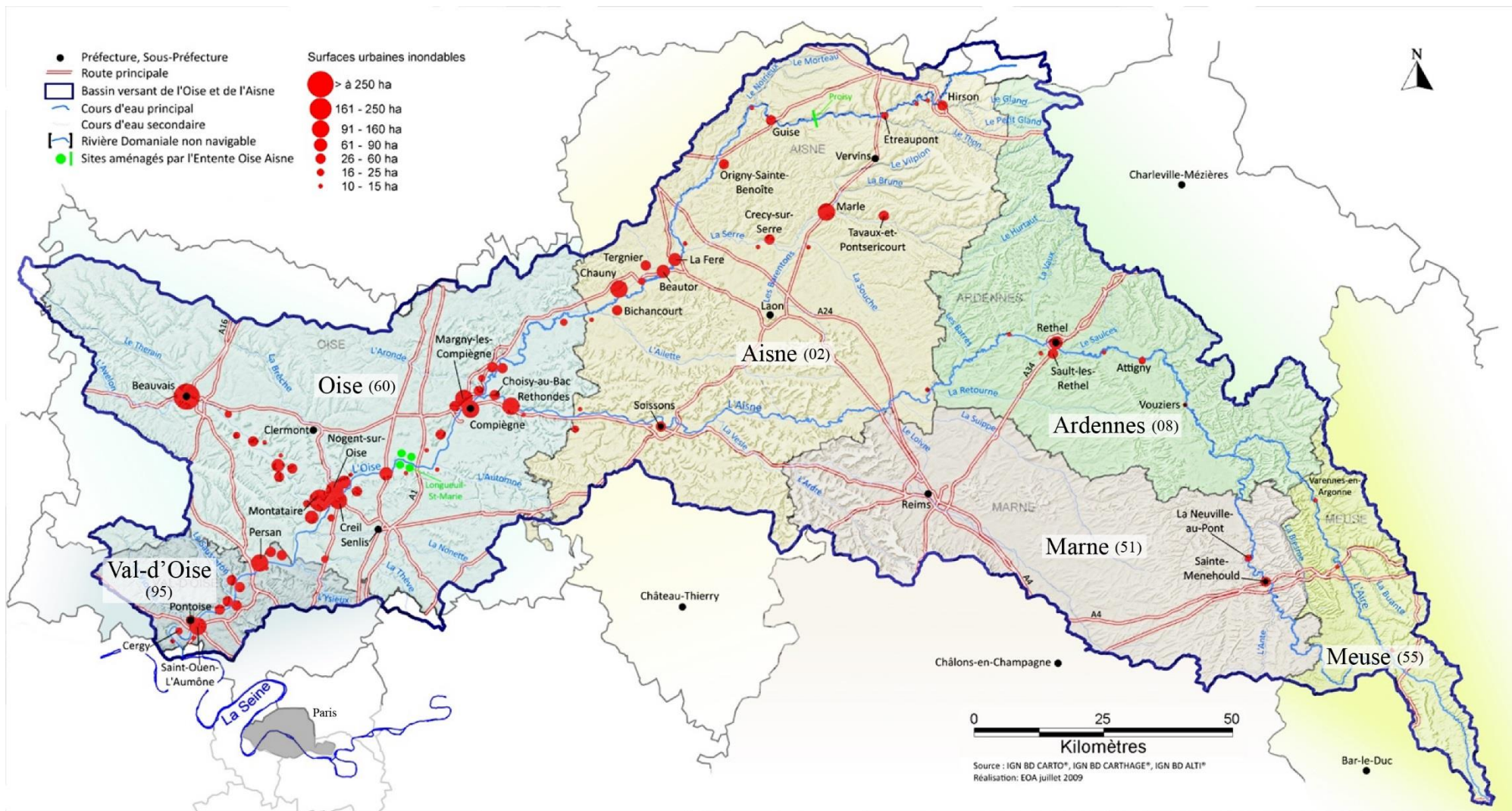


Figure 2 : Localisation des zones urbaines vulnérables dans le bassin-versant de l'Oise (Entente Oise-Aisne, modifications par Pierre Brétaudeau, juillet 2017)

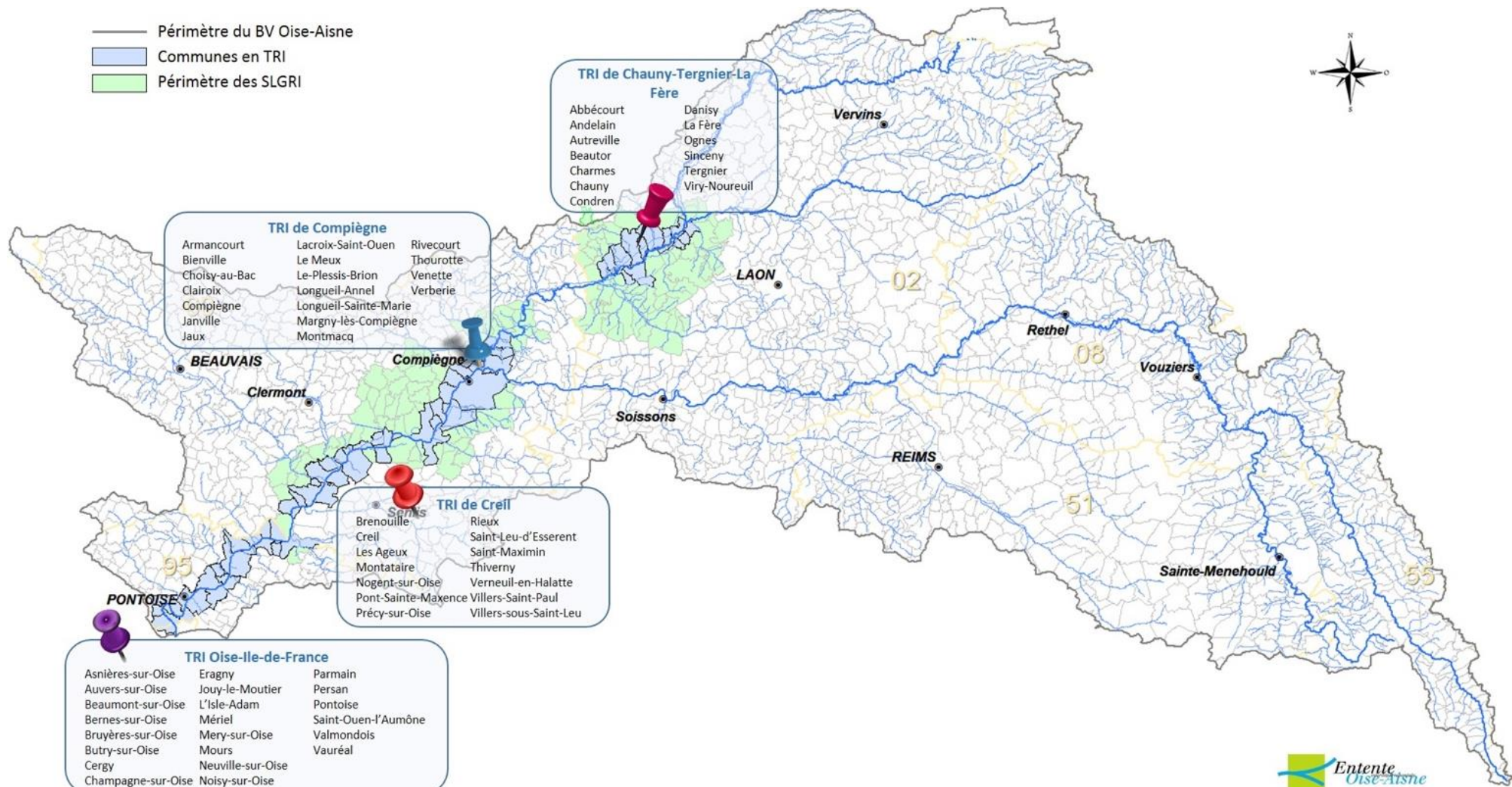


Figure 3: Communes des TRI du territoire de compétence de l'Entente Oise-Aisne (Entente Oise-Aisne, juin 2017)

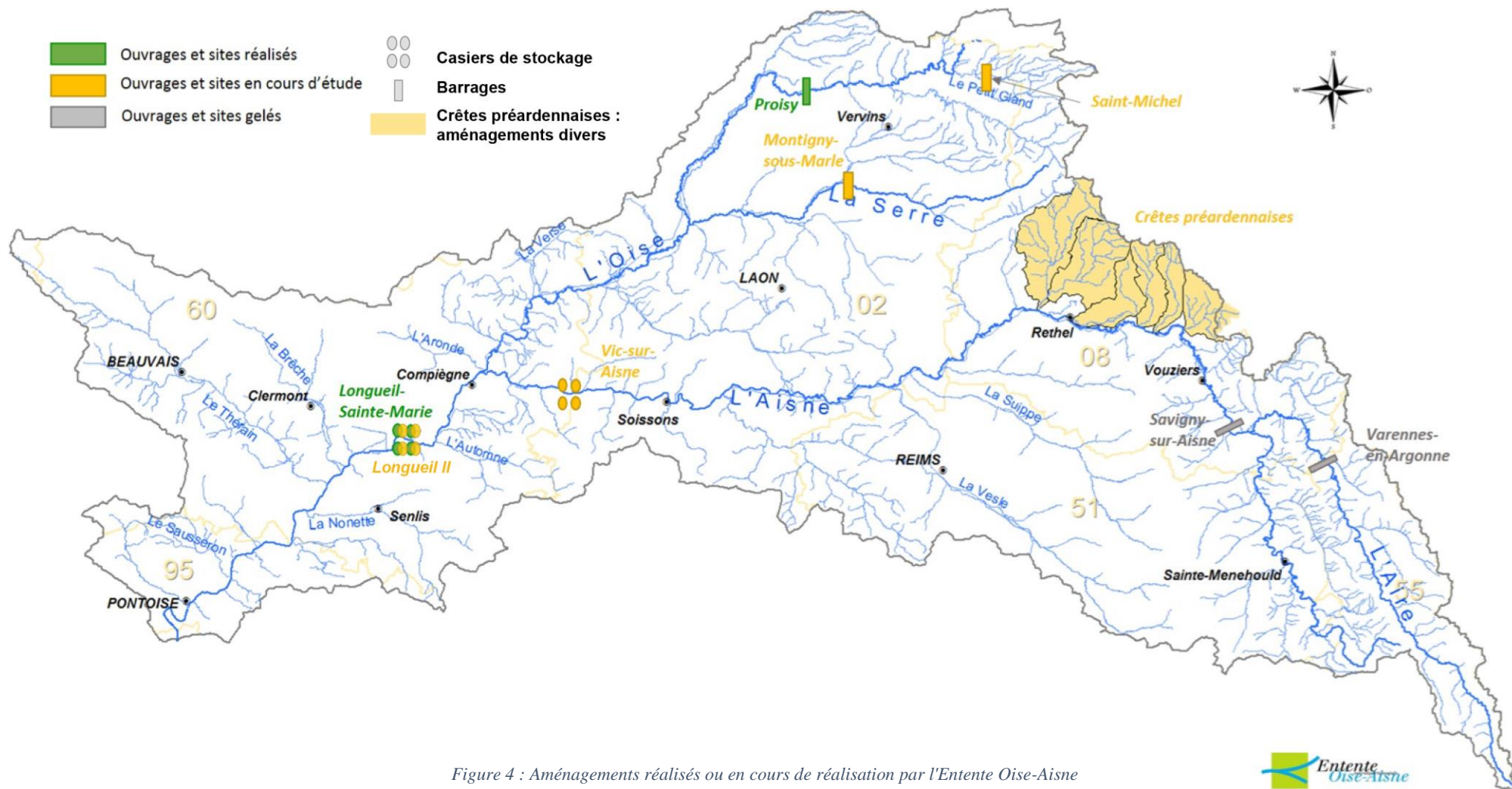


Figure 4 : Aménagements réalisés ou en cours de réalisation par l'Entente Oise-Aisne
 (Entente Oise-Aisne, modifications par Pierre Brétaudeau, juin 2017)



1.3. Présentation des projets et aménagements de l'Entente Oise-Aisne

Avant de décrire les projets d'aménagement portés par l'Entente Oise-Aisne, il est important de définir les différents types de mesures sur lesquelles l'ACB peut être utilisée comme indice d'efficacité.

Il existe deux types de mesures : les mesures structurelles et les mesures non structurelles. Les mesures structurelles sont définies par des « interventions basées sur les infrastructures d'ingénierie hydraulique à grande échelle » (Commissariat Général au Développement Durable - CGDD, 2012). Ces mesures intègrent les barrages, les bassins de rétention, digues etc. Les mesures non structurelles intègrent toutes les autres mesures qui ne sont pas incluses dans les mesures structurelles. Il est cité en exemple la « préservation des zones inondables, prévention et réduction des dommages potentiels [...], communication, informations régulières, systèmes d'alerte et de prévision etc. » (CGDD, 2012).

Plusieurs mesures structurelles de lutte contre les inondations construites ou à l'état de projet, sont localisées dans le bassin-versant de l'Oise (*Figure 4 – p 11*). L'aménagement de Proisy, inauguré en 2009, situé en amont de Guise (02) et le projet de Montigny-sous-Marle, situé en amont de Marle (02) se composent de barrage en terre et d'un clapet (*Annexe 2 – p 78*). Cela permet de limiter le débit de l'Oise dans le cas de Proisy, et de la Serre dans le cas de Montigny-sous-Marle. Le but de ces aménagements n'est donc pas de stopper la crue en bloquant le débit, mais d'écrêter la crue. Autrement-dit, de réduire le débit et la hauteur d'eau pendant la période critique de la crue.

L'aménagement de Longueil-Sainte-Marie, situé en aval de Compiègne, se compose d'une plaine d'expansion des crues, ainsi que d'un réseau de fossés et d'étangs regroupés en casier (*Annexe 1 – p 77*). Le remplissage se fait par écoulement gravitaire depuis l'Oise vers les casiers. L'objectif est de stocker une partie de l'eau de l'Oise pendant la crue et restituer cette eau après celle-ci.

Deux programmes supplémentaires peuvent être évoqués : celui de Saint Michel (02) et celui des Crêtes préardennaises (08), qui comprennent des aménagements de tailles plus faibles ainsi que des programmes de restauration de la continuité écologique des cours d'eau.

Enfin, deux ouvrages en projet sont d'ores et déjà pris en compte dans l'ACB : celui de Longueil II et celui de Vic-sur-Aisne. Ces projets répondent à la volonté de construire une stratégie globale de lutte contre les inondations autour des zones à forts enjeux. En effet, leurs localisations permettent d'intervenir sur les TRI de Compiègne et de Creil, mais aussi sur ceux plus en aval. Ils permettent ainsi de contribuer, avec les aménagements, projets et politiques cités précédemment, à la lutte contre les inondations sur tout le bassin-versant de l'Oise : « d'élaborer une stratégie à l'échelle du bassin-versant de l'Oise et de traiter de la réduction de l'aléa au bénéfice des quatre TRI du bassin. » (Entente Oise-Aisne, 2016).

Le projet de Longueil II se déroule dans un contexte particulier. Le secteur de l'Oise est au cœur du programme de Mise Au Gabarit Européen de l'Oise (MAGEO) et du canal Seine Nord Europe, portés par Voies Navigables de France (VNF). Pour rappel, ces programmes ont pour objectif de permettre la liaison entre l'Oise et le canal Dunkerque-Escaut par des bateaux au gabarit européen, autrement dit de lier la région Parisienne aux métropoles et aux ports du nord de la France, de la Belgique et des Pays-Bas. Ainsi, MAGEO consiste au creusement et à l'élargissement de l'Oise entre Creil et Compiègne pour permettre le passage des bateaux à la capacité de transport supérieure à 3000 tonnes. Par conséquent, le niveau d'eau de l'Oise en crue va diminuer. Afin de conserver la même efficacité de l'aménagement de Longueil-Sainte-Marie, des travaux d'adaptation sont nécessaires. Le projet Longueil II vise à augmenter les capacités des stockages des casiers de Longueil à fonctionnement gravitaire en augmentant la hauteur des digues. De plus, l'installation de pompes est envisagée pour déplacer artificiellement l'eau depuis l'Oise jusqu'aux bassins de stockage.

L'aménagement de Vic-sur-Aisne se compose d'anciens bassins de décantation des betteraves issus de l'industrie sucrière. Le projet est de les transformer en bassins de rétention d'eau, reliés au cours d'eau par un système de pompes (*Figure 5 – p 14*) (*Annexe 3 – p 79*). Sa localisation, proche de la confluence entre l'Oise et l'Aisne, permettrait d'éviter la concomitance des crues des deux cours d'eau. Plus précisément, le site est « situé en amont de la confluence [...] et de trois territoires à risque important : le Compiégnois, le Creillois, l'Oise francilienne » (Entente Oise-Aisne, 2016). Il est donc proche des espaces à enjeux économiques, financiers et humains importants.



Figure 5 : Futurs bassins de stockage de Vic-sur-Aisne (Entente Oise-Aisne, 2013)

Les aménagements et projets cités précédemment sont classés dans les mesures structurelles car ils intègrent des « infrastructures d'ingénierie hydraulique à grande échelle » (CGDD, 2012). D'autres mesures non structurelles sont appliquées ou à l'étude. Il est possible de citer l'installation d'un réseau de mesures, composé de sondes de hauteurs d'eau et de pluviomètres, la sensibilisation dans les écoles à la démarche à suivre en cas d'inondation, ou encore à la pose de repères de crue. Dans le but de pouvoir estimer la rentabilité des projets en cours, une ACB peut être entreprise. La partie suivante introduit le contexte du développement de la méthode, mais aussi ses propriétés et ses objectifs.

1.4. L'ACB, qu'est-ce que c'est ?

L'ACB est une méthode qui permet d'estimer les bénéfices d'un projet ou d'une mesure de lutte contre les inondations en calculant la différence entre les coûts des dommages avec et sans cette mesure. Elle permet alors de privilégier les actions les plus pertinentes tant du point de vue de la réduction du risque et des dommages, que des dépenses. Celles-ci regroupent l'étude, la construction et l'entretien de la mesure. Ainsi, l'ACB est définie comme « un éclairage économique sur une mesure en particulier ou bien [...] une analyse comparative entre plusieurs mesures ou entre les variantes d'une même mesure » (Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation - CEPRI, 2011). L'ACB est donc une méthode de comparaison entre plusieurs mesures ou entre plusieurs possibilités d'une même mesure.

Les comparaisons sont effectuées sur la base d'estimations de coûts des dommages évités grâce à la mesure, ou à l'une de ses configurations, en fonction des coûts de cette même mesure. Les estimations des coûts des dommages sont réalisées avec des « fonctions d'endommagement qui lient les paramètres hydrauliques et la nature des enjeux » (CEPRI, 2008). Ces fonctions d'endommagement, appelées aussi fonctions de dommages, sont publiées par des organismes d'Etat. Il est possible de citer le travail effectué par le CGDD, qui avec l'aide du CEPRI et de l'IRSTEA (Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture), a publié une série de fonctions de dommages destinées à chaque type d'enjeux. Dans l'objectif d'uniformiser les pratiques, ces fonctions deviennent obligatoires sauf dans le cas d'enjeux exceptionnels. Ces enjeux, qui sont des grandes entreprises ou des activités particulières, sont pris en compte par la réalisation de diagnostics individuels.

- Cadre juridique -

L'ACB est un outil de plus en plus exigé, voire obligatoire, pour certains dossiers de subvention ou programme. C'est une méthode qui est déjà rependue chez nos voisins européens. En effet, certains pays ont déjà mis en place des outils d'aide à la décision intégrant une approche économique (CEPRI, 2009), comme le Royaume-Uni depuis les années 1970 ou les Pays-Bas depuis 1998.

L'article 7 de la Directive du Parlement Européen et du Conseil - 2007/60/CE, appelée aussi Directive Inondation, tente d'instaurer une obligation à l'utilisation de l'ACB dans tous les pays européens. Elle préconise la considération, dans les plans de gestion, « d'aspects pertinents tels que les coûts avantages » (Direction Inondation, 2007). Actuellement, en France, une ACB est obligatoire dans la mise en place d'une mesure structurelle et est intégrée à la réalisation d'un Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI). Une ACB est obligatoire si la mesure remplit l'un des deux paramètres suivants (MEDDTL, 2011) :

- Le montant de la mesure atteint 25 % du coût global du PAPI ;
- Le coût d'investissement de la mesure dépasse 2 millions d'euros.

Dans la réalisation d'un PAPI, la méthode pour effectuer une ACB reste libre. Les résultats qu'elle présente doivent tout de même correspondre à l'annexe 4 du cahier des charges PAPI. Ces libertés dans l'application de la méthode et dans le choix des paramètres utilisés tendent à se restreindre aux courbes nationales présentes dans le guide méthodologique du Ministère de l'environnement (MEEM, 2017).

La réalisation d'une ACB tend aussi à devenir obligatoire dans certaines demandes de subventions. En effet, celle-ci est fortement conseillée dans la demande de subventions au Fonds Européen de Développement Economique et Régional (FEDER) et obligatoire pour une demande de financement du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM), appelé fonds Barnier, mis à disposition dans le cadre des PAPI ou des plans Grands Fleuves. Enfin, elle est obligatoire pour obtenir un arrêté préfectoral de mise en œuvre d'un ouvrage. Au vu de ces éléments, l'ACB devient un élément incontournable des études et programmes engagés par les collectivités territoriales.

En résumé, l'objectif d'une ACB est d'apporter une aide à la prise de décision dans la sélection de mesures de lutte contre les inondations, par la présentation d'indicateurs financiers d'efficacité. Les décisionnaires attendent des résultats en termes de réduction de la vulnérabilité des territoires, mais aussi en terme financier, économique, ou encore écologique. « Actuellement, les mesures de réduction de la vulnérabilité sont préférées au contrôle de l'aléa dont l'impact environnement est plus élevé. L'évaluation de dommages potentiels liés à un aléa permet de comparer, en termes économiques, les gains potentiels d'une mesure de gestion quelconque et son coût. L'analyse coûts-bénéfices ou coûts-avantages est un outil classiquement utilisé à cette fin » (Eleuterio *et al.*, 2008). Ce propos démontre que l'ACB est utilisée dans la sélection de mesures permettant de diminuer la vulnérabilité des sociétés par rapport à des mesures qui agissent sur l'aléa en lui-même, la crue dans notre cas. En 2004, une étude a ainsi démontré, par l'utilisation d'ACB, l'intérêt d'étendre les zones d'expansion des fleuves par rapport au renforcement des digues. En effet, le coût pour ces travaux dépassait les bénéfices attendus. Cette étude présente des limites, mais a permis l'application d'une nouvelle politique : « Nevertheless, this CBA provided the economic rational for the implementation of the 'Room for the River' project, which [...] is planned to be finished in the year 2015 » (« Néanmoins, cette ACB a fourni le raisonnement économique nécessaire à la mise en œuvre

du projet 'espace pour la rivière' [...] qui devrait être achevé en 2015 ») (Mechler et al., 2014). A travers cet exemple, il est possible de constater l'intérêt d'une ACB dans la décision pour la mise en œuvre d'une politique de lutte contre les inondations.

1.5. Les limites de l'ACB

Plusieurs limites peuvent apparaître lors de la réalisation de l'ACB, tels que les nombreux arbitrages qu'elle nécessite. En effet, il est prioritaire de justifier le choix des données utilisées lors de sa réalisation. Or, parfois, ce dernier peut être vivement critiqué. En effet, « les résultats [...] sont strictement liés aux bases de données utilisées ». Autrement-dit, « le recueil des données concernant la vulnérabilité est une étape indispensable et incontournable dans l'évaluation des dommages liés aux inondations. [...] Le choix d'une méthode d'acquisition de données ou d'une autre, joue un rôle non négligeable dans la fiabilité des résultats de l'évaluation des dommages ». (Eleuterio, 2008). L'auteur exprime l'attention qui doit être portée aux données utilisées car la crédibilité des résultats de l'ACB sont dépendants de celles-ci.

Par ailleurs, les méthodes pour évaluer les coûts doivent être adaptées aux différentes crues du territoire et aux spécificités locales. Il est nécessaire de prendre en compte ces incertitudes. En effet, il est possible de citer l'ACB réalisée pour le bassin-versant de l'Orb dans le Jura. Celle-ci est basée sur des sinistres connus sur ce territoire. Elle ne pourrait pas forcément s'appliquer à d'autres territoires sans une réflexion approfondie et une adaptation de la méthode. « L'Orb reste cependant particulier car une étude sur les courbes de dommages du bâti, basée sur une analyse statistique d'événements historiques préexistait. Avant de considérer l'application de la méthode à d'autres bassins versants, une réflexion sur l'adaptation et l'adéquation des courbes de dommages paraît nécessaire et est actuellement en cours au sein du ministère [...] (MEEM) » (Erdlenbruch, 2008). L'un des objectifs de cette étude est de proposer des modifications afin de créer une ACB spécifique au bassin-versant de l'Oise intégrant ces particularités.

Aux effets directs induits par la réalisation d'un aménagement, il est possible d'y ajouter des effets indirects. Ces effets sont d'abord liés à la présence d'aménagements déjà existants et à leurs impacts se cumulant à ceux du projet ; puis aux effets non intégrés à la méthode car impossibles à monétiser ou même à évaluer (perte d'exploitation pour une entreprise, traumatisme, dégâts au patrimoine, impacts environnementaux, etc).

Dans certains cas, l'aménagement en projet doit s'intégrer dans un réseau d'aménagements existant. Une ACB réalisée pour ce projet peut alors s'avérer complexe, d'autant plus si les aménagements sont situés sur différents affluents ou sections du cours d'eau. En effet, « tant que les enjeux et les ouvrages sont portés par le même tronçon, la méthode est valide. Mais « dès que l'on étend le domaine d'étude, avec des ouvrages localisés sur des affluents différents, et/ou en présence d'affluents entre les ouvrages et les enjeux, il n'est plus possible de raisonner avec un 'hydrogramme représentatif d'une période de retour' (simulation d'un scénario) » (Poulard *et al.*, 2017). Il est donc encore difficile d'évaluer les impacts négatifs et/ou positifs d'une nouvelle mesure lorsque son efficacité est influencée par le fonctionnement d'autres aménagements de lutte contre les inondations.

Certains effets imputés à une inondation ne peuvent pas être pris en compte dans une ACB. Certains paramètres sont difficilement quantifiables. La santé, l'environnement ou encore l'emploi, sont des paramètres qui s'insèrent dans cette catégorie. En effet, « mention is made of the fact that the effects of regulation can often be appraised for consumers and producers in the form of 'hard' quantifiable information, whereas the effects on human health and the environment can only be made in the form of 'soft' qualitative information. But because 'hard' figures often develop a life of their own in political discourse, this has the fatal consequence that supposedly 'weak' environmental effects are compared to 'strong' effects in terms of economic consequences » (« *Il est à noter que la régulation peut être évaluée, pour les utilisateurs et les producteurs, par le biais d'information quantifiable 'dure', alors que les effets sur la santé et l'environnement ne le sont qu'avec une information qualitative 'faible'. Mais le poids des données quantitatives est plus important que celui des données qualitatives dans le discours politique. Ainsi le résultat est que la conséquence environnementale apparaît faible comparée aux conséquences économiques* ») (Hansjürgens, 2004). L'auteur explique ici que l'impact d'une information quantitative sera plus fort dans le discours politique qu'une

information qualitative, décrite comme faible. Il est tout de même important de modérer le propos précédant sur les exemples utilisés. En effet, la question environnementale a aujourd'hui pris une place prépondérante dans le discours et les actions des collectivités par rapport à 2004.

L'ACB permet de répondre à un besoin de notation dans le but de sélectionner et/ou d'améliorer des mesures en projet ou existantes. Mais il existe plusieurs limites décrites précédemment. D'autres méthodes existent et permettent d'apporter un point de vue différent à l'évaluation des bénéfices d'une mesure. L'Analyse MultiCritères (AMC) « à la différence de l'analyse coût-bénéfices [...] ne repose pas uniquement sur des valeurs économiques. Cet outil permet de comparer plusieurs scénarios alternatifs dans des situations où aucune solution n'apparaît idéale, de prendre en compte simultanément les aspects économiques, techniques, environnementaux, sociaux, patrimoniaux d'un projet » (CGDD, 2012). L'intérêt de cette méthode est donc d'apporter d'autres éléments de réflexion autour d'une mesure. Celle-ci peut être réalisée à la place, en plus ou en parallèle d'une ACB.

Les cinq axes développés dans cette première grande partie ont permis d'appréhender l'inondation et ses composantes, de connaître le terrain d'étude et de définir l'ACB, ses particularités et ses limites. Ainsi, les éléments présentés ont permis de soulever plusieurs hypothèses de travail :

- La méthode de collecte des données peut s'effectuer sur le terrain pour obtenir une base de données comprenant les spécificités locales, dans l'objectif d'avoir des données plus précises et de réduire les incertitudes ;
- L'ACB, qui est à la base un outil d'estimation global des coûts, peut être un outil d'analyse à l'échelle locale pour l'estimation des dommages et bénéfices ;
- De nouveaux paramètres peuvent permettre de mettre en avant l'efficacité d'une mesure de lutte contre les inondations.

Cette étude a pour objectif de répondre à la problématique, ainsi que d'infirmer ou d'affirmer les hypothèses citées précédemment. A cette fin, une méthodologie a été développée, décrite dans la partie suivante.

2. Méthodologie de l'ACB et propositions d'améliorations

L'ACB est un moyen de démontrer l'efficacité d'une mesure par le calcul des bénéfices qu'elle apporte. L'Entente Oise-Aisne a décidé d'appliquer ce procédé pour ses projets d'aménagements. L'intention étant d'être au plus proche des spécificités du territoire impacté, la méthode recommandée par les différents organismes spécialisés a été mise en œuvre, tout en apportant une approche nouvelle dans l'apport des données et des modifications dans l'estimation des dommages. Plusieurs méthodes ont donc été appliquées dans cette étude. Cette partie décrit la méthodologie théorique de l'ACB, puis la collecte des données sur le terrain, la transformation de ces données et leurs impacts sur la réalisation de l'ACB et enfin, les limites et perspectives de cette méthode.

2.1. Les étapes de l'ACB

La réalisation de l'ACB se fait en six étapes, ayant chacune plusieurs fonctions. Elles sont réunies en trois grands axes :

- Le premier axe, intégrant les deux premières étapes, délimite le cadre de l'ACB ;
- Le deuxième axe, intégrant la troisième et la quatrième étape, se concentre sur l'évaluation des coûts engendrés par une crue et par les mesures de lutte contre les inondations ;
- Le dernier axe, intégrant les deux dernières étapes, évalue d'une part, la pertinence de la mesure dans la durée retenue auparavant et d'autre part, la sensibilité de l'ACB réalisée, en fonction des calculs réalisés.

Ces étapes sont classées pour être effectuées dans un ordre chronologique (*Tableau 1 – p 22*).

Ces six étapes ont été réalisées de manière à correspondre à ce qui est préconisé par le CEPRI. La mise en place de ces étapes et l'apport des méthodes complémentaires, notamment dans la collecte des données, seront décrites plus précisément dans les prochaines sous-parties.

Axe	Etape	Action(s)	Objectif(s)
I	1	Sélection du périmètre d'étude, des scénarios d'inondation pris en compte, des enjeux à intégrer, des impacts étudiés, de la méthode pour évaluer les dommages et de la durée d'étude.	Etablir un cadre à l'ACB.
	2	Croisement des simulations SIG (Système d'Information Géographique) des différents scénarios de crues avec les enjeux exposés.	Obtenir les enjeux touchés par les différents scénarios de crue.
II	3	Choix des fonctions de dommages pour chaque type d'enjeux et calcul des coûts des dommages pour tous les enjeux avec et sans la mesure.	Connaître les dommages ainsi que les bénéfices apportés par la mesure.
	4	Evaluation des différents coûts initiaux et de fonctionnement de la mesure sur sa durée de vie.	Déterminer le coût de la mesure.
III	5	Comparaison des coûts et des bénéfices dans la durée délimitée auparavant en calculant la Valeur Actualisée Nette (VAN) et le rapport Bénéfice sur Coût actualisé (rapport B/C).	Evaluer la pertinence financière de la mesure dans la durée.
	6	Analyse de la stabilité de l'ACB en fonction de la sensibilité des critères utilisés.	Identifier l'influence de certains paramètres pouvant altérer la qualité de l'ACB.

Tableau 1: Les six étapes de l'ACB

2.2. La collecte de données et détermination des différents paramètres

La méthode classique préconise une utilisation d'informations SIG et statistiques pour obtenir une base de données des enjeux. Quelques vérifications de terrain sont à effectuer, mais elles restent minoritaires. L'évaluation des coûts des dommages réalisée dans la présente étude a pour but d'intégrer les spécificités du territoire de l'Entente Oise-Aisne et, en particulier, de la vallée de l'Oise. A cette fin, une collecte précise des données sur le terrain est réalisée. Pour chaque construction située dans les TRI, un maximum d'informations est enregistré. Trois classes sont distinguées afin de répartir ces constructions et d'adapter la collecte des données : habitat, entreprise et Etablissement Recevant du Public (ERP). Les impacts aux activités agricoles ne sont pas pris en compte car cela nécessiterait un diagnostic au cas par cas de l'exploitation. En effet, le type de culture, la période de récolte et l'étalement des terrains rendent son estimation complexe.

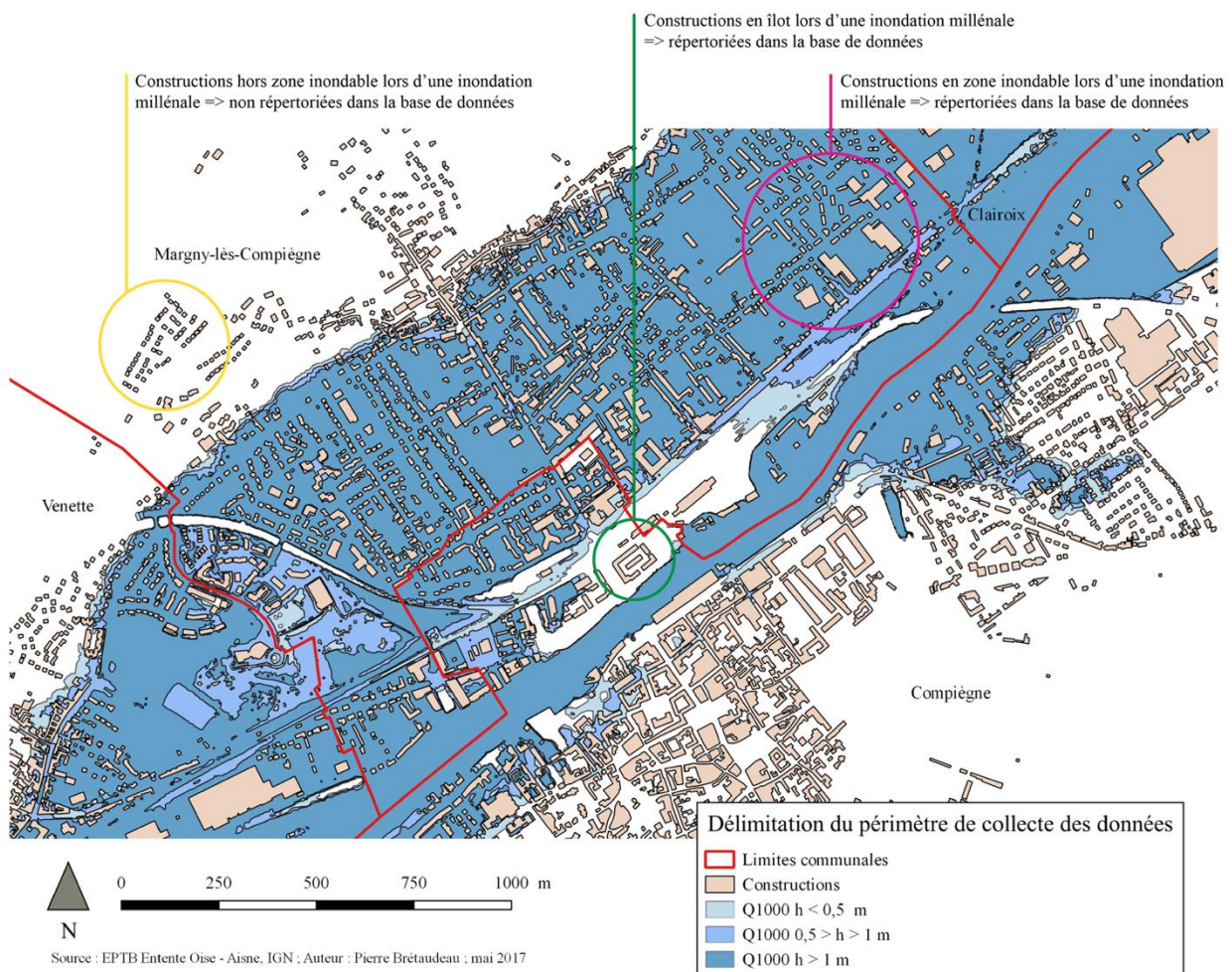


Figure 6 : Méthode de délimitation des constructions à enregistrer dans la base de données
Exemple de Compiègne et Margny-lès-Compiègne (Pierre Brétaudeau, mai 2017)

La première étape de l'ACB est d'identifier la zone qui va être parcourue afin de réaliser des enregistrements des bâtiments en zone inondable. Cela peut être effectué par un travail sous SIG. Deux couches doivent être comparées : d'une part le bâti, qui représente toutes les constructions, sans distinction d'utilisation ; d'autre part, une simulation de l'extension des eaux pendant une crue millénale. Ainsi le recueil de données suit le périmètre défini par le scénario extrême d'une crue millénale. Toutes les constructions touchées par la crue simulée ou situées sur un îlot temporaire, sont répertoriées dans la base de données (*Figure 6 – p 23*).

La collecte des données est réalisée dans la zone identifiée précédemment, par des déplacements sur le terrain. Un polygone inscrit dans la couche 'bâti' (©IGN – BD TOPO® 2013 – mise à jour si nécessaire) peut représenter plusieurs constructions mitoyennes. De plus, une construction peut avoir plusieurs fonctions. Une entreprise peut être, par exemple, située au rez-de-chaussée et un habitat à l'étage, les deux étant impactés par la crue soit directement par submersion, soit indirectement par inaccessibilité à l'espace de vie ou d'activité. Cette différence sera prise en compte dans les fonctions de dommages, développées ultérieurement.

Comme dit précédemment, chaque construction est classée selon sa fonction et trois classes ont été prises en compte : l'habitat, l'entreprise et l'ERP. Selon son classement, une fiche personnalisée est complétée et intégrée dans une base de données (*Fiches présentées dans les annexes 4 et 5 – p 80 – p 82*). L'objectif est d'évaluer les dommages à l'intérieur d'une même catégorie mais également en comparant les trois classes de constructions définies, selon les particularités de chaque construction. Certaines informations peuvent être communes entre les trois classes, comme la présence d'un sous-sol, ou alors propre à l'une d'entre elle comme le nombre de logements au total pour un habitat collectif (*Tableau 2 – p 25*). D'autres informations sont obtenues après une vérification au bureau (*Tableau 3 – p 25*).

Information renseignée dans la base de données	Habitat	Entreprise	ERP
<i>Adresse (Code INSEE, code postal, nom de la commune, lieudit, numéro de rue, nom de rue, complément)</i>	X	X	X
<i>Géoréférencement (X, Y)</i>	X	X	X
<i>Nouveau Z0 (Altitude + hauteur du RDC)</i>	X	X	X
<i>Présence d'un sous-sol</i>	X	X	X
<i>Présence d'une citerne ou d'une cuve</i>	X	X	X
<i>Bâtiment en construction</i>	X	X	X
<i>Nombre d'étages</i>	X	X	X
<i>Habitat Individuel / Collectif</i>	X		
<i>Nombre de logements au RDC</i>	X		
<i>Nombre de logements au total</i>	X		
<i>Bâtiment vide</i>		X	X
<i>Description de l'établissement (Nom, description)</i>		X	X
<i>Si ERP</i>		X	
<i>Catégorie et classement ERP</i>		X	X

Tableau 2 : Paramètres enregistrés en fonction du classement de l'enregistrement

	Habitat	Entreprise	ERP
<i>Code NAF</i>		X	
<i>Nombre de salariés</i>		X	
<i>Chiffre d'affaires</i>		X	
<i>Surface</i>			X
<i>Géoréférencement avec Géoportail en cas d'imprécision sur le terrain</i>	X	X	X

Tableau 3 : Paramètres supplémentaires obtenus après vérification

Les informations supplémentaires obtenues hors du relevé sur le terrain sont, pour les entreprises, le code NAF (Nomenclature d'Activité Française), le nombre de salariés et le chiffre d'affaires. Ces deux dernières informations ne sont pas diffusées dans certains cas, alors, le calcul des coûts des dommages est soit adapté à l'information obtenue, soit effectué en

utilisant des moyennes nationales de l'activité concernée proposées par le CGDD. Pour les ERP, l'information recherchée est la surface, recueillie avec les mesures du site Géoportail.

Il est recommandé habituellement de travailler à partir de couches SIG pour estimer le nombre de logements, d'entreprises et d'ERP. L'originalité de la méthode appliquée ici, par le relevé direct sur le terrain d'informations, permet d'avoir des données de qualité et spécifiques au territoire d'étude. La prochaine étape est de comparer les données collectées aux simulations de crues.

2.3. Simulation des crues et mise en relation avec les enregistrements de terrain

Une comparaison des enregistrements à des couches SIG de simulation de crues permet d'obtenir les hauteurs d'eau correspondantes. Plusieurs scénarios ont été retenus, la crue décennale, vicennale, trentennale, centennale et millénaire. Ces simulations ont été produites par l'Entente Oise-Aisne d'après le programme HydraRive (créé par le bureau d'études Hydratec). Une jointure de la table attributaire de la couche 'crue' avec la table attributaire des couches 'habitat', 'entreprise' et 'ERP' est effectuée. Ainsi, la hauteur d'eau au sol est obtenue pour chaque enregistrement. Si celle-ci est nulle, alors l'eau n'atteint pas la construction.

La hauteur d'eau est affinée en fonction des données relevées sur le terrain. En effet, le niveau du plancher du rez-de-chaussée (RDC) est une information relevée lors du déplacement sur le terrain. Cette information appelée Z0 dans la base de données, est obtenue en comptant le nombre de marches pour accéder à la porte d'entrée, ou en évaluant la hauteur de la limite entre les fondations et les murs de la structure (*Figure 7 – p 27 - photos de gauche et du centre*). Cette hauteur peut être négative si le plancher est plus bas que le sol. En effet, soit il existe des marches qui permettent de constater une pente négative depuis le niveau de la rue, soit les fenêtres du niveau pouvant être considéré comme le RDC sont anormalement basses (*Figure 7 – p 27 – photo de droite*). Il faut alors soustraire (RDC au-dessus du sol) ou additionner (RDC au-dessous du sol) la hauteur d'eau au sol à la hauteur du plancher du RDC 'Z0'. Les résultats obtenus sont la surélévation du niveau du RDC et la hauteur d'eau par rapport à cette valeur.

Cette première démarche de terrain est proposée pour affiner la méthode d'estimation des coûts. Elle permet d'obtenir une grande précision quant à l'impact d'une crue sur chaque construction de la zone d'étude. L'information obtenue est alors intégrée aux calculs des coûts des dommages et bénéfiques, abordés dans la prochaine partie.



Figure 7 : Méthode pour estimer la hauteur du RDC (photographies prises par Pierre Brétaudeau, 2017)

2.4. Calcul des coûts des dommages suite à différents scénarios de crue

Les deux premières étapes qui sont « la définition du paramètre d'analyse » et « la détermination de l'exposition du territoire » (CEPRI, 2011) ont été réalisées en amont des déplacements de terrain. La troisième étape est « l'évaluation des bénéfiques des mesures ». Elle se décompose en deux opérations : d'une part, l'estimation des coûts des dommages avant et après la mise en place des mesures de réduction du risque ; d'autre part, le décompte des bénéfiques avec ces mesures.

Avant de présenter la méthode d'estimation des coûts des dommages, il est nécessaire de définir la notion de dommage. Quatre types de dommages peuvent être considérés dans une

ACB (CEPRI, 2011). Ils sont classés en fonction du niveau de corrélation avec l'inondation et de la possibilité de les monétiser. Ces classes de dommages peuvent se croiser.

- Dommages directs : désordres imputables à l'impact physique d'une inondation.
- Dommages indirects : effets induits par l'inondation et/ou la dégradation des biens. Autrement dit, ils correspondent aux troubles d'occupation subis dans l'attente du remplacement du bien détruit. La destruction du stock, de l'outil de travail ou encore, l'impossibilité d'exporter à cause d'une route impraticable dans le cas d'une entreprise sont des exemples de dommages indirects.
- Dommages tangibles : ils peuvent être traduits en évaluation monétaire.
- Dommages intangibles : ils sont non monétaires, comme un stress important, une précarisation sociale, une perte de la bonne qualité environnementale, etc. Les dommages intangibles sont évalués dans l'AMC.

L'analyse réalisée se concentre sur les dommages directs tangibles, c'est-à-dire les dommages causés par la crue elle-même pouvant être traduits sous forme de coûts.

L'estimation des coûts des dommages est réalisée grâce à des fonctions de dommages, aussi nommées courbes de dommages. Ces fonctions se présentent sous forme de forfait qu'il faut appliquer selon la fonction et la configuration du bâtiment. De nombreuses fonctions de dommages existent. Elles sont généralement liées à la fonction du bâtiment. Après plusieurs tests, certaines ont été privilégiées, comme celles du CGDD, qui respectent le cadre officiel de l'ACB.

a) Fonctions de dommages à l'habitat

Les fonctions de dommages issues des travaux du CGDD deviennent obligatoires sauf dans le cas d'enjeux exceptionnels (*cadre juridique – p 15 – 16*). Elles se basent sur des estimations des dommages dans des maquettes numériques des enjeux. La démarche entreprise avec cette étude est de proposer des modifications des fonctions pour apporter une approche territoriale à l'ACB. Cette partie décrit la méthode proposée par le CGDD, ainsi que les améliorations proposées dans cette étude. Les modifications des fonctions sont suggérées suite à l'analyse d'une précédente ACB réalisée au sein de l'Entente Oise-Aisne. Grâce aux données acquises sur le terrain, certains coûts peuvent être intégrés ou affinés. La comparaison des deux méthodes et l'intégration des nouveaux paramètres permettent alors de construire une méthodologie innovante.

- Fonctions de dommages à l'habitat du CGDD -

Le CGDD a publié en 2014 des fonctions de dommages à l'habitat dépendantes de la configuration du logement et de la hauteur d'eau. Ces fonctions se divisent en plusieurs coûts qui sont en corrélation avec le type d'habitat (individuel, collectif) et la configuration de l'habitat (avec un étage, avec un sous-sol etc.). De plus, elles sont calculées en fonction de la hauteur d'eau (par tranche de 10 cm) et de la durée de submersion. Les inondations de 1993 et 2001 permettent d'affirmer que la durée de submersion lors d'une crue de l'Oise est supérieure à 48 heures. Ainsi, les fonctions utilisées tout au long de cette étude sont celles supérieures à cette durée.

D'autres fonctions, en rapport avec la surface de l'habitat, sont aussi proposée par le CGDD. Or, cette étude a privilégié la configuration de l'habitat lors de la collecte des données de terrain. Ces fonctions ne peuvent donc pas être utilisées et seules les fonctions en rapport avec la configuration de l'habitat sont utilisées.

Les fonctions augmentent proportionnellement avec la hauteur d'eau (*Tableau 4 – p 30 – 31*). Des paliers existent, par exemple entre 15 et 55 cm d'eau. En effet, il est considéré que 15 cm d'eau suffisent pour impacter les structures et mobilier bas, mais qu'aucun nouveau

dommage n'apparaît en-dessous de 55cm d'eau. Cela s'explique par la configuration de la construction et la disposition des meubles dans les maquettes du CGDD.

De plus, la fonction 'présence d'un sous-sol' peut s'additionner aux autres. Par exemple, dans le cas d'un habitat individuel avec un étage et un sous-sol, il est nécessaire d'additionner la fonction 'Individuel avec étage' avec 'Individuel – Présence d'un sous-sol'. Or, les dommages aux sous-sols sont sous-estimés. Dans cette méthode, les dommages aux sous-sols n'ont pas été calculés car « les sous-sols modélisés ne sont pas meublés dans la mesure où il s'avère difficile d'évaluer un contenu 'standard' pour les caves et les garages » (CGDD, 2014). Les fonctions présentées prennent donc uniquement quelques dommages et excluent la majeure partie de ceux-ci.

Enfin, les fonctions aux habitats collectifs sont proportionnelles au nombre de logements totaux situés dans la résidence. Il faut donc prendre en compte le nombre global de logements, et multiplier ce chiffre par la fonction correspondantes. En présence d'un sous-sol, il faut ajouter au coût calculé la fonction 'sous-sol' pour une même hauteur.

Fonctions de dommages à l'habitat - CGDD						
Hauteur d'eau Submersion > 48 H		Individuel			Collectif	
Hauteur d'eau min (cm)	Hauteur d'eau max (cm)	Présence d'un sous-sol (2)	Sans étage	Avec étage	Présence d'un sous-sol (2)	Collectif
0	1	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
1	15	44 €	12 166 €	7 591 €	976 €	6 390 €
15	25	88 €	24 332 €	15 181 €	1 951 €	12 779 €
25	35	88 €	24 332 €	15 181 €	1 951 €	12 779 €
35	45	88 €	24 332 €	15 181 €	1 951 €	12 779 €
45	55	88 €	24 332 €	15 181 €	1 951 €	12 779 €
55	65	101 €	25 772 €	16 090 €	1 951 €	13 541 €
65	75	115 €	27 212 €	16 999 €	1 951 €	14 303 €
75	85	128 €	28 652 €	17 908 €	1 951 €	15 065 €
85	95	142 €	30 092 €	18 817 €	1 951 €	15 827 €
95	105	155 €	31 532 €	19 726 €	1 951 €	16 589 €
105	115	165 €	32 537 €	21 605 €	1 951 €	17 064 €

115	125	174 €	33 542 €	23 483 €	1 951 €	17 539 €
125	135	183 €	34 548 €	25 362 €	1 951 €	18 014 €
135	145	193 €	35 553 €	27 241 €	1 951 €	18 490 €
145	155	202 €	36 558 €	29 120 €	1 951 €	18 965 €
155	165	212 €	36 913 €	29 677 €	1 951 €	19 271 €
165	175	223 €	37 268 €	30 234 €	1 951 €	19 578 €
175	185	233 €	37 623 €	30 791 €	1 951 €	19 884 €
185	195	243 €	37 978 €	31 348 €	1 951 €	20 190 €
195	205	254 €	38 333 €	31 905 €	1 951 €	20 497 €
205	215	254 €	39 994 €	32 085 €	1 951 €	20 681 €
215	225	254 €	41 654 €	32 265 €	1 951 €	20 865 €
225	235	254 €	43 315 €	32 445 €	1 951 €	21 050 €
235	245	254 €	44 975 €	32 625 €	1 951 €	21 234 €
245	255	254 €	46 636 €	32 805 €	1 951 €	21 418 €
255	265	581 €	46 975 €	34 359 €	1 951 €	21 478 €
265	275	908 €	47 315 €	35 913 €	1 951 €	21 538 €
275	285	1 235 €	47 654 €	37 467 €	1 951 €	21 598 €
285	295	1 562 €	47 994 €	39 021 €	1 951 €	21 658 €
295	305	1 889 €	48 333 €	40 575 €	1 951 €	21 718 €

Tableau 4 : Fonctions de dommages à l'habitat publiées par le CGDD

- Améliorations proposées par l'Entente Oise-Aisne -

Pour compléter la méthode du CGDD, les fonctions proposées par le Plan Loire Grandeur Nature (PLGN) publiées en 1997 et déjà utilisées par l'Entente dans le cadre de l'ACB de l'aménagement de Montigny-sous-Marle, sont des supports pour proposer de nouvelles fonctions. Les crues de la Loire étant classées comme lentes, ces fonctions sont transposables aux crues de l'Oise. Les fonctions du PLGN autorisent la conception de fonctions à destination des habitats collectifs plus détaillées, mais aussi l'évaluation des dommages au sous-sol en y intégrant le mobilier.

Quatre nouvelles composantes sont prises en compte avec la méthode du PLGN :

- Dommages aux sous-sols traduits sous forme de forfait ;
- Dommages aux rez-de-chaussée traduits aussi sous forme de forfait ;
- Dommages aux parties communes traduits sous forme de forfait ;
- Dommages en fonction de la hauteur d'eau précise.

Ces quatre composantes induisent plusieurs modifications des méthodes de calcul des dommages. L'objectif est de pouvoir différencier de manière plus précise les habitats avec des configurations différentes. Les informations récoltées sur le terrain permettent d'intégrer ces composantes (*Tableaux 5 et 6 – p 33 – p 34*).

Les fonctions du PLGN proposent des fonctions de dommages au sous-sol pour les habitats individuels. Elles sont basées sur une série de sinistres, expertisés dans la vallée de la Loire après une inondation. Par rapport aux fonctions du CGDD, celles-ci intègrent les dommages aux mobiliers, les réseaux et tableaux électriques ainsi que les équipements 'eaux chaudes sanitaires'. L'intégration de ces éléments expliquent l'augmentation importante des fonctions de dommages au sous-sol, passant de 44 € pour le CGDD à 4 262 € pour le PLGN, à 15 cm d'eau maximum. En effet, ces éléments représentent un coût important après une inondation. La comparaison de ces fonctions aux taux de progression des fonctions du CGDD permet d'obtenir le taux de progression des fonctions au sous-sol par rapport à la hauteur d'eau, utilisé dans cette étude.

Les dommages au sous-sol pour un habitat collectif ont été estimés. Ils se basent sur les dommages au sous-sol d'un habitat individuel. Des réductions en fonction de la surface du logement sont appliquées car les surfaces moyennes utilisées par un foyer sont plus faibles que dans un habitat individuel. D'après une étude de l'INSEE publiée en 2017, la surface moyenne des logements individuels en France est de 112,2 m², alors que la surface moyenne des logements collectifs est de 63 m². Soit une différence de 44 %. Une diminution de 40 % des coûts des dommages au sous-sol pour un habitat individuel est appliquée pour obtenir les fonctions des dommages au sous-sol pour les habitats collectifs.

Ensuite, les fonctions des dommages aux parties communes dans un habitat collectif sont calculées. Absents des fonctions du CGDD, ces parties représentent un coût important pour la collectivité. Ces parties intègrent du bâti, quelques mobiliers (boîte aux lettres, poubelles etc) et de nombreux équipements et réseaux (électricité, réseaux de communication, ascenseur etc). Il n'existe pas de base de calcul. Des forfaits en fonction de la surface à réhabiliter et des coûts de réparation par rapport aux équipements sont utilisées pour élaborer des fonctions de dommages proportionnels à la hauteur d'eau.

Enfin, un détail supplémentaire aux fonctions à l'habitat collectif est apporté. En effet, certains dommages se concentrent au RDC dans les parties privées, alors que d'autres se concentrent dans les parties communes comme le sous-sol ou l'entrée. Certains montants sont alors proportionnels au nombre de logements au RDC alors que d'autres au nombre de logements total dans l'immeuble. Par exemple, les coûts de réparation engendrés suite à l'inondation d'un sous-sol d'un immeuble sont supportés par l'ensemble des propriétaires. A l'inverse, les dégâts occasionnés dans les logements situés au RDC sont à la charge de leurs propriétaires. Autrement dit, les coûts de réparation ne peuvent pas être intégrés à ceux de la copropriété. Ces informations sont prises en compte sur le terrain. Il suffit alors de multiplier ces coûts, en fonction de la hauteur d'eau et du nombre de logements correspondant.

Propositions d'améliorations aux fonctions à l'habitat					
Hauteur d'eau Submersion > 48 H (1)		Individuel	Collectif (1)		
Hauteur d'eau min (cm)	Hauteur d'eau max (cm)	Sous-sol (bâti et mobilier)	Sous-sol (bâti et mobilier) (2)	Parties communes (3)	
0	1	0 €	0 €	0 €	
1	15	4 262 €	2 557 €	3 463 €	
15	25	8 524 €	5 114 €	6 926 €	
25	35	8 524 €	5 114 €	6 926 €	
35	45	8 524 €	5 114 €	6 926 €	
45	55	8 524 €	5 114 €	6 926 €	
55	65	9 089 €	5 453 €	7 385 €	
65	75	9 637 €	5 782 €	7 830 €	
75	85	10 170 €	6 102 €	8 264 €	
85	95	10 692 €	6 415 €	8 688 €	
95	105	11 204 €	6 722 €	9 103 €	
105	115	11 687 €	7 012 €	9 496 €	
115	125	12 160 €	7 295 €	9 880 €	
125	135	12 624 €	7 574 €	10 257 €	
135	145	13 079 €	7 847 €	10 627 €	
145	155	13 527 €	8 116 €	10 991 €	
155	165	13 788 €	8 272 €	11 203 €	
165	175	14 044 €	8 426 €	11 411 €	
175	185	14 297 €	8 578 €	11 617 €	
185	195	14 547 €	8 728 €	11 820 €	

195	205	14 794 €	8 876 €	12 021 €
205	215	14 966 €	8 979 €	12 160 €
215	225	15 133 €	9 079 €	12 296 €
225	235	15 298 €	9 178 €	12 430 €
235	245	15 459 €	9 274 €	12 561 €
245	255	15 617 €	9 369 €	12 689 €
255	265	19 825 €	11 894 €	16 108 €
265	275	22 277 €	13 365 €	18 101 €
275	285	24 119 €	14 471 €	19 598 €
285	295	25 645 €	15 386 €	20 837 €
295	305	26 974 €	16 183 €	21 917 €

Tableau 5 : Fonctions proposées pour les modifications aux fonctions des dommages du CGDD avec les fonctions du PLGN

1 : Les fonctions proposées par le CGDD deviennent proportionnelles au nombre de logements au rez-de-chaussée

2 : Ces fonctions sont proportionnelles au nombre de logements total dans l'immeuble. Il est supposé que plus un immeuble est grand, plus le sous-sol est important (chaque propriétaire possède une cave et/ou une place de parking).

3 : Ces fonctions sont proportionnelles au nombre de logements dans l'immeuble. Il est supposé que toute la copropriété prenne en charge les coûts de réparation, nettoyage et rénovation des parties communes basses et des réseaux. De plus, le nombre de logements total impacte la surface des parties communes et l'étalement des réseaux.

Quelques exemples de coûts des dommages à l'habitat	
Individuel avec sous-sol avec un étage	$D = F_{iss} + F_{iae}$ Pour 30 cm d'eau, D est de 23 705 €.
Individuel sans sous-sol avec un étage	$D = F_{iae}$ Pour 30 cm d'eau, D est de 15 181 €.
Collectif avec sous-sol, 6 logements au RDC et 17 au total	$D = F_{css} * L_{tot} + F_{crdc} * L_{rdc} + F_{cpc} * L_{tot}$ Pour 30 cm d'eau, D est de 281 357 €.

Tableau 6 : Utilisation des fonctions du CGDD et celles proposées dans cette étude par rapport à la configuration du bâtiment pour le calcul des dommages

Avec :

D : coûts des dommages

F_{iss} : dommage forfaitaire au sous-sol pour un logement individuel – Source : modifié *Individuel sous-sol*.

F_{iae} : dommage forfaitaire au rez-de-chaussée pour un logement individuel avec étage – CGDD *individuel avec étage*.

F_{css} : dommage forfaitaire au sous-sol pour un logement collectif – modifié *Collectif sous-sol*.

L_{tot} : Nombre de logements total dans l'immeuble.

F_{crdc} : dommage forfaitaire pour un habitat collectif – CGDD *collectif*.

L_{rdc} : Nombre de logements au rez-de-chaussée.

F_{cpc} : dommage forfaitaire pour les parties communes – modifié *parties communes*.

Tous les forfaits utilisés correspondent aux valeurs présentées dans les tableaux pour une même hauteur d'eau.

b) Fonctions de dommages aux ERP

Le CGDD propose des fonctions de dommages aux ERP. Elles se répartissent en sept classes :

- Etablissements scolaires,
- Etablissements d'incendie et de secours,
- Centres techniques municipaux,
- Mairies et centres administratifs,
- Commissariats de police et de gendarmerie
- Hébergements,
- Etablissements de santé.

Pour chaque pas de 10 cm, des dommages sont calculés en fonction de la hauteur d'eau minimum (h_{min}), la hauteur d'eau maximum (h_{max}) et la durée de submersion (S). Ces fonctions nécessitent de connaître la surface du bâtiment (*Tableau 7 – p 36*). L'évaluation de la surface de chaque ERP est possible car le nombre d'ERP est faible.

Fonctions de dommages aux ERP – CGDD								
en €/m ²								
Submersion > 48 H (1)			Ets d'incendie et de secours	Centres techniques	Mairies	Commissariats de police	Hébergements	Ets de santé (2)
	h min (cm)	h max (cm)						
0	1		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	285,0
1	15		95,2	65,7	36,7	111,8	158,4	
15	25		190,5	131,5	73,5	223,6	316,8	
25	35		190,5	131,5	73,5	223,6	316,8	
35	45		190,5	131,5	73,5	223,6	316,8	
45	55		190,5	131,5	73,5	223,6	316,8	
55	65		204,6	138,3	84,7	262,1	348,2	470,0
65	75		218,6	145,1	95,9	300,6	379,7	
75	85		232,7	152,0	107,0	339,1	411,2	
85	95		246,8	158,8	118,2	377,6	442,6	
95	105		260,9	165,6	129,4	416,1	474,1	
105	115		264,6	168,1	133,5	423,2	485,7	548,0
115	125		268,3	170,6	137,7	430,2	497,3	
125	135		272,0	173,1	141,8	437,3	508,9	
135	145		275,8	175,6	146,0	444,3	520,5	
145	155		279,5	178,1	150,1	451,3	532,1	
155	165		290,7	181,6	154,7	473,3	540,0	595,0
165	175		301,9	185,1	159,2	495,2	547,8	
175	185		313,0	188,6	163,8	517,2	555,7	
185	195		324,2	192,1	168,3	539,1	563,6	
195	205		335,4	195,7	172,9	561,1	571,4	
205	215		353,6	204,6	179,5	577,2	583,9	670,0
215	225		371,8	213,5	186,1	593,4	596,3	
225	235		390,1	222,4	192,8	609,5	608,7	
235	245		408,3	231,3	199,4	625,7	621,1	
245	255		426,5	240,2	206,0	641,8	633,5	
255	265		430,6	241,8	207,0	655,1	634,0	
265	275		434,8	243,5	208,1	668,3	634,4	
275	285		438,9	245,1	209,1	681,6	634,8	
285	295		443,1	246,8	210,1	694,8	635,2	
295	305		447,2	248,4	211,2	708,1	635,6	

Tableau 7 : Fonctions de dommages aux ERP publiées par le CGDD

1 : Les fonctions existent aussi pour une durée de submersion inférieure à 48 h.

2 : Les fonctions présentées par le CGDD sont encore en cours d'élaboration.

- Améliorations proposées selon les informations obtenues sur le terrain -

Les données récoltées sur le terrain étant plus précises, avec une information sur la présence d'étages ou de sous-sols, il est pertinent de modifier les fonctions du CGDD. Le but est de pouvoir distinguer deux ERP d'une même catégorie, mais différents par les configurations de leurs bâtiments. La démonstration se base sur les mêmes ordres de grandeur que ceux obtenus en comparant les différentes fonctions à l'habitat individuel par rapport à la configuration du bâtiment. Un étage permet de diminuer de 30 % les coûts des dommages. De même, alors qu'un sous-sol engendre une augmentation des coûts de 45 % (Tableau 8).

Propositions d'améliorations aux fonctions de dommages aux ERP				
Exemple de la mairie de Margny-lès-Compiègne avec une hauteur d'eau de 30 cm				
Critères pris en compte	Résultat avec les fonctions du CGDD	Propositions de l'Entente Oise-Aisne	Résultats avec les propositions	
Présence d'un sous-sol	129 689 €	+ 45 %	188 049 €	149 143 €
Présence d'un étage		- 30 %	90 783€	

Tableau 8 : Application des améliorations proposées aux ERP

Certains ERP ne bénéficient pas encore de fonctions de dommages. Le CGDD incite soit à utiliser d'autres fonctions de dommages (*Figure 8 – p 38*), soit à évaluer individuellement chacun de ces ERP. En effet, celui-ci propose de « rattacher chaque établissement à une autre catégorie d'établissements publics ou d'entreprise que l'on peut considérer comme proche » ou alors de réaliser des « diagnostics individuels » (CGDD, 2014).

Dans le premier cas, le CGDD a publié un tableau d'équivalences permettant d'utiliser les fonctions existantes pour des ERP sans fonction. Par exemple, les locaux associatifs sont associés aux établissements scolaires. Dans le second cas, des fonctions sont proposées dans les paragraphes suivant. Les lieux de culte et zone de jeux et de loisirs sont des ERP en nombre assez important pour écrire de nouvelles fonctions.

Bibliothèques	Fonctions "établissements scolaires" à utiliser
Crèches/ centres d'accueil d'enfants	Fonctions "établissements scolaires" à utiliser
Lieux culturels autres	Fonctions "établissements scolaires" à utiliser
Locaux associatifs	Fonctions "établissements scolaires" à utiliser
Etablissements pénitentiaires	Fonctions "établissements scolaires" à utiliser
Cours de justice/ tribunal	Fonction "mairies/ centres administratifs" à utiliser
Stations d'épuration	Diagnostic individuel à mener
Captages/ usines de traitement de l'eau	Diagnostic individuel à mener
Centres médicaux de santé	Diagnostic individuel à mener
Lieux de spectacle	Diagnostic individuel à mener
Musées	Diagnostic individuel à mener
Déchetteries	Diagnostic individuel à mener
Patrimoine/ Monuments	Diagnostic individuel à mener
Zoos	Diagnostic individuel à mener
Abattoirs	Diagnostic individuel à mener

Figure 8 : Correspondance entre les catégories d'ERP et la méthode d'évaluation des dommages (CGDD, 2014)

- Fonctions de dommages directs aux lieux de culte -

Dans l'objectif d'apporter une plus grande précision à ces estimations, des coûts des dommages pour les lieux de culte ont été calculés en fonction de la hauteur d'eau, de la surface du bâtiment et de la catégorie de l'ERP. La catégorie d'un ERP est définie par sa capacité d'accueil, de 1 à 5, 1 équivaut à une très grande capacité d'accueil, 5 équivaut à une faible capacité d'accueil. Un rapprochement est réalisé entre les fonctions pour les mairies et les lieux de culte. En effet, ces bâtiments sont proches par leur structure et la richesse de leur décoration. De plus, l'utilisation d'une fonction existante permet d'intégrer de manière précise la hauteur d'eau et la surface du bâtiment (*Tableaux 9 et 10 – p 39*).

Il faut rajouter aux fonctions aux mairies et centres administratifs, un coût au mobilier, celui-ci étant de valeur plus importante. Le devis d'un spécialiste est utilisé comme base pour estimer ces coûts. Pour cela, un contact avec un ébéniste spécialisé dans les lieux de culte a été nécessaire. Monsieur Frédéric Zack, directeur du site *paroisse.fr*, estime qu'une église avec une capacité d'accueil de niveau 4, inondée à 1 m engendre un coût de 80 000 € pour le changement et la réparation du mobilier. La catégorie de l'ERP permet de considérer l'augmentation du mobilier en quantité et la densité des réseaux en fonction de la capacité d'un bâtiment. Dès lors, il suffit d'appliquer les ordres de grandeurs des capacités d'accueil (*Tableau 9 – voir la colonne*

‘Classe d’effectifs’) afin d’estimer l’augmentation ou la diminution des coûts par rapport à la catégorie.

Il n’a pas semblé pertinent de classer les dommages aux mobiliers en fonction des hauteurs d’eau précédentes. En effet, 55 cm représente un seuil réutilisable des fonctions à l’habitat pour le mobilier. Au-dessous de ce seuil, la récupération d’une partie du mobilier est possible et les réseaux ne sont pas totalement touchés. Au-dessus, le changement complet du mobilier est indispensable et les réseaux sont gravement endommagés. Afin d’estimer la diminution des coûts engendrée pour une hauteur d’eau inférieure à 55 cm, un facteur moyen de diminution des fonctions par rapport aux dommages aux maires est calculé autour de cette hauteur d’eau. Celui-ci est de 2,5.

Propositions de fonctions de dommage aux mobiliers pour les lieux de culte		
Classe d’effectifs (e) (1)	h < 55 cm (/2,5 par rapport aux valeurs de h > 55 cm)	h > 55 cm
1 ^{ère} catégorie e > 1500	356 224 €	890 560 € (+ 220% par rapport à la 2 ^{ème} catégorie)
2 ^{ème} catégorie 700 < e < 1500	161 920 €	404 800 € (+ 220% par rapport à la 3 ^{ème} catégorie)
3 ^{ème} catégorie 300 < e < 700	73 600 €	184 000 € (+ 230 % par rapport à la 4 ^{ème} catégorie)
4 ^{ème} catégorie e < 300	32 000 €	80 000 € (estimation du devis)

Tableau 9 : Coûts du mobilier dans les lieux de cultes en fonction de la hauteur d'eau et de la catégorie de l'ERP

1 : Il n’existe pas de distinction entre la 4^{ème} et la 5^{ème} catégorie dans le cas des lieux de culte

Exemple de coûts des dommages aux lieux de culte	
Eglise de 3 ^{ème} catégorie, hauteur d’eau de 65 cm	$D = F_{MCA} + F_{MLC3}(h>55)$ D est de 524 211 € pour une surface de 600 m ² .

Tableau 10 : Utilisation des fonctions du CGDD et celles proposées dans cette étude par rapport à la configuration du bâtiment pour le calcul des dommages

Avec :

D : coûts des dommages

F_{MCA} : fonctions aux mairies et centres administratifs – CGDD *Mairies*.

F_{MCL3 (h>55)} : fonctions au mobilier d'un lieu de culte de 3^{ème} catégorie pour une hauteur d'eau supérieur à 55 cm – modifié *fonctions de dommage au mobilier pour les lieux de culte*.

- Fonctions de dommages directs aux aires de jeux et zones de loisirs -

Pour les aires de jeux et de loisirs, de nouvelles fonctions sont créés. En effet, aucune fonction de dommages d'un autre type d'ERP intègre les particularités de ces infrastructures (pas de bâti principal, sol particulier, mobilier spécifique etc). La hauteur d'eau et la catégorie ERP peuvent être prises en compte et croisées avec le mobilier, le sol et le coût pour un bâtiment en cas de présence d'un bâtiment (*Tableaux 11 et 12 – p 41*).

Certains sites comme *ManutanCollectivités.fr* ou *Entreprise-Collectivités.fr* permettent de connaître les prix des mobiliers pour les aires de jeux. Afin de construire une fonction qui correspond au mieux à la réalité, l'estimation basée sur un exemple est pertinente. Cet exemple est une aire de jeux pour enfants localisée à Margny-lès-Compiègne, entre les rues Molière et Pierre et Marie Curie. Elle s'étend sur 200 m². Trois jeux de différentes tailles, entourés de quelques mobiliers communs de type bancs, barrières ou encore poubelles sont présents. Le coût de l'aménagement peut être estimé à 20 000 €, ou 100 €/m², d'après les sites précédemment cités, dont 15 000 € pour les trois jeux pour enfants.

Ce coût équivaut au remplacement du mobilier abîmé par un mobilier neuf. Cela intervient si la hauteur d'eau est assez importante pour engendrer des dommages considérables et obliger à un changement complet du matériel. De même, le seuil de 55 cm d'eau peut être réutilisé. Le calcul effectué aux lieux de culte peut donc être appliqué aux aires de jeux pour estimer la diminution des coûts avec une hauteur d'eau inférieure à 55 cm, soit une diminution par 2,5. Ainsi, le coût diminue à 40 €/m².

De plus, d'après le site *ManutanCollectivités.fr*, 1 m² de dalles amortissantes coûte 47 €. Dans le cas de l'exemple précédent, le coût de remplacement des dalles est de 9 400 €. Ce coût peut être considéré comme fixe, les dalles étant abîmées même avec une faible hauteur d'eau. Ainsi, en intégrant le coût du mobilier, le coût pour une hauteur d'eau de moins de 55 cm est estimé à 87 €/m², alors que pour une hauteur d'eau supérieure à 55 cm, il est de 147 €/m².

Enfin, un ou plusieurs bâtiments peuvent se trouver à l'intérieur de ces espaces (cabine pour le gardien, toilettes, services techniques et/ou d'entretien, gradins etc). Les fonctions existantes pour les centres techniques municipaux peuvent alors correspondre à ce type d'infrastructures. Pour uniformiser ces coûts avec les classes de hauteur d'eau délimitées pour le mobilier et le sol, les moyennes des fonctions de ces classes peuvent être calculées. Il est alors nécessaire de connaître la surface de chaque bâtiment.

Propositions de fonctions de dommages pour les aires de jeux et zones de loisirs		
	Hauteur d'eau < 55 cm	Hauteur d'eau > 55 cm
Mobiliers et sols	87 €/m ²	147 €/m ²
Présence de bâtiments	65 €/m ²	150 €/m ²

Tableau 11 : Fonctions pour les aires de jeux par rapport à la hauteur d'eau et la catégorie de l'ERP

Exemple des coûts des dommages aux aires de jeux	
Aire de jeux avec un bâtiment de service, hauteur d'eau de 65 cm	$D = F_{AL>55} * S + F_{Bal (h>55)} * S_{bat}$ <p>D est de 25 695 € pour une surface de 135 m² d'aires de jeux et 39 m² pour un bâtiment annexe.</p>

Tableau 12 : Utilisation des fonctions du CGDD et celles proposées dans cette étude par rapport à la configuration du terrain pour le calcul des dommages

Avec :

D : coûts des dommages

$F_{AL>55}$: dommage forfaitaire aux mobiliers des aires de jeux – modifié *Aires de jeux*.

$F_{Bal (h>55)}$: dommage forfaitaire au bâtiment présent sur une aire de jeux – modifié *Aire de jeux*.

S : surface principale de l'aire de jeux.

S_{bat} : Surface du bâtiment annexe

c) Fonctions de dommages aux entreprises

La première étape dans l'estimation des coûts des dommages aux entreprises est de trouver des fonctions incorporant le code NAF (Nomenclature d'Activité Française). Ce code classe une entreprise selon son activité principale. Le grand avantage de son utilisation est de pouvoir réaliser une estimation des dommages précise tout en prenant en compte un grand nombre d'entreprises.

Deux études proposent des fonctions de dommages en lien avec le code NAF : le Plan Rhône qui intègre un catalogue de fonctions, ainsi que le guide de l'AMC, avec une actualisation des fonctions de dommages du Plan Rhône, publié en 2014 par le CGDD. De plus, de nouvelles fonctions de dommages sont en préparation : « des travaux sont en cours pour produire des fonctions de dommages aux entreprises. À l'instar des travaux menés sur les logements et les activités agricoles, les travaux sur les entreprises aboutiront à de nouvelles fonctions de dommages pour 16 catégories d'activités. La méthodologie permettra de proposer des fonctions moyennes nationales mais donnera aussi les informations élémentaires pour permettre la construction de fonctions territorialisées (composantes des différentes maquettes, endommagements élémentaires, coûts élémentaires...). » (CGDD, 2014).

Les fonctions publiées par le CGDD se divisent en deux grandes parties, d'une part les dommages globaux, d'autre part les dommages par salarié (*Annexe 8 – p 86 – p 91*). Plusieurs variables relevées sur le terrain sont exploitables dans le but d'incorporer les spécificités du bâtiment et de l'activité, comme la présence d'un sous-sol et/ou d'étages, ainsi que le chiffre d'affaires réel (en remplacement de celui proposé par le CGDD) (*Tableau 13 – p 43*).

La présence d'un sous-sol engendre une augmentation importante des dommages. Cette partie du bâtiment peut être utilisée pour entreposer les stocks, les machines et outils de travail transportables. De plus, les fondations du bâtiment peuvent être dégradées. Il est possible d'utiliser, à nouveau, les estimations faites pour les ERP, c'est-à-dire d'appliquer une

augmentation de 45 % avec la présence d'un sous-sol. A l'inverse, un étage peut servir à l'entreposage des stocks et des machines en période de fonctionnement habituel. De plus, si l'entreprise est prévenue assez tôt de l'arrivée d'une crue, l'étage peut servir d'abri pour certains des éléments cités précédemment. Il est alors possible d'appliquer une diminution de 30 %.

Propositions d'améliorations aux fonctions de dommages à l'entreprise				
Exemple d'une boulangerie – pâtisserie avec une hauteur d'eau de 30 cm				
Critères pris en compte	Résultat avec les fonctions du CGDD	Propositions de l'Entente Oise-Aisne	Résultats avec les propositions	
Présence d'un sous-sol	107 384 €	+ 45 %	155 707 €	123 492 €
Présence d'un étage		- 30 %	75 170 €	

Tableau 13 : Application des améliorations proposées aux entreprises en fonction de la configuration du bâtiment

- Cas particuliers -

Dans le cas d'entreprises de tailles exceptionnelles, comme les usines de Colgate-Palmolive à Choisy-au-Bac (60) et Arcelor Mittal à Montataire (60), situées sur les bords de l'Oise, la méthode doit être adaptée. Le CGDD conseille de réaliser des diagnostics personnalisés. En effet, ces entreprises possèdent des actifs de valeurs conséquentes comme des automates spécifiques à leurs productions. De même, les stocks représentent un coût important en cas d'inondation. Un arrêt prolongé de leur activité aura un impact sur une partie importante de l'activité économique et social de la commune, voire de la région.

Le choix des entreprises concernée par un diagnostic individuel s'est fait avec l'aide du document « Les entreprises susceptibles d'être touchées par des crues sur les TRI de Compiègne et de Creil » (Chambre de Commerce et d'Industrie Oise – CCI, 2014, (Annexe 7 – p 85). La décision de procéder par diagnostic individuel étant prise à mi-parcours de l'étude, il a été décidé de contacter par courriel ces entreprises pour réaliser un diagnostic après l'étude

(Annexe 6 – p 83 - 84). Afin de légitimer la démarche entreprise par l'Entente Oise-Aisne, ces contacts s'accompagnent d'un appui de la CCI de l'Oise.

- La perte d'exploitation -

La perte d'exploitation est définie par l'estimation du manque de bénéfices découlant de la destruction des stocks et de l'impossibilité d'utiliser les outils de production de l'entreprise. Ainsi, en cas d'inondation, les entreprises en sont victimes car elles ne peuvent pas opérer leurs activités avant l'évacuation complète de l'eau et la réparation des dégâts occasionnés. Les dégâts peuvent être la fragilisation de la structure, la dégradation trop importante des capacités d'accueil ou encore, la détérioration des outils de travail. Ces éléments sont réunis dans le calcul de la perte d'exploitation. Cet indicateur dépend de la hauteur d'eau, de la durée de submersion, de la durée d'intervention, du chiffre d'affaires et du nombre de salariés dans certains cas. Le CGDD propose une formule pour calculer la perte d'exploitation pour chaque code NAF. Il accompagne ces formules d'estimations de chiffres d'affaires en cas d'absence de cette donnée pour l'entreprise étudiée. Une durée d'intervention de plus de 48 heures est privilégiée pour cette étude car l'Oise se caractérise par des crues lentes. Ce type de crue induit de forts impacts aux structures et aux outils de travail. L'intervention des agents techniques s'effectue alors sur une longue période de temps.

Il n'est pas nécessaire d'apporter des modifications à la perte d'exploitation car les ajustements en fonction de la configuration du bâtiment ont déjà été pris en compte dans les fonctions de dommages. La perte d'exploitation se concentre en effet sur l'activité de l'entreprise. Cela n'est donc pas totalement en lien avec les spécificités du bâtiment.

Mais le calcul de la perte d'exploitation est sujet à débat. Certaines activités connaissent un déplacement, par exemple dans l'alimentaire où les consommateurs vont changer de commerce pour faire leurs courses, et donc où les bénéfices sont déplacés. Dans ce cas, le commerce inondé connaît tout de même une perte d'activité et de revenus. Mais l'autre connaît une hausse de son activité et de ses revenus. Le CGDD conseille d'utiliser la perte d'exploitation uniquement pour les activités exceptionnelles, où l'entreprise décide de déplacer sa production sur un autre site de l'entreprise, à l'étranger par exemple.

2.5. Evaluation des bénéfices de l'aménagement

Les parties précédentes présentent les propositions d'améliorations aux fonctions du CGDD et de nouvelles fonctions de dommages faites par l'Entente Oise-Aisne, pour chaque type d'enjeux. Ces données sont comparées aux coûts du projet des mesures de protection dans le but d'évaluer la pertinence financière de celle-ci par rapport à son coût et aux dommages évités.

a) Calcul des bénéfices engendrés avec le projet

Une nouvelle simulation de crue est réalisée. Elle prend en compte la diminution de la hauteur d'eau et la baisse du débit du cours d'eau, obtenus grâce à l'aménagement. Il est donc nécessaire d'estimer grâce à une étude hydrologique, la quantité d'eau que l'aménagement va pouvoir retenir en période de crue et par conséquent, la quantité d'eau en moins pendant la crue pour chaque enjeu. Avec cette nouvelle simulation, de nouveaux calculs des dommages sont effectués pour chaque enregistrement.

Ensuite, les dommages calculés précédemment sont résumés avec deux indicateurs, d'une part le Dommage Moyen Annuel (DMA) et d'autre part, le Dommage Evité Moyen Annuel (DEMA). Ils permettent d'intégrer « pour chaque type de crue les dommages qui lui sont associés en les pondérant par la fréquence de la crue » (CEPRI, 2011). Ils prennent en compte les événements pour lesquels l'aménagement sera surdimensionné et sous-dimensionné, c'est-à-dire des crues plus et moins fortes que prévu. Le DMA est calculé avec et sans la mesure. Le DEMA expose les bénéfices de la mesure par année en fonction de multiples scénarios de crue.

Pour obtenir les bénéfices réels d'une mesure, il faut comparer la diminution des dommages aux coûts de la mesure. Les coûts d'une mesure intègrent les coûts initiaux, c'est-à-dire de conception, d'achat des terrains, d'indemnisation, de construction et d'équipement, ainsi que les coûts de fonctionnement, c'est-à-dire les dépenses de maintenance, d'exploitation et de travaux après sa mise en service.

$$DMA = \int_{f=0}^1 D(f)df$$

$$DEMA = DMA \text{ sans la mesure} - DMA \text{ avec la mesure}$$

Avec :

D(f) : dommages pour un événement de fréquence.

f : fréquence de l'évènement.

Ces coûts n'ont pas été encore entièrement estimés pour les projets de Vic-sur-Aisne et Longueil II. Une estimation globale est donc utilisée et présentée dans les résultats. Elle se base sur les précédents projets réalisés à l'Entente Oise-Aisne et aux premières études réalisées.

b) Calcul des indicateurs synthétiques de l'ACB

Deux indicateurs permettent de faciliter l'identification de la pertinence financière d'un projet : la Valeur Actualisée Nette (VAN) et le rapport Bénéfice sur Coût actualisé (rapport B/C). La VAN est définie comme « la quantité de dommages évités et alors économisés par la société, déduction des coûts, grâce aux investissements réalisés » (CEPRI, 2011). Le rapport B/C est interprété comme les économies réalisées par rapport aux coûts du projet. Ils permettent de ramener les bénéfices du projet à un taux synthétique positif ou négatif pour la VAN et autour de 1 pour le rapport B/C. L'objectif est de connaître la pertinence financière de la mesure dans la durée prévue et la zone géographique étudiée.

$$VAN = -C_0 + \sum_{i=0}^n \frac{1}{(1+r_i)^i} (DEMA - C_i)$$

$$\text{rapport B/C} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{DEMA}{(1+r_i)^i}}{C_0 + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r_i)^i}}$$

Avec :

C₀ : coût initial du scénario d'aménagement, C_i : coûts de fonctionnement des aménagements (année), n : horizon temporel du scénario d'aménagements, r_i : taux d'actualisation.

c) Analyse de sensibilité

La dernière étape de l'ACB consiste à analyser la stabilité de l'analyse par rapport à la sensibilité des critères utilisés. L'objectif est de vérifier la solidité de celle-ci et de connaître les impacts des paramètres définis au préalable de l'étude. Ainsi, l'analyse de sensibilité réduit les approximations engendrées par ces paramètres. Elle est réalisée en les classant par ordre d'influence par rapport aux résultats (DMA, DEMA, VAN et rapport B/C) et en modifiant les plus importants. Les paramètres les plus influents sont en général :

- La durée d'étude,
- L'occurrence des crues,
- La qualité des données en entrée,
- Les coûts du projet etc.

Il est par exemple possible de modifier les coûts de construction d'un projet afin de tester la VAN.

Les méthodes décrites précédemment, appliquées pendant le travail de terrain et la réalisation de l'ACB ont permis de construire une base de données et de réaliser une analyse complète des territoires qui sont vulnérables aux inondations de l'Oise. Les résultats présentés ont pour objectif de comparer ces propositions à la méthode classique préconisée par le CGDD et ainsi valider ou rejeter les propositions effectuées

3. Résultats

3.1. La base de données

Les résultats présentés dans cette partie sont issus de la méthode classique et de la méthode modifiée proposée par l'Entente Oise-Aisne, pour les estimations des dommages et des bénéfiques. La collecte des données de terrain n'étant pas terminée, les résultats se concentrent sur les espaces réalisés pendant cette étude. Ainsi, deux communes ont été référencées : Compiègne (60) et Margny-lès-Compiègne (60).

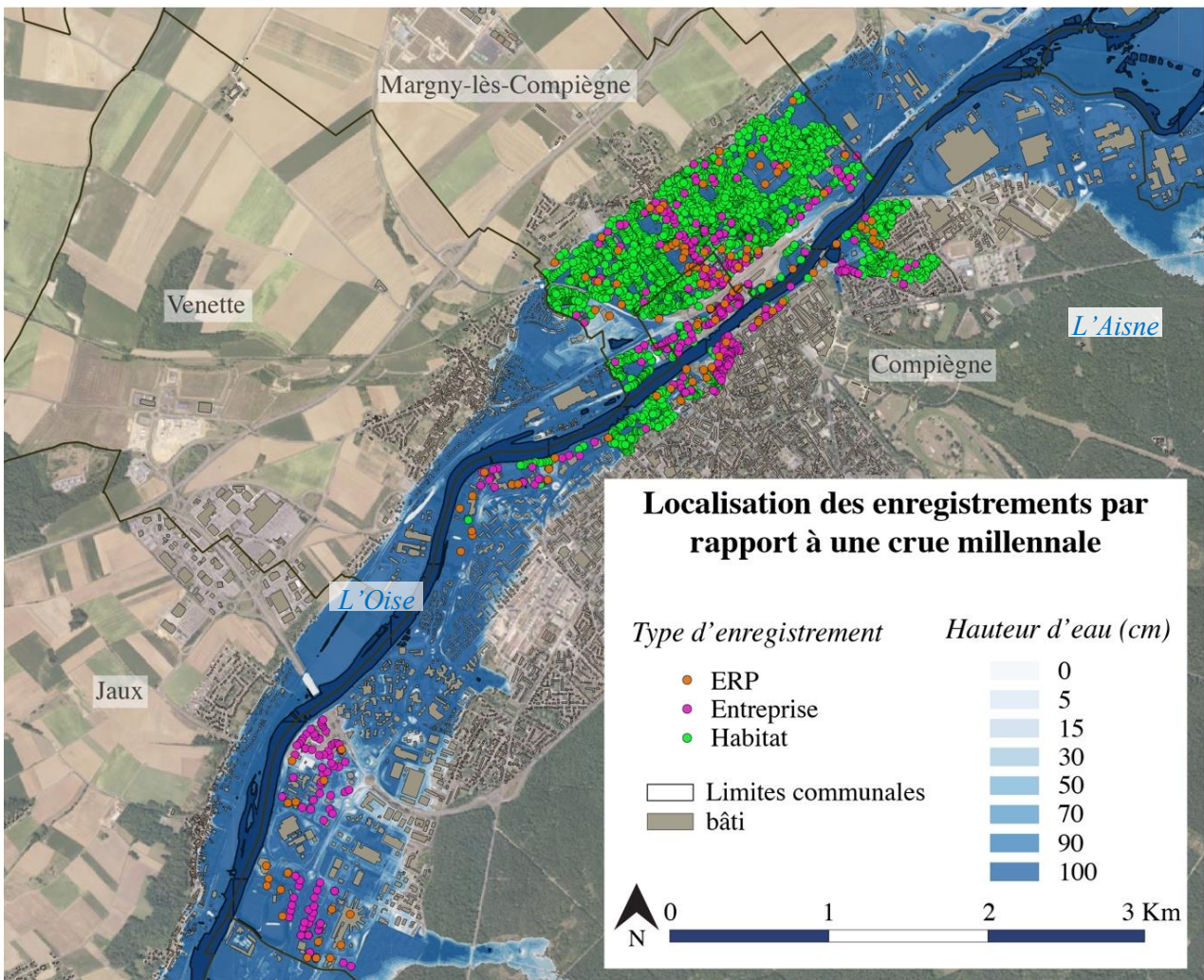


Figure 9 : Les 2892 enregistrements géoréférencés, source des données : Entente Oise-Aisne, ©IGN - BD ORTHO® (Pierre Brétau. juillet 2017)

Les déplacements de terrain ont permis de collecter 2892 enregistrements, dont 2324 pour l’habitat, 440 pour l’entreprise et 128 pour l’ERP. Pour rappel, ces enregistrements correspondent à des bâtiments situés en zone inondée pendant une crue millénale, ou alors se retrouvant à l’intérieur d’îlot éphémère (*Figure 9 – p 49*). 70 journées, réparties sur cinq mois, ont été nécessaires pour réaliser ces enregistrements.

3.2. L’ACB et les coûts des dommages

Plusieurs propositions sont comparées par rapport à la méthode préconisée : celles apportées avec les informations collectées sur le terrain et celles réalisées avec les ajustements effectués aux fonctions de dommages. Trois ACB sont présentées pour comprendre l’influence de chaque paramètre sur les dommages et les résultats de l’ACB. La première est une ACB faite avec la méthode préconisée par le CGDD, la deuxième avec l’altitude corrigée par le niveau du RDC – ‘Z0’ et la dernière avec le Z0 ainsi que les ajustements proposés aux fonctions de dommages. Les occurrences de crue intégrées à l’analyse sont les crues décennales, vicennales, trentennales et centennales. Les gains en hauteur d’eau sur le périmètre d’étude (Compiègne et Margny-lès-Compiègne) pris en compte sont présentés dans le tableau ci-dessous (*Tableau 14*). Ce gain est la diminution de hauteur d’eau réalisée grâce au fonctionnement des ouvrages par rapport à la hauteur d’eau sans ouvrage, pendant une crue. Il n’y a pas de gain de hauteur d’eau lors d’une crue millénale car les ouvrages sont inefficaces. Les ACB ont été réalisées avec les mêmes paramètres, c’est-à-dire un horizon temporel de 50 ans, un coût initial des ouvrages de 10 millions d’euros et un coût d’entretien de 50 000 euros par année. Les aménagements pris en compte sont rentables dans les trois ACB, mais des nuances apparaissent en fonction des améliorations proposées.

Diminution moyenne de hauteur d’eau à Compiègne				
<i>Occurrence de crue</i>	Q10	Q20	Q30	Q100
<i>Gain de hauteur d’eau</i>	5 cm	10 cm	15 cm	5 cm

Tableau 14: Gain moyen de hauteur d’eau possible avec les ouvrages existants et prévus

- Le géoréférencement des enjeux -

Le géoréférencement des enregistrements permet de connaître précisément les bâtiments protégés par les ouvrages en projet. En effet, en comparant les simulations de crues avec les enjeux géolocalisés, il est possible d'en déduire ceux qui sont touchés et ceux à l'abri. En modifiant les simulations en y intégrant les ouvrages étudiés dans l'ACB, il est possible d'observer les enjeux supplémentaires qui échappent à l'inondation (*Tableau 15*). La méthode préconisée s'appuie sur des données moins précises. Les résultats sont alors différents, le géoréférencement permet d'avoir plus d'enjeux protégés par les ouvrages. Ces résultats sont d'autant plus importants qu'ils induisent une réduction forte des coûts. Ils peuvent aussi accompagner les indicateurs de l'ACB pour communiquer l'efficacité d'un projet, ces chiffres étant tout aussi, voire plus, percutants que les indicateurs précédents.

	Enjeux protégés grâce aux ouvrages avec et sans le géoréférencement	
<i>Occurrence de crue</i>	Méthode recommandée par le CGDD (avec données IGN)	Méthode avec les améliorations (avec géoréférencement)
<i>Q10</i>	3	10
<i>Q20</i>	4	12
<i>Q30</i>	162	189
<i>Q100</i>	57	62

Tableau 15 : comparaison des méthodes en fonction des enjeux protégés

- La correction de la hauteur d'eau avec Z0 -

Les informations collectées sur le terrain permettent de corriger le niveau d'eau dans un bâtiment. En effet, la hauteur d'eau utilisée est la hauteur d'eau au plancher, 'Z0' dans la base de données. L'altitude utilisée avec la méthode classique est l'altitude du sol, obtenue avec une couche topographique. Cette amélioration modifie fortement les résultats de l'ACB.

Les DMA avec et sans les ouvrages sont plus faibles pour l'ACB réalisée avec le Z0 qu'avec l'ACB classique. Cette diminution s'explique par la baisse globale des coûts des dommages (Tableau 16). Une grande partie des constructions ont un RDC supérieur au niveau de base du terrain. La hauteur d'eau est donc plus faible, voire nulle. Par conséquent, les coûts des dommages sont diminués, voire supprimés pour ces enregistrements.

	Indicateurs synthétiques calculé avec deux méthodes d'ACB	
<i>Indicateurs synthétiques</i>	Recommandée par le CGDD	Avec Z0
<i>Rapport B/C</i>	1,64	1,50
<i>VAN</i>	7 129 800	5 588 800
<i>DMA sans ouvrages</i>	3 395 400 €	2 614 857 €
<i>DMA avec ouvrages</i>	2 578 000€	1 867 000 €
<i>DEMA</i>	817 000 €	748 000 €
<i>Années nécessaires pour rentabiliser les ouvrages</i>	19	22

Tableau 16 : Résultats des ACB en fonction des modifications proposées

	Dommages calculés avec deux méthodes d'ACB			
<i>Occurrence de crue</i>	Recommandée par le CGDD (en Million d'€)		Avec Z0 (en Million d'€)	
	Sans ouvrages	Avec ouvrages	Sans ouvrages	Avec ouvrages
<i>Q10</i>	1,5	0,3	4,7	3,3
<i>Q20</i>	3,0	1,7	4,9	4,3
<i>Q30</i>	52,7	48,1	30,0	22,2
<i>Q100</i>	133,6	85,3	89,9	57,5

Tableau 17: Coûts des dommages en fonction de l'occurrence des crues et de l'ACB réalisée

Un détail surprenant apparaît : les crues décennale et vicennale connaissent une augmentation des coûts des dommages avec la prise en compte du Z0 par rapport à la méthode classique (*Tableau 17 – p 52*). Cela s’explique par la proportion de bâtiments qui intègrent un RDC semi-enterré, c'est-à-dire que l’altitude utilisée pour les calculs est négative. 63 enregistrements de tous types d’enjeux sont dans ce cas. Les dommages sont alors plus importants qu’avec la méthode classique. De plus, avec les crues trentennale et centennale, le nombre d’enjeux touchés est tel que l’augmentation liée aux RDC semi-enterrés devient non significative.

L’intégration du Z0 rectifie une inexactitude. La méthode classique ne permet pas d’observer de diminution entre les dommages avec et sans les aménagements pour la crue trentennale (*zone 1 - Figure 10 – p 54*). Les dommages calculés avec la méthode classique sans les ouvrages sont de 52,7 millions d’euros et de 48,1 M d’€ avec les ouvrages, soit une différence de 4,6 M d’€. Alors que l’ACB avec le Z0 dévoile une diminution plus significative des dommages avec les ouvrages (*zone 2 - Figure 10 – p 54*). Les dommages calculés avec le Z0 sont de 30 M d’€ sans les ouvrages et de 22,2 M d’€ avec les ouvrages, soit une différence de 7,8 M d’€. Cette différence est d’autant plus importante que les valeurs des différents dommages sont inférieures avec le Z0.

Plusieurs raisons expliquent ce phénomène. Les dommages dans la commune de Margny-lès-Compiègne ne suivent pas une évolution linéaire en fonction de l’occurrence de crue. Ainsi, la crue trentennale marque une cassure avec une forte augmentation des dommages comparée aux autres occurrences (*encadré p 55*). La diminution d’eau avec les projets d’aménagements lors d’une crue trentennale n’est pas suffisante pour protéger ces quartiers de l’inondation. Cela explique la faible évolution des dommages avec l’ACB classique. Il faut ajouter à cela que de nombreux bâtiments sont surélevés, ce qui réduit, voire supprime, les coûts des dommages avec le Z0. En effet, 70% des enregistrements connaissent une correction de la hauteur d’eau en raison de leur Z0, principalement des habitats. Avec cette surélévation, de nombreux enjeux ne sont plus atteints par l’eau et ne connaissent donc pas de dommages directs. Cela explique les meilleurs résultats de l’ACB avec le Z0.

La hauteur du plancher du RDC est une donnée essentielle afin d'améliorer la qualité de l'ACB. Elle permet d'intégrer des nuances par rapport aux spécificités de construction de certains enjeux, en sous-sol ou en hauteur. Celle-ci est mise de côté dans la méthode classique. Sur le territoire de Compiègne et de Margny-lès-Compiègne, cette donnée permet d'ajouter des dommages pour les crues de fortes occurrences, et d'en soustraire pour les crues de faibles occurrences. Elle permet aussi d'accentuer l'efficacité des ouvrages pour des crues de moyennes occurrences.

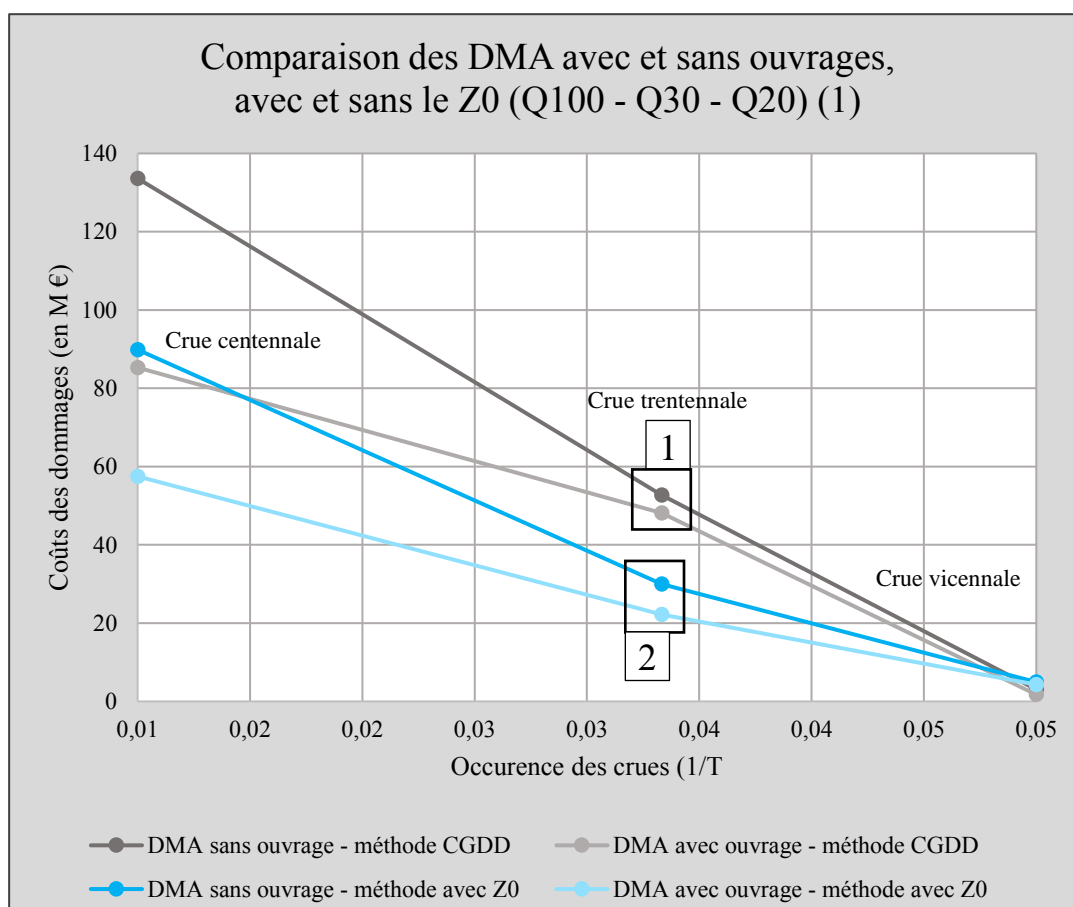


Figure 10 : Variation des dommages en fonction de l'ACB calculée

1 : Les résultats issus de Q10 étant très faible, les trois occurrences de crue les plus importantes sont conservée afin d'obtenir plus de détails sur le graphique.

- La crue trentennale, un seuil des dommages spécifique au TRI de Compiègne –

La crue trentennale représente un seuil dans les coûts des dommages, spécifique au Compiègnais (Tableau 16 – p 52). Ce seuil est issu de la situation de la commune de Margny-lès-Compiègne. Elle se situe en grande partie dans le lit majeur de l’Oise, l’altitude y varie faiblement. De plus, la route départementale D932, parallèle à l’Oise, représente une digue limitant la propagation des eaux lors des crues décennale et vicennale (Figure 11). En cas de crue trentennale, l’eau submerge une grande partie de la commune de Margny-lès-Compiègne, en passant par l’aval, à Venette. La commune représentant la plus grande part des enregistrements, ce seuil explique l’augmentation remarquable des coûts des dommages lors d’une crue trentennale.

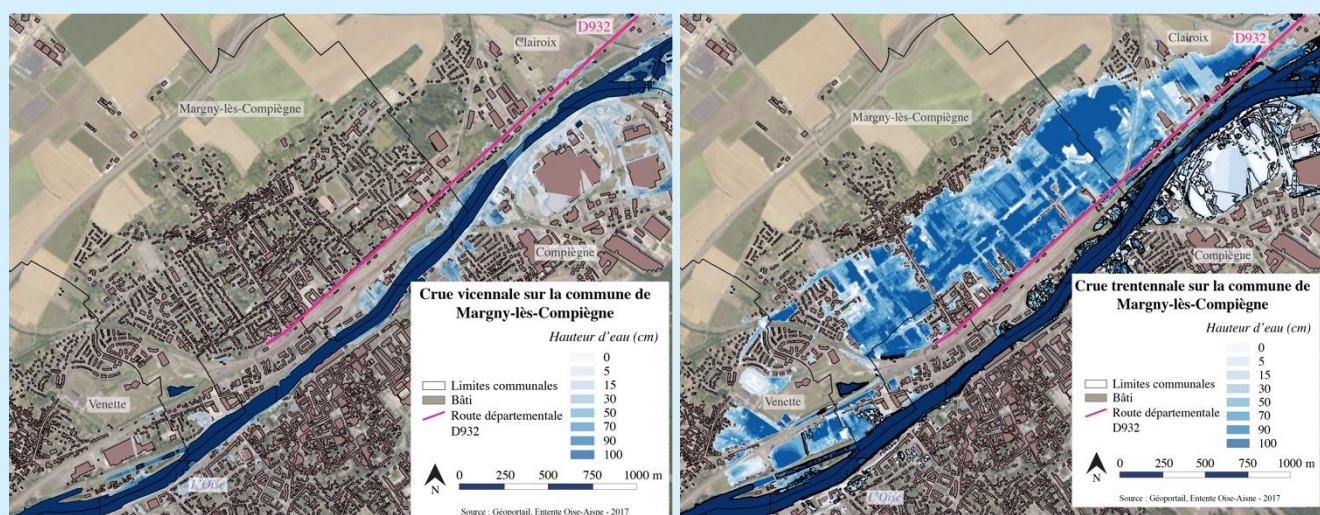


Figure 11 : Le seuil de Q30 à Margny-lès-Compiègne (Pierre Brétaudeau, juillet 2017)

- Les améliorations aux fonctions de dommage -

Une troisième ACB est réalisée en intégrant les améliorations proposées aux fonctions de dommages, ainsi que le Z0. Elle apporte des résultats différents aux coûts des dommages et indicateurs synthétiques de l'ACB. Les indicateurs obtenus avec ces propositions sont légèrement supérieurs à ceux de la méthode du CGDD et à l'ACB intégrant seulement le Z0. En revanche, les dommages annuels et les dommages résiduels annuels sont inférieurs avec les améliorations aux fonctions, mais les dommages évités sont supérieurs, aux ACB précédentes. La rentabilité des ouvrages est donc légèrement accrue par rapport à la méthode classique et amplement accrue par rapport à la méthode avec Z0 (*Tableau 18*). Les dommages pour chaque occurrence de crue suivent la même tendance que la méthode avec le Z0 (*Tableau 19 – p 57*).

	Indicateurs synthétiques calculé avec trois méthodes d'ACB		
<i>Indicateurs synthétiques</i>	Recommandée par le CGDD	Avec Z0	Avec les améliorations aux fonctions de dommages et Z0
<i>Rapport B/C</i>	1,64	1,50	1,66
<i>VAN</i>	7 129 800	5 588 800	7 330 800
<i>DMA sans ouvrages</i>	3 395 400 €	2 614 857 €	3 295 600 €
<i>DMA avec ouvrages</i>	2 578 000 €	1 867 000 €	2 470 000 €
<i>DEMA</i>	817 000 €	748 000 €	826 000 €
<i>Années nécessaires pour rentabiliser les ouvrages</i>	19	22	19

Tableau 18: Résultats des ACB en fonction des modifications proposées

D'après le tableau précédant, les indicateurs synthétiques entre l'ACB réalisée par le CGDD et la troisième ACB sont proches. Les rapports B/C ne diffèrent que de 0,02, les DEMA de 9 000 €. Ce résultat est expliqué plus amplement dans la partie suivante et est source de perspective.

Dommages calculés avec trois méthodes d'ACB						
Occurrence de crue	Recommandée par le CGDD (en Million d'€)		Avec Z0 (en Million d'€)		Avec les améliorations aux fonctions de dommages et Z0 (en Million d'€)	
	Sans ouvrages	Avec ouvrages	Sans ouvrages	Avec ouvrages	Sans ouvrages	Avec ouvrages
Q10	1,5	0,3	4,7	3,3	5,9	4,7
Q20	3,0	1,7	4,9	4,3	6,5	5,7
Q30	52,7	48,1	30,0	22,2	41	30,2
Q100	133,6	85,3	89,9	57,5	101,4	70,7

Tableau 19 : Coûts des dommages en fonction de l'occurrence des crues et de l'ACB réalisée

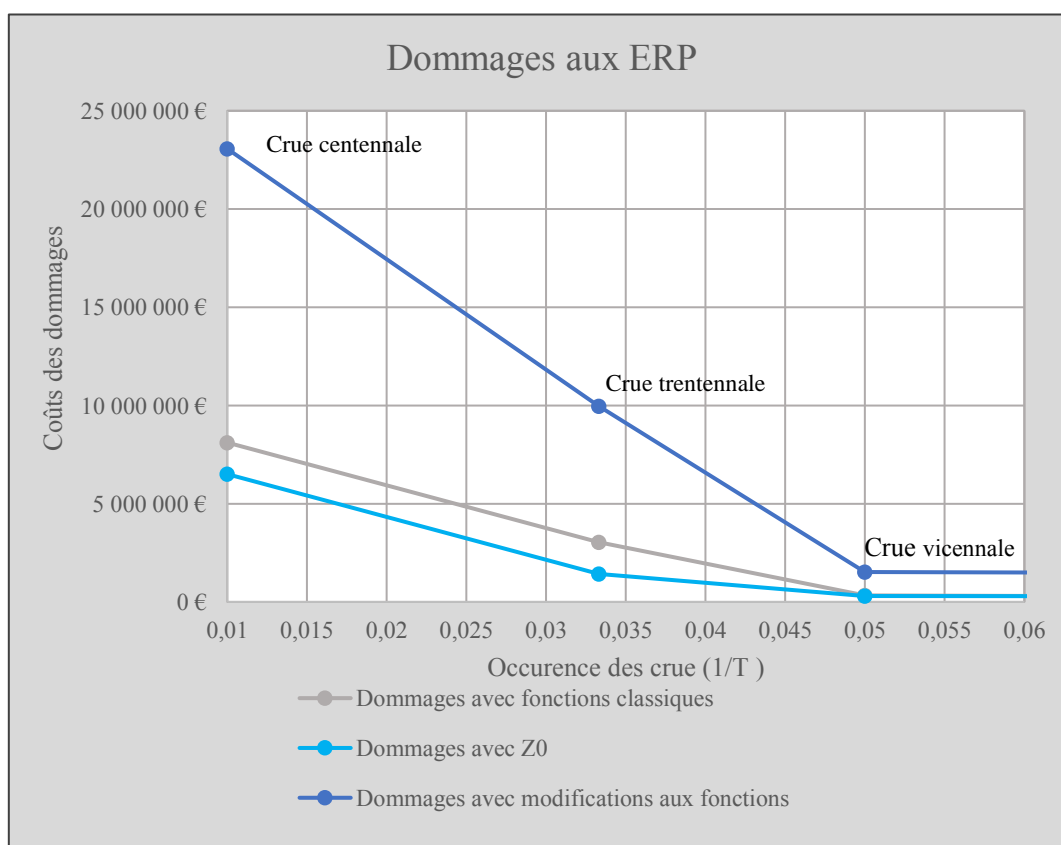


Figure 12 : Evolution des coûts des dommages des ERP par rapport aux occurrences de crue et à la méthode utilisée

Plusieurs raisons expliquent ces évolutions. Des différences sont visibles entre les trois types d'enjeux. Les ERP connaissent l'augmentation la plus forte pour toutes les occurrences de crue. En effet, l'ajout des aires de loisirs et des lieux de culte représentent un coût supplémentaire très important. Ainsi, 17 nouveaux ERP sont comptabilisés. Une partie importante de ces ERP est située sur les bords de l'Oise, tel que le parc des sports de Mercières ou le stade du Clos des Roses et sont donc touchés par toutes les crues. L'augmentation des coûts est donc accentuée. *In fine*, ces enregistrements représentent dans cette ACB plus de 90% des coûts pour la crue décennale, plus de 87 % des coûts pour les crues vicennale et trentennale et enfin, 75 % des coûts pour la crue centennale. Les nouvelles fonctions proposées expliquent alors l'augmentation significative des coûts des dommages aux ERP (*Figure 12 – p 57*).

L'augmentation des dommages est plus modérée pour l'habitat (*Figure 13 – p 59*). Elle se concentre sur les crues de faibles occurrences. Pour rappel, l'intégration du sous-sol et de l'étage est respectivement un facteur d'augmentation et de diminution des coûts. 87 % d'habitats ont au moins un étage et 60 % ont un sous-sol. Bien que le nombre d'habitats ayant un étage soit plus important, l'augmentation des coûts issue de la présence d'un sous-sol est suffisante pour compenser et dépasser, la diminution des coûts issue de la présence d'au moins un étage.

Il faut rajouter à cela les habitats collectifs. En effet, deux fonctions supplémentaires ont étoffé les fonctions proposées par le CGDD : les sous-sols et les parties communes. Les habitats collectifs représentent 12% du nombre total d'habitats enregistrés. Ils participent alors, avec le réajustement des coûts des dommages au sous-sol des habitats individuels, à la hausse des dommages et des indicateurs pour cette troisième ACB.

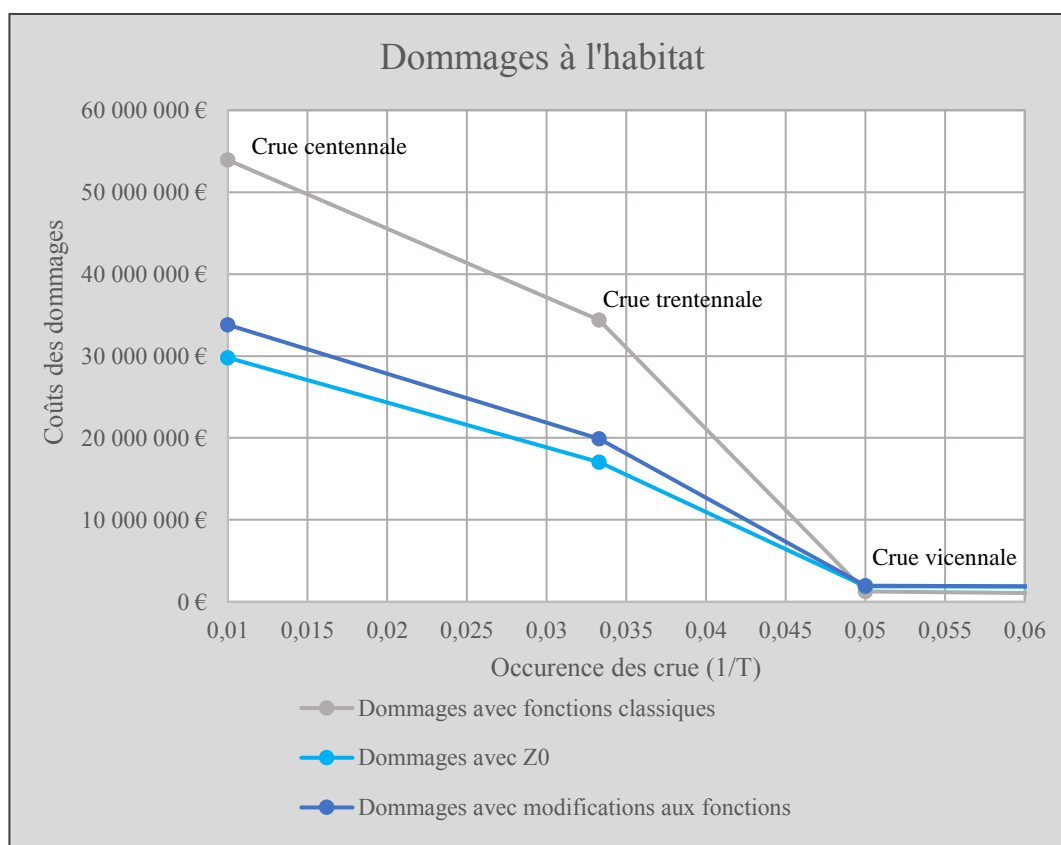


Figure 13 : Evolution des coûts des dommages des habitats par rapport aux occurrences de crue et à la méthode utilisée

Enfin, les entreprises connaissent une baisse globale des coûts des dommages. Celle-ci n'est pas homogène : une hausse des coûts apparaît pour les crues de fortes occurrences, alors qu'à l'inverse, une baisse des coûts apparaît pour les crues de faibles occurrences, par rapport aux méthodes précédentes (Figure 14 – p 60). De même que l'habitat, l'évolution des coûts des dommages est la conséquence de la prise en compte du sous-sol et de l'étage. Mais dans le cas des entreprises, les proportions sont plus faibles, 31 % ont un étage et 20 % un sous-sol. Ces taux tendent à diminuer les coûts. Cela est amplifié par la localisation d'un grand nombre d'entreprises avec au moins un étage. En effet, une part importante est située dans des zones protégées pour la crue trentennale, mais touchées par la crue centennale. Ces localisations expliquent la diminution des coûts pour les crues de faibles occurrences.

Les coûts des dommages n'atteignent pas ceux obtenus avec la méthode classique et les indicateurs apparaissent supérieurs à ceux de la méthode classique. Il faut comprendre qu'une hausse des coûts pour des crues de fortes occurrences influence beaucoup plus les résultats

qu'une baisse pour les crues de faibles occurrences. En effet, la fréquence des crues est incluse dans le calcul des indicateurs synthétiques. Les crues décennale et vicennale ayant par définition, des probabilités plus grandes de se réaliser, leurs conséquences potentielles influencent plus les indicateurs de l'ACB.

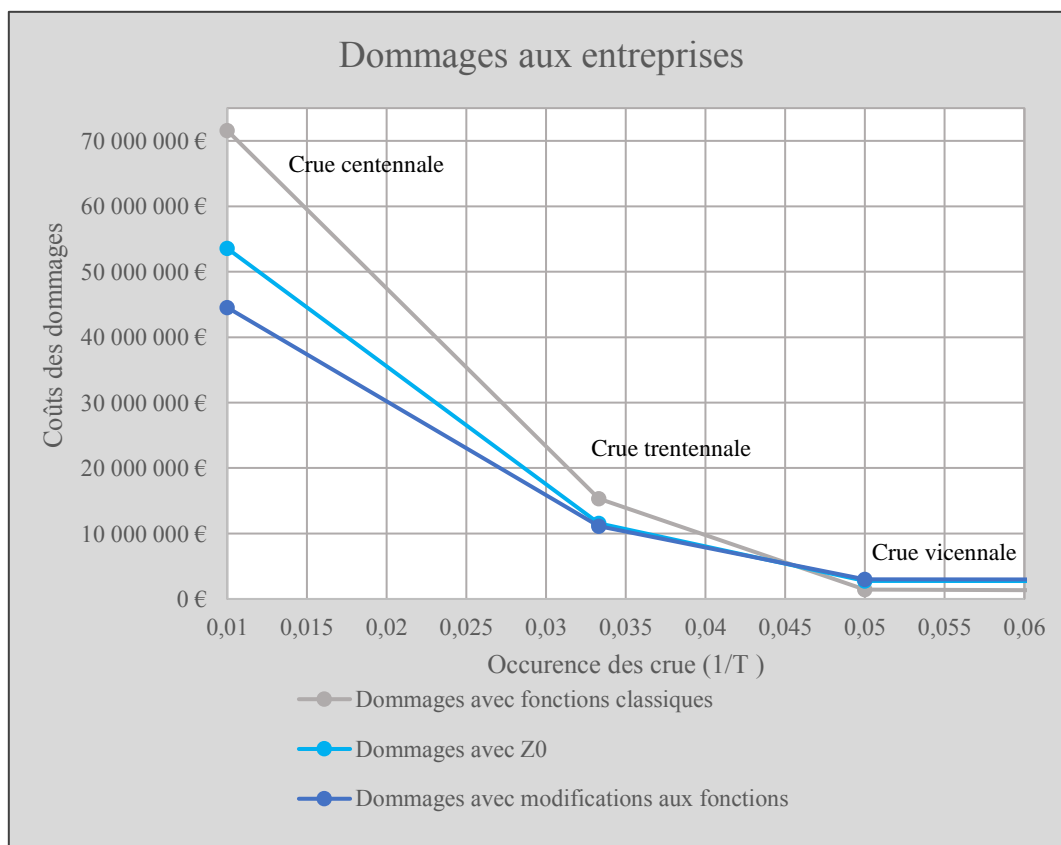


Figure 14 : Evolution des coûts des dommages des entreprises par rapport aux occurrences de crue et à la méthode utilisée

Les améliorations proposées par l'Entente Oise-Aisne engrangent des modifications des coûts des dommages par rapport à la méthode préconisée par le CGDD. Les différences sont marquées entre les types d'enjeux et les niveaux de crue. L'intégration du Z0 dans l'ACB influence grandement les résultats obtenus. Les constructions étant souvent surélevées, la hauteur d'eau est surestimée avec la méthode préconisée. Les nouvelles fonctions de dommages augmentent les coûts en intégrant des espaces vulnérables aux crues. Elles permettent aussi de modérer certains résultats par rapport à certaines spécificités du bâtiment. La méthode proposée dans cette étude a plusieurs objectifs : s'insérer dans des études plus grandes, ainsi que proposer une réflexion pour augmenter la sensibilité locale de l'ACB. Toutefois des limites apparaissent.

4. Limites et perspectives

Quelques éléments de l'étude, du point de vue de la collecte des données, de l'intégration de celles-ci dans les fonctions de dommages, ainsi que des résultats peuvent être examinés par rapport aux limites rencontrées à chaque étape. L'étude s'intégrant dans une réflexion globale de l'estimation des dommages, les méthodes et limites rencontrées invitent à concevoir des perspectives de recherche et d'approfondissement des points développés précédemment.

- Les limites de la méthode et des résultats -

La collecte des données permet d'accroître la qualité des résultats de l'ACB. En effet, celle-ci est considérée comme essentielle. Dans l'étude de Euleterio J. *et al.* publiée en 2008, le lien est fait entre la qualité des données en entrée et la fiabilité des résultats de l'ACB. La création d'une base de données suite à une collecte fine de terrain permet d'augmenter sensiblement la qualité des données et de répondre plus précisément à la problématique posée par cette publication en comparaison à une étude SIG. Le Z0, obtenu par vérification sur le terrain, diminue les coûts des dommages en corrigeant la hauteur d'eau à chaque bâtiment. En effet, beaucoup de bâtiments sont surélevés par rapport à la rue. Mais des imprécisions supplémentaires restent à corriger.

Certaines données sont complexes à obtenir en raison de la difficulté d'accès à l'information. Le Z0 peut être différent du Z0 réel. L'estimation du niveau du plancher du RDC est réalisée depuis la rue, la pénétration dans une propriété privée étant interdite. Dans certains cas, le manque de visibilité oblige à réaliser une estimation approximative, voire de ne pas enregistrer de Z0. Ce problème réapparaît avec la présence d'une cuve ou d'une citerne, souvent cachée, le nombre de logements au RDC et/ou total, ainsi que la présence d'un sous-sol.

Les fonctions de dommages ont évolué afin d'intégrer les caractéristiques de chaque bâtiment. Mais certains éléments sont en contradiction avec l'activité étudiée. Un étage est évalué comme un élément permettant la diminution des coûts des dommages pour les entreprises et les ERP. Mais certaines activités fonctionnent avec des outils de travail fixes. Il semble difficile de pouvoir déplacer un four à pain à l'étage supérieur dans une boulangerie.

Ces améliorations peuvent être spécifiques à un nombre restreint d'activités, c'est-à-dire de code NAF et classement ERP, où le déplacement des outils de travail est possible, tel que les activités de service. Une discussion avec le CGDD et des acteurs de l'entreprise doit être envisager pour affiner cette proposition.

Les fonctions des lieux de culte et aires de loisir sont construites d'après des exemples observés sur le terrain. Cette méthode peut occasionner un intervalle entre les coûts réels et les coûts estimés des autres ERP de même catégorie. D'autres estimations sont à prévoir pour vérifier la validité de ces fonctions. De même, une nouvelle estimation pour les parties communes dans les habitats collectifs est à envisager.

Le calcul des dommages aux entreprises grâce au code NAF apporte une estimation adaptée à chaque activité tout en conservant une simplicité de mise en application des fonctions. Mais quelques exemples observés pendant la collecte de données sur le terrain permettent de remettre en cause la qualité de certains enregistrements. En effet, quelques codes NAF ne correspondent pas aux observations. Soit celui-ci est ancien et l'activité actuelle est plus petite ou a évolué, soit l'activité est une annexe d'une autre activité située dans une autre commune. Par exemple, une poissonnerie a été codifiée comme industrie de pêche, probablement parce les propriétaires sont liés à un chalutier sur la côte. La conséquence est que les dommages ne sont pas correctement évalués. Une méthode pour corriger le code NAF est à envisager suite à une visite de terrain.

Les données intégrées à l'analyse et les améliorations proposées aux fonctions de dommages entraînent des changements significatifs dans les résultats. L'intérêt de ces améliorations peut alors être discuté.

L'intégration du Z0 modifie profondément les coûts des dommages et les indicateurs de l'ACB. Celle-ci conduit à une nette diminution des dommages et montre une meilleure efficacité des ouvrages. Les améliorations aux fonctions de dommages modifient aussi les résultats. Il en résulte une hausse des dommages. Les valeurs atteignent ceux de l'ACB préconisée par le CGDD. Une remise en cause de ces manipulations est alors possible au regard de la faible différence des indicateurs entre les deux analyses.

Il est important de rappeler que seulement deux communes ont été analysées. Une quantité plus importante de données pourrait apporter des résultats différents car, en effet, les ouvrages pris en compte dans l'ACB ont un impact sur de nombreuses communes de la vallée de l'Oise. A terme, l'objectif est de collecter des données sur toutes ces communes. Ce travail n'est qu'une étude préliminaire permettant d'évaluer si des données affinées modifieraient les fonctions couramment utilisées. Une nouvelle comparaison des résultats pourra alors vérifier l'intérêt des améliorations proposées dans cette présente étude.

De plus, les coûts des dommages sont différents entre l'ACB préconisée et l'ACB regroupant le plus de données (troisième ACB réalisée). Les propositions entraînent une augmentation plus marquée des dommages aux crues de fortes occurrences. Ainsi, l'intérêt de l'ajustement des données est grand car les ouvrages sont dimensionnés pour ces niveaux de crue.

Il est enfin important de se poser la question de la mise à jour des données collectées. Mais l'activité et la construction évoluant rapidement, il faut adapter la fréquence de mise à jour de la base de données à ces évolutions. Celle-ci peut être adaptée au dynamisme de la commune et aux types d'enjeux : tous les trois ans pour les entreprises et tous les cinq ans pour l'habitat. Ce point est essentiel car il incorpore des facteurs pouvant aggraver les conséquences de la crue. En effet, le changement d'activité, la construction de zone commerciale ou de nouveaux habitats dans la zone inondable peut engendrer une augmentation de la vulnérabilité de la commune et, par conséquent, des coûts des dommages. De plus, la collecte de données sur le terrain permet de constater l'imperméabilisation des sols par la construction. En zone inondable, cela cause une augmentation des coûts et une aggravation de l'inondation et de ses conséquences.

- Les perspectives de cette étude -

La collecte des données et la méthodologie mise en place interviennent dans une réflexion sur les coûts des dommages et, dans l'ensemble, sur la vulnérabilité sociale, économique et environnementale des communautés du bassin-versant de l'Oise. Celle-ci s'intègre dans plusieurs projets de l'Entente Oise-Aisne. De plus, cette réflexion tend à démontrer l'intérêt de l'évolution de la méthode d'une échelle globale vers une échelle locale des dommages.

L'intégration de caractéristiques précises peut apporter une aide dans la communication des projets de lutte contre les inondations. En effet, elle correspond au travail de mise en correspondance des fonctions de dommages avec les spécificités du territoire, réalisée dans le cadre de nombreuses ACB dont celle de l'Orb, décrite dans l'étude de Erdlenbruch K. *et al.* publiée en 2008. Ainsi, en se basant sur des données locales précises, grâce à une collecte fine, et des fonctions intégrant ces particularités, l'ACB peut devenir un outil de communication rigoureux aux décideurs, les valeurs obtenues pouvant être détaillées. Par exemple, avec la méthode proposée dans cette étude, il est possible d'expliquer les dommages occasionnés dans une rue en détaillant le coût pour chaque enjeu. Avec la méthode préconisée, les dommages se basent sur des moyennes par unité de surface régulière.

De plus, les améliorations proposées dans cette étude sont d'autant plus pertinentes que la collecte des données et l'estimation singularisée des dommages est susceptible de mettre en évidence les enjeux prioritaires sur un secteur à protéger et les procédés les plus efficaces pour y répondre. En effet, le géoréférencement des enjeux, associé aux informations collectées, permettent d'observer des concentrations d'enjeux et de risques, et donc d'y accentuer les efforts.

Deux ACB sont en cours de réalisation à l'Entente Oise-Aisne. Les objectifs sont de présenter les ouvrages en projet de Longueil II et Vic-sur-Aisne et de justifier leurs intérêts économiques. Pour chaque projet, deux ACB vont être proposées, une basée sur la méthode préconisée par le CGDD, pour intégrer la cadre réglementaire du PAPI et pour l'obtention de subventions, et également une réalisée à partir de la méthode développée lors de cette étude. Les améliorations proposées répondent à une demande toujours plus importante de données précises et de qualité. De plus, elles proposent une évolution de l'ACB d'une vision général et globale vers une vision détaillée et locale des enjeux. L'intérêt de diffuser ces améliorations est d'ouvrir un débat à propos des questions posées dans cette étude.

Ces analyses seront intégrées au PAPI d'intention de la vallée de l'Oise, actuellement en cours d'écriture. Ce dossier regroupe les actions et les objectifs de l'Entente Oise-Aisne, sur une majeure partie du secteur aval de l'Oise et de l'Aisne, pour les prochaines années. L'objectif

est d'avoir une réflexion à l'échelle du bassin-versant de la lutte contre les inondations, tant du point de vue de la méthode que de l'étendue spatiale des actions entreprises.

Dans ce même PAPI, l'Entente Oise-Aisne entreprend l'élaboration d'un observatoire des enjeux de la vallée de l'Oise. Les informations collectées sur le terrain lors de cette étude seront utilisées comme base de travail aux futurs projets de la structure. Cette connaissance appelle à diversifier les actions et à les adapter en fonction des spécificités territoriales. Il est entrepris la création d'un groupe de travail pour simuler un scénario catastrophe. Les données acquises permettent d'intégrer précisément le nombre et la localisation de logements inhabitables, d'activités en arrêt et d'activités prioritaires en cas d'inondation, des caractéristiques des établissements de secours, etc. Le scénario catastrophe peut prendre en compte des spécificités observées sur le terrain et ainsi ouvrir des pistes de recherche dans la sensibilisation et la préparation aux crues, la lutte contre les inondations, ou encore la préservation des zones d'expansion des crues. Dans cette optique, la méthode peut aussi évoluer en prenant en compte les efforts apportés aux bâtiments pour se protéger des impacts d'une inondation, ou encore la mise en application des gestes, acquis par sensibilisation au risque. Pour cela, une extension de la zone de collecte des données est à envisager.

Enfin les données collectées et les ACB réalisées tendent à intégrer l'AMC. Elle contient les indicateurs synthétiques de l'ACB, complétés par des indicateurs non monétaires regroupés dans quatre classes : santé humaine, économie, environnement et patrimoine. Ces indicateurs peuvent être quantitatifs ou qualitatifs, comme le nombre d'emplois en zone inondable ou la localisation des stations de traitement des déchets, et peuvent être représentés sous forme de carte. Ces cartes se rapprochent des Cartes des Risques d'Inondation (CRI), qui décrivent les enjeux sociaux, économiques et environnementaux situés en zone inondable. L'AMC a pour objectif d'appuyer l'efficacité d'un projet en démontrant son impact à travers des paramètres fondamentaux mais ne pouvant être monétarisés. Le poids de ces indicateurs étant de plus en plus important, les données précises collectées répondent au problème soulevé par la publication de Hansjürgens B., publiée en 2004.

Les méthodes appliquées dans cette étude ont engendré des limites théoriques et pratiques différentes de celles de l'ACB préconisée par le CGDD. En effet, malgré la plus grande précision des données, d'autres imprécisions sont notées lors des relevés sur le terrain. De plus, des limites de temps sont constatées. Les perspectives décrites apportent des pistes de solution et d'utilisation aux méthodes proposées. Une diversification d'utilisation des données collectées est essentielle pour entretenir et développer une base de données.

Conclusion

L'analyse coût/bénéfice est une méthode qui tend à se généraliser en France dans le cadre de la mise en place de mesures de lutte contre les inondations. Elle apporte une aide pour aiguiller le développement de projets par le biais d'indicateurs monétaires. L'efficacité d'un projet peut alors être accru en modifiant les paramètres de celui-ci dans l'objectif de réduire les dommages tout en conservant une rentabilité financière pertinente.

La méthodologie publiée par le CGDD s'impose pour proposer une ACB dans les dossiers de subventions. Elle s'appuie sur un travail SIG de comparaison des enjeux et de simulation de crue, ainsi que du calcul des coûts des dommages et d'indicateurs monétaires synthétiques, s'appuyant eux-mêmes sur des fonctions prédéfinies. Ces fonctions se basent sur des maquettes numériques des bâtiments et activités 'types' en France. Cependant, la méthodologie proposée est globale et les spécificités territoriales sont peu intégrées à l'analyse.

La problématique est de comprendre en quoi une collecte précise de données sur le terrain peut apporter des améliorations dans l'estimations des coûts par rapport à la méthode préconisée. L'objectif de l'étude exposée dans ce mémoire est de proposer des améliorations par l'intégration des spécificités territoriales.

Pour y répondre, plusieurs méthodes sont appliquées. Une collecte de terrain des enjeux situés en zone inondable a permis de construire une base de données précise et de qualité. Chaque enregistrement correspond à un enjeu et intègre des informations précises telles que la hauteur du plancher du RDC par rapport à la rue, la présence d'un sous-sol, le type d'activité, etc. De plus, les fonctions de dommages ont été améliorées par l'intégration de ces informations, ainsi que la création de nouvelles fonctions.

Appliquées aux communes de Compiègne et de Margny-lès-Compiègne, ces modifications influencent sensiblement les coûts des dommages ainsi que les indicateurs synthétiques de l'ACB par rapport à l'analyse faite avec la méthode du CGDD. La hauteur du RDC diminue la valeur des indicateurs alors que les modifications aux fonctions augmentent la valeur de ces indicateurs. Les coûts des dommages connaissent de multiples fluctuations en

fonction de l'occurrence de crue et du type d'enjeu. Les projets étudiés sont intéressants du point de vue financier, tant avec la méthode du CGDD qu'avec la méthode proposée.

Les éléments de la méthode proposés à travers cette étude présentent de multiples intérêts. D'une part, les nouvelles données collectées répondent à la nécessité d'augmenter la qualité des informations possédées. Une meilleure qualité de l'ACB accroît la légitimité de celle-ci. En effet, le nombre d'enjeux intégrés à l'analyse est basé sur un récépissé de terrain alors qu'avec la méthode du CGDD, le nombre d'enjeux est basé sur des études SIG moins précises. D'autre part, les améliorations proposées permettent d'intégrer des enjeux supplémentaires qui ne correspondent à aucune fonction du CGDD, comme les aires de jeux et les lieux de culte. Elles intègrent aussi des paramètres propres à chaque enjeu. Ces améliorations permettent ainsi d'ajuster l'estimation des dommages en fonction des particularités de l'enjeu. Enfin, le géoréférencement des données implique de pouvoir connaître précisément la hauteur d'eau pour chaque enjeu. Ces éléments conduisent à modifier la méthode de réalisation de l'ACB, mais aussi sa diffusion. En effet, elle évolue depuis le global vers un outil d'étude locale.

Des limites apparaissent avec les modifications appliquées à la méthode. Des études complémentaires peuvent être réalisées pour ajuster les fonctions de dommages proposées. D'autres données de terrain peuvent représenter un intérêt pour estimer au mieux les coûts des dommages. Actualiser la base de données constitue aussi une réelle problématique qui doit être résolue pour en assurer la complétude.

Les atouts de cette étude dépassent le cadre de l'ACB. Suite à sa réalisation, plusieurs projets sont en cours de réflexion. Les données collectées intègrent des observatoires de vulnérabilité des zones inondables et des zones impactées indirectement par les inondations. La localisation et les caractéristiques des enjeux potentiellement vulnérables peuvent être incorporées à cet observatoire. Par ailleurs, l'ACB de cette étude, ainsi que les données de terrain peuvent intégrer une AMC. En effet, la production d'indicateurs non monétaires tels que les impacts environnementaux est possible, en prenant en compte certains paramètres enregistrés dans la base de données, comme la présence d'une cuve/citerne.

Cette étude aura permis de mettre en lumière la complexité d'évaluer les coûts des dommages suite à une inondation. De nombreux paramètres interviennent tels que la configuration du bâti, l'aménagement intérieur, ou encore l'activité d'une entreprise. Cette étude tend à estimer au mieux les coûts des dommages en fonction des paramètres précédents. Mais ils sont eux-mêmes tributaires de nombreuses variables comme la connaissance du risque, le comportement des citoyens en cas d'inondation, ou encore la prise en compte des zones sensibles à l'eau pouvant provoquer une aggravation des conséquences de l'inondation. Des améliorations de la méthode proposée sont alors possibles avec, entre autres, les variables citées précédemment. Les différentes propositions présentées dans ce mémoire ouvrent de nombreuses pistes de réflexion susceptibles de faire évoluer la base de données ainsi que les fonctions de dommages dans l'objectif de faire progresser l'évaluation financière des dégâts liés aux inondations et d'affiner les actions de prévention à mettre en œuvre.

Bibliographie

CEPRI - 2008- « Evaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque d'inondation – manuel des pratiques existantes », CEPRI, Orléans, pp 13 - 14

CEPRI -2009- « Evaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque d'inondation - Manuel des pratiques existantes européennes », CEPRI, Orléans, pp 4 - 9

CEPRI -2010- « Le bâtiment face à l'inondation - Diagnostique et réduire sa vulnérabilité - guide méthodologique », CEPRI, Orléans, pp 13 - 14

CEPRI -2011- « L'ACB : une aide à la décision au service de la gestion des inondations - Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et de leurs partenaires », CEPRI, Orléans, 42 pages

CGDD -2012- « Analyses Multicritères : application aux mesures de prévention des inondation – cahier des charges », CGDD, Puteaux, pp 7

CGDD -2014- « Analyse Multicritères des projets de prévention des inondations - Guide méthodologique », CGDD, Puteaux, pp 41 – 52

DREAL Picardie -2013- « Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de Compiègne - Cartographie des surfaces inondables et des risques – Rapport explicatif », DREAL Hauts-de-France, Lille, pp 3 - 28

Eleuterio J., Payraudeau S., Rozan A. -2008- « Sensibilité de l'évaluation des dommages associés aux inondations en fonction de la caractérisation de la vulnérabilité des bâtiments », Ingénieries, n° 55-56, IRSTEA (avant CEMAGREF), Anthony, pp 29 – 44

Entente Oise-Aisne -2016- « Projet d'aide de ralentissement des crues de la Serre sur le site de Montigny-sous-Marle – Analyse coût/bénéfice », Entente interdépartementale pour la

protection contre les inondations de l'Oise, de l'Aisne, de l'Aire et de leurs affluents, Compiègne, 68 pages

Entente Oise-Aisne -2016- « Rapport d'activité EPTB Oise-Aisne 2016 », Entente interdépartementale pour la protection contre les inondations de l'Oise, de l'Aisne, de l'Aire et de leurs affluents, Compiègne, pp 17 – 31

Erdlenbruch K., Gilbert E., Grelot F., Lescoulier C. -2008- « Une analyse coût-bénéfice spatialisée de la protection contre les inondations – Application de la méthode des dommages évités à la basse vallée de l'Orb », Ingénieries N°53, Anthony, pp 3 – 20

Hansjürgens B., -2004- « Economic valuation through cost-benefit analysis – possibilities and limitations », Toxicology N°205, Leipzig, pp 243 249

INSEE - 2017- « Les conditions de logement en France », INSEE, Paris, pp 142 - 143

Mechler R. *et al.* -2014- « Making communities more flood resilient : the role of cost benefit analysis and other decision support tools in disaster risk reduction », Zurich Flood Resilience Alliance, Zurich, pp 55 - 56

MEDDTL -2011- « Programme d'action de prévention des inondations (PAPI) - De la stratégie aux programmes d'action, cahier des charges », MEDDTL, Puteaux, p 15

MEDDTL / Direction Générale de la Prévention des Risques -2017- « Cahier des charges 'PAPI 3' », MEDDTL, Puteaux, pp 39 – 46

Parlement Européen -2007- « Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion du risque d'inondation », Strasbourg

Poulard C., Royet P., Leblois E., Faure J-B., Breil P., Proust S, Deroo L. -2017- « Gérer les inondations par des ouvrages dispersés sur le bassin-versant : principes et méthodes de diagnostic d'efficacité probabiliste », Sciences Eaux & Territoires N°23, Anthony, pp 34 – 41

Sitographie

EauFrance - www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations/tri - consulté en juin 2017

Entente Oise-Aisne - Site d'écroulement de crues de Proisy (02) – www.entente-oise-aisne.fr/images/stories/Entente_Oise-Aisne/Le_risque_inondation/Proisy.pdf - consulté en juillet 2017

Entente Oise-Aisne - Site d'écroulement des fortes crues de l'Oise (Longueil-Sainte-Marie – 60) – www.entente-oise-aisne.fr/images/stories/Entente_Oise-Aisne/Le_risque_inondation/plaquette%20site%20ism.pdf - consulté en juillet 2017

Observatoire des risques naturels en Languedoc-Roussillon - www.laregion-risquesnaturels.fr/212-risques-en-Lr - consulté en juin 2017

Prim.net - www.risquesmajeurs.fr/le-risque-inondation - consulté en juin 2017

Table des figures

FIGURE 1 : DECOMPOSITION D'UNE INONDATION, (PIERRE BRETAUDEAU, AVRIL 2017)	- 6 -
FIGURE 2 : LOCALISATION DES ZONES URBAINES VULNERABLES DANS LE BASSIN-VERSANT DE L'OISE (ENTENTE OISE-AISNE, MODIFICATIONS PAR PIERRE BRETAUDEAU, JUILLET 2017).....	- 9 -
FIGURE 3: COMMUNES DES TRI DU TERRITOIRE DE COMPETENCE DE L'ENTENTE OISE-AISNE (ENTENTE OISE-AISNE, JUIN 2017)	- 10 -
FIGURE 4 : AMENAGEMENTS REALISES OU EN COURS DE REALISATION PAR L'ENTENTE OISE-AISNE (ENTENTE OISE-AISNE, MODIFICATIONS PAR PIERRE BRETAUDEAU, JUIN 2017)	- 11 -
FIGURE 5 : FUTURS BASSINS DE STOCKAGE DE VIC-SUR-AISNE (ENTENTE OISE-AISNE, 2013).....	- 14 -
FIGURE 6 : METHODE DE DELIMITATION DES CONSTRUCTIONS A ENREGISTRER DANS LA BASE DE DONNEES EXEMPLE DE COMPIEGNE ET MARGNY-LES-COMPIEGNE (PIERRE BRETAUDEAU, MAI 2017).....	- 23 -
FIGURE 7 : METHODE POUR ESTIMER LA HAUTEUR DU RDC (PHOTOGRAPHIES PRISES PAR PIERRE BRETAUDEAU, 2017)	- 27 -
FIGURE 8 : CORRESPONDANCE ENTRE LES CATEGORIES D'ERP ET LA METHODE D'EVALUATION DES DOMMAGES (CGDD, 2014)	- 38 -
FIGURE 9 : LES 2892 ENREGISTREMENTS GEOREFERENCES, SOURCE DES DONNEES : ENTENTE OISE-AISNE, ©IGN - BD ORTHO® (PIERRE BRETAUDEAU, JUILLET 2017).....	- 49 -
FIGURE 10 : VARIATION DES DOMMAGES EN FONCTION DE L'ACB CALCULEE	- 54 -
FIGURE 11 : LE SEUIL DE Q30 A MARGNY-LES-COMPIEGNE (PIERRE BRETAUDEAU, JUILLET 2017).....	- 55 -
FIGURE 12 : EVOLUTION DES COUTS DES DOMMAGES DES ERP PAR RAPPORT AUX OCCURRENCES DE CRUE ET A LA METHODE UTILISEE	- 57 -
FIGURE 13 : EVOLUTION DES COUTS DES DOMMAGES DES HABITATS PAR RAPPORT AUX OCCURRENCES DE CRUE ET A LA METHODE UTILISEE	- 59 -
FIGURE 14 : EVOLUTION DES COUTS DES DOMMAGES DES ENTREPRISES PAR RAPPORT AUX OCCURRENCES DE CRUE ET A LA METHODE UTILISEE.....	- 60 -

Tables des tableaux

TABLEAU 1: LES SIX ETAPES DE L'ACB	- 22 -
TABLEAU 2 : PARAMETRES ENREGISTRES EN FONCTION DU CLASSEMENT DE L'ENREGISTREMENT	- 25 -
TABLEAU 3 : PARAMETRES SUPPLEMENTAIRES OBTENUS APRES VERIFICATION.....	- 25 -
TABLEAU 4 : FONCTIONS DE DOMMAGES A L'HABITAT PUBLIEES PAR LE CGDD	- 31 -
TABLEAU 5 : COUTS PROPOSES POUR LES MODIFICATIONS AUX FONCTIONS DE COUTS DES DOMMAGES DU CGDD AVEC LES FONCTIONS DU PLGN	- 34 -
TABLEAU 6 : UTILISATION DES FONCTIONS DU CGDD ET CELLES PROPOSEES DANS CETTE ETUDE PAR RAPPORT A LA CONFIGURATION DU BATIMENT POUR LE CALCUL DES DOMMAGES	- 34 -
TABLEAU 7 : FONCTIONS DE DOMMAGES AUX ERP PUBLIEES PAR LE CGDD	- 36 -
TABLEAU 8 : APPLICATION DES AMELIORATIONS PROPOSEES AUX ERP	- 37 -
TABLEAU 9 : COUTS DU MOBILIER DANS LES LIEUX DE CULTES EN FONCTION DE LA HAUTEUR D'EAU ET DE LA CATEGORIE DE L'ERP.....	- 39 -
TABLEAU 10 : UTILISATION DES FONCTIONS DU CGDD ET CELLES PROPOSEES DANS CETTE ETUDE PAR RAPPORT A LA CONFIGURATION DU BATIMENT POUR LE CALCUL DES DOMMAGES	- 39 -
TABLEAU 11 : COUTS POUR LES AIRES DE JEUX EN FONCTION DE LA HAUTEUR D'EAU ET DE LA CATEGORIE DE L'ERP.....	- 41 -
TABLEAU 12 : UTILISATION DES FONCTIONS DU CGDD ET CELLES PROPOSEES DANS CETTE ETUDE PAR RAPPORT A LA CONFIGURATION DU TERRAIN POUR LE CALCUL DES DOMMAGES	- 41 -
TABLEAU 13 : APPLICATION DES AMELIORATIONS PROPOSEES AUX ENTREPRISES EN FONCTION DE LA CONFIGURATION DU BATIMENT	- 43 -
TABLEAU 14: GAIN MOYEN DE HAUTEUR D'EAU POSSIBLE AVEC LES OUVRAGES EXISTANTS ET PREVUS.....	- 50 -
TABLEAU 15 : COMPARAISON DES METHODES EN FONCTION DES ENJEUX PROTEGES	- 51 -
TABLEAU 16 : RESULTATS DES ACB EN FONCTION DES MODIFICATIONS PROPOSEES	- 52 -
TABLEAU 17: COUTS DES DOMMAGES EN FONCTION DE L'OCCURRENCE DES CRUES ET DE L'ACB REALISEE.....	- 52 -
TABLEAU 18: RESULTATS DES ACB EN FONCTION DES MODIFICATIONS PROPOSEES	- 56 -
TABLEAU 19 : COUTS DES DOMMAGES EN FONCTION DE L'OCCURRENCE DES CRUES ET DE L'ACB REALISEE	- 57 -

Tables des annexes

ANNEXE 1 : L'AMENAGEMENT DE LONGUEIL-SAINTE-MARIE (60).....	- 77 -
ANNEXE 2 : L'AMENAGEMENT DE PROISY (02)	- 78 -
ANNEXE 3 : LE PROJET DE VIC-SUR-AISNE (02 / 60).....	- 79 -
ANNEXE 4 : FICHES COMMUNES POUR TOUS LES ENREGISTREMENTS.....	- 80 -
ANNEXE 5 : FICHES SPECIFIQUES PAR TYPE D'ENJEU.....	- 81 -
ANNEXE 6 : COURRIEL TRANSMIS A UNE ENTREPRISE (SANOFI) POUR PROCEDER A UN DIAGNOSTIC INDIVIDUEL.....	- 83 -
ANNEXE 7 : EXTRAIT DE L'ETUDE DE LA CCI A PROPOS DES ENTREPRISES EN ZONE INONDABLE ...	- 85 -
ANNEXE 8 : FONCTIONS A L'ENTREPRISE PAR TYPE D'ACTIVITE (CGDD, 2014).....	- 86 -

Annexes

Annexe 1 : L'aménagement de Longueil-Sainte-Marie (60)

Base au projet de Longueil II

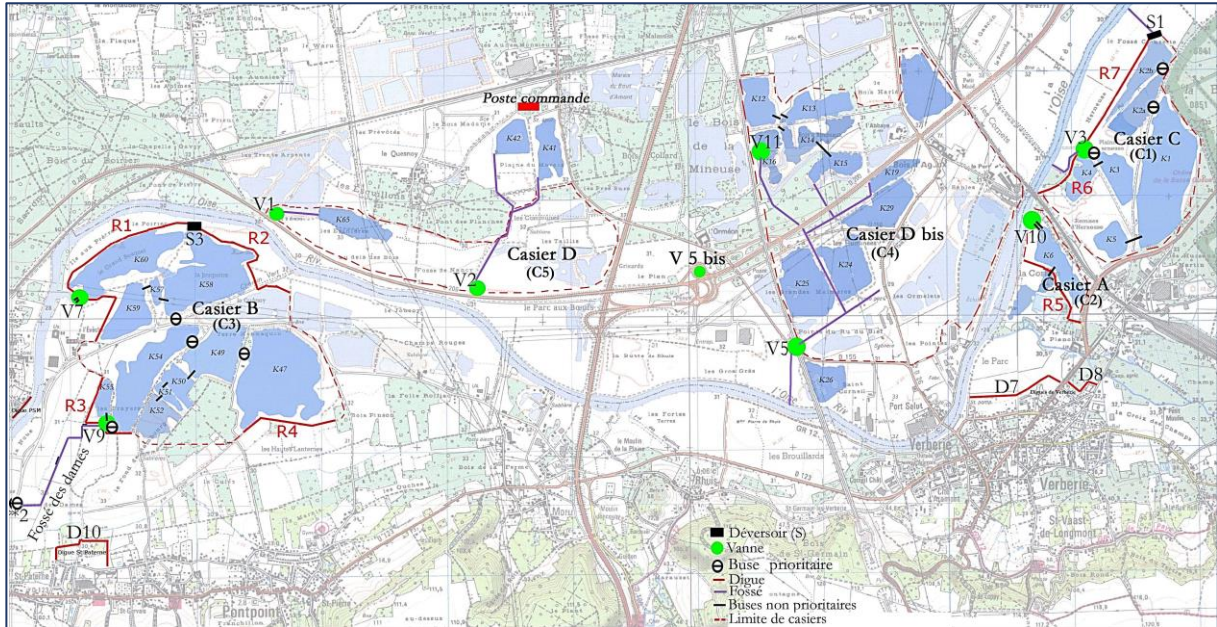


Schéma général de l'aménagement de Longueil-Sainte-Marie, Entente Oise-Aisne, 2006



Vanne (V5) pendant un test de fermeture, Pierre Brétaudeau, juillet 2017



Casier avec un déversoir au premier plan et une digue à droite, Entente Oise-Aisne, 2006

Annexe 2 : L'aménagement de Proisy (02)

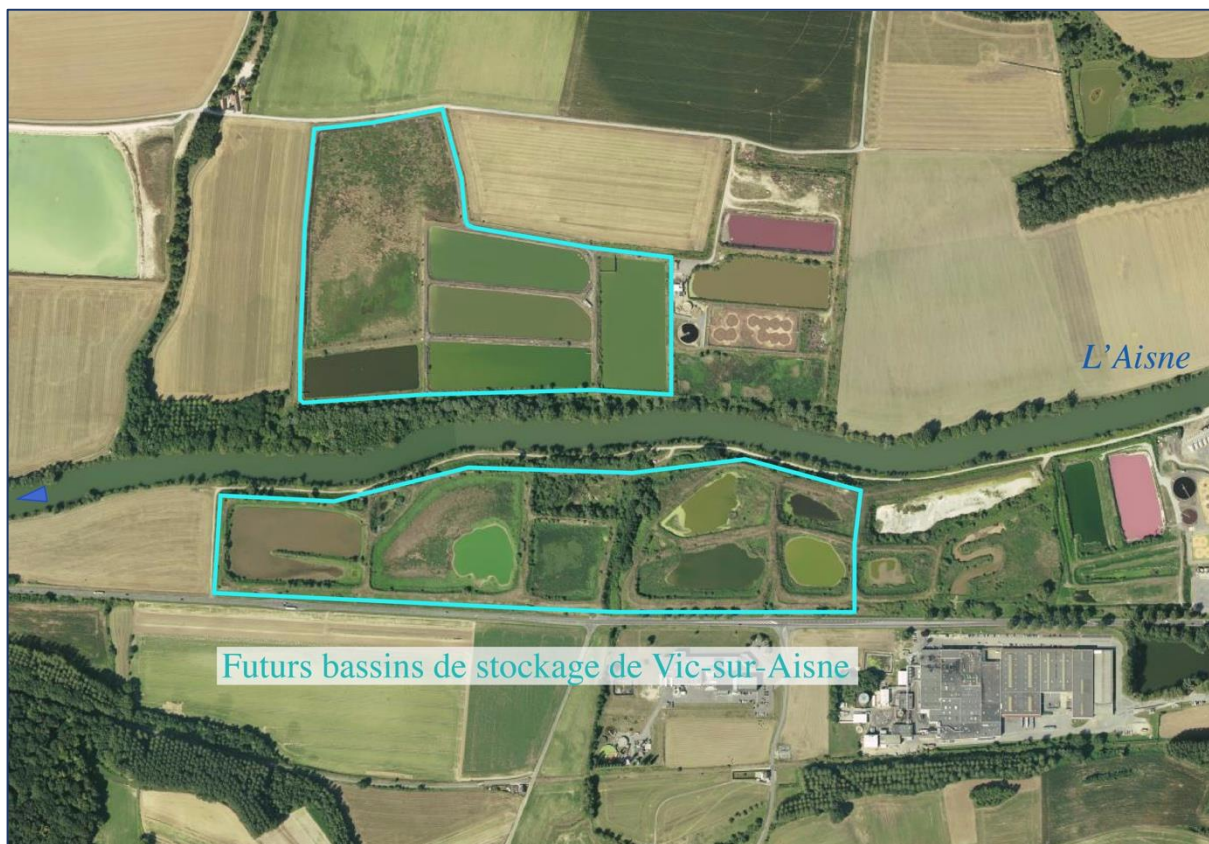


Le clapet de Proisy en période normale (gauche) et pendant un test (droite), Pierre Brétaudeau, mai 2017



L'aménagement de Proisy (clapet au premier plan, digue à gauche et zone de rétention à droite) pendant la crue de l'Oise de janvier 2011, Entente Oise-Aisne, janvier 2011

Annexe 3 : Le projet de Vic-sur-Aisne (02 / 60)



Localisation des futurs bassins de stockage de l'aménagement de Vic-sur-Aisne (Géoportail, juillet 2017)



Ancien bassin de sucrerie à Vic-sur-Aisne, sélectionné pour devenir un bassin de stockage des eaux de l'Aisne en cas de crue (Entente Oise-Aisne, 2013)

Annexe 4 : Fiches communes pour tous les enregistrements

* Les parties grisées sont confidentielles.

Date de passage 30/05/2017 ● Habitat Individuel ● Habitat Collectif 2164

Adresse Géolocalisation Carte Habitat Individuel Habitat collectif Photos

Code INSEE 60159

Commune Compiegne

Code postal 60200

Lieu-dit

N° de rue

Nom de rue

Complément d'adresse

Bâtiment en construction

EFFACER

Remarques

Adresse Géolocalisation Carte Habitat Individuel Habitat collectif Photos

Coordonnées Carte Résultat Google OK

Coordonnées à l'adresse

X

Y

Coordonnées corrigées

X

Y

Coordonnées finales

X

Y

Altimétrie

Lidar DI 2013

BD Ortho

Topo terrestre (GPS)

Photogrammétrie 95

Z0 au plus près (m NGF 69)

Correction estimée (surélévation...) en m 0,15

Nouveau Z0 0,15

Adresse Géolocalisation Carte Habitat Individuel Habitat collectif Photos

Cocher si la géolocalisation n'est pas correcte

ENREGISTRER

Adresse Géolocalisation Carte Habitat Individuel Habitat collectif Photos

Photographie(s) de l'enjeu.

- Adresse du bâtiment,
- Code INSEE,
- Bâtiment en construction (et vide pour les entreprises et ERP).

- Géoréférencement,
- Surélévation du RDC (Z0).

Carte de vérification de la localisation de l'enjeu (Google.fr/maps).

Photographie(s) de l'enjeu.

Annexe 5 : Fiches spécifiques par type d'enjeu

* Les parties grisées sont confidentielles.

Date de passage 22/05/2017 Habitat Individuel Habitat Collectif 2159

Adresse Géolocalisation Carte Habitat Individuel Habitat collectif Photos

Nature du bâtiment Pavillon
 Maison mitoyenne
 Autre

Nombre d'étages : R+ 1 ⓘ

Sous-sol aménagé

Cuve/Citerne Oui Non Ne sait pas

Date de passage 30/05/2017 Habitat Individuel Habitat Collectif 2164

Adresse Géolocalisation Carte Habitat Individuel Habitat collectif Photos

Nombre d'étages : R+ 3 ⓘ

Nombre de logements R0 0

Nombre logements total 6
Possibilité de compter les boîtes aux lettres ou les sonnettes

Sous-sol aménagé

Cuve/Citerne Oui Non Ne sait pas

Remarques

Habitat individuel :

- Type de construction,
- Nombre d'étages,
- Présence d'un sous-sol et d'une cuve/citerne.

Habitat collectif :

- Nombre d'étages,
- Nombre de logements au RDC et total,
- Présence d'un sous-sol et d'une cuve/citerne.

Date de passage 06/07/2017 436

Adresse Géolocalisation Carte Caractéristiques entreprise Photos

Nom de l'entreprise [grisé]

Description de l'entreprise Compléter si nécessaire Conception de système de télésurveillance

Nombre d'étages : R+ 2 ⓘ

Sous-sol visible

Citerne/Cuve Oui Non Ne sait pas

L'entreprise est un ERP Oui Non

Code NAF [grisé]

Année du décompte 2016

Nombre de salariés 8
Cocher si nombre de salariés estimé

Chiffre d'affaire 3056400

Remarques

Entreprise :

- Nom et description de l'entreprise,
- Nombre d'étage,
- Présence d'un sous-sol, d'une cuve/citerne,
- Accueil du public (si oui classement et catégorie ERP),
- Type d'activité (code NAF),
- Nombre de salariés et chiffre d'affaires avec années source).

Date de passage 06/07/2017 132

Adresse	Géolocalisation	Carte	Caractéristiques ERP	Photos
<p>Nom de l'établissement <input type="text"/></p> <p>Description de l'ERP <input type="text"/> <small>Compléter si nécessaire</small></p> <p>Classement R : Etablissements d'enseignement, colonies de vacances</p> <p>Catégorie 5ème catégorie : <input type="text"/> ⓘ</p> <p>Nombre d'étages : R+ <input type="text" value="1"/> ⓘ</p> <p>Sous-sol aménagé <input type="checkbox"/></p> <p>Cuve <input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input checked="" type="radio"/> Ne sait pas</p> <p>Remarques Surface : 500</p>				

ERP :

- Nom et description de l'ERP,
- Classement et catégorie de l'ERP,
- Nombre d'étage,
- Présence d'un sous-sol et cuve/citerne,
- Surface en remarque.

Annexe 6 : Courriel transmis à une entreprise (Sanofi) pour procéder à un diagnostic individuel

Compiègne, 12 juin 2017



Direction des services
11, cours Guynemer
60200 COMPIEGNE

Tél. 03 44 38 83 83

Fax. 03 44 38 83 80

V/REF :

Mail : entente.oiseaisne@orange.fr

N/REF : EOA/MLA/235/2017

Affaire suivie par Morgane LAMBOURG

OBJET : Risque d'inondation - demande de visite de votre entreprise

Copies : Chrono, MLA, MAN, JMC

SANOFI
Monsieur le Directeur
A l'attention du service qualité environnement
56 route de Choisy-au-Bac
BP 90509
60 205 COMPIEGNE Cedex

Monsieur le Directeur,

L'Entente Oise-Aisne est un établissement public émanant des départements. Elle a vocation à lutter contre les inondations sur les bassins versants de l'Oise et de l'Aisne. De par ses missions, elle assiste entre autres les collectivités locales et toute entité volontaire dans la mise en place d'aménagements ou d'actions de lutte contre les inondations. C'est notamment le cas sur le territoire du Compiégnois qui a fait l'objet d'une stratégie de gestion du risque découlant de la Directive européenne sur les inondations.


La Chambre de commerce et d'industrie de l'Oise nous accompagne depuis plusieurs années sur ces thématiques et nous menons actuellement un travail visant à identifier des actions de réduction des dommages aux entreprises et industries situées en zone à risque. Notamment, deux sites de régulation des crues sont en cours d'études afin d'abaisser les niveaux d'eau en cas d'inondation. Le premier est situé sur la rivière Aisne dans les bassins de l'ancienne sucrerie de Vic-sur-Aisne. Le deuxième se situe sur les communes entre Verberie et Pont-Sainte-Maxence (aménagement de Longueil-Sainte-Marie II). Ces deux projets permettraient de réduire les niveaux d'eau en cas de crue et donc les dommages sur les communes du compiégnais.

Une analyse financière est demandée pour comparer les gains dus à ces aménagements à leur coût de réalisation. L'objectif est de déterminer si le projet est rentable. Ainsi un recensement de tous les bâtiments en zone inondable est en cours ainsi que l'identification de leurs dommages potentiels. Le dommage peut être estimé grâce aux retours d'expérience pour certains enjeux comme les logements ou les petits commerces. En revanche, pour les très grandes entreprises comme SANOFI, une étude au cas par cas de la structure est préférable afin de prendre en compte ses spécificités (pertes de stocks, dommages structurels, pertes de chiffre d'affaire, chômage partiel...). Cette analyse peut éventuellement déboucher sur des propositions de pistes d'amélioration du plan d'urgence interne à l'entreprise. Des aides aux travaux sont envisageables.

Ainsi je souhaiterais pouvoir vous rencontrer et si possible visiter avec vous votre site afin d'appréhender au mieux les différents éléments susmentionnés, dans le but de vous accompagner dans une démarche de résilience face à ce risque toujours présent.

Veillez agréer, Monsieur le Directeur, à l'assurance de ma considération distinguée.

Le directeur des services


Jean-Michel CORNET

Annexe 7 : Extrait de l'étude de la CCI à propos des entreprises en zone inondable

* Les parties grisées sont confidentielles.



CCI OISE

Les entreprises susceptibles d'être touchées par des crues sur les TRI de Compiègne et Creil

A l'attention de : Entente Oise Aisne

Date : 20/05/2014

Service Aménagement

A partir de ses fichiers et de ceux de la Chambre des Métiers de l'Oise, la CCI de l'Oise a procédé à la géolocalisation de toutes les entreprises situées dans le périmètre des TRI de Compiègne et Creil. Ce sont ainsi 2 253 établissements qui sont susceptibles d'être touchés par des inondations lors de crues millénales de l'Oise et du Thérain, soit 226 pour les crues trentennales et 1 093 pour les crues centennales. En terme d'emploi, cela représente 24 309 postes qui seraient fragilisés en cas d'inondation millénales (les effectifs de l'artisanat ne sont pas compris dans ces chiffres), soit 1 332 pour les crues trentennales et 12 975 pour les centennales.

TRI DE COMPIEGNE

Aucune entreprise de plus de 100 salariés n'est située dans le périmètre de la crue trentennale. Par contre, on en compte 16 dans le périmètre de la crue centennale et 28 dans la millénales.

Entreprise	Commune	Activité	Effectif
	Margny les Compiègne	Construction de bâtiments	670
	Compiègne	Fabrication de produits de nettoyage et hygiène corporelle	575
	Compiègne	Industrie pharmaceutique	567
	Longueil Sainte Marie	Entreposage	452
	Verberie	Fabrication de systèmes hydrauliques	429
	Verette	Fabrication de réservoirs à essence pour automobiles	424
	Compiègne	Fabrication de parfums et cosmétiques	377
	Le Meux	Commerce de gros	301
	Lacroix St Ouen	Centre d'appel	299
	Compiègne	Construction de bâtiments	281
	Longueil Sainte Marie	Transports de marchandises	271
	Compiègne	Fabrication de produits métalliques	250
	Compiègne	Prestations de nettoyage	226
	Le Meux	Distribution de parfums et cosmétiques	219
	Longueil Sainte Marie	Fabrication de rasoirs et d'articles d'écriture	194
	Lacroix St Ouen	Négoce de pneumatiques	189
	Longueil Sainte Marie	Produits d'entretien de la maison et d'hygiène	171
	Lacroix St Ouen	Hypermarché	171
	Compiègne	Activités immobilières	169
	Le Meux	Commerce de gros de produits alimentaires	163
	Compiègne	Industrie du papier et du carton	145
	Compiègne	Restauration	145
	Compiègne	Installations électriques	134
	Compiègne	Construction de bâtiments	132
	Compiègne	Equipement électrique, câblage, automatisme	125
	Verette	Industrie chimique	122
	Compiègne	Construction de bâtiments	116
	Compiègne	Imprimerie et reproduction d'enregistrements	111

Annexe 8 : Fonctions à l'entreprise par type d'activité (CGDD, 2014)

Dommages aux entreprises			C-INDUSTRIE MANUFACTURIERE											
Type d'entreprise			Industrie alimentaire	Boulangerie pâtisserie	Fabrication de boisson	Fabrication de textile	Industrie de l'habillement	Industrie du cuir et de la chaussure	Travail du bois et fabrication d'articles en bois et en liège, à l'exception des meubles ; fabrication d'articles en vannerie	Industrie du papier et du carton	Imprimerie et reproduction d'enregistrement	Industrie chimique : Fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique	Fabrication de pesticides et d'autres produits agricoles – Fabrication de peintures, vernis, encres et mastics – Fabrication de savons, de produits d'entretiens et de parfums – Fabrication d'autres produits chimiques – Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques	Industrie pharmaceutique
Hauteur d'eau (en cm)	Durée de submersion	Temps d'intervention	10	10.71B 10.71C 10.71D	11	13	14	15	16	17	18	20.1	20.20Z - 20.59Z	21
<=80	<= 24h	<=48h	1 130 335 €	28 334 €	5 769 981 €	332 070 €	97 665 €	169 144 €	175 216 €	2 385 160 €	89 088 €	6 760 401 €	1 539 243 €	6 731 080 €
<=80	<= 24h	>=48h	2 437 853 €	84 798 €	8 499 026 €	1 020 023 €	249 298 €	469 996 €	535 234 €	7 928 136 €	294 489 €	22 452 091 €	4 739 672 €	19 843 800 €
<=80	>24h	<=48h	1 391 839 €	39 627 €	6 315 790 €	981 659 €	461 097 €	668 546 €	528 096 €	5 005 476 €	192 511 €	14 252 265 €	4 510 974 €	22 727 550 €
<=80	>24h	>=48h	2 960 860 €	107 384 €	9 590 645 €	1 807 202 €	643 057 €	1 029 568 €	960 118 €	11 657 047 €	438 993 €	33 082 292 €	8 351 489 €	38 462 814 €
>80	<= 24h	<=48h	1 653 343 €	50 920 €	6 861 599 €	692 584 €	213 836 €	362 690 €	366 036 €	4 854 304 €	181 639 €	13 762 664 €	3 208 022 €	14 205 155 €
>80	<=24	>=48h	2 699 357 €	96 091 €	9 044 835 €	1 242 946 €	335 142 €	603 372 €	654 050 €	9 288 685 €	345 960 €	26 316 016 €	5 768 366 €	24 695 331 €
>80	>24h	<=48h	1 914 846 €	62 213 €	7 407 408 €	1 256 840 €	521 751 €	788 887 €	672 104 €	7 222 666 €	274 672 €	20 528 940 €	5 791 145 €	27 972 638 €
>80	>24h	>=48h	3 222 364 €	118 677 €	10 136 454 €	1 944 793 €	673 384 €	1 089 739 €	1 032 121 €	12 765 643 €	480 073 €	36 220 630 €	8 991 575 €	41 085 358 €

C-INDUSTRIE MANUFACTURIERE

Fabrication de produits en caoutchouc et en plastic	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques : Fabrication de verre et d'articles en verre	Fabrication de produits réfractaires - Fabrication de produits de construction en terre cuite - Fabrication d'autres produits en céramique et en porcelaine	Fabrication de ciment, chaux et plâtre - Fabrication d'ouvrages en béton, en ciment ou en plâtre - Taille, façonnage et finissage de pierres - Fabrication de produits abrasifs et de produits minéraux non métalliques n.c.a.	Métallurgie : Sidérurgie	Fabrication de tubes, tuyaux, profilés creux et accessoires correspondants en acier - Fabrication d'autres produits de première transformation de l'acier	Production de métaux précieux et autres métaux non ferreux	Fonderie	Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements	Fabrication de produits informatiques, électroniques et optique - Fabrication d'équipements électriques	Fabrication de machines et équipements n.c.a.	Industrie automobile	Fabrication d'autres matériels de transport	Fabrication de meuble 1	Fabrication de meubles 2
22	23.11Z - 23.19Z	23.20Z - 23.49Z	23.51Z - 23.99Z	24	24.20Z - 24.31Z	24.41Z - 24.44Z	24.51Z - 24.51Z	25	26-27	28	29	30	31.01Z 31.02Z 31.03Z 31.09B 31.09A	31.09B
786 075 €	1 025 446 €	299 264 €	502 373 €	29 295 168 €	2 623 586 €	4 888 283 €	1 227 529 €	240 543 €	921 413 €	365 064 €	6 564 162 €	6 053 007 €	202 883 €	25 411 €
2 521 607 €	3 308 667 €	951 568 €	1 663 903 €	93 199 494 €	8 084 495 €	15 565 138 €	3 970 899 €	755 693 €	2 825 389 €	1 054 725 €	21 714 767 €	14 372 493 €	633 883 €	77 252 €
1 959 944 €	2 491 514 €	774 807 €	1 074 535 €	75 676 974 €	7 668 772 €	12 581 520 €	2 947 829 €	653 922 €	2 740 618 €	1 305 785 €	14 129 563 €	32 243 823 €	563 435 €	77 855 €
4 042 582 €	5 231 378 €	1 557 571 €	2 468 370 €	152 362 165 €	14 221 862 €	25 393 746 €	6 239 873 €	1 272 102 €	5 025 388 €	2 133 379 €	32 310 289 €	42 227 206 €	1 080 634 €	140 064 €
1 618 082 €	2 106 972 €	617 699 €	1 023 628 €	60 457 055 €	5 466 783 €	10 085 336 €	2 520 148 €	498 328 €	1 922 738 €	774 726 €	13 380 284 €	13 468 622 €	421 009 €	53 160 €
3 006 507 €	3 933 548 €	1 139 542 €	1 952 851 €	111 580 516 €	9 835 510 €	18 626 820 €	4 714 844 €	910 448 €	3 445 919 €	1 326 456 €	25 500 768 €	20 124 210 €	765 808 €	94 632 €
2 654 157 €	3 404 802 €	1 035 728 €	1 539 146 €	101 238 704 €	9 853 135 €	16 852 262 €	4 045 177 €	859 982 €	3 502 208 €	1 581 649 €	20 189 805 €	35 571 618 €	735 835 €	98 592 €
4 389 689 €	5 688 023 €	1 688 032 €	2 700 676 €	165 143 030 €	15 314 044 €	27 529 117 €	6 788 547 €	1 375 132 €	5 406 183 €	2 271 311 €	35 340 410 €	43 891 103 €	1 166 834 €	150 432 €

C-INDUSTRIE MANUFACTURIERE		F-Construction de bâtiments		G- COMMERCES ; REPARATIONS D'AUTOMOBILES ET DE MOTOCYCLES									
Autres industries manufacturières	Réparation et installations de machines et d'équipements	Construction de bâtiments – Génie Civil - Travaux de construction spécialisés – Construction activités en bureaux	Construction chantier	Commerces et Réparation	Entretien et réparation	Commerce de gros, à l'exception des automobiles et des motocycles – commerce de gros non alimentaire		Commerce de gros alimentaire	Grande Surface alimentaire	Magasins d'alimentation	Commerce de détails 1	Commerce de détails 2	Grands Magasins
32	33	41.10 42.99Z	41-43	45	45.20A	46.11Z - 46.19B 46.41Z - 46.43Z	46.64Z - 46.72Z	46.21Z - 46.34Z	47.11D 47.11F	47.11A 47.11B 47.11C 47.21Z - 47.25Z 47.26Z 47.29Z	47.26Z 47.29Z 47.51Z - 47.62Z 47.76Z 47.78C 47.79Z 47.81Z 47.89Z 47.99A	47.19B 47.30Z 47.64Z - 47.75Z 47.77Z 47.78A 47.78B 47.91B	47.19A 47.11E
88 625 €	233 078 €	Ces dommages sont calculés par salarié - Cf feuille « Dommages aux entreprises par salarié »	Pour ces activités, l'outil de travail est pour l'essentiel en place sur les chantiers en cours (il n'est donc sinitré que si ces chantiers sont inondés, ce qu'il est impossible de savoir dans le cadre de la modélisation économique)	196 087 €	32 356 €	493 645 €	493 645 €	845 222 €	1 515 802 €	49 862 €	64 272 €	113 249 €	22 150 892 €
257 881 €	677 040 €			356 924 €	88 965 €	205 498 €	205 498 €	476 289 €	1 752 580 €	58 302 €	70 459 €	158 212 €	30 258 316 €
310 785 €	821 314 €			755 263 €	82 528 €	245 442 €	245 442 €	533 702 €	1 752 580 €	58 302 €	70 459 €	309 707 €	45 457 973 €
513 892 €	1 354 068 €			948 268 €	150 458 €	556 450 €	556 450 €	1 025 954 €	1 989 359 €	66 743 €	76 645 €	333 029 €	51 394 018 €
187 712 €	493 904 €			655 678 €	84 137 €	587 853 €	587 853 €	1 116 320 €	1 752 580 €	58 302 €	70 459 €	226 497 €	44 301 784 €
323 117 €	849 073 €			784 348 €	129 424 €	410 996 €	410 996 €	952 579 €	2 699 694 €	92 066 €	95 205 €	316 424 €	60 516 632 €
378 487 €	998 899 €			819 598 €	105 171 €	490 884 €	490 884 €	1 067 403 €	1 989 359 €	66 743 €	76 645 €	402 993 €	69 202 151 €
547 743 €	1 442 861 €			980 435 €	161 780 €	713 464 €	713 464 €	1 477 785 €	3 173 251 €	108 947 €	107 578 €	449 636 €	81 074 239 €

H- Transports et entreposage		H-HEBERGEMENT ET RESTAURATION							J- INFORMATION ET COMMUNICATION				K-ACTIVITES FINANCIERES ET ASSURANCE	
Transports terrestres et transport par conduites	Entreposage et services auxiliaires des transports - Entreposage et stockage - Services auxiliaires des transports	Restauration Restaurants	Restauration collective	Cafés	Hôtels restaurants	Hébergement : Hôtels	Exploitation de terrain de camping	Discothèques	Edition	Production de films cinématographiques, de vidéo et de programmes de télévision ; enregistrement sonore et édition musicale - Programmation et diffusion - Télécommunications	Programmation, conseil et autres activités informatiques - Services d'information	Activités des services financiers, hors assurance et caisses de retraite	Assurance	Activités auxiliaires de services financiers et d'assurance
49 - 51	52	56.10A 56.10C 56.21Z	56.29A 56.29B 56.10B	56.30Z 56.30Z	55.10Z	55.10Z 55.20Z 55.90Z	55.30Z	56.30Z	58	59	62	64	65	66
179 035 €	6 829 878 €	43 952 €	659 327 €	21 516 €	261 399 €	71 629 €	Pas de fonctions de dommages pour ces deux activités			89 450 €	Ces dommages sont calculés par salarié - Cf feuille « Dommages aux entreprises par salarié »			
234 832 €	9 092 680 €	56 211 €	807 747 €	26 892 €	343 211 €	94 338 €				272 623 €				
234 832 €	9 092 680 €	56 211 €	807 747 €	26 892 €	343 211 €	94 338 €				271 715 €				
290 630 €	11 355 482 €	68 471 €	956 166 €	32 267 €	425 023 €	117 047 €				491 523 €				
234 832 €	9 092 680 €	80 730 €	1 104 586 €	37 643 €	506 835 €	139 756 €				186 991 €				
458 022 €	18 143 889 €	105 249 €	1 401 426 €	48 394 €	670 459 €	185 173 €				333 530 €				
290 630 €	11 355 482 €	105 249 €	1 401 426 €	48 394 €	670 459 €	185 173 €				344 984 €				
569 617 €	22 669 493 €	129 767 €	1 698 266 €	59 145 €	834 084 €	230 591 €				528 158 €				

L-ACTIVITES IMMOBILIERES	M-ACTIVITES SPECIALISEES, SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES			N – ACTIVITES DE SERVICES ADMINISTRATIFS ET DE SOUTIEN				S – AUTRES ACTIVITES DE SERVICE			T- Activités des ménages en tant qu'employeurs ; activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens et services pour usage propre
	Activités juridiques et comptables Activités des sièges sociaux, conseil de gestion	Activités d'architecture et d'ingénierie ; activités de contrôle et analyses techniques - Recherche- développement scientifique - Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques - Activités vétérinaires	Publicité et études de marchés	Activités de location et location-bail	Activités liées à l'emploi	Activités des agences de voyage, voyagistes, services de réservation et activités connexes	Enquêtes et sécurité	Services relatifs aux bâtiments et aménagement paysager	Réparation d'ordinateurs et de biens personnels et domestiques	Autres services personnels	
68	69-70	71-72	73	77	78	79	80	81	95	96	97-99
Ces dommages sont calculés par salarié - Cf feuille « Dommages aux entreprises par salarié »	40 627 €	Ces dommages sont calculés par salarié - Cf feuille « Dommages aux entreprises par salarié »					44 264 €	44 264 €	Ces dommages sont calculés par salarié - Cf feuille « Dommages aux entreprises par salarié »		
	130 103 €						60 520 €	60 520 €			
	102 048 €						92 033 €	92 033 €			
	209 420 €						103 787 €	103 787 €			
	83 672 €						88 529 €	88 529 €			
	155 253 €						121 040 €	121 040 €			
	137 839 €						139 047 €	139 047 €			
	227 315 €						162 554 €	162 554 €			

Dommages par salarié																	
<i>Hauteur d'eau (en cm)</i>	<i>Durée de submersion</i>	<i>Temps d'intervention</i>	41.10 42.99Z	59	62	64	65	66	68	71-72	73	77	78	79	80	96	97-99
<=0,80	<=24h	<=48h	3 916 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	10 881 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	10 244 €	4 308 €
<=0,80	<=24h	>48h	3 916 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	34 844 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	13 781 €	4 308 €
<=0,80	24h<t<=48h	<=48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	27 330 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	16 350 €	10 770 €
<=0,80	24h<t<=48h	>48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	56 087 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	19 520 €	10 770 €
<=0,80	>48h	<=48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	27 330 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	16 350 €	10 770 €
<=0,80	>48h	>48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	56 087 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	19 520 €	10 770 €
0,80<h<=1	<=24h	<=48h	3 916 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	22 409 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	20 487 €	4 308 €
0,80<h<=1	<=24h	>48h	3 916 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	41 580 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	4 308 €	27 561 €	4 308 €
0,80<h<=1	24h<t<=48h	<=48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	36 916 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	29 030 €	10 770 €
0,80<h<=1	24h<t<=48h	>48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	60 879 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	35 369 €	10 770 €
0,80<h<=1	>48h	<=48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	36 916 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	29 030 €	10 770 €
0,80<h<=1	>48h	>48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	60 879 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	35 369 €	10 770 €
>1	<=24h	<=48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	22 409 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	20 487 €	10 770 €
>1	<=24h	>48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	41 580 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	27 561 €	10 770 €
>1	24h<t<=48h	<=48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	36 916 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	29 030 €	10 770 €
>1	24h<t<=48h	>48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	60 879 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	35 369 €	10 770 €
>1	>48h	<=48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	36 916 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	29 030 €	10 770 €
>1	>48h	>48h	9 792 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	60 879 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	10 770 €	35 369 €	10 770 €

Résumé / Abstract

La construction d'ouvrages de lutte contre les inondations nécessite de pouvoir estimer leur efficacité dans la réduction des dommages. L'ACB y répond en permettant une estimation monétaire. La méthode du CGDD est aujourd'hui celle préconisée. Mais cette méthode est globale, autrement-dit, elle est basée sur des études nationales, alors que l'habitat et les activités économiques et sociales se présentent sous des formes différentes en fonction des régions.

L'objectif de cette étude est d'intégrer à l'ACB des paramètres précis ainsi que des informations spécifiques à chaque enjeu, observables sur le terrain. La problématique est la suivante : En quoi une collecte précise de données sur le terrain peut apporter des améliorations dans l'estimation des coûts par rapport à la méthode préconisée ?

Pour y répondre, l'Entente Oise-Aisne entreprend la construction d'une base de données grâce à une collecte d'informations effectuée dans les communes de Compiègne et Margny-lès-Compiègne (Oise), ainsi que la réalisation de plusieurs ACB pour tester chaque proposition d'amélioration ont été entreprises. Les résultats montrent l'intérêt de collecter des données de terrain afin d'ajuster les coûts des dommages ainsi que d'adapter les fonctions du CGDD. De plus, ils permettent d'ouvrir de nouvelles pistes de recherche dans l'intégration d'enjeux supplémentaires et l'amélioration des fonctions de dommages.

Efficiency assessment of flood defences is essential before building those structures. Cost-Benefit Analysis is a monetary way to evaluate this, and CGDD's protocol is the current recommended method. Nevertheless, this method is based on global-scale studies, whereas habitat, economic and social activities are different depending on locations.

The aim of this work was to incorporate, to the CBA, accurate parameters and specific field data, for every considered activities. The problematic was to estimate the contribution of those data in the assessment of flood damages costs, in comparison to the usual method with global-scale data.

To answer this question, a data collection was realised by the *Entente Oise-Aisne*, in the municipalities of Compiègne and Margny-lès-Compiègne (Oise) followed by the creation of a database. Then, several CBA were tested to explore the improvement due to flood defences. Results indicated that local-scale data are interesting to adjust the evaluation of flood damages, and therefore, are necessary to adapt the CGDD's method. Furthermore, they open new perspectives concerning the incorporation of other activities and the improvement of the damages functions used today.