



HAL
open science

Orléans : étude relative à la protection de la zone centre en bordure des quais

Jean-Marc Mercantini

► **To cite this version:**

Jean-Marc Mercantini. Orléans : étude relative à la protection de la zone centre en bordure des quais.
[Rapport de recherche] Projet ALTOO. 2014. hal-01488781

HAL Id: hal-01488781

<https://amu.hal.science/hal-01488781>

Submitted on 6 Feb 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Projet ALT00

ORLÉANS – Étude Relative à la Protection de la Zone Centre en Bordure des Quais



Jean-Marc Mercantini

*Laboratoire des Sciences
de l'Information et des Systèmes
LSIS - UMR CNRS 7296*



Sommaire

1. Introduction	4
2. La Commune d'Orléans	5
3. Historique des crues	5
4. Les Scénarii de Crues et d'Inondations Envisagées	5
4.1 La Crue Centennale (T_{100})	6
4.2 La Crue de Période de Retour de 550 ans	7
4.3 La Crue Millénale	7
5. Analyse Prévisionnelle des Dommages aux Activité	7
5.1 Les Dommages Indirects	8
5.2 Le Modèle d'Estimation des Dommages Directs	8
6. Analyse Prévisionnelle des Dommages aux Habitations	12
7. Estimation des dommages potentiels et du DMA	14
7.1 Les Dommages aux Activités	14
7.2 Les Dommages aux Habitations	15
7.3 Le Total des Dommages sur la Zone	16
7.4 La Courbe des Dommages	16
7.5 Le Calcul du DMA	17
8. Estimation du coût de la protection	18
8.1 Les Coûts liés à l'achat de la barrière.....	18
8.2 Les Coûts liés à la mise en œuvre de la barrière	18
8.3 Les Coûts liés à l'entretien de la barrière.....	19
8.4 Application au cas de la Zone d'Orléans.....	19
9. Estimation des Dommages Évités Moyens Annuels (DEMA)	19
9.1 Niveau de Protection contre la crue centennale	20
9.2 Niveau de Protection contre la crue T_{550}	21
9.3 Niveau de Protection contre la crue millénale	21
9.4 Calcul du DMA avec la barrière de protection	21
10. Calcul de la VAN	22
11. Calcul de la VAN en fonction du niveau de protection	23
12. Conclusion	25
13. Bibliographie	26
ANNEXES	
ANNEXE 1 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	28
ANNEXE 2 : NOTION DE FRÉQUENCE ET DE PÉRIODE DE RETOUR	29
ANNEXE 3 : LE TABLEAUX DES CLASSES DE DOMMAGE DES ACTIVITÉS COMMERCIALES	30
ANNEXE 4 : LE TABLEAU DES CLASSES DE DOMMAGE DE L'ÉTUDE DU QUEENSLAND	31



ANNEXE 5 : LES TABLEAUX DES CLASSES DE DOMMAGE DE L'ÉTUDE DE L'ORB	32
ANNEXE 6 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE CENTENNALE SUR LES ACTIVITÉS	33
ANNEXE 7 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE T550 SUR LES ACTIVITÉS	35
ANNEXE 8 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE MILLÉNALE SUR LES ACTIVITÉS	37
ANNEXE 9 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE CENTENNALE SUR L'HABITAT	39
ANNEXE 10 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE T550 SUR L'HABITAT	40
ANNEXE 11 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE MILLÉNALE SUR L'HABITAT	41

Table des illustrations

Figure 1	: Résultats de simulation d'une inondation due à une crue centennale	6
Figure 2	: Résultats de simulation d'une inondation due à une crue de période de retour de 550 ans ..	7
Figure 3	: Résultats de simulation d'une inondation due à une crue millénaire	8
Figure 4	: Découpage en îlots de la zone d'étude	13
Figure 5	: Courbe des dommages sans système de protection par application du Modèle de l'Orb mis à jour	18
Figure 6	: Résultats de simulation avec protection pour une inondation due à une crue centennale	20
Figure 7	: Résultats de simulation avec protection pour une inondation due à une crue T_{550}	20
Figure 8	: Résultats de simulation avec protection pour une inondation due à une crue millénaire	21
Figure 9	: Courbe des Dommages avec Barrière de Protection	22
Tableau 1	: Classification des crues historiques	5
Tableau 2	: Les Modèles de Calcul des Dommages Tangibles Directs et Indirects	8
Tableau 3	: Les valeurs de dommage actualisées dans le cas des petites activités	10
Tableau 4	: Les valeurs de dommage actualisées dans le cas des activités moyennes	10
Tableau 5	: Les valeurs de dommage actualisées dans le cas des grandes activités	10
Tableau 6	: Les classes de dommage retenues pour chaque classe d'activité	11
Tableau 7	: Classification des activités suivant leur classe de dommage	12
Tableau 8	: Estimation des dommages au réseau routier	12
Tableau 9	: Calcul de l'impact d'une crue centennale sur les activités	15
Tableau 10	: Calcul de l'impact d'une crue de période de retour de 550 ans sur les activités	15
Tableau 11	: Calcul de l'impact d'une crue millénaire sur les activités	15
Tableau 12	: Calcul de l'impact d'une crue centennale sur les habitations	16
Tableau 13	: Calcul de l'impact d'une crue de période de retour de 550 ans sur les habitations.....	16
Tableau 14	: Calcul de l'impact d'une crue millénaire sur les habitations	16
Tableau 15	: Synthèse des impacts monétaires des trois scénarii de crue	16
Tableau 16	: Synthèse des coûts engendrés par l'acquisition de la barrière ALTOO (T_{100})	19
Tableau 17	: Synthèse des coûts engendrés par l'acquisition de la barrière ALTOO (T_{550})	19
Tableau 18	: Synthèse des coûts engendrés par l'acquisition de la barrière ALTOO (T_{1000})	20
Tableau 19	: Comparaison des trois niveaux de protection possibles	24



1. Introduction

Ce rapport d'activité concerne « l'Étude Relative à la Protection de la Zone Centre d'Orléans située en bordure des quais ». Il constitue le dernier livrable d'un projet de recherche contractuel établi entre la société Altoo, Aix-Marseille Université (AMU) et le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Le Plan Loire Grandeur Nature est l'organisme financeur de ce projet.

L'objet de ce projet de recherche consistait à établir une méthode générique (la méthode Indigoo) d'évaluation des impacts d'une inondation sur un territoire, en terme de dommages monétaires, et des apports de mesures de protection, en terme de bénéfices ou d'économies monétaires. L'étude qui fait l'objet de ce rapport est destinée à tester et valider la méthode Indigoo. Une étude similaire a été réalisée sur le territoire de la ville de Tarascon.

Ce travail a été mené de façon conjointe à une étude technique qui a permis de caractériser expérimentalement les performances du système Altoo en présence de contraintes hydrodynamiques. Les modèles expérimentaux issus de cette étude ont servis de base à la construction d'un simulateur de scénarii d'inondation. Les résultats de ces simulations sont intégrés à Indigoo en vue d'évaluer l'apport du système Altoo.

La première partie de ce document est consacrée à la description de la zone étudiée ainsi qu'à l'analyse des différents scénarii d'inondation qu'elle peut subir. La deuxième partie présente la démarche méthodologique ainsi que les modèles mis en œuvre pour estimer l'impact des inondations avec ou sans système de protection. La dernière partie est l'application de la méthode et des modèles au cas étudié.

2. La Commune d'Orléans

Orléans se trouve dans le coude septentrional de la Loire, qui la traverse d'est en ouest. La ville appartient au secteur de la vallée de la Loire situé entre Sully-sur-Loire et Chalonnes-sur-Loire, qui a été classé Patrimoine mondial de l'humanité par l'UNESCO en l'an 2000.

Sa population est de 114 185 habitants (2011), sa superficie est de 27,48 km² et son altitude varie de 90 m à 124 m.

Cinq ponts franchissent le fleuve : le pont de l'Europe, le pont du Maréchal Joffre (appelé aussi pont Neuf), le pont George V (appelé aussi pont Royal), servant de passage au tramway, le pont René Thinat et le pont de Vierzon (ferroviaire).

Au nord de la Loire (rive droite - cote 102 au pont Georges V, cote 110 à la place du Martroi), se trouve une petite butte qui monte légèrement jusqu'à la cote 125 à la Croix Fleury, à la limite de Fleury-les-Aubrais. Inversement, le sud (rive gauche) présente une légère dépression autour de 95 mètres d'altitude (à Saint-Marceau) entre la Loire et le Loiret. Ce secteur est situé dans le lit majeur de la Loire.

La zone étudiée est située au nord de la Loire entre le Pont Georges V et le Pont René Thinat (quai du Châtelet et quai du Fort Alleaume). La butte qui domine les quais constitue une protection naturelle contre les inondations. En cas de crue, les inondations sont limitées aux quais et aux premières rues (voir Annexe 1). Dans cette zone inondable, on trouve essentiellement de l'habitat à double étage et quelques activités commerciales et libérales (Voir Annexes 6, 7, 8). L'essentiel des activités commerciales se trouve au delà des zones inondables.

3. Historique des crues

Les dernières grandes crues de la Loire dont le débit est évalué à Orléans, ont les caractéristiques (en terme de débit) suivantes :

- Crue de 1856 : 7 200 m³/s
- Crue de 1866 : 7200 m³/s
- Crue de 1846 : 7100 m³/s
- Crue de 1907 : 3900 m³/s
- Crue de 2003 : 3250 m³/s

La classification de ces crues mesurées à Orléans en fonction de leur période de retour est donnée par le tableau 1 ci-après. La crue de 2003 est évaluée comme une crue vingtennale et celle de 1907 comme une crue cinquantennale.

Ces crues sont également caractérisées par une montée lente des eaux (2 à 4 cm par heure) et des durées brèves pouvant varier de quelques heures à quelques jours (5 à 6 jours).

Tableau 1 : Classification des crues historiques.

Crue (Année)	Débit (m³/s)	Référence Pont Georges V (m)	Altitude de l'eau Pont Georges V (m)
1856	7 200	7,1	97,58
1866	7 200	6,92	97,4
1846	7 100	6,78	97,26
1907	3 900	5,25	95,73
2003	3 250	3,75	94,23

4. Les scénarii de crue et d'inondation envisagés

Afin de calculer les Dommages Moyens Annuels (DMA) et les Dommages Évités Moyens Annuels (DEMA) grâce à l'usage de digues amovibles, il nous faut estimer les hauteurs d'eau dans la zone étudiée en fonction des crues significatives de la Loire. Pour cela, nous avons développé un outil de simulation capable de fournir les hauteurs d'eau en tout point, sur la base d'une modélisation topographique du site. L'objectif de notre étude étant d'évaluer l'apport des digues amovibles, nous avons considéré d'une part l'impact des crues sans leur usage et d'autre part l'impact de ces mêmes crues avec leur usage. Pour chacune des crues considérées (T_{100} , T_{550} et T_{1000}), nous avons retenu les scénarii les plus pessimistes afin d'obtenir les limites d'utilisation de ces digues amovibles.

Les valeurs numériques des hauteurs d'eau significatives de ces crues, ont été suggérées par la « Direction de la Maîtrise de l'Énergie et des Risques » de la Mairie d'Orléans. Ainsi, il a été retenu :

- un débordement de 0,7m au niveau du point bas du quai, correspondant à une crue T_{100} (aléa moyen),
- un débordement de 1,1m au niveau du point bas du quai, correspondant à une crue T_{550} ,
- un débordement de 1,5m au niveau du point bas du quai, correspondant à une crue T_{1000} (aléa haut)

L'aléa bas correspond à une crue « juste » débordante sur les quais dont la période de retour est évaluée à 70 ans ou 50 ans selon les références bibliographiques.

La Direction de la Maîtrise de l'Énergie et des Risques de la Mairie d'Orléans nous a fait part d'études effectuées sur l'évolution du lit de la Loire qui ont montré qu'il s'était affaissé d'environ 0,3m depuis les grandes crues du XIX^{ème} siècle. Par conséquent il était inutile d'envisager des scénarii au delà de 1,5m de débordement.

C'est sur la base de ces trois scénarii que les DMA et le DEMA ont été estimés.

4.1 La crue centennale (T_{100})

La Figure 1 ci-après représente la zone d'étude où le scénario d'une inondation correspondant à une crue centennale a été simulé. La partie supérieure de la figure est la vue satellitaire (Google Earth) et la partie inférieure représente le résultat de la simulation où l'eau est la partie colorée en vert. La superposition des deux images facilite la lecture et l'analyse de l'étendue des surfaces inondées. La hauteur d'eau maximale dans la zone est de 0,8 m.

Les résultats de simulation estiment une hauteur d'eau au niveau du repère de crue du 22 quai du Châtelet de 0,3 m.

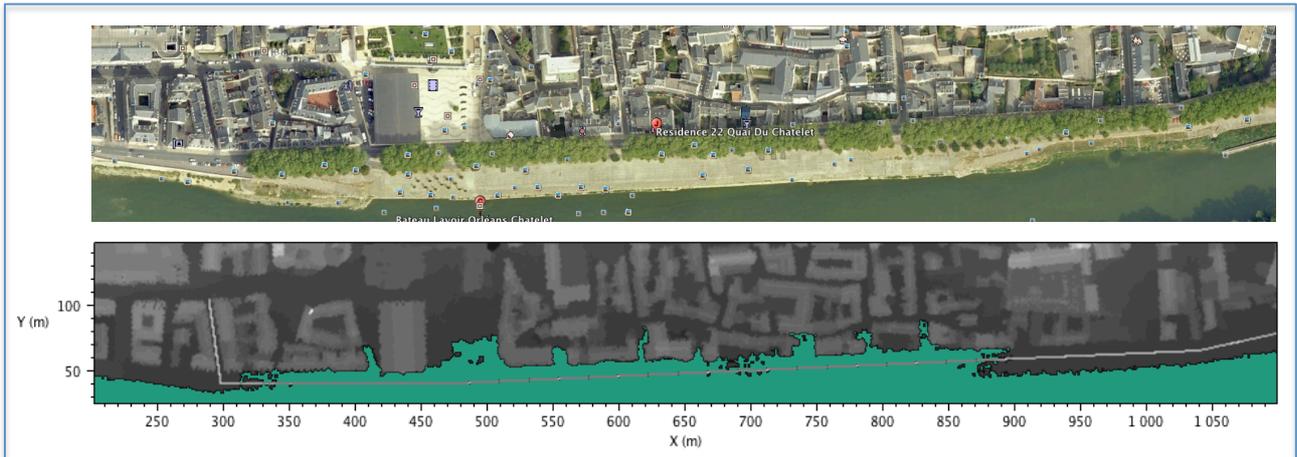


Figure 1 : Superposition de la vue satellitaire de la zone d'étude (Google Earth) avec les résultats de simulation d'une inondation due à une crue centennale.

4.2 La crue de période de retour de 550 ans (T_{550})

La Figure 2 ci-après représente la zone d'étude où le scénario d'une inondation correspondant à une crue de période de retour de 550 ans a été simulé. La hauteur d'eau maximale dans la zone est de 1,2 m et les résultats de simulation estiment une hauteur d'eau au niveau du repère de crue du 22 quai du Châtelet de 0,8 m.

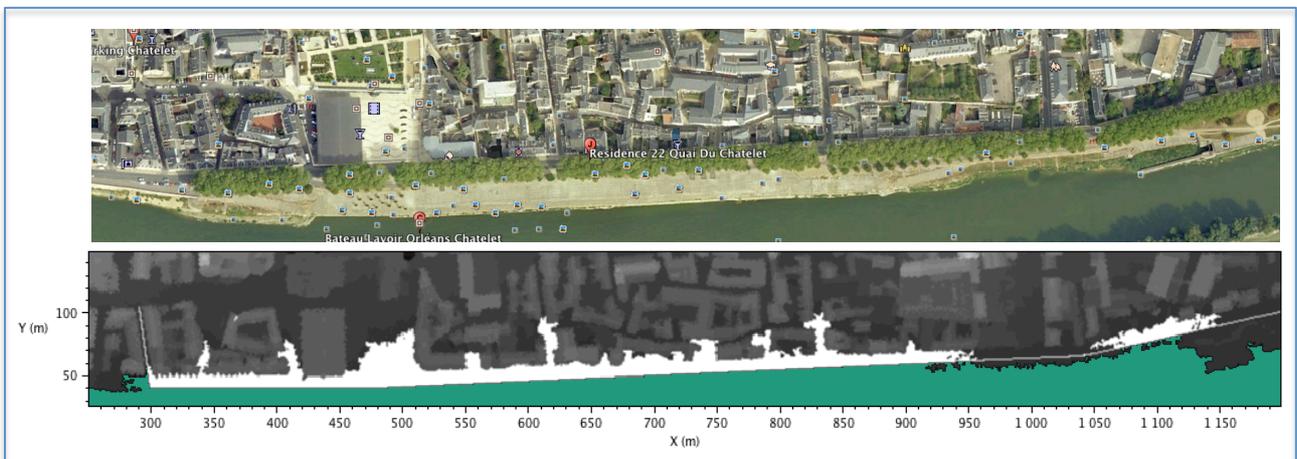


Figure 2 : Superposition de la vue satellitaire de la zone d'étude (Google Earth) avec les résultats de simulation d'une inondation due à une crue de période de retour de 550 ans.

4.3 La crue millénale

La Figure 3 ci-après représente la zone d'étude où le scénario d'une inondation correspondant à une crue millénale a été simulé. La hauteur d'eau maximale dans la zone est de 1,6 m et Les résultats de simulation estiment une hauteur d'eau au niveau du repère de crue du 22 quai du Châtelet de 1,2 m.

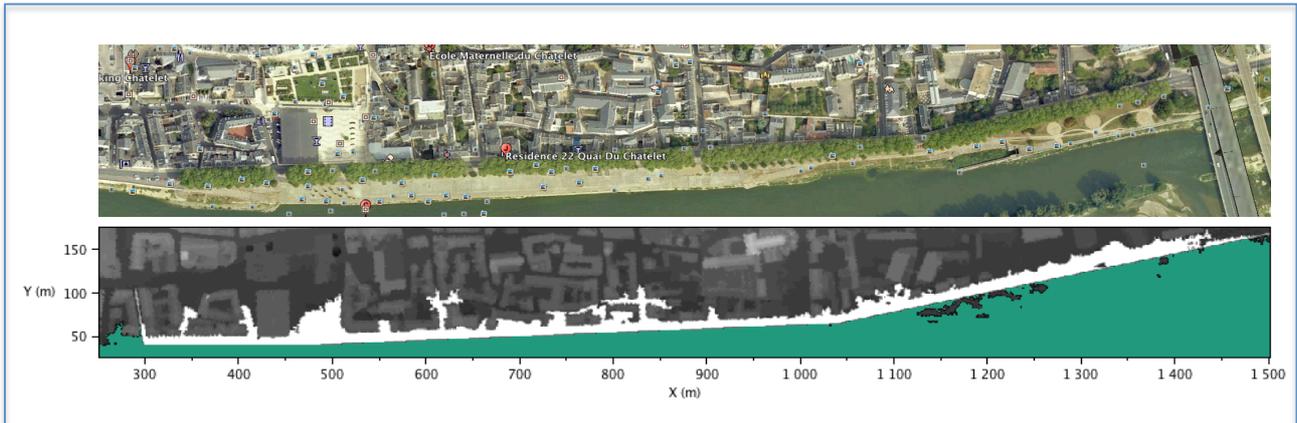


Figure 3 : Superposition de la vue satellitaire de la zone d'étude (Google Earth) avec les résultats de simulation d'une inondation due à une crue millénaire.

5. Analyse Prévisionnelle des Dommages aux Activités [11][17]

Les dommages tangibles directs aux activités sont du même type que ceux pour le bâti, c'est à dire qu'ils comprennent les dommages pour l'immobilier et le mobilier. A ces dommages, s'ajoutent ceux sur les stocks et les équipements spécifiques. Ainsi, les dommages sont très variables d'une entreprise à l'autre suivant la nature des matériels et stocks entreposés et leur vulnérabilité vis à vis de l'eau. Pour les dommages tangibles indirects comme la perte d'activité due à l'indisponibilité des locaux, il en est de même. Pour évaluer ces dommages tangibles indirects, une technique simple consiste à appliquer un facteur K aux coûts des dommages directs. On retrouve ce facteur dans de nombreuses sources de la littérature [1][2][3].

Tableau 2 : Les Modèles de Calcul des Dommages Tangibles Directs et Indirects.

Type de dommages	Sortes de dommages pris en compte	Modèles de calcul
Tangible Direct	Dommage immobilier Dommage équipements Dommage stocks Dommage infrastructure Dommage réseaux	Enquêtes Estimation Modèle de l'Orb
Tangible indirect	Pertes d'activités Remise en état Intervention	Enquêtes Estimation Coefficient K

5.1 Les Dommages Indirects

Le coefficient K est issu de la méthode PATRICOVA (Plan d'action territorial à caractère sectoriel sur la prévention du risque d'inondation dans la communauté de Valence). Ce coefficient varie de 1 à 1,55 pour rendre compte des dommages indirects. La valeur K=1 correspond à la seule prise en compte des dommages directs. La valeur K=1,55 signifie qu'on évalue le montant des coûts indirects à la hauteur de 55% des coûts directs

5.2 Le Modèle d'Estimation des Dommages Directs

5.2.1 Introduction

Le modèle d'estimation des dommages d'une inondation sur les activités économiques d'un territoire qui a été développé lors de l'étude socio-économique des inondations sur le bassin versant de l'Orb [2], est directement issu des travaux développés par le Gouvernement du Queensland (Natural Resources and Mines) en Australie [4]. Le modèle couvre les dommages directs ainsi définis : les dommages directs internes (matériels contenus dans les bâtiments principaux), les dommages directs externes (véhicules, matériels contenus dans des dépendances ou des hangars), dommages directs structurels (nettoyage et réparation des bâtiments). Ainsi, il couvre (i) les dommages immobiliers, (ii) les dommages aux équipements et (iii) les dommages aux stocks. L'application de ce modèle nécessite de connaître au préalable les variables suivantes :

- la classe d'activité de l'entreprise,
- la surface des locaux de l'entreprise,
- la localisation de l'entreprise.

La connaissance de la classe d'activité de l'entreprise détermine sa classe de dommages (voir annexe 2) qui peut varier de 1 à 5. La connaissance de la surface des locaux de l'entreprise classe celle-ci dans l'une des trois catégories : petite ($< 200 \text{ m}^2$), moyenne ($200 - 650 \text{ m}^2$) ou grande ($> 650 \text{ m}^2$) (voir annexe 3 et 4). La localisation de l'entreprise sur le territoire (en x, y et z) permet d'estimer la hauteur d'eau d'inondation en fonction des scénarii envisagés. La connaissance de ces trois variables est nécessaire pour accéder à l'un des trois tableaux dont les valeurs qu'ils contiennent sont significatives d'une estimation des dommages relative à une classe d'activité (celle à laquelle appartient l'entreprise en question).

A titre d'exemple, considérons une entreprise de boulangerie au détail (classe de dommages = 2) dont la surface est inférieure à 200 m^2 et pour une inondation de 0,6 m, nous obtenons une estimation des dommages de 3889 € avec les tableaux de l'annexe 4.

5.2.2 Actualisation des tableaux d'estimation des dommages

Les valeurs fournies par les tableaux de l'Annexe 4 (étude de l'Orb), ont été établies sur la base de celles de l'étude Australienne (Annexe 3) en prenant en compte les éléments d'ajustement suivants [2]:

- la différence du Coût de la Vie en Australie et en France ($CV_{\text{France}} = 1,22 CV_{\text{Australie}}$),
- le taux de change entre le Dollars Australien et l'Euro ($1\$ = 0,6\text{€}$),
- l'inflation sur la base du même facteur d'ajustement que pour le bâti, à savoir l'indice du coût de la construction (ICC) entre 1993 et 2005 ($ICC = 1,2047$) (cf. site de l'INSEE).

Dans les tableaux de l'étude de l'Orb, les auteurs ont pris en compte le fait que les planchers en rez-de-chaussée étaient surélevés. Pour cela, ils ont introduit une catégorie de valeurs de dommage supplémentaire pour la première classe de hauteur d'eau ($[0 - 0,5]$) dont les valeurs sont inférieures (d'un facteur $\frac{1}{2}$) à celles de la première classe de hauteur d'eau de l'étude australienne. Les valeurs de dommage établis par l'étude australienne se trouvent ainsi décalés d'une classe de hauteur d'eau pour l'étude de l'Orb.

Pour notre étude, nous sommes repartis des tableaux de l'étude de l'Orb (2005) en actualisant les valeurs à partir de l'évolution de l'indice ICC entre 2005 et 2013 (disponible sur le site de l'INSEE). Nous obtenons la valeur $ICC = 1,2633$. Nous avons également supprimé la première catégorie de valeurs de dommage pour rendre compte qu'on ne peut pas généraliser l'existence d'une surélévation à l'ensemble des bâtiments de la zone étudiée. Lorsqu'une surélévation existe, il en a été tenu compte de façon spécifique. Les tableaux 2, 3 et 4 fournissent l'ensemble de ces valeurs de dommage.

Tableau 3 : les valeurs de dommage actualisées dans le cas des petites activités en €.

Classes de hauteur d'eau	Petites activités (< 200 m ²) Classes de Dommage				
	1	2	3	4	5
] 0 - 0,5]	2456	4913	9826	19651	39301
] 0,5 – 1]	6142	12284	24569	49136	98272
] 1 – 1,5]	9212	18424	36848	73696	147390
] 1,5 – 2]	10237	20472	40944	81887	163775
] 2 – 2,5]	10849	21698	43398	86796	173591

Tableau 4 : les valeurs de dommage actualisées dans le cas des moyennes activités en €.

Classes de hauteur d'eau	Moyennes activités (200 – 650 m ²) Classes de Dommage				
	1	2	3	4	5
] 0 - 0,5]	7781	15661	31123	62245	124491
] 0,5 – 1]	18835	37669	75337	150675	301349
] 1 – 1,5]	28635	57322	114643	229286	458574
] 1,5 – 2]	31730	63462	126922	253846	507692
] 2 – 2,5]	33779	67557	135115	270231	540461

Tableau 5 : les valeurs de dommage actualisées dans le cas des grandes activités en €/m².

Classes de hauteur d'eau	Grandes activités (> 650 m ²) Classes de Dommage				
	1	2	3	4	5
] 0 - 0,5]	8	15	32	62	125
] 0,5 – 1]	43	87	174	349	696
] 1 – 1,5]	91	181	336	723	1445
] 1,5 – 2]	148	294	589	1177	2356
] 2 – 2,5]	177	330	710	1419	2837

5.2.3 Détermination de la Classe de Dommage

La classe de dommage d'une entreprise est déterminée à partir du tableau de l'annexe 4. Ce tableau associe un intervalle de dommage à chaque classe d'activité. Si l'on prend l'exemple des activités de bureaux, l'intervalle de dommage associé est [1,3 – 3,3]. Nous avons choisi de calculer pour chaque intervalle une valeur de dommage égale à la partie entière de la valeur moyenne de l'intervalle. Ce choix minore, en moyenne, l'estimation des dommages. Le tableau 6 ci-après donne l'ensemble des classes de dommage retenu pour notre étude et le tableau 7 classe les activités en fonction de leur classe de dommage.

Tableau 6 : les classes de dommage retenues pour chaque classe d'activité

Classe d'activité	Intervalle de Dommage	Dommage Moyen	Classe de Dommage retenue
Fleuriste	[1 .. 2]	1,5	1
Centre de Jardinage	[1 .. 2,5]	1,75	1
Cafés/À Emporté	[1,3 .. 2,8]	2,05	2
Restaurants	[2 .. 3,4]	2,7	2
Pavillon de Sport	[1 .. 2,3]	1,7	1
Salon de Consultation	[1 .. 2,8]	1,9	1
Cabinets Médicaux	[1,5 .. 3,3]	2,2	2
Bureaux	[1,3 .. 3,3]	2,3	2
Vente de Véhicules/Vastes zones couvertes	[1 .. 3,5]	2,25	2
Écoles	[1 .. 3,1]	2,05	2
Églises	[1 .. 2,1]	1,55	1
Bureaux de Poste	[1 .. 3,3]	2,15	2
Nourriture	[1,6 .. 3,3]	2,5	2
Boucherie	[1,6 .. 3,3]	2,5	2
Boulangerie	[1,6 .. 3,3]	2,5	2
Librairie	[1 .. 2,6]	1,8	1
Station de Services	[1,3 .. 2,9]	2,1	2
Bars	[1,5 .. 2,8]	2,15	2
Vente de biens d'occasions	[1,2 .. 2,7]	1,95	1
Bibliothèque	[2,4 .. 4,2]	3,3	3
Chimistes	[3,5 .. 4,5]	4	4
Clubs (discothèques)	[1,6 .. 3,5]	2,55	2
Matériels	[2 .. 3,6]	2,8	2
Instruments de Musique	[3,3 .. 5,3]	4,3	4
Impression	[2,8 .. 4,8]	3,9	3
Produits Électriques	[3,3 .. 5,3]	4,3	4
Vêtements Hommes/Femmes	[3 .. 5]	4	4
Commerce de Bouteilles	[2,7 .. 5]	3,85	3
Appareils Vidéo et Photographiques	[3,7 .. 6]	4,85	4
Produits Pharmaceutiques	[4,2 .. 6]	5,1	5
Produits Électroniques	[4 .. 6]	5	5

Tableau 7 : Classification des activités suivant leur classe de dommage

Classes de dommage	Activités
1	Fleuriste, Centre de Jardinage, Pavillon de Sport, Salon de Consultation, Églises, Librairies, Vente de Biens d'Occasions.
2	Cafés, Restaurants, Cabinets Médicaux, Bureaux, Vente de Véhicules, Vastes Zones Couvertes, Écoles, Bureaux de Poste, Nourriture, Boucherie, Boulangerie, Stations de Service, Bars, Clubs, Matériels.
3	Bibliothèques, Impression (Imprimerie), Commerce de Bouteilles
4	Chimistes, Produits Électriques, Vêtements (Hommes et Femmes), Appareils Vidéos et Photographiques, instruments de Musique
5	Produits Pharmaceutiques, Produits Électroniques

5.2.5 Les Dommages aux Réseaux

Comme cela a déjà été discuté dans le « Rapport sur l'Évaluation des Impacts d'une Inondation et des Mesures de Protection » (§3.3.6 p 27), seul le réseau routier fait l'objet d'un modèle d'estimation des dommages reconnu. Ces dommages sont estimés à partir d'un coût moyen par kilomètre de 10 000 €. Ce coût provient d'une étude conduite lors de l'estimation économique des crues de l'Orb à partir des anciennes crues sur le bassin de l'Orb.

Compte tenu des scénarii retenus, ces dommages sont pris en compte pour les crues de période de retour T_{100} , T_{550} et T_{1000} .

Tableau 8 : Estimation des dommages au réseau routier

Longueur du Réseau de la Zone	Modèle de Calcul	Crue T100		Crue T550		Crue T1000	
		Longueur Impactée	Montant	Longueur Impactée	Montant	Longueur Impactée	Montant
2,086 km	10 000 €/km	0,783 km	7830 €	1240 km	12 400 €	1,623 km	16 230 €

6. Analyse Prévisionnelle des Dommages aux Habitations [11][17]

La démarche suivie pour l'estimation des Dommages aux habitations est constituée des étapes suivantes :

1. Décomposition la zone inondable en îlots d'habitation,
2. Calcul de l'emprise au sol de chaque îlot d'habitation,
3. Estimation, pour chaque îlot, du niveau d'inondation moyen (hauteur d'eau moyenne),
4. Dénombrement, pour chaque îlot, du nombre de portes d'entrée,
5. Mesure de la hauteur du pas de porte pour chaque entrée,
6. Calcul de la proportion, pour chaque îlot, d'entrées surélevés,
7. Estimation de la surface de chaque îlot impactée par l'inondation,
8. Estimation du prix moyen au m^2 ,
9. Estimation des dommages par application du modèle de JP. Torterotot.

Le découpage en îlots

Le découpage a été réalisé suivant un critère d'unité de construction et/ou de localité spatiale. La figure 4 ci-après donne une représentation des îlots ainsi définis.

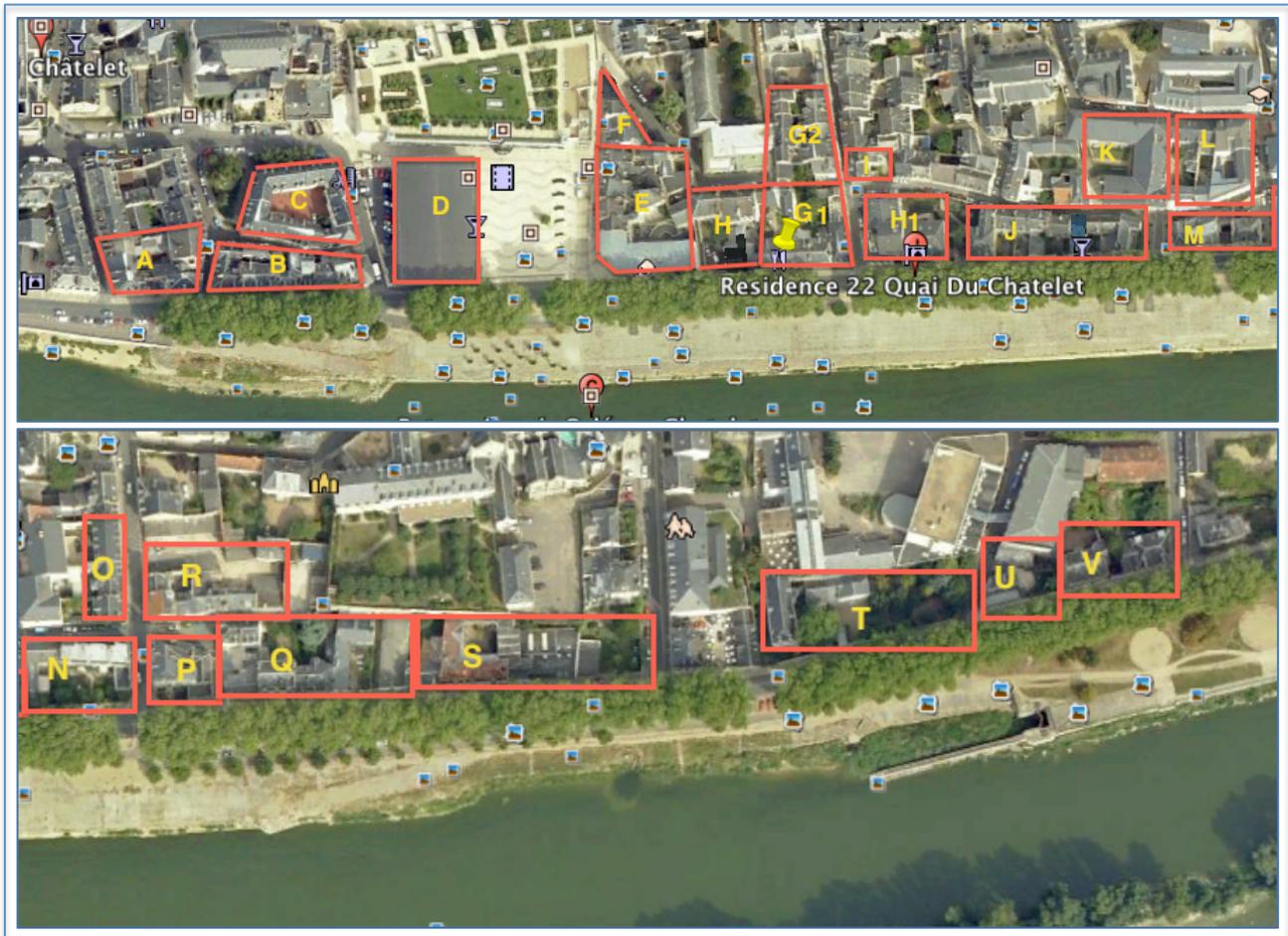


Figure 4 : découpage en îlot de la zone d'étude

Le Calcul de l'emprise au sol

L'emprise au sol a été calculée au moyen des outils de mesure de « Google Earth ». Le résultat de ces mesures est disponible dans les tableaux des annexes 8, 9 et 10.

Estimation de la hauteur d'eau moyenne

Les hauteurs d'eau ont été mesurées au moyen du simulateur d'inondation. Les points de mesure ont été réalisés sur le pourtour de chaque îlot. Une valeur moyenne a été calculée sur la base de ces points de mesure.

Dénombrement des portes d'entrée

Il s'agit simplement de compter le nombre d'entrées de chaque îlot, en notant celles qui sont surélevées ainsi que la valeur de cette surélévation. De ce comptage il est déduit la part du bâtiment protégée par cette surélévation.

A titre d'exemple, au niveau de l'îlot A (voir Annexe 8), une seule entrée sur neuf est surélevée de 0,5 m ; les huit autres entrées sont situées au niveau du sol. Ainsi, nous avons considéré que 1/9 de la surface de l'îlot était protégé à raison d'une surélévation de 0,5m. Pour cet îlot d'emprise au sol de 875 m², une surface de 97 m² a été estimée protégée par cette surélévation.

Estimation du prix moyen au m²

Cette estimation a été réalisée sur la base des informations disponibles sur les sites internet des agences immobilières situées sur Orléans. On obtient un prix de 2300 € / m².

Estimation des Dommages

Les courbes de JP. Torterotot sont définies en fonction des paramètres suivants :

- la rapidité de la crue,
- la possibilité de mettre à l'abri le mobilier,
- l'existence ou pas d'un sous-sol,

À ces paramètres s'ajoute la possibilité de considérer le bâtiment dans son ensemble ou uniquement à l'étage impacté.

Dans notre cas, nous connaissons les surfaces d'emprise au sol et les hauteurs d'eau sont telles que seules les rez-de-chaussée seront impactés. Nous choisissons donc les courbes de calcul de l'endommagement à l'étage (Ee). D'autre part, n'ayant aucun moyen de connaître l'existence ou pas de sous-sols, nous avons considéré qu'il n'y en avait pas. Ce choix va dans le sens d'une minoration des dommages.

Les crues ont été caractérisées comme ne dépassant pas quelques jours. Deux à trois jours pour les aléas moyens et cinq à six jours pour les aléas forts. Nous pouvons estimer que nous sommes en présence de crues dites « rapide » (de courtes durées). Une crue est considérée lente pour des durées de submersion proches ou supérieures à quinze jours.

Concernant la possibilité de mise à l'abri du mobilier, il s'avère que les hauteurs moyennes d'eau que nous avons sont en majorité inférieures au seuil de croisement des courbes d'endommagement avec ou sans déplacement. Nous avons donc choisi les courbes sans déplacement qui minorent l'endommagement, compte tenu des hauteurs moyennes d'eau.

Ainsi, le modèle d'endommagement retenu est donné par l'équation :

$$Ee = 11,91 + 0,0822 H$$

Les Annexes 8, 9 et 10 donnent le détail de ces calculs pour l'ensemble de la zone étudiée.

7. Estimation des dommages potentiels et du DMA

7.1 Les Dommages aux Activités

Le modèle d'estimation présenté au cours du paragraphe 5.2 (Modèle de l'Orb) a été appliqué systématiquement à chaque entreprise de la zone étudiée après que chacune d'elle ait été géo-localisée dans les trois dimensions (x, y, z) et pour chaque scénario de crue.

Les Tableaux 9, 10, 11 ci-après sont des extraits des calculs effectués sur l'ensemble des entreprises (Annexe 6, 7, 8). Les Classes de Dommages et les Classes de Tailles sont conformes au modèle présenté au cours du paragraphe 5.2 (p 16). Les Classes de Hauteur d'Eau (Classe Heau) sont ainsi définies :

- Classe 1, Hauteur d'Eau $\in [0 - 0,5 \text{ m}[$,
- Classe 2, Hauteur d'Eau $\in [0,5 - 1,0 \text{ m}[$,
- Classe 3, Hauteur d'Eau $\in [1,0 - 1,5 \text{ m}[$,
- Classe 4, Hauteur d'Eau $\in [1,5 - 2,0 \text{ m}[$,
- Classe 5, Hauteur d'Eau $\geq 2 \text{ m}$.

Tableau 9 : Calcul de l'impact sur les activités d'une crue centennale

Entreprise	Activité	Classes Dommages	Classes tailles	Classes Heau	Dommages Directs €	Dommages Indirects €	Dommages Totaux €
Le Girouet	Restauration Traditionnelle	2	1 (< 200 m ²)	1	4 913	2 702	7 615
Garden Ice Café	Restauration Traditionnelle	2	2	0	0	0	0
...
Total Zone	TOUTES				128 575	70716	199 291

Tableau 10 : Calcul de l'impact sur les activités d'une crue de période de retour de 550 ans

Entreprise	Activité	Classe Dommage	Classe taille	Classe Heau	Dommages Directs €	Dommages Indirects €	Dommages Totaux €
Le Girouet	Restauration Traditionnelle	2	1 (< 200 m ²)	2	12 284	6 756	19 040
Garden Ice Café	Restauration Traditionnelle	2	2	0	0	0	0
...
Total Zone	TOUTES				143 317	78 824	222 141

Tableau 11 : Calcul de l'impact sur les activités d'une crue millénale

Entreprises	Activités	Classes Dommages	Classes tailles	Classe Heau	Dommages Directs €	Dommages Indirects €	Dommages Totaux €
Le Girouet	Restauration Traditionnelle	2	1 (< 200 m ²)	2	12 284	6756	19 040
Garden Ice Café	Restauration Traditionnelle	2	2	1	15 561	8558	24 119
...
Total Zone	TOUTES				344 755	189 615	534 370

7.2 Les Dommages aux Habitations

L'application du processus détaillé au cours du paragraphe 6, a abouti aux estimations dont les tableaux 12, 13 et 14 en illustrent quelques exemples.

Tableau 12 : Calcul de l'impact sur les habitations d'une crue centennale

Ilot	Localisation	Surface au sol	Surface Impactée	Hauteur d'Eau	% Entrées Surélevées	Hauteur Surélévation	Dommmages €
A	Lin, Châtelet, petit puits	875	147	0,14	11	0,5	23 759
E	Poterne, Châtelet	1650	1034	0,33	15	0,5	168 833
H	Quai Châtelet	672	150	0,34	28	0,5	20 805
...
Total Zone	TOUTES						1 342 083

Tableau 13 : Calcul de l'impact sur les habitations d'une crue de période de retour de 550 ans

Ilot	Localisation	Surface au sol	Surface Impactée	Hauteur d'Eau	% Entrées Surélevées	Hauteur Surélévation	Dommmages €
A	Lin, Châtelet, petit puits	875	875	0,3	11	0,5	148 305
E	Poterne, Châtelet	1650	1034	0,8	15	0,5	218 629
H	Quai Châtelet	672	210	0,88	28	0,5	43 871
...
Total Zone	TOUTES						2 498 877

Tableau 14 : Calcul de l'impact sur les habitations d'une crue millénale

Ilot	Localisation	Surface au sol	Surface Impactée	Hauteur d'Eau	% Entrées Surélevées	Hauteur Surélévation	Dommmages €
A	Lin, Châtelet, petit puits	875	875	0,55	11	0,5	175 790
E	Poterne, Châtelet	1650	1347	0,7	15	0,5	278 479
H	Quai Châtelet	672	672	0,72	28	0,5	136 099
...
Total Zone	TOUTES						3 595 059

7.3 Le Total des Dommages sur la Zone

Le tableau ci-après reprend l'ensemble des dommages induits par les trois scénarii d'inondation.

Tableau 15 : Synthèse des impacts monétaires des trois scénarii de crue

Dommmages	Crue T100	Crue T550	CrueT1000
Activités	199 291	222 141	534 370
Habitations	1 342 083	2 498 877	3 595 059
Réseau Routier	7 830	12400	16 230
Total Zone	1 549 204 €	2 733 418 €	4 145 659 €

7.4 La Courbe des Dommages

Le report des Dommages estimés en fonction de chaque scénario de crue permet d'obtenir la représentation graphique de la figure 5. Les points « carrés rouges » représentent les valeurs calculées et le « trait bleu » représentent une courbe d'interpolation linéaire possible entre chaque point de mesure.

Le point des premiers dommages (Point A) n'est pas issu de nos estimations mais de la littérature [6] qui donne pour ce point un débit de $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ mesuré à la centrale de Dampierre. Ce niveau de débit correspond à la crue de 1907 qui est évaluée avec une période de retour de cinquante ans (T_{50})[7]. Les photos de cette crue montrent en effet un débordement du quai « Châtelet » qui vient affleurer les pas de porte des habitations.

Le point B est obtenu en appliquant un facteur 1,5 aux dommages générés par la plus forte crue modélisée. Ce qui donne B égale à 6,22 Millions d'Euros ($4,145 \times 1,5$).

7.5 Le Calcul du DMA

Le Dommage Moyen Annuel (ou Coût Moyen Annuel - CMA) exprime la valeur monétaire des dommages moyennés dans le temps (annuellement), en se basant sur l'espérance mathématique de la variable aléatoire « Coût des Dommages » dû à un événement d'inondation, avec des probabilités exprimées en fréquence annuelle de dépassement [5].

La courbe des Dommages de la figure 6 est constituée de quatre segments de droite ayant pour équation :

- (1) Dommages = $-2075.F + 6,22$
- (2) Dommages = $-1765.F + 5,91$
- (3) Dommages = $-144,4.F + 3$
- (4) Dommages = $-154,9.F + 3,1$

Le DMA est la somme des DMA_i obtenus par application de la relation :

$$DMA_i = \int_{b_{1i}}^{b_{2i}} \text{Dommages}(F) dF$$

Avec $b_{11} = 0$; $b_{21} = 0,001$;
 $b_{12} = 0,001$; $b_{22} = 0,0018$;
 $b_{13} = 0,0018$; $b_{23} = 0,01$;
 $b_{14} = 0,01$; $b_{24} = 0,02$.

Soit : $DMA_1 = 5,1825 \cdot 10^{-3} \text{ M€}$
 $DMA_2 = 2,7512 \cdot 10^{-3} \text{ M€}$
 $DMA_3 = 1,7756 \cdot 10^{-2} \text{ M€}$
 $DMA_4 = 7,745 \cdot 10^{-3} \text{ M€}$

Et $DMA = 0,03325 \text{ M€}$

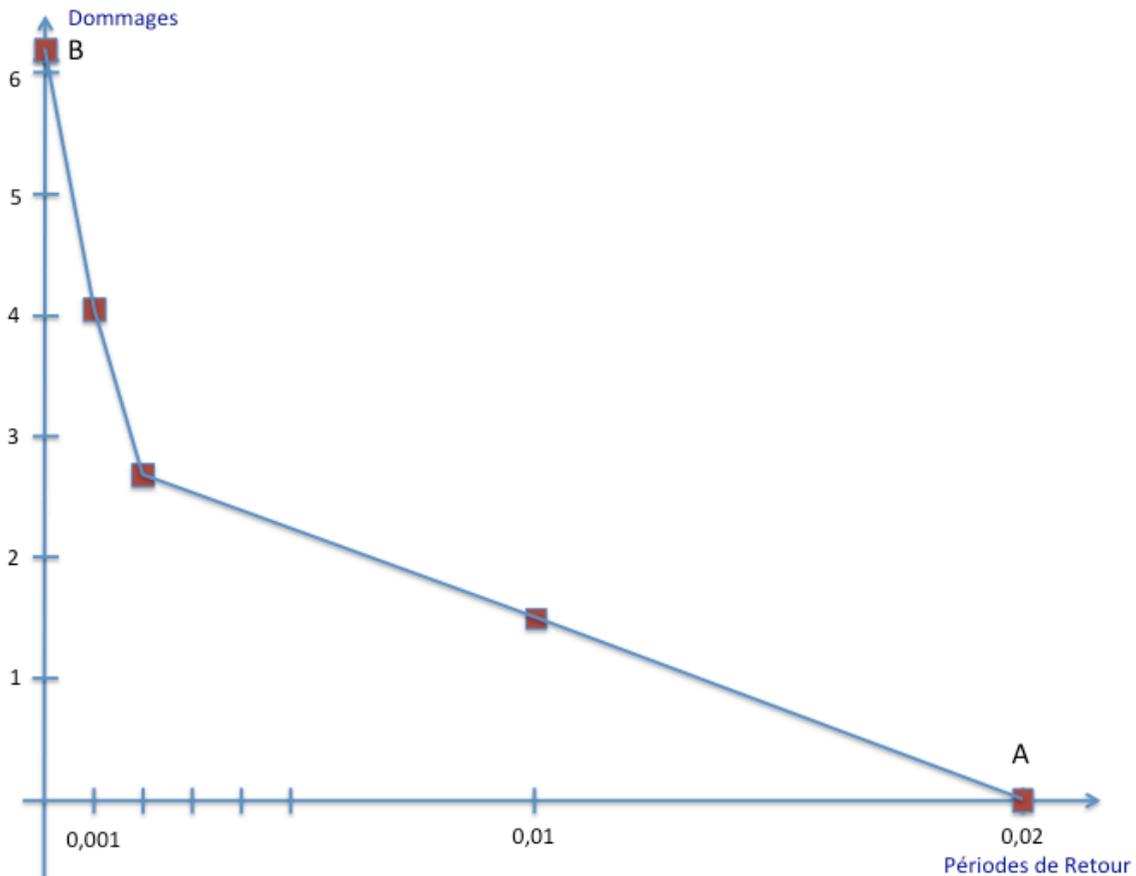


Figure 5 : Courbe des dommages estimés sans système de protection.

8. Estimation des coûts liés à l'acquisition de la barrière ALTOO

Les coûts liés à l'acquisition de la barrière ALTOO ont été évalués en considérant les trois postes de dépense suivants : (i) les coûts liés à l'achat de la barrière, (ii) les coûts liés à la mise en œuvre de la barrière et (iii) les coûts liés à l'entretien de la barrière.

8.1 Les Coûts liés à l'achat de la barrière

Les coûts liés à l'achat de la barrière sont donnés en € par mètre linéaire. Ils comprennent le coût des tubes, le coût des accessoires, le coût de la formation et le coût de l'ingénierie amont. Les données du constructeur sont les suivantes :

- 350 € / mètre pour [0 ; 1] km de barrage,
- 330 € / mètre pour]1 ; 2] km de barrage,
- 300 € / mètre pour]2 ; 3] km de barrage,
- 260 € / mètre pour]3 ; 4] km de barrag,

8.2 Les Coûts liés à la mise en œuvre de la barrière

Les principaux coûts de mise en œuvre sont liés à l'acquisition de motopompes pour le remplissage des tubes. Il faut noter qu'il est également prévu de remplir les tubes au moyen des bornes incendies mais nous nous placerons volontairement dans l'hypothèse où celles-ci ne seraient pas disponibles ni accessibles.

Le prix moyen d'une motopompe dotée d'un moteur thermique capable de débiter entre 80 et 110 m³ / heure est de 2400 € HT. Un tel débit permet de remplir un barrage 3 tubes de 0,75 m de diamètre et de 100m de long en un peu plus d'une heure avec deux hommes.

Les motopompes ayant servi à remplir les barrages pourront ensuite être utilisées pour vider les zones protégées des eaux dues aux différentes fuites.

8.3 Les Coûts liés à l'entretien de la barrière

Les barrières ALTOO doivent être stockées dans un lieu au sec et à l'abri des intempéries. L'espace nécessaire est de 20 m² par kilomètre de digue.

Au delà du stockage, l'entretien se limite à un test d'étanchéité et de bonne tenue en charge tous les deux ans. Le test d'étanchéité consiste à gonfler les tubes d'air et le test en charge consiste à les remplir d'eau. Le temps nécessaire à ces tests est estimé à 3h pour deux hommes et pour 100 mètres linéaires de barrières.

En estimant le taux horaire chargé d'un technicien à 30 €, il faut compter 180 € pour l'entretien de 100 mètres linéaires tous les deux ans, soit 90 € / an.

8.4 Application au cas de la Zone d'Orléans

Les résultats de simulation des différents scénarii d'inondation de la Zone d'Orléans montrent qu'il est nécessaire d'envisager une longueur de digue de 0,65 km pour répondre à une crue centennale, de 1,1 km pour répondre à une crue de période de retour de 550 ans et 1,5 km pour la crue millénaire.

Les tableaux 16, 17 et 18 fournissent la synthèse des coûts engendrés par l'acquisition de la barrière ALTOO dans chacun des cas.

Tableau 16 : Synthèse des coûts engendrés par l'acquisition de la barrière ALTOO pour répondre à une crue millénaire (Niveau de Protection T₁₀₀₀)

Type de Coût	Coût à l'unité	Nombre d'unités	Total
Achat	330 € / ml	1500	495 000 €
Mise en œuvre	2400 € / pompe	4	9 600 €
Entretien	1350 € / an	15	20 250 €
TOTAL			524 850 €

Tableau 17 : Synthèse des coûts engendrés par l'acquisition de la barrière ALTOO pour répondre à une crue de période de retour de 550 ans (Niveau de Protection T₅₅₀).

Type de Coût	Coût à l'unité	Nombre d'unités	Total
Achat	330 € / ml	1100	363 000 €
Mise en œuvre	2400 € / pompe	3	7 200 €
Entretien	990 € / an	15	14 850 €
TOTAL			385 050 €

Tableau 18 : Synthèse des coûts engendrés par l'acquisition de la barrière ALTOO pour répondre à une crue centennale (Niveau de Protection T_{100}).

Type de Coût	Coût à l'unité	Nombre d'unités	Total
Achat	350 € / ml	650	227 500 €
Mise en œuvre	2400 € / pompe	2	4 800 €
Entretien	540 € / an	15	8 100 €
TOTAL			241 075 €

9. Estimation des Dommages Évités Moyens Annuels (DEMA)

Le DEMA se calcule en effectuant la différence entre le DMA sans mesure de protection et de DMA avec mesure de protection. Dans ce sens, il est important de déterminer le seuil limite de protection que peut garantir la barrière ALTOO.

Les résultats expérimentaux et de simulation montrent que les tubes en charge prennent une forme ovoïde. Ce qui implique une baisse de la hauteur théorique de protection et une augmentation de la stabilité du barrage. Ainsi, la hauteur de la barrière « trois tubes » est de 1,2 mètres. D'autre part, il a été considéré un débit de fuite moyen de 50 litres par mètre linéaire.

Dans les scénarii simulés, il a été tenu compte des eaux de ruissellement provenant des versants situés au nord ainsi que des éventuels refoulements du réseau d'assainissement. Ces phénomènes n'ont pas été modélisés mais pris en compte sous forme d'une hauteur d'eau de 10, 20 ou 30 cm au point bas du quai. Pour le calcul du DEMA, nous avons retenu 30 cm.

9.1 Protection contre la crue centennale

La figure 6 montre les résultats de simulation obtenus pour une crue centennale sur 66 heures. Le niveau d'eau dans la zone protégée est dû aux fuites de la barrière (estimées à 50 litres / mètre linéaire) et aux eaux de ruissellement et de refoulement. Au niveau du point bas, la hauteur d'eau est d'environ 0,38 m pour une hauteur de barrière de 1,2m. Il est à remarquer que l'usage d'une seule motopompe ($110 \text{ m}^3 / \text{h}$) suffit à l'évacuation de ce volume d'eau sur la même période.

L'association de la barrière ALTOO avec une motopompe conduit à un Dommage estimé nul. Le coût des motopompes ayant été intégrées dans les coûts d'acquisition de la barrière, il est légitime d'évaluer les Dommages en considérant l'usage combiné de la barrière et des motopompes. Ainsi, il sera retenu pour l'étude la valeur nulle (Dommage = 0 €).

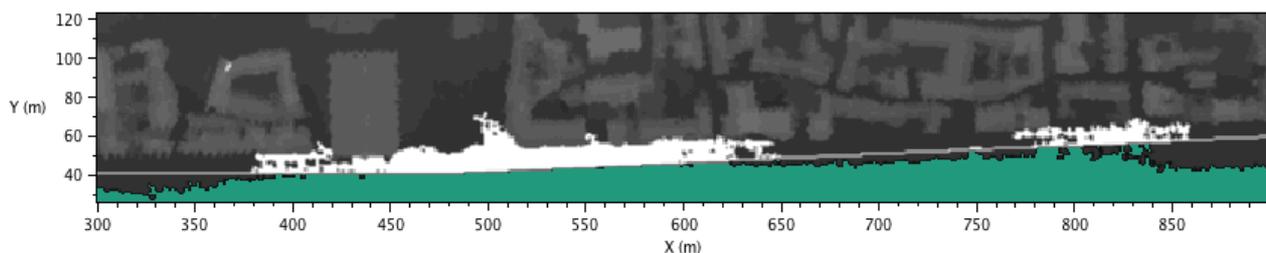


Figure 6 : Résultats de simulation avec protection pour une inondation due à une crue centennale après 66 heures, en considérant un débit de fuite de 50 l/ml et un apport d'eau de ruissellement et de refoulement de 0,3 cm au point bas.

9.2 Protection contre la crue T₅₅₀

La figure 7 montre les résultats de simulation obtenus pour une crue de période de retour de 550 ans sur 132 heures. Le niveau d'eau dans la zone protégée est dû aux fuites de la barrière (estimées à 50 litres / mètre linéaire) et aux eaux de ruissellement et de refoulement. Au niveau du point bas, la hauteur d'eau est d'environ 0,56 m pour une hauteur de barrière de 1,2m. Il est à remarquer que l'usage de deux motopompes (110 m³ / h) suffit à l'évacuation de ce volume d'eau sur la même période.

L'association de la barrière ALTOO avec une motopompe conduit à un Dommage estimé nul. Le coût des motopompes ayant été intégrées dans les coûts d'acquisition de la barrière, il est légitime d'évaluer les Dommages en considérant l'usage combiné de la barrière et des motopompes. Ainsi, il sera retenu pour l'étude la valeur nulle (Dommage = 0 €).

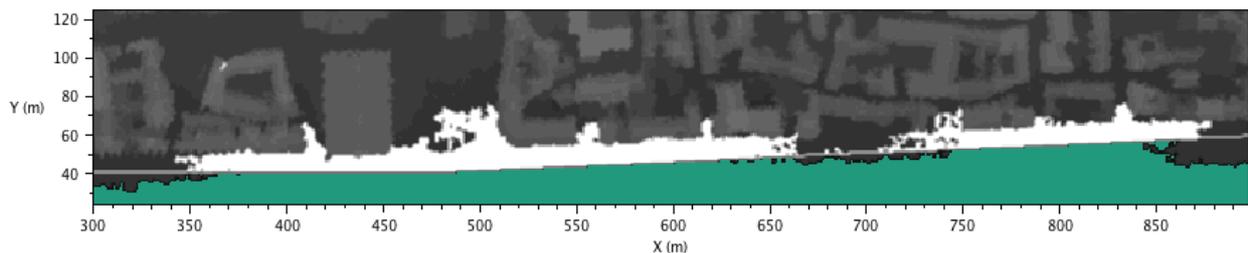


Figure 7 : Résultats de simulation avec protection pour une inondation due à une crue de période de retour de 550 ans après 132 heures, en considérant un débit de fuite de 50 l/ml et un apport d'eau de ruissellement et de refoulement de 0,3 cm au point bas.

9.3 Protection contre la crue Millénaire

Dans le cas d'une crue millénaire, la barrière de protection fait l'objet d'un débordement qui la submerge complètement. L'avantage de la barrière est d'introduire un délais de quelques heures (voir simulation) à l'inondation.

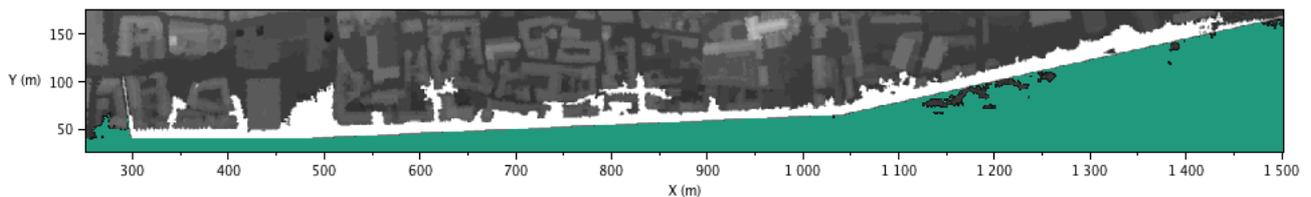


Figure 8 : Résultats de simulation avec protection pour une inondation due à une crue millénaire après 132 heures, en considérant un débit de fuite de 50 l/ml et un apport d'eau de ruissellement et de refoulement de 0,3 cm au point bas.

9.4 Calcul du DMA avec barrières de protection

La figure 10 donne une représentation de la courbe des Dommages_{bp} (Dommages avec Barrière de Protection) pour l'évaluation du DMA dans le cas d'une barrière de Niveau de Protection T₁₀₀₀. La courbe est constituée de deux segments de droite ayant pour équation :

$$(1) \text{Dommages}_{bp} = -2075.F + 6,22$$

$$(2) \text{Dommages}_{bp} = -5181.F + 9,33$$

Le DMA_{bp} est la somme des DMA_{bpi} obtenus par application de la relation :

$$DMA_{bpi} = \int_{b_{1i}}^{b_{2i}} Dommages_{bp}(F) dF$$

Avec $b_{11} = 0$; $b_{21} = 0,001$;
 $b_{12} = 0,001$; $b_{22} = 0,0018$;

Soit : $DMA_{bp1} = 5,1825 \cdot 10^{-3}$ M€
 $DMA_{bp2} = 1,658 \cdot 10^{-3}$ M€

Et $DMA_{bp} = 6,8405 \cdot 10^{-3}$ M€

Par conséquent :

$$DEMA = DMA - DMA_{bp} = 0,03325 - 0,0068405 = 0,026394 \text{ M€}$$

$$DEMA = 26\,394 \text{ €}$$

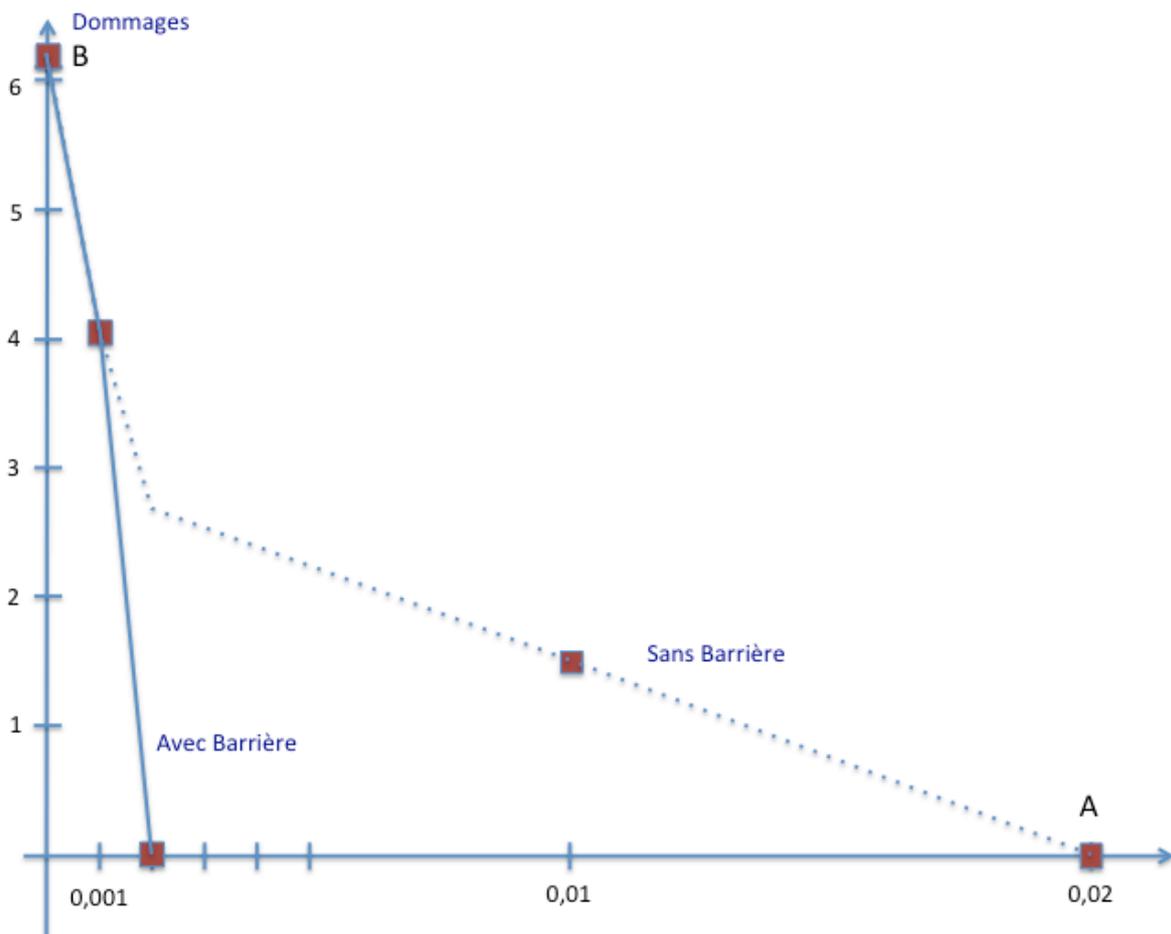


Figure 9 : Courbe des Dommages avec la Barrière de Protection

10. Calcul de la VAN

Pour conclure sur l'étude, la valeur du **DEMA** est intégrée au calcul de la Valeur Actualisée Nette (**VAN**). Le montant de la VAN peut s'interpréter comme la quantité de dommages évités et donc

économisés par la commune grâce aux investissements réalisés, déduction faite des coûts. La mesure est jugée pertinente économiquement si la VAN est positive. La VAN se calcule ainsi :

$$VAN = -C_0 + \sum_{i=0}^n \frac{1}{(1+r_i)^i} (DEMA - C_i)$$
$$= -C_0 + \left[\frac{1}{(1+r_1)} (DEMA - C_1) + \frac{1}{(1+r_2)^2} (DEMA - C_2) + \dots + \frac{1}{(1+r_n)^n} (DEMA - C_n) \right]$$

avec

C_0 , le coût initial de la mesure (ici au temps $i=0$),

DEMA, les dommages évités moyens annuels,

C_i , les coûts de fonctionnement du projet (à l'année i),

n , l'horizon temporel de la mesure,

r_i , le taux d'actualisation.

Remarque : les coûts C_i peuvent varier dans le temps ou peuvent être constants. L'opération « actualisation » correspond d'un point de vue mathématique à l'application du rapport $\frac{1}{(1+r_i)^i}$

L'horizon temporel correspond à la durée sur laquelle sont considérés les flux de coûts et de bénéfiques associés au projet. Il est parfois désigné par le terme « durée de vie du projet ». L'horizon considéré est égal à la durée de vie de la barrière. Le constructeur donne une durée de vie de quinze ans.

Le coût d'acquisition (Achat barrière + Mise en œuvre) est $C_0 = 504\,600$ €

Les coûts de fonctionnement (entretien) considérés constants sont :

$$C = 20\,250 \text{ € pour 15 ans} = 1350 \text{ € /an}$$

Selon les recommandations du Commissariat Général du Plan, le taux d'actualisation de base (r_i) s'élève à 4 % : $r_i = 0,04$.

D'où

$$VAN = -0,5376 + (DEMA - C) \sum_{i=0}^{15} \frac{1}{1,04^i}$$

$$VAN = -0,5046 + (0,026394 - 0,001350) \times 12,1184$$

$$VAN = -0,2011 \text{ M€}$$

11. Calcul de la VAN en fonction du niveau de protection

Ce paragraphe a pour objet de comparer la valeur de la VAN en fonction du niveau de protection pouvant être envisagé, à savoir :

- acquisition d'une barrière de protection contre les crues centennales,
- acquisition d'une barrière de protection contre les crues de période de retour de 550 ans,
- acquisition d'une barrière de protection contre les crues millénales.

Bien évidemment, une barrière de protection contre les crues centennales ne protégera pas contre les crues de niveau supérieur. La différence entre ces niveaux de protection réside dans la longueur de la barrière, ce qui impacte directement le coût de celle-ci. Le tableau 17 ci-après reprend de façon synthétique les valeurs significatives caractérisant ces trois niveaux de

protection. La seule donnée qui demeure constante dans cette simulation est le DMA sans barrière de protection (DMA = 0,03325).

Le DMA_{bp} et DEMA sont égaux dans les cas des niveaux de protection T550 et T1000 car comme nous l'avons vu au paragraphe 9.3, la dernière crue pour laquelle la barrière est efficace est la crue T550. Le seul avantage du niveau de protection T1000 est d'introduire un retard à l'inondation.

Dans les trois cas de figure la valeur de la VAN est négative, cela signifie que d'un point de vue strictement économique, le projet peut ne pas être jugé pertinent. La configuration dont la VAN est la plus intéressante est le niveau de protection T550.

Comme cela a été longuement développé et discuté au cours du premier rapport [8], le critère économique n'est qu'un aspect de la complexité du problème qui se pose à un décideur confronté au risque d'inondation sur son territoire. En particulier, il a été mis en évidence que tous les objectifs de développement de la gouvernance d'une collectivité communale pouvaient être affectés par une inondation.

D'autres parts, nous avons conscience que de nombreux coûts induits par une inondation n'ont pas été pris en compte dans notre estimation, faute de modèles reconnus et acceptés. On peut citer de façon non exhaustive : les coûts dus aux dommages humains (physiques et psychiques), les coûts dus aux secours, les coûts dus aux mesures de sauvegarde (qui incombent directement à la commune), les coûts dû au retour à une situation normale, etc.

Tableau 19 : Comparaison des trois niveaux de protection possibles

	Niveau de protection T100	Niveau de protection T550	Niveau de protection T1000
Longueur barrière	650	1100	1500
Coût Acquisition	232 300	370 200	504 600
Coût Entretien	8 100	14 850	20 250
DMA_{pb}	0,01914	$6,8405 \cdot 10^{-3}$	$6,8405 \cdot 10^{-3}$
DEMA	0,01409	0,026394	0,026394
VAN	-0,068	-0,0623	-0,2011

12. Conclusion

La problématique concernée par notre étude est la diminution de la vulnérabilité des territoires face aux inondations. Les textes réglementaires vont tous dans le même sens en terme de gestion des risques, de responsabilité, de transfert de compétences et d'implication des acteurs locaux. Dans ce contexte, des solutions techniques comme les digues amovibles permettent d'envisager des actions locales à la dimension des ressources financières locales en ciblant de façon précise leur mise en œuvre.

La méthode développée et expérimentée se présente comme un préalable au développement d'outils méthodologiques et d'aide à la décision qui offriront les moyens de pouvoir choisir en toutes connaissances de causes la solution la mieux adaptée aux contraintes territoriales et aux objectifs de développement.

Au cours de cette étude, nous avons pu valider l'applicabilité de la méthode Indigoo sur un territoire inondable. Des outils de calcul et de simulation originaux ont du être développés pour mettre en situation les barrières de protection et estimer leur comportement (fuites, stabilité, basculement, renardage, etc.). De ce comportement, un niveau résiduel d'eau, dans la zone protégée, a pu être estimé pour calculer le DMA en présence de la barrière de protection. Les données qui alimentent la méthode proviennent conjointement du territoire étudié, de résultats expérimentaux et de résultats de simulation.

Une évolution possible des travaux développés au cours de ce projet est la conception d'un outil informatique d'aide à l'implantation de barrières amovibles contre les inondations. Pour cela, il faut élargir les essais expérimentaux aux produits concurrents de la barrière proposée par la société Altoo, de façon à constituer une base de données de barrières de protection. Une analyse multicritères sera alors nécessaire pour prendre en compte les caractéristiques des différentes digues amovibles ainsi que les critères stratégiques des décideurs.

11. Bibliographie

- [1] Generalitat Valenciana (2002), Memoria Patricova, Documento n°1, Volumen 1.
- [2] INUNDA (2007), Étude socio-économique des inondations sur le bassin versant de l'Orb. Programme européen INTERREG III C Sud Europe – INUNDA. GRI 60306K. Octobre 2007.
- [3] O. Christophe (2008), Vulnérabilité de la Communauté Urbaine de STRASBOURG aux inondations de la Bruche et de l'Ill, Mémoire d'ingénieur de l'École Nationale du Génie de l'eau et de l'Environnement de Strasbourg, Juin 2008.
- [4] Queensland Government (2002), Guidance on the Assessment of Tangible Flood Damages. Department of Natural Resources and Mines, QNRM02081.
- [5] 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 – p. 29 à 44.
- [6] La lettre des Vals de l'Orléanais, n°3, Décembre 2012.
- [7] Lemarchand F., Normand M., Amoros C., 2005, Les crues, La Recherche 384, pp 73-76.
- [8] Mercantini JM., (2012), Rapport sur l'Évaluation des Impacts d'une Inondation et des Mesures de Protection.



A N N E X E S

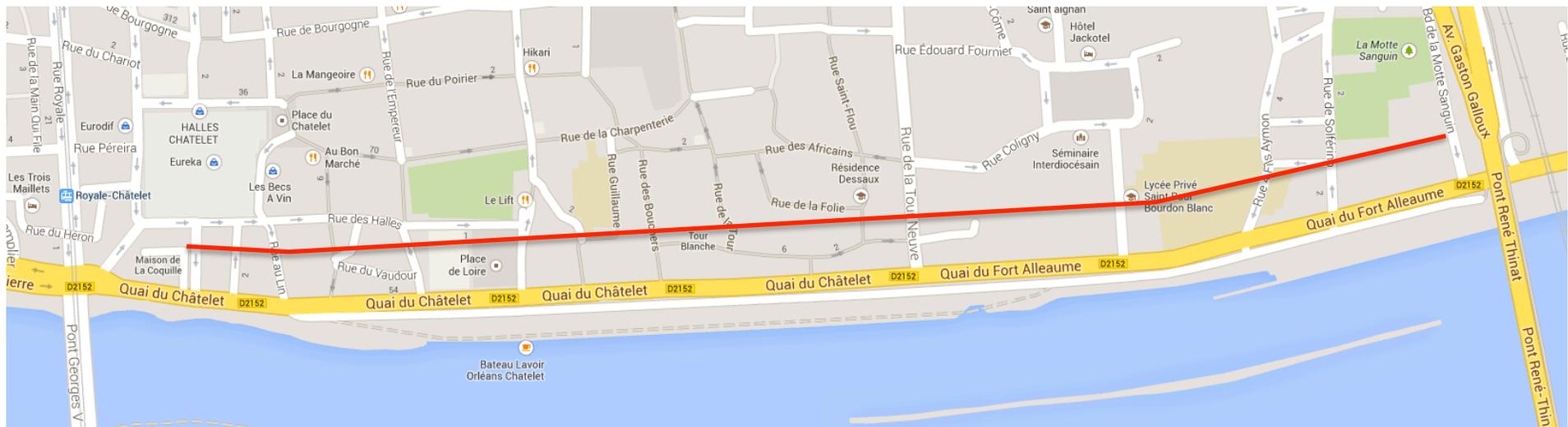


ANNEXE 1 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

(Carte Google Maps)

La carte ci-dessous identifie la zone qui fait l'objet de cette étude. Elle est située au nord de la Loire entre le Pont Georges V et le Pont René Thinat (quai du Châtelet et quai du Fort Alleaume). À l'inverse du côté sud, on trouve au nord de la Loire (rive droite - cote 102 au pont Georges V, cote 110 à la place du Martroi), une petite butte qui monte légèrement jusqu'à la cote 125 à la Croix Fleury. Cette butte constitue une protection naturelle contre les inondations. En cas de crue, les inondations sont limitées aux quais et aux premières rues situées au sud du trait rouge. Dans cette zone inondable, on trouve essentiellement de l'habitat à double étage et quelques activités commerciales et libérales (Voir Annexe X). L'essentiel des activités commerciales se trouve au delà des zones inondables.

A titre d'exemple, la cote de la crue cinquantennale (premiers dommages coté nord) est à 95,73 m, et la cote de la plus forte crue enregistrée (1856) est à 97,58 m.



ANNEXE 2 : NOTION DE FRÉQUENCE ET DE PÉRIODE DE RETOUR

Le caractère aléatoire des crues et des pluies conduit à une analyse probabiliste de leur occurrence (ou de leur fréquence d'apparition). A chacun de ces événements aléatoires (crue ou pluie ou autres) est associé une fréquence d'apparition ou une période de retour $T(E)$ (période de retour de l'événement E) définie comme l'inverse de la fréquence :

$$T(E) = 1 / \text{fréquence}$$

La période de retour permet d'apprécier le caractère plus ou moins exceptionnel d'un événement. Elle est l'intervalle de temps moyen entre deux occurrences ou deux observations de dépassement d'un certain seuil. Cette période de retour peut également être exprimée à partir de la fonction de répartition $F(E)$ ou de la fonction de densité de probabilité $f(E)$:

$$T(E) = 1 / f(E) \text{ ou } T(E) = 1 / (1-F(E))$$

Une crue de fréquence décennale (période de retour $T = 10$ ans) est par définition une crue qui a une chance sur 10 d'être atteinte ou dépassée une année donnée. En effet, une telle crue est dépassée en moyenne une fois tous les 10 ans sur une longue période d'observation. De la même façon, une crue de fréquence centennale (période de retour de 100 ans) est une crue qui a une chance sur 100 d'être observée une année donnée.

La période de retour d'un événement correspond à une durée moyenne, c'est à dire à une durée statistique ou théorique sans jamais et en aucun cas faire référence à un quelconque cycle.

En effet, une pluie ou une crue de fréquence décennale peut se produire plusieurs fois au cours d'une décennie comme il peut ne pas s'en produire pendant plusieurs décennies.

Le Tableau 1 donne quelques valeurs représentatives de la probabilité d'occurrence d'un événement E (crue décennale, crue centennale, crue millénale) au moins un fois sur une période de n années consécutives :

$$P_n(E) = 1 - (1 - p)^n$$

Avec p la probabilité d'occurrence de l'événement E sur 1 an et n le nombre d'années consécutives. Exemple :

$$P_{30}(\text{Crue décennale}) = 1 - (1 - 0,1)^{30} = 0,9576$$

Tableau 1 : Probabilités de voir une crue de fréquence donnée atteinte ou dépassée au moins une fois sur une période donnée

	Sur 1 an	Sur 30 ans (continus)	Sur 100 ans (continus)
Crue décennale (fréquente)	10% ou 1 « chance » sur 10	96% ou presque sûrement 1 fois	99.997% soit sûrement une fois
Crue centennale (rare)	1% ou 1 « chance » sur 100	26% ou 1 « chance » sur 4	63% ou 2 « chance » sur 3
Crue millénale (exceptionnelle)	0.1% ou 1 « chance » sur 1000	3% ou 1 « chance » sur 33	10% ou 1 « chance » sur 10



ANNEXE 3 : LE TABLEAUX DES CLASSES DE DOMMAGES DES ACTIVITÉS COMMERCIALES

(Issu de « Guidance on the Assessment of Tangible Flood Damages »[4] (traduction personnelle))

	Très Faible (Classe 1)	Faible (Classe 2)	Moyenne (Classe 3)	Haute (Classe 4)	Très Haute (Classe 5)
Fleuriste					
Centres de Jardinage					
Cafés / À Emporter					
Restaurants					
Pavillon de Sport					
Salons de Consultation					
Cabinets Médicaux					
Bureaux (Utilisation d'Ordinateurs)					
Vente de Véhicules / Vastes zones couvertes					
Écoles					
Églises					
Bureaux de Poste					
Nourriture, Commerces de Détail					
Boucherie					
Boulangerie					
Librairie					
Stations de Services					
Bars					
Vente de Biens d'Occasion					
Bibliothèques					
Chimistes					
Clubs					
Matériels					
Instruments de Musiques					
Imprimerie					
Produits Électriques					
Vêtements Homme / Femme					
Commerce de Bouteilles					
Appareils Vidéos et Photographiques					
Produits Pharmaceutiques					
Produits Électroniques					

ANNEXE 4 : LE TABLEAU DES CLASSES DE DOMMAGES DE L'ÉTUDE DU QUEENSLAND

Value class	Small commercial properties (<186m ²)					Medium commercial properties (186-650m ²)					Large commercial properties (>650m ²)*				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
0.25	\$2 202	\$4 405	\$8 809	\$17 618	\$35 237	\$6 975	\$13 948	\$27 896	\$55 791	\$111 583	\$7	\$15	\$32	\$61	\$122
0.75	\$5 506	\$11 011	\$22 023	\$44 046	\$88 092	\$16 884	\$33 768	\$67 537	\$135 074	\$270 147	\$39	\$78	\$154	\$308	\$619
1.25	\$8 258	\$16 518	\$33 034	\$66 069	\$132 137	\$25 693	\$51 387	\$102 773	\$205 574	\$411 094	\$81	\$162	\$326	\$649	\$1297
1.75	\$9 176	\$18 352	\$36 705	\$73 410	\$146 819	\$28 445	\$56 893	\$113 785	\$227 570	\$455 140	\$132	\$267	\$533	\$1065	\$2129
2	\$9 726	\$19 454	\$38 907	\$77 814	\$155 628	\$30 281	\$60 564	\$121 126	\$242 252	\$484 504	\$159	\$318	\$636	\$1 272	\$2 545

* units of \$/m²

ANNEXE 5 : LES TABLEAUX DES CLASSES DE DOMMAGES DE L'ÉTUDE DE L'ORB

Classes hauteur d'eau (cm)	1 - Petites activités (< 200 m ²) classes de vulnérabilité				
	1	2	3	4	5
0-0,5	972	1 944	3 889	7 778	15 555
0,5 - 1	1 944	3 889	7 778	15 555	31 110
1 - 1,5	4 862	9 724	19 448	38 895	77 790
1,5 - 2	7 292	14 584	29 168	58 336	116 671
2- 2,5	8 103	16 205	32 410	64 820	129 641
>2,5	8 588	17 176	34 353	68 706	137 411

Classes hauteur d'eau (cm)	2 – Moyennes activités (200 -650 m ²) Classes de vulnérabilité				
	1	2	3	4	5
0-0,5	3 080	6 159	12 318	24 636	49 272
0,5 – 1	6 159	12 318	24 636	49 272	98 544
1 - 1,5	14 909	29 818	59 635	119 271	238 541
1,5 – 2	22 687	45 375	90 749	181 498	362 997
2- 2,5	25 117	50 235	100 469	200 939	401 878
>2,5	26 739	53 477	106 954	213 909	427 817

Classes hauteur d'eau (cm)	3- Grandes activités (> 650 m ²) Classes de vulnérabilité				
	1	2	3	4	5
0-0,5	3	6	12	25	49
0,5 - 1	6	12	25	49	99
1 - 1,5	34	69	138	276	551
1,5 - 2	72	143	286	572	1 144
2- 2,5	117	233	466	932	1 865
>2,5	140	281	562	1 123	2 246



ANNEXE 6 : TABLEAU DES ACTIVITÉS DE LA ZONE ÉTUDIÉE ET CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE CENTENNALE

Nom de l'entreprise	Adresse	Ilôt	APE	Activités	CA	X	Y	Altitude	ClasseDom	ClasseTaille	Étage	Surface au sol	Crue Centennale - 0,7 m				
													Heau	ClasseHeau	DommagesDirects	DommagesIndirects	TotalDommages
ALIANZ IARD	36 QJAI DU CHATELET (immeuble)	E	6512Z	Autres assurances	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1			0	0	0	0	
BAR K-UBE	2 RUE D ALIBERT	HZ	5630Z	Débits de boissons	< 0,5 M€	618262	6755860		3	1	0	100000	0	0	0	0	
BE 45	22 QJAI DU CHATELET (immeuble)	H1		Ingénierie, études techniques					2	1			0	0	0	0	
BEUDARD BERNARD ANDRE	9 PLACE DU CHATELET - BP 41413	HZ	7410Z	Activités spécialisées de design	< 0,5 M€	618202	6755891		2	1	1	100000	0	0	0	0	
BOISSONNADE JEROME	2 RUE DE L'ECU D'OR (Maison)	HZ	7112B	Ingénierie, études techniques	< 0,5 M€	617909	6755893		2	1			0	0	0	0	
CAVE DE MARC ET SEBASTIEN	7 PLACE DU CHATELET	HZ	4725Z	Commerce de détail de boissons en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618214	6755903		3	1	0	100000	0	0	0	0	
CHATEAU RENE	15 PLACE DU CHATELET	HZ		Boulangerie - Pâtisserie					2	1	0	100000	0	0	0	0	
CINEMA PATHE	PLACE DE LA LOIRE	D		Cinéma					2	3	0	4300	-1	0	0	0	
COGECO	34 QJAI DU CHATELET - BP 2155	H	6920Z	Activités comptables					2	1	0, 1, 2, 3	100	-1	0	0	0	
BLANCHET DHUISMES	9 PLACE DU CHATELET	HZ	4729Z	Autres commerces de détail alimentaires en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618202	6755891		2	1		180	0	0	0	0	
L'ESCARGOT	4 RUE DE LA POTERNE	E	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618515	6755877		2	1		100000	0,2	1	4913	2702,15	7615,15
DELIRIUM CAFE	PLACE DE LA LOIRE	D		Débits de boissons					3	2	0	300	-1	0	0	0	0
EDDERIS	30 QJAI DU CHATELET	HZ	7022Z	Conseil pour les affaires et autres conseils de gestion	< 0,5 M€	618566	6755868		2	1			0	0	0	0	0
EXPEO	36 QJAI DU CHATELET (immeuble)	E	6202A	Conseil en systèmes et logiciels informatiques	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1			0,55	2	12284	6758,2	19040,2
BLANCHET DHUISMES	1 RUE JEAN HUPEAU	HZ	4759A	Commerce de détail de meubles	10 à 20 M€	618136	6755862		2	1	0	100000	0	0	0	0	0
FARDECO	9 RUE NOTRE DAME DE RECOURANCE	HZ	6810Z	Activités des marchands de biens immobiliers	< 0,5 M€	617857	6755941		2	1		100000	0	0	0	0	0
FREDDY'S PIZZ	13 PLACE DU CHATELET	HZ	5610C	Restauration de type rapide	< 0,5 M€	618179	6755900		2	1		100000	0	0	0	0	0
GARDEN ICE CAFE	1 PLACE DE LA LOIRE	D	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	617923	6755233		2	2		200000	-1	0	0	0	0
GOSSEC FLORENCE	1 T RUE DES TANNEURS	M	7410Z	Activités spécialisées de design	< 0,5 M€	618739	6755874		4	2		200000	0,1	1	62245	34234,75	96479,75
GRANDIOUX FRANCOIS	7 RUE DE LA FOLIE	HZ	0141Z	Élevage de vaches laitières	< 0,5 M€	618724	6755921		2	1			0	0	0	0	0
GRIMAUD LALANNE MARIE	28 QJAI DU FORT ALLEAUME	HZ	7111Z	Activités d'architecture	< 0,5 M€	618843	6755858		2	1			0	0	0	0	0
HERMES IMMOBILIER	28 QJAI DU FORT ALLEAUME	HZ	6831Z	Agences immobilières	< 0,5 M€	618843	6755858		2	1			0	0	0	0	0
L'ESPADON	3 RUE JEAN HUPEAU	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618151	6755876		2	1			0	0	0	0	0
LABORATOIRE LECOMTE SARL	3 RUE DE LA TOUR NEUVE	O	3250A	Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire					4	1	0	100000	-1	0	0	0	0
LE DRET NICOLAS	78 QJAI DU CHATELET	HZ	4619B	Autres intermédiaires du commerce en produits divers	< 0,5 M€	618256	6755849		2	1		100000	0	0	0	0	0
LE GIROUET	14 QJAI DU CHATELET	J	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618701	6755857		2	1	0,1	100000	0,17	1	4913	2702,15	7615,15
LE LIEVRE GOURMAND	28 QJAI DU CHATELET	G1	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618590	6755850		2	1		100000	0,55	2	12284	6758,2	19040,2
L'ETAGE	6 RUE JEAN HUPEAU	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618164	6755863		2	2		200000	0	0	0	0	0
LIBRAIRIE PASSION CULTURE	PLACE DE LA LOIRE	D		Librairie					1	3	0, 1	700	-1	0	0	0	0
MC BOUTIK	3 RUE JEAN HUPEAU	HZ	4771Z	Commerce de détail d'habillement en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618151	6755876		4	1	0	45	0	0	0	0	0
MONOPRIX VETEMENT	RUE DES HALLES	HZ		Autres commerces de détail spécialisé divers					4	2	0,1	500	0	0	0	0	0
BIOFORM	5 RUE DES HALLES	HZ	9602B	Soins de beauté					2	1		100000	0	0	0	0	0
NUNES JOSE	7 PLACE DU CHATELET (Brasserie)	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618214	6755903		2	1		100000	0	0	0	0	0
OXYBULL	RUE DES HALLES (Espace Commerciale)	HZ		Autres commerces de détail spécialisé divers					2	2	0	250	0	0	0	0	0
RAPELLI STEPHANE	2 PLACE DU CHATELET	HZ	7220Z	Recherche-développement en sciences humaines et sociales	< 0,5 M€	618278	6755918		2	1		100000	0	0	0	0	0
ROZE CHARLES	74 QJAI DU CHATELET (Habitat)	A	8299Z	Autres activités de soutien aux entreprises n.c.a.	< 0,5 M€	618299	6755844		2	1			0,14	1	4913	2702,15	7615,15
SALIO	1 RUE DU PETIT PLUIS	A	6810Z	Activités des marchands de biens immobiliers	< 0,5 M€	618339	6755860		2	1	0	100000	0,14	1	4913	2702,15	7615,15
SARL CONSEIL & ASSISTANCE	36 QJAI DU CHATELET (immeuble)	E	6920Z	Activités comptables	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1			0,55	2	12284	6758,2	19040,2
EIGHT	RUE JEAN HUPEAU	HZ	9602A	Coffure	< 0,5 M€	618164	6755868		2	1	0	100000	0	0	0	0	0
LES BOZART	2 RUE D ALIBERT	HZ	4778C	Autres commerces de détail spécialisé divers	< 0,5 M€	618262	6755860		2	1	0	100000	0	0	0	0	0
PENELOPE COIFFURE	4 RUE JEAN HUPEAU	HZ		Coffure					2	1	0	100000	0	0	0	0	0



ANNEXE 6 : TABLEAU DES ACTIVITÉS DE LA ZONE ÉTUDIÉE ET CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE CENTENNALE

Nom de l'entreprise	Adresse	lot	APE	Activités	CA	X	Y	Altitude	ClasseDom	ClasseTaille	Étage	Surface au sol	Heau	ClasseHeau	DommmagesDirects	DommmagesIndirects	TotalDommmages
SAVOURE PIGOIS VERONIQUE	4 RUE DES TANNEURS	L	6910Z	Activités juridiques	+ 0,5 M€	618755	6755883		2	1		100000	0,1	1	4913	2702,15	7615,15
SOC HOTELIER CLOITRE ST AIGNAN	18 CLOITRE SAINT AIGNAN (habitat)	HZ	5510Z	Hôtels et hébergement similaire - habitat - Eglise						1				0	0	0	0
TASTY BURGER	92 QUAI DU CHATELET	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	+ 0,5 M€	618510	6755846		2	1		100000		0	0	0	0
TROUWAIN DENIS	2 RUE JEAN HUPEAU	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	+ 0,5 M€	618143	6755856		2	1				0	0	0	0
CD Center	96 QUAI DU CHATELET	HZ	6202A	Conseil en systèmes et logiciels informatiques	+ 0,5 M€	618267	6755844		2	2	0	200		0	0	0	0
VILLEDIEU ERIC AURORE ANDRE	2 QUAI DU FORT ALLEAUME	HZ	4322B	Travaux d'installation d'équipements thermiques et de climatisation	+ 0,5 M€	619176	6755699		2	1				0	0	0	0
Y ET W	20 QUAI DU FORT ALLEAUME	Q	5610A	Restauration traditionnelle					2	1		100000	0,15	1	4913	2702,15	7615,15
LE PTIT MARQUIS	94 QUAI DU CHATELET	HZ		VÊTEMENTS ENFANTS					4	1	0	100000		0	0	0	0
LA DEMI-LUNE	100 QUAI DU CHATELET	HZ		Bar - Brasserie					2	1	0	100000		0	0	0	0
La Halle		HZ		Centre Commerciale					2	3	0	7400		0	0	0	0

N'est plus situé à l'adresse

128575	70716,25	199261,25
--------	----------	-----------

N° non attribué



ANNEXE 7 : TABLEAU DES ACTIVITÉS DE LA ZONE ÉTUDIÉE ET CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE DE PÉRIODE DE RETOUR DE 550 ANS

Nom de l'entreprise	Adresse	N°lot	APE	Activités	CA	X	Y	Altitude	ClasseDom	ClasseTaille	Étage	Surface au sol	Crue T550 - 1,1 m					
													Heau	ClasseHeau	DommmagesDirects	DommmagesIndirects	TotalDommmages	
ALLIANZ IARD	36 QUAI DU CHATELET (immeuble)	E	6512Z	Autres assurances	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1				0	0	0	0	0
BAR K-LIBE	2 RUE D ALIBERT	HZ	5630Z	Débits de boissons	< 0,5 M€	618262	6755860		3	1	0	100000		0	0	0	0	0
BE 45	22 QUAI DU CHATELET (immeuble)	H1		Ingénierie, études techniques					2	1				0	0	0	0	0
BEUDARD BERNARD ANDRE	9 PLACE DU CHATELET - BP 41413	HZ	7410Z	Activités spécialisées de design	< 0,5 M€	618202	6755891		2	1	1	100000		0	0	0	0	0
BOISSONNADE JEROME	2 RUE DE L ECU D OR (Maison)	HZ	7112B	Ingénierie, études techniques	< 0,5 M€	617909	6755893		2	1				0	0	0	0	0
CAVE DE MARC ET SEBASTIEN	7 PLACE DU CHATELET	HZ	4725Z	Commerce de détail de boissons en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618214	6755903		3	1	0	100000		0	0	0	0	0
CHATEAU RENE	15 PLACE DU CHATELET	HZ		Boulangerie - Pâtisserie					2	1	0	100000		0	0	0	0	0
CINEMA PATHE	PLACE DE LA LOIRE	D		Cinéma					2	3	0	4300	-1	0	0	0	0	0
COGECO	34 QUAI DU CHATELET - BP 2155	H	6920Z	Activités comptables					2	1	0, 1, 2, 3	100	-1	0	0	0	0	0
BLANCHET DHUISMES	9 PLACE DU CHATELET	HZ	4729Z	Autres commerces de détail alimentaires en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618202	6755891		2	1		180		0	0	0	0	0
L'ESCARGOT	4 RUE DE LA POTERNE	E	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618515	6755877		2	1		100000	0,8	2	12284	8756,2	19040,2	
DELIRIUM CAFE	PLACE DE LA LOIRE	D		Débits de boissons					3	2	0	300	-1	0	0	0	0	0
EDDERIS	30 QUAI DU CHATELET	HZ	7022Z	Conseil pour les affaires et autres conseils de gestion	< 0,5 M€	618566	6755868		2	1				0	0	0	0	0
EXPEO	36 QUAI DU CHATELET (immeuble)	E	6202A	Conseil en systèmes et logiciels informatiques	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1			0,97	2	12284	8756,2	19040,2	
BLANCHET DHUISMES	1 RUE JEAN HUPEAU	HZ	4759A	Commerce de détail de meubles	10 à 20 M€	618136	6755862		2	1	0	100000		0	0	0	0	0
FARDECO	9 RUE NOTRE DAME DE RECOUVRANCE	HZ	6810Z	Activités des marchands de biens immobiliers	< 0,5 M€	617857	6755941		2	1		100000		0	0	0	0	0
FREDDY'S PIZZ	13 PLACE DU CHATELET	HZ	5610C	Restauration de type rapide	< 0,5 M€	618179	6755900		2	1		100000		0	0	0	0	0
GARDEN ICE CAFE	1 PLACE DE LA LOIRE	D	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	617923	6755233		2	2		200000	-1	0	0	0	0	0
GOSSEC FLORENCE	1 T RUE DES TANNEURS	M	7410Z	Activités spécialisées de design	< 0,5 M€	618739	6755874		4	2		200000	0,25	1	62245	34234,75	96479,75	
GRANDIOUX FRANCOIS	7 RUE DE LA FOLIE	HZ	0141Z	Élevage de vaches laitières	< 0,5 M€	618724	6755921			1				0	0	0	0	0
GRIMAUD LALANNE MARIE	28 QUAI DU FORT ALLEAUME	HZ	7111Z	Activités d'architecture	< 0,5 M€	618843	6755898		2	1				0	0	0	0	0
HERMES IMMOBILIER	28 QUAI DU FORT ALLEAUME	HZ	6831Z	Agences immobilières	< 0,5 M€	618843	6755898		2	1				0	0	0	0	0
L'ESPADON	3 RUE JEAN HUPEAU	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618151	6755876		2	1				0	0	0	0	0
LABORATOIRE LECOMTE SARL	3 RUE DE LA TOUR NEUVE	O	3250A	Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire					4	1	0	100000	-1	0	0	0	0	0
LE DRET NICOLAS	78 QUAI DU CHATELET	HZ	4619B	Autres intermédiaires du commerce en produits divers	< 0,5 M€	618256	6755849		2	1		100000		0	0	0	0	0
LE GIROUET	14 QUAI DU CHATELET	J	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618701	6755857		2	1	0,1	100000	0,52	2	12284	8756,2	19040,2	
LE LIEVRE GOURMAND	28 QUAI DU CHATELET	G1	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618590	6755850		2	1		100000	0,94	2	12284	8756,2	19040,2	
L'ETAGE	6 RUE JEAN HUPEAU	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618164	6755883		2	2		200000		0	0	0	0	0
LIBRAIRIE PASSION CULTURE	PLACE DE LA LOIRE	D		Librairie					1	3	0, 1	700	-1	0	0	0	0	0
MC BOUTIK	3 RUE JEAN HUPEAU	HZ	4771Z	Commerce de détail d'habillement en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618151	6755876		4	1	0	45		0	0	0	0	0
MONOPRIX VETEMENT	RUE DES HALLES	HZ		Autres commerces de détail spécialisé divers					4	2	0,1	500		0	0	0	0	0
BIOFORM	5 RUE DES HALLES	HZ	9602B	Soins de beauté					2	1		100000		0	0	0	0	0
NUNES JOGE	7 PLACE DU CHATELET (Brasserie)	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618214	6755903		2	1		100000		0	0	0	0	0
OXYBULL	RUE DES HALLES (Espace Commerciale)	HZ		Autres commerces de détail spécialisé divers					2	2	0	250		0	0	0	0	0
RAPELLI STEPHANE	2 PLACE DU CHATELET	HZ	7220Z	Recherche-développement en sciences humaines et sociales	< 0,5 M€	618278	6755918		2	1		100000		0	0	0	0	0
ROZE CHARLES	74 QUAI DU CHATELET (habitat)	A	8299Z	Autres activités de soutien aux entreprises n.c.a.	< 0,5 M€	618299	6755844		2	1			0,44	1	4913	2702,15	7615,15	
SALJO	1 RUE DU PETIT PUIITS	A	6810Z	Activités des marchands de biens immobiliers	< 0,5 M€	618339	6755860		2	1	0	100000	0,44	1	4913	2702,15	7615,15	
SARL CONSEIL & ASSISTANCE	36 QUAI DU CHATELET (immeuble)	E	6920Z	Activités comptables	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1			0,97	2	12284	8756,2	19040,2	
EIGHT	RUE JEAN HUPEAU	HZ	9602A	Coiffure	< 0,5 M€	618164	6755888		2	1	0	100000		0	0	0	0	0
LES BOZART	2 RUE D ALIBERT	HZ	4770C	Autres commerces de détail spécialisés divers	< 0,5 M€	618262	6755860		2	1	0	100000		0	0	0	0	0
PENELOPE COIFFURE	4 RUE JEAN HUPEAU	HZ		Coiffure					2	1	0	100000		0	0	0	0	0



ANNEXE 7 : TABLEAU DES ACTIVITÉS DE LA ZONE ÉTUDIÉE ET CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE DE PÉRIODE DE RETOUR DE 550 ANS

Nom de l'entreprise	Adresse	Ilôt	APE	Activités	CA	X	Y	Altitude	ClasseDom	ClasseTaille	Étage	Surface au sol	Heau	ClasseHeau	DommmagesDirects	DommmagesIndirects	TotalDommmages
SAVOURE PIGOIS VERONIQUE	4 RUE DES TANNEURS	L	6910Z	Activités juridiques	< 0,5 M€	619765	6755863			2	1	100000	0,4	1	4913	2702,15	7615,15
SOC HOTELIER CLOITRE ST AIGNAN	18 CLOITRE SAINT AIGNAN (habitat)	HZ	5510Z	Hôtels et hébergement similaire - habitat - Eglise							1			0	0	0	0
TASTY BURGER	92 QUAI DU CHATELET	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618510	6755846			2	1	100000		0	0	0	0
TROUVAIN DENIS	2 RUE JEAN HUPEAU	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618143	6755856			2	1			0	0	0	0
CD Center	98 QUAI DU CHATELET	HZ	6202A	Conseil en systèmes et logiciels informatiques	< 0,5 M€	618267	6755844			2	2	200		0	0	0	0
VILLEDIEU ERIC AURORE ANDRE	2 QUAI DU FORT ALLEAUME	HZ	4322B	Travaux d'installation d'équipements thermiques et de climatisation	< 0,5 M€	619176	6755899			2	1			0	0	0	0
Y ET W	20 QUAI DU FORT ALLEAUME	Q	5610A	Restauration traditionnelle						2	1	100000	0,3	1	4913	2702,15	7615,15
LE PTIT MARQUIS	94 QUAI DU CHATELET	HZ		VÊTEMENTS ENFANTS						4	1	100000		0	0	0	0
LA DEMI-LUNE	100 QUAI DU CHATELET	HZ		Bar - Brasserie						2	1	100000		0	0	0	0
La Halle		HZ		Centre Commerciale						2	3	7400		0	0	0	0

N'est plus situé à l'adresse

143317	78824,35	222141,35
--------	----------	-----------



ANNEXE 8 : TABLEAU DES ACTIVITÉS DE LA ZONE ÉTUDIÉE ET CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE MILLÉNALE

Nom de l'entreprise	Adresse	lot	APE	Activités	CA	X	Y	Altitude	ClasseDom	ClasseTaille	Étage	Surface au sol	Crue Millénaire - 1,5 m					
													Heau	ClasseHeau	DommmagesDirects	DommmagesIndirects	TotalDommmages	
ALLIANZ IARD	36 QUAI DU CHATELET (Immeuble)	E	6512Z	Autres assurances	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1				0	0	0	0	0
BAR K-UBE	2 RUE D ALBERT	HZ	5630Z	Débits de boissons	< 0,5 M€	618262	6755860		3	1	0	100000		0	0	0	0	0
BE 45	22 QUAI DU CHATELET (Immeuble)	H1		Ingénierie, études techniques					2	1				0	0	0	0	0
BEUDARD BERNARD ANDRE	9 PLACE DU CHATELET - BP 41413	HZ	7410Z	Activités spécialisées de design	< 0,5 M€	618202	6755891		2	1	1	100000		0	0	0	0	0
BOISSONNADE JEROME	2 RUE DE L ECU D OR (Maison)	HZ	7112B	Ingénierie, études techniques	< 0,5 M€	617905	6755893		2	1				0	0	0	0	0
CAVE DE MARC ET SEBASTIEN	7 PLACE DU CHATELET	HZ	4725Z	Commerce de détail de boissons en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618214	6755903		3	1	0	100000		0	0	0	0	0
CHATEAU RENE	15 PLACE DU CHATELET	HZ		Boulangerie - Pâtisserie					2	1	0	100000		0	0	0	0	0
CINEMA PATHE	PLACE DE LA LOIRE	D		Cinéma					2	3	0	4300	-1	0	0	0	0	0
COGECO	34 QUAI DU CHATELET - BP 2155	H	6920Z	Activités comptables					2	1	0, 1, 2, 3	100	-1	0	0	0	0	0
BLANCHET DHUISMES	9 PLACE DU CHATELET	HZ	4729Z	Autres commerces de détail alimentaires en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618202	6755891		2	1		180		0	0	0	0	0
L'ESCARGOT	4 RUE DE LA POTERNE	E	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618515	6755877		2	1		100000	1	3	18424	10133,2	28557,2	
DELIRIUM CAFE	PLACE DE LA LOIRE	D		Débits de boissons					3	2	0	300	0,2	1	31123	17117,85	48240,65	
EDDERIS	30 QUAI DU CHATELET	HZ	7022Z	Conseil pour les affaires et autres conseils de gestion	< 0,5 M€	618566	6755868		2	1				0	0	0	0	0
EXPEO	36 QUAI DU CHATELET (Immeuble)	E	6202A	Conseil en systèmes et logiciels informatiques	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1			1,32	3	18424	10133,2	28557,2	
BLANCHET DHUISMES	1 RUE JEAN HUPEAU	HZ	4759A	commerce de détail de meubles	10 à 20 M€	618136	6755862		2	1	0	100000		0	0	0	0	0
FARDECO	9 RUE NOTRE DAME DE RECOURVANCE	HZ	6810Z	Activités des marchands de biens immobiliers	< 0,5 M€	617857	6755941		2	1		100000		0	0	0	0	0
FREDDY'S PIZZ	13 PLACE DU CHATELET	HZ	5610C	Restauration de type rapide	< 0,5 M€	618179	6755900		2	1		100000		0	0	0	0	0
GARDEN ICE CAFE	1 PLACE DE LA LOIRE	D	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	617923	6755233		2	2		200000	0,37	1	15561	8558,55	24119,55	
GOSSEC FLORENCE	11 RUE DES TANNEURS	M	7410Z	Activités spécialisées de design	< 0,5 M€	618739	6755874		4	2		200000	0,7	2	150675	82871,25	233548,25	
GRANDIOUX FRANCOIS	7 RUE DE LA FOLIE	HZ	0141Z	Elevage de vaches laitières	< 0,5 M€	618724	6755921			1				0	0	0	0	0
GRIMAUD LALANNE MARIE	28 QUAI DU FORT ALLEAUME	HZ	7111Z	Activités d'architecture	< 0,5 M€	618843	6755858		2	1				0	0	0	0	0
HERMES IMMOBILIER	28 QUAI DU FORT ALLEAUME	HZ	6831Z	Agences immobilières	< 0,5 M€	618843	6755858		2	1				0	0	0	0	0
L'ESPADON	3 RUE JEAN HUPEAU	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618151	6755876		2	1				0	0	0	0	0
LABORATOIRE LECOMTE SARL	3 RUE DE LA TOUR NEUVE	O	3250A	Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire					4	1	0	100000	0,4	1	19651	10808,05	30459,05	
LE DRET NICOLAS	78 QUAI DU CHATELET	HZ	4619B	Autres intermédiaires du commerce en produits divers	< 0,5 M€	618256	6755849		2	1		100000		0	0	0	0	0
LE GIROUET	14 QUAI DU CHATELET	J	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618701	6755857		2	1	0,1	100000	0,96	2	12284	6756,2	19040,2	
LE LIEVRE GOURMAND	28 QUAI DU CHATELET	G1	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618590	6755850		2	1		100000	1,32	3	18424	10133,2	28557,2	
L'ETAGE	6 RUE JEAN HUPEAU	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618164	6755883		2	2		200000		0	0	0	0	0
LIBRAIRIE PASSION CULTURE	PLACE DE LA LOIRE	D		Librairie					1	3	0, 1	700	-1	0	0	0	0	0
MC BOUTIK	3 RUE JEAN HUPEAU	HZ	4771Z	commerce de détail d'habillement en magasin spécialisé	< 0,5 M€	618151	6755876		4	1	0	45		0	0	0	0	0
MONOPRIX VETEMENT	RUE DES HALLES	HZ		Autres commerces de détail spécialisé divers					4	2	0,1	500		0	0	0	0	0
BIOFORM	5 RUE DES HALLES	HZ	9602B	Soins de beauté					2	1		100000		0	0	0	0	0
HUNES JOSE	7 PLACE DU CHATELET (Brasserie)	HZ	5610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618214	6755903		2	1		100000		0	0	0	0	0
OXYBULL	RUE DES HALLES (Espace Commerciale)	HZ		Autres commerces de détail spécialisé divers					2	2	0	250		0	0	0	0	0
RAPELLU STEPHANE	2 PLACE DU CHATELET	HZ	7220Z	Recherche-développement en sciences humaines et sociales	< 0,5 M€	618278	6755918		2	1		100000		0	0	0	0	0
ROZE CHARLES	74 QUAI DU CHATELET (Habitat)	A	8299Z	Autres activités de soutien aux entreprises n.c.a.	< 0,5 M€	618299	6755844		2	1			0,9	2	12284	6756,2	19040,2	
SALJO	1 RUE DU PETIT PUITIS	A	6810Z	Activités des marchands de biens immobiliers	< 0,5 M€	618336	6755860		2	1	0	100000	0,9	2	12284	6756,2	19040,2	
SARL CONSEIL & ASSISTANCE	36 QUAI DU CHATELET (Immeuble)	E	6920Z	Activités comptables	< 0,5 M€	618534	6755848		2	1			1,3	3	18424	10133,2	28557,2	
EIGHT	RUE JEAN HUPEAU	HZ	9602A	Coiffure	< 0,5 M€	618164	6755888		2	1	0	100000		0	0	0	0	0
LES BOZART	2 RUE D ALBERT	HZ	4778C	Autres commerces de détail spécialisés divers	< 0,5 M€	618262	6755860		2	1	0	100000		0	0	0	0	0
PENELOPE COIFFURE	4 RUE JEAN HUPEAU	HZ		Coiffure					2	1	0	100000		0	0	0	0	0



ANNEXE 8 : TABLEAU DES ACTIVITÉS DE LA ZONE ÉTUDIÉE ET CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE MILLÉNALE

Nom de l'entreprise	Adresse	Îlot	APE	Activités	CA	X	Y	Altitude	ClasseDom	ClasseTaille	Étage	Surface au sol	Heau	ClasseHeau	DommagesDirects	DommagesIndirects	TotalDommages
SAVOURE PIGOIS VERONIQUE	4 RUE DES TANNEURS	L	6910Z	Activités juridiques	< 0,5 M€	618765	6755883			2	1	100000	0,74	2	12284	6756,2	19040,2
SOC HOTELIER CLOITRE ST AIGNAN	18 CLOITRE SAINT AIGNAN (habitat)	HZ	S510Z	Hôtels et hébergement similaire - habitat - Eglise							1			0	0	0	0
TASTY BURGER	92 QUAI DU CHATELET	HZ	S610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618510	6755846			2	1	100000		0	0	0	0
TROUVAIN DENIS	2 RUE JEAN HUPEAU	HZ	S610A	Restauration traditionnelle	< 0,5 M€	618143	6755856			2	1			0	0	0	0
CD Center	96 QUAI DU CHATELET	HZ	6202A	Conseil en systèmes et logiciels informatiques	< 0,5 M€	618267	6755844			2	2	200		0	0	0	0
VILLEDIEU ERIC AURORE ANDRE	2 QUAI DU FORT ALLEAUME	HZ	4322B	Travaux d'installation d'équipements thermiques et de climatisation	< 0,5 M€	619176	6755899			2	1			0	0	0	0
Y ET W	20 QUAI DU FORT ALLEAUME	Q	S610A	Restauration traditionnelle						2	1	100000	0,4	1	4913	2702,15	7615,15
LE PTIT MARQUIS	94 QUAI DU CHATELET	HZ		VÊTEMENTS ENFANTS						4	1	100000		0	0	0	0
LA DEMI-LUNE	100 QUAI DU CHATELET	HZ		Bar - Brasserie						2	1	100000		0	0	0	0
La Halle		HZ		Centre Commerciale						2	3	7400		0	0	0	0

N'est plus situé à l'adresse

344755	189815,25	534370,25
--------	-----------	-----------

N° non attribué



ANNEXE 9 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE CENTENNALE SUR L'HABITAT

LOCALISATION			CRUE T100 (0,7m)									
ILOT			SURFACE SOL	PRIX AU m2	SURFACE IMPACTÉE	Heau	SURÉLEVATION %	SURÉLEVATION H	EndomEtage1	EndomEtage2	EndomEtageT	DOMMAGES
A	Lin, Châtelet, puits	72 ..	875	2300	147	0,14	0,11	0,5	11,624112	0	11,624112	39301,1227
B	puits, Châtelet, Empereur		868	2300	868	0,17	0,077	0,5	12,2827302	0	12,2827302	245212,426
C	Vaudour, Empereur		942	2300	70	0,17	0	0	13,3074	0	13,3074	21424,914
D	Empereur, Châtelet		1750	2300	0	0,42	1	0	0	0	0	0
E	Poterne, Châtelet	36	1650	2300	1034	0,33	0,15	0,5	12,42921	0	12,42921	295591,472
F	Poterne		273	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
G1	Châtelet, Bouchers	28, 26, 24	880	2300	440	0,27	0,0825	0,3	12,9637245	0	12,9637245	131192,892
G2	Bouchers		880	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
H	Quai du Châtelet	30, 32, 34	672	2300	150	0,34	0,28	0,5	10,587456	0	10,587456	36526,7232
H1	Bouchers, Châtelet	22	720	2300	550	0,2	0,33	0,5	9,08118	0	9,08118	114876,927
I	Rue des Bouchers		137	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
J	Quai du Châtelet	20,18,..., 10	1110	2300	300	0,1	1	0,4	0	0	0	0
K	Tanneurs		1003	2300	290	0,12	0	0	12,8964	0	12,8964	86018,988
L	Tanneurs/St Flou		392	2300	86	0,1	0	0	12,732	0	12,732	25183,896
M	GuichetdeMoi, Châtelet		500	2300	500	0,22	0,4	0,2	8,23104	3,024192	11,255232	129435,168
N	Quai du Châtelet		470	2300	470	0,2	1	0,3	0	0	0	0
O	Tour Neuve	3 .. 7	400	2300	0	0	0,2	0,3	9,528	0	9,528	0
O1			193	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
P	Quai Fort Alleaume	28	380	2300	380	0,2	0,3	0,5	9,4878	0	9,4878	82923,372
Q	Quai Fort Alleaume	26,24, ..18b	1100	2300	760	0,11	0,4	0,5	7,68852	0	7,68852	134395,33
R			852	2300	0	0	0,6	0,3	4,764	0	4,764	0
S	Quai Fort Alleaume		1137	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
T1			268	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
T	Quai Fort Alleaume		420	2300	0	0	1	0,5	0	0	0	0
U	Quai Fort Alleaume	6, 4bis	220	2300	0	0	1	0,5	0	0	0	0
V	Quai Fort Alleaume	2bis, 2, 4	370	2300	0	0	0,75	0,3	2,9775	0	2,9775	0



ANNEXE 10 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE DE PÉRIODE DE RETOUR T550 SUR L'HABITAT

LOCALISATION		CRUE T550 (1,1m)									
		SURFACE SOL	PRIX AU m2	SURFACE IMPACTÉE	Heau	SURÉLEVATION %	SURÉLEVATION H	EndomEtage1	EndomEtage2	EndomEtageT	DOMMAGES
Lin, Châtelet, puits	72 ..	875	2300	875	0,3	0,11	0,5	12,79464	0	12,79464	257492,13
puits, Châtelet, Empereur		868	2300	868	0,44	0,077	0,5	14,3312364	0	14,3312364	286108,803
Vaudour, Empereur		942	2300	167	0,44	0	0	15,5268	0	15,5268	59638,4388
Empereur, Châtelet		1750	2300	0	0,86	1	1	0	0	0	0
Poterne, Chatelet	36	1650	2300	1034	0,8	0,15	0,5	15,7131	1,13508	16,84818	400683,417
Poterne		273	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
Châtelet, Bouchers	28, 26, 24	880	2300	562	0,8	0,0825	0,3	16,960905	0,62469	17,585595	227311,401
Bouchers		880	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
Quai du Châtelet	30, 32, 34	672	2300	210	0,88	0,28	0,5	13,783392	2,1193536	15,9027456	76810,2612
Bouchers, Châtelet	22	720	2300	720	0,6	0,33	0,5	11,28414	2,495592	13,779732	228192,362
Rue des Bouchers		137	2300	137	0,13	0	0	12,9786	0	12,9786	40895,5686
Quai du Châtelet	20,18,...., 10	1110	2300	1110	0,65	1	0,4	0	7,566	7,566	193159,98
Tanneurs		1003	2300	290	0,5	0	0	16,02	0	16,02	106853,4
Tanneurs/St Flou		392	2300	86	0,5	0	0	16,02	0	16,02	31687,56
GuichetdeMoi, Châtelet		500	2300	500	0,47	0,4	0,2	9,46404	3,026592	12,490632	143642,268
Quai du Châtelet		470	2300	470	0,51	1	0,3	0	7,56504	7,56504	81778,0824
Tour Neuve	3 .. 7	400	2300	80	0,26	0,2	0,3	11,23776	0	11,23776	20677,4784
		193	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
Quai Fort Alleaume	28	380	2300	380	0,48	0,3	0,5	11,09892	0	11,09892	97004,5608
Quai Fort Alleaume	26,24, ..18b	1100	2300	760	0,25	0,4	0,5	8,379	0	8,379	146464,92
		852	2300	80	0,07	0,6	0,3	4,99416	0	4,99416	9189,2544
Quai Fort Alleaume		1137	2300	320	0,06	0	0	12,4032	0	12,4032	91287,552
		268	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
Quai Fort Alleaume		420	2300	0	0,09	1	0,5	0	0	0	0
Quai Fort Alleaume	6, 4bis	220	2300	100	0,22	1	0,5	0	0	0	0
Quai Fort Alleaume	2bis, 2, 4	370	2300	0	0	0,75	0,3	2,9775	0	2,9775	0



ANNEXE 11 : CALCUL DE L'IMPACT D'UNE CRUE MILLÉNALE SUR L'HABITAT

LOCALISATION				CRUE T1000 (1,5m)								
ILOT			SURFACE SOL	PRIX AU m2	SURFACE IMPACTÉE	Heau	SURÉLEVATION %	SURÉLEVATION H	EndomEtage1	EndomEtage2	EndomEtageT	DOMMAGES
A	Lin, Châtelet, puits	72 ..	875	2300	875	0,55	0,11	0,5	14,62359	0,831732	15,455322	311038,355
B	puits, Châtelet, Empereur		868	2300	868	0,85	0,077	0,5	17,441931	0,5827668	18,0246978	359845,067
C	Vaudour, Empereur		942	2300	535	0,3	0	0	14,376	0	14,376	176896,68
D	Empereur, Châtelet		1750	2300	0	1,2	1	1	0	7,5648	7,5648	0
E	Poterne, Chatelet	36	1650	2300	1347	0,7	0,15	0,5	15,0144	1,13472	16,14912	500315,887
F	Poterne		273	2300	0	0	0	0	11,91	0	11,91	0
G1	Châtelet, Bouchers	28, 26, 24	880	2300	880	0,76	0,0825	0,3	16,659231	0,6246108	17,2838418	349824,958
G2	Bouchers		880	2300	88	0,51	0	0	16,1022	0	16,1022	32590,8528
H	Quai du Châtelet	30, 32, 34	672	2300	672	0,72	0,28	0,5	12,836448	2,1182784	14,9547264	231140,251
H1	Bouchers, Châtelet	22	720	2300	720	0,73	0,33	0,5	12,000102	2,4966216	14,4967236	240065,743
I	Rue des Bouchers		137	2300	137	0,24	0	0	13,8828	0	13,8828	43744,7028
J	Quai du Châtelet	20,18,...., 10	1110	2300	1110	0,71	1	0,4	0	7,56744	7,56744	193196,743
K	Tanneurs		1003	2300	290	0,78	0	0	18,3216	0	18,3216	122205,072
L	Tanneurs/St Flou		392	2300	160	0,57	0	0	16,5954	0	16,5954	61071,072
M	GuichetdeMoi, Châtelet		500	2300	500	0,9	0,4	0,2	11,5848	3,03072	14,61552	168078,48
N	Quai du Châtelet		470	2300	470	0,78	1	0,3	0	7,57152	7,57152	81848,1312
O	Tour Neuve	3 .. 7	400	2300	148	0,4	0,2	0,3	12,1584	1,51248	13,67088	46535,6755
O1			193	2300	193	0,2	0	0	13,554	0	13,554	60166,206
P	Quai Fort Alleaume	28	380	2300	380	0,74	0,3	0,5	12,59496	2,269728	14,864688	129917,373
Q	Quai Fort Alleaume	26,24, ..18b	1100	2300	760	0,42	0,4	0,5	9,21744	0	9,21744	161120,851
R			852	2300	283	0,2	0,6	0,3	5,4216	0	5,4216	35289,1944
S	Quai Fort Alleaume		1137	2300	528	0,4	0	0	15,198	0	15,198	184564,512
T1			268	2300	268	0,08	0	0	12,5676	0	12,5676	77466,6864
T	Quai Fort Alleaume		420	2300	420	0,09	1	0,5	0	0	0	0
U	Quai Fort Alleaume	6, 4bis	220	2300	220	0,32	1	0,5	0	0	0	0
V	Quai Fort Alleaume	2bis, 2, 4	370	2300	370	0,16	0,75	0,3	3,3063	0	3,3063	28136,613