CONSEIL GÉNÉRAL DE L'HÉRAULT

———

PÔLE ENVIRONNEMENT, EAU, CADRE DE VIE ET AMÉNAGEMENT RURAL

Etude socio-économique des inondations sur le bassin versant de l'Orb

Programme européen INTERREG III C Sud Europe - INUNDA

K. Erdlenbruch (Cemagref)
V. Germano (Cemagref)
E. Gilbert (Bceom)
F. Grelot (Cemagref)
C. Lescoulier (Bceom)

GRI 60306K OCTOBRE 2007

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION 1

1.1. Contexte de l'appel d'offre 1

1.2. La zone d'étude : le delta de l'Orb 3

2. RAPPELS MÉTHODOLOGIQUES SUR L'ANALYSE COÛT–BÉNÉFICE 5

2.1. Précisions sur la démarche employée 5

2.2. Les étapes théoriques d'une analyse coût-bénéfice 5

2.3. Calcul et présentation des dommages évités 8

3. INVENTAIRE DES DONNÉES RECUEILLIES 12

3.1. Données hydrauliques 12

3.1.1. Données existantes 12

3.1.2. Données établies au cours du projet 14

3.2. Données sur l'occupation du sol 15

3.2.1. Données cartographiques 15

3.2.2. Données sur la typologie d'enjeu et leur vulnérabilité 15

3.3. Données sur les dommages 16

4. APPLICATION DE LA MÉTHODE PATRICOVA 17

4.1. Données utilisées 17

4.2. Typologie de l'occupation du sol et vulnérabilité 17

4.2.1. Typologie des enjeux et vulnérabilité dans PATRICOVA 17

4.2.2. Typologie des enjeux et vulnérabilité dans notre cas d'étude 19

4.2.3. Calcul du coefficient correcteur appliqué aux activités commerciales en zone résidentielle 20

4.3. Croisement de l'occupation du sol et de l'aléa hydraulique 20

4.3.1. Calcul des polygones élémentaires 20

4.3.2. Calcul de l'impact des inondations 20

4.4. Résultats : dommages évités et coûts moyens annuels 21

4.4.1. Résultats par commune 21

4.4.2. Résultats par secteur 23

4.4.3. Coût moyen annuel 26

4.5. Conclusions sur la méthode PATRICOVA 26

5. APPLICATION DE LA MÉTHODE BCEOM-CEMAGREF 28

5.1. Données utilisées 28

5.1.1. Données hydrauliques 28
5.1.2. Données sur l'occupation du sol 28
5.1.3. Données sur les dommages 28
5.2. Occupation du sol et typologie des enjeux 29
5.2.1. Le bâti 29
5.2.2. L'agriculture 30
5.2.3. Les réseaux routiers 31
5.2.4. Les activités économiques 31
5.2.5. Les campings 31
5.3. Courbes de dommages 32
5.3.1. Le bâti 32
5.3.2. L'agriculture 34
5.3.3. Les réseaux routiers 36
5.3.4. Les activités économiques 37
5.3.5. Les campings 39
5.3.6. Les établissements publics 42
5.4. Croisement de l'occupation du sol et de l'aléa hydraulique 43
5.4.1. Calcul des polygones élémentaires 43
5.4.2. Calcul des dommages par type d'enjeu 43
5.5. Résultats : dommages évités et coûts moyens annuels 43
5.5.1. Résultats par secteur 43
5.5.2. Résultats par commune et par secteur 45
5.5.3. Coût moyen annuel 45
5.6. Calcul de la valeur actuelle nette et application du critère de décision de l'ACB48
5.7. Analyse de sensibilité de différents paramètres. 49
5.7.1. Analyse de la VAN 49
5.7.2. Analyse introductrice 49
5.7.3. Analyse de certains paramètre du calcul des DEMA 53
6. CONCLUSION ET PISTES D'AMELIORATION 59
7. RÉFÉRENCES 61

ANNEXES

Annexe 1 Synthèse sur les fonctions de dommage aux bâtis

Annexe 2 : Questionnaire activités commerciales (campings)

Annexe 3 : Annexe sur les courbes de dommages aux activités

Annexe 4 : Annexe des résultats

Annexe 5 : Cartographies

Annexe 6 : Compte rendu des réunions avec les professions

Annexe 7 : Guide pour une évaluation sommaire du coût moyen annuel des inondations Méthode BCEOM CEMAGREF

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Exemple de fonctions de dommages issues de la littérature 10

Figure 2 : Représentation graphique du CMA 11

Figure 3 : Couche de bâti et hauteurs d'eau 29

Figure 4 : Exemple de l'occupation du sol agricole complète 30

Figure 5 : Exemple des polygones cadastraux contenant différentes activités économiques 31

Figure 6 : Localisation des campings 32

Figure 7 : Courbe de dommages du bâti basée sur le coût net 34

Figure 8 : Contribution des secteurs aux dommages actuels, dommages futur et dommages évités 45

Figure 9 : Dommages actuels en fonction de la fréquence de crue 46

Figure 10 : Dommages futurs en fonction de la fréquence de crue 47

Figure 11 : Dommages évités en fonction des fréquences de crue 47

Figure 12 : VAN en fonction de la durée de vie du projet (de 15 à 100 ans) 51

Figure 13 : VAN en fonction de la durée de vie du projet (de 15 à 100 ans) et de la saison 52

Figure 14 : VAN en fonction du taux d'entretien et de la durée de vie du projet, pour une crue en septembre 53

Figure 15 : VAN en fonction du taux d'entretien et de la durée de vie du projet pour des crues survenant à différentes saisons 53

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Vulnérabilité en fonction de la typologie de l'occupation du sol dans PATRICOVA 18
Tableau 2 : Vulnérabilité en fonction de la typologie de l'occupation du sol CLC 2000 19
Tableau 3 : Calcul du coefficient correcteur des activités en zone résidentielle 20
Tableau 4 : Dommages en l'état actuel par commune, selon la méthode PATRICOVA (résultats arrondis) 22
Tableau 5 : Dommages en état futur et dommages évités par commune selon PATRICOVA 23
Tableau 6 : Dommages en l'état actuel par secteur, selon la méthode PATRICOVA 23
Tableau 7 : Dommages en état futur et dommages évités par secteur selon PATRICOVA 24
Tableau 8 : Dommages en l'état actuel par secteur, avec correction pour dommages indirects 25
Tableau 9 : Dommages en état futur et dommages évités par secteur, avec correction pour dommages indirects 25
Tableau 10 : CMA global selon la méthode PATRICOVA 26
Tableau 11 : CMA par communes selon la méthode PATRICOVA 26
Tableau 12 : Surface agricole en zone inondable selon deux sources différentes 30
Tableau 13 : Dommages en fonction de la hauteur d'eau (en €/m²) 33
Tableau 14 : Calcul des dommages unitaires agricoles pour une crue en septembre 35
Tableau 15 : Calcul des dommages unitaires agricoles pour une crue en septembre, scénario test 35
Tableau 16 : Dommages au réseau routier. Bilan post-crue janvier 1996 (coûts vérifiés 2005) 37
Tableau 17 : Dommages aux activités économiques par taille d'activité (en €) 38
Tableau 18 : Dommages aux activités économiques par taille d'activité (en €) 38
Tableau 19 : Dommages aux activités économiques, en € par m² 39
Tableau 20 : Caractéristiques principales des campings sur la zone d'étude 40
Tableau 21 : Impacts des inondations aux enjeux structurels des campings 41
Tableau 22 : Impacts des inondations en fonction des dommages 41
Tableau 23 : L'impact des inondations en termes de réparation et changement de matériel 41
Tableau 24 : Données en fonction des mois ou périodes sur le taux d'occupation et les tarifs pratiqués dans les campings 42
Tableau 25 : Dommages totaux aux campings par type d'enjeu et type d'aléa (en €) 42
Tableau 26 : Dommages en état actuel par secteur, en millions d'€ et en pourcentage du total, méthode détaillée, chiffres arrondis 44
Tableau 27 : Dommages en état futur par secteur, en millions d'€ et en pourcentage du total, méthode détaillée, chiffres arrondis 44

Tableau 28 : Dommages évités par secteur, en millions d'€ et en pourcentage du total, méthode détaillée, chiffres arrondis 44
Tableau 29 : CMA et DEMA, méthode détaillée 47
Tableau 30 : Poids entre coût initial d'investissement C_I et bilan futur (DEMA – C_E) pour différentes durées de vie des aménagements 51
Tableau 31 : Valeur actuelle nette (VAN) des projets d'aménagement en € 52
Tableau 32 : Calcul des dommages unitaires agricoles, scénario de base en € par ha 55
Tableau 33 : Dommages totaux aux campings, par type d'enjeu, type d'aléa, en € 55
Tableau 34 : Dommages en l'état actuel selon la saison et par secteur, en €, méthode détaillée 55
Tableau 35 : Dommages de l'état futur selon la saison et par secteur, en €, méthode détaillée 56
Tableau 36 : Dommages évités selon la saison et par secteur, en €, méthode détaillée 56
Tableau 37 : CMA et DEMA selon la saison de la crue, en €, méthode détaillée 56
Tableau 38 : Impact de la période de retour de la crue débordante sur les CMA, DEMA et VAN 57

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte de l'appel d'offre

La présente étude a pour but général de proposer une démarche d'évaluation économique permettant de qualifier (1) l'exposition d'un territoire donnée aux inondations et (2) la pertinence de projets visant à réduire cette exposition.

L'étude, mandatée par le Conseil Général de Hérault (CG34) (Pôle eau et environnement, service hydraulique et barrages départementaux), s'inscrit dans le cadre du programme européen INTERREG III C, « INUNDA – projet pilote de réduction des risques d'inondation dans les zones fortement urbanisées ».

Dans le cadre de ce programme européen, le chef de file espagnol (la Generalitat de Valencia) a proposé aux autres participants de tester et d'améliorer une démarche de prévention des risques d'inondation mise en œuvre sur son territoire : le Plan d'Action Territorial pour la Réduction des Risques d'Inondation dans la Comunitat Valenciana (PATRICOVA). Cette démarche a pour objectif :

- d'établir un diagnostic de l'exposition d'un territoire au risque d'inondation à travers l'analyse hydro-géomorphologique, hydrologique et hydraulique du bassin versant,
- de définir des objectifs de protection au regard des enjeux en zone urbaine,
- de proposer des mesures structurelles et non structurelles de réduction du risque, hiérarchisées selon des critères socio-économiques.

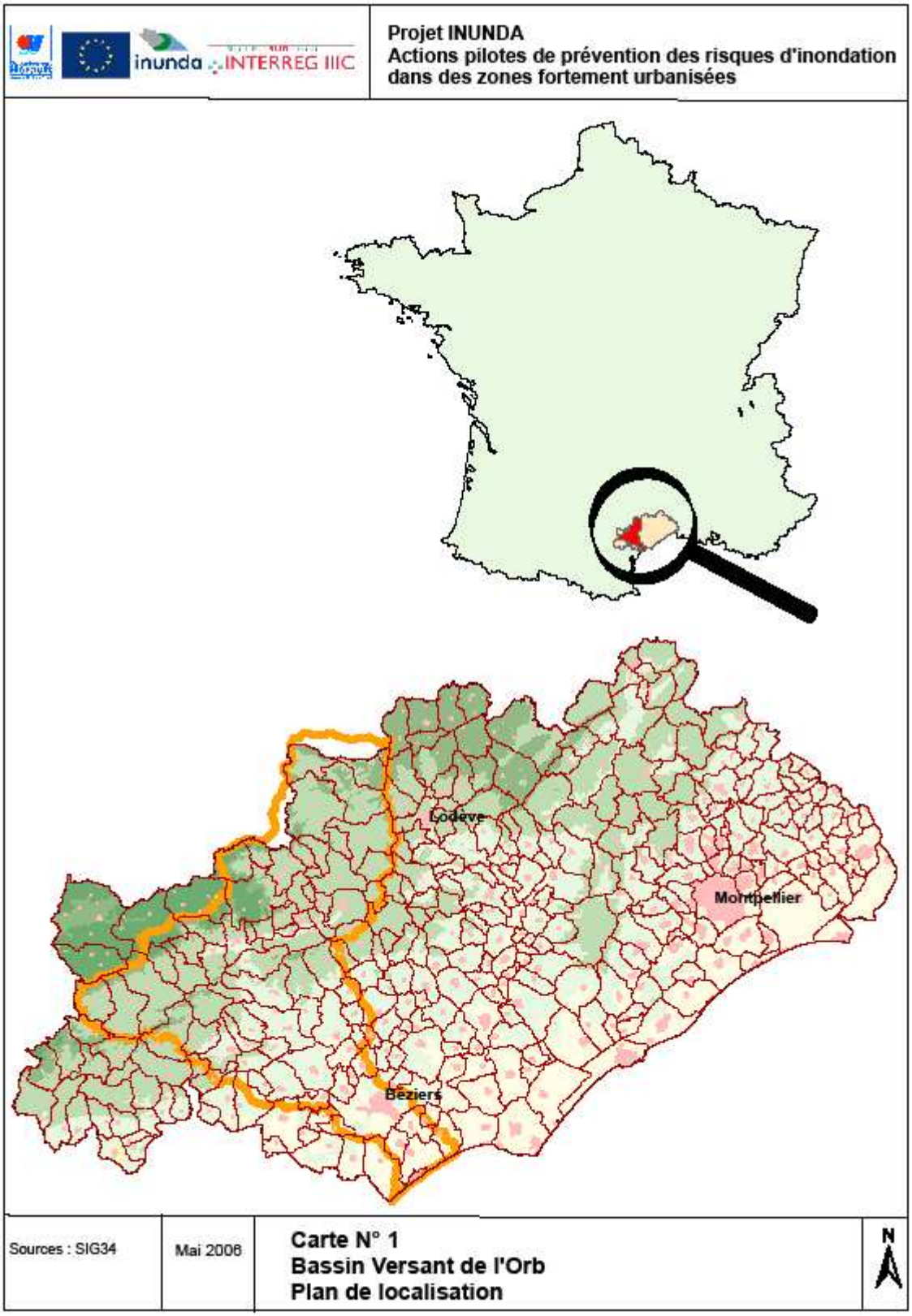
La philosophie de cette approche est fortement similaire à celle qui sous-tend les Plans d'Action de Prévention des Inondations (PAPI), mis en œuvre par des collectivités locales françaises en réponse à l'appel à projet lancé en 2002 par le ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables (MEDAD.)

Toutefois, les études socio-économiques sont encore rares sur la plupart des bassins versants français (Ledoux, Grelot et al. 2003), même si des diagnostics de l'exposition d'un territoire au risque sont établis, comme par exemple dans les Plans de Prévention des Risques Inondations (PPRI).

Dans ce contexte, le département de l'Hérault a décidé d'engager une évaluation économique à caractère méthodologique du programme de gestion du risque inondation mis en œuvre dans le cadre d'un PAPI sur la basse vallée de l'Orb. Cette démarche a été réalisée en étroit partenariat avec les structures locales de gestion de l'eau : le syndicat mixte de la vallée de l'Orb (SMVO) et le syndicat intercommunal de travaux pour l'aménagement de l'Orb entre Béziers et la mer (SBZM).

Ce cas d'étude était facilité par la disponibilité de nombreuses données de base hydrologiques et hydrauliques. Deux études de référence ont été réalisées sur le territoire, respectivement par le SMVO et le SBZM, préfigurant le PAPI :

- L'étude de gestion du risque inondation dans le bassin versant de l'Orb (BCEOM, 2000),
- Le schéma de protection contre les inondations de la basse vallée de l'Orb. (SIEE., 2001).


Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées
inunda
INTERREG IIIC
Lodève
Montpellier
Beziers
Sources : SIG34
Mai 2006
Carte N° 1
Bassin Versant de l'Orb
Plan de localisation
N

En partant du principe que la démarche d'évaluation économique proposée dans l'application espagnole, PATRICOVA, n'était peut-être pas facilement transposable en dehors du cas d'étude pour lequel elle a été conçue, le CG34 souhaitait mener une réflexion sur une méthode d'évaluation socio-économique adaptée à ses besoins. Cette méthodologie devait lui permettre notamment d'être en capacité, en tant que financeur de juger la pertinence sur le plan économique de projets de réduction du risque d'inondation établis en différents points du département. Elle avait également pour objectif de pouvoir évaluer le poids économique d'une inondation dans un secteur donné. Il importe de préciser que l'analyse coût/bénéfice d'un projet de prévention n'est pas le seul critère permettant d'évaluer sa pertinence. Dès lors, la démarche poursuivie dans cette étude a été décomposée en deux voies explorées en parallèle :

1. tester l'applicabilité de la démarche proposée dans PATRICOVA et en discuter les résultats ;
2. proposer une méthode alternative d'évaluation économique, en se basant sur les spécificités du département, notamment en ce qui concerne la disponibilité des données nécessaires à l'évaluation économique, à destination des maîtres d'ouvrage et des financeurs.

Deux objectifs supplémentaires ont été spécifiés :

1. Décrire les incertitudes ou la sensibilité aux paramètres clés liées à l'application des méthodes ;
2. Préciser la possibilité de l'utilisation de ces méthodes en dehors du cas d'étude spécifique et formuler des recommandations pour leur application.

1.2. La zone d'étude : le delta de l'Orb

Le bassin versant de l'Orb est soumis au régime de crues rapides de type méditerranéen et subit des crues fréquentes (1953, 1987, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 2005 par exemple). 15 000 personnes (soit 10% de la population du bassin versant) sont régulièrement exposées aux débordements de l'Orb et de ses principaux affluents (SMVO 2006). 13 500 ha se trouvent en zone inondable dont 5 600 ha sur la seule région du delta (BCEOM 2000).

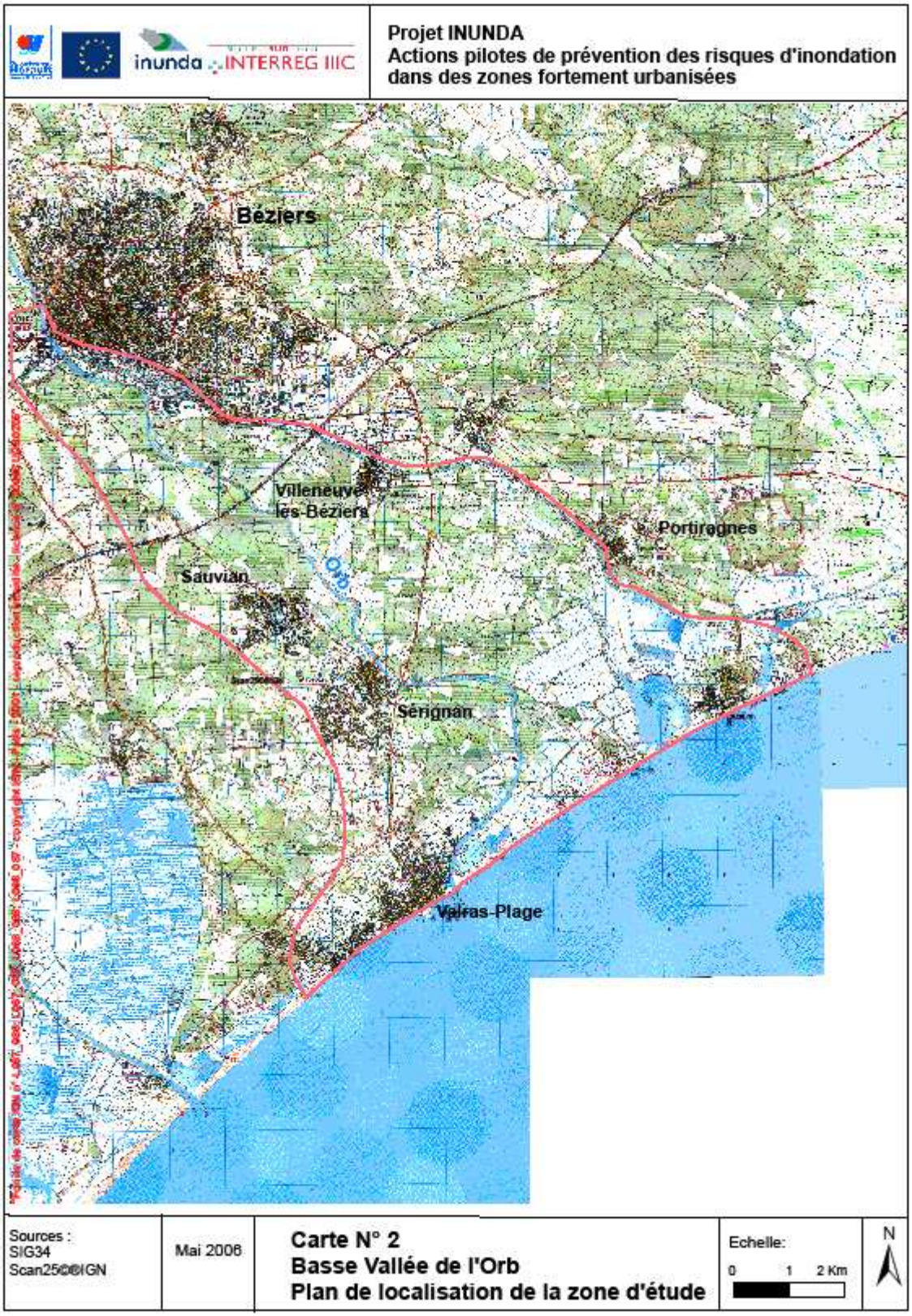
Les dernières grandes crues de l'Orb (décembre 1995 et janvier 1996) ont engendré des dégâts importants : les dommages aux équipements publics ont été estimés à 18 millions €, les dommages au secteur agricole à 5 millions € et les dommages aux particuliers à 15 millions € (BLC et SIEE 1996), auxquels s'ajoutent les pertes non chiffrées de 200 entreprises.

En 2001, le schéma de protection contre les inondations, élaboré à l'initiative du syndicat intercommunal Béziers la mer a proposé un ensemble de mesures structurelles pour réduire le risque : endiguements rapprochés, rétablissement des exutoires en mer et amélioration de l'hydraulicité dans la traversée de Béziers, inscrites au PAPI.

Ce dernier englobe également plusieurs actions de prévention de type non structurel, telles que l'élaboration de Plans Communaux de Sauvegarde (PCS), la sensibilisation de la population ou la pose de repères de crues.

Dans cette étude, seules sont prises en compte les mesures de protection structurelles

Le secteur d'étude comprend le champ d'inondation centennal, du pont vieux à Béziers jusqu'à la mer. Les communes concernées sont donc les suivantes : Béziers, Portiragnes, Sauvian, Sérignan, Valras-Plage et Villeneuve-lès-Béziers.


Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées
inunda
INTERREG IIIC
Béziers
Villeneuve-les-Béziers
Portiragnes
Sauvian
Orb
Sérignan
Valras-Plage
Sources :
SIG34
Scan25©IGN
Mai 2006
Carte N° 2
Basse Vallée de l'Orb
Plan de localisation de la zone d'étude
Echelle:
0 1 2 Km
N

2. RAPPELS MÉTHODOLOGIQUES SUR L'ANALYSE COÛT–BÉNÉFICE

2.1. Précisions sur la démarche employée

La démarche employée dans notre étude peut servir à deux objectifs : établir un indicateur pour l'exposition d'un territoire aux inondations et/ou établir un indicateur pour connaître l'efficacité d'un scénario de gestion des inondations.

Dans le premier cas (établir un indicateur pour l'exposition d'un territoire aux inondations), l'idée générale est de bâtir un indicateur à partir des dommages potentiels. Ceux-ci peuvent être estimés pour une gamme étendue ou pour un nombre restreint d'événements, voire un seul, jugé représentatif du territoire. Pour chacun de ces événements, les sources de dommages sont spatialisées et peuvent être sectorisées (particuliers, entreprises, artisanats, équipements, etc.). Dans le cas d'une estimation des dommages potentiels pour plusieurs événements, la relation entre la fréquence d'un événement et son intensité permet de proposer un indicateur synthétique de l'exposition du territoire au risque en pondérant les dommages par la probabilité d'occurrence de l'événement associé.

Dans le second cas (connaître l'efficacité d'un scénario de gestion des inondations), l'idée générale est de bâtir un indicateur permettant de mesurer le différentiel entre deux situations : la situation actuelle sans scénario et la situation actuelle avec scénario. Ceci nous mène alors vers une analyse coût-bénéfice où les bénéfices sont mesurés par les dommages évités. Dans ce cas, il est préconisé de considérer toute une famille d'événements (depuis les faibles et fréquents vers les importants et rares). La démarche s'appuie en effet sur la notion de dommages évités moyens. Le fait que l'objectif soit de mettre à jour des différences entre les deux scénarios permet d'éviter de considérer des situations qui seraient semblables entre les deux scénarios, et donc de ne pas quantifier les conséquences dans ce cas. Cette démarche est détaillée dans la suite du document.

Il est important de préciser dès à présent, qu'une analyse coût-bénéfice d'un aménagement visant à réduire les inondations ne saurait se limiter aux seuls impacts de l'aménagement sur les inondations. Les autres impacts induits (par exemple sur des usages de la rivière ou sur l'écosystème) sont également à considérer. Toutefois, dans la présente étude, seul le volet inondation est traité.

2.2. Les étapes théoriques d'une analyse coût-bénéfice

Dans tous les cas, lorsqu'on effectue une analyse coût-bénéfice (ACB), il faut considérer au moins deux scénarios : un scénario avec projet (aménagement, politique de réduction de la vulnérabilité etc.) et un scénario sans projet (c'est à dire correspondant à l'état actuel). Dans cette étude, et pour la suite du texte, le scénario « sans projet » sera appelé « état actuel », le scénario avec projet sera appelé « état futur ».

Nous rappelons ici les étapes d'une ACB (voir par exemple Hanley and Spash 1993) :

Étape 1 : Définition du projet à évaluer

- Définition de la zone d'étude à considérer.
- Détermination de la population concernée par le projet.

Étape 2 : Identification des impacts et des conséquences des crues

Cette étape correspond à une phase d'estimation, c'est-à-dire à la quantification des impacts. Cette quantification peut être à la fois physique, mais également être complétée par une quantification monétaire de ces impacts.

Cette étape doit être complétée par une phase d'évaluation qui correspond à l'établissement d'un indicateur de la valeur du passage de l'état actuel, caractérisé par les impacts actuels des crues, vers l'état futur, caractérisé par les impacts des crues modifiés par l'existence du projet. Cette phase d'évaluation se fait dans l'étape 4.

Étape 3 : Détermination des coûts liés au projet

Différents coûts sont à considérer :
- Coûts de construction de l'ouvrage (ou de mise en place de la politique).
- Coûts d'acquisition foncière (éventuellement de paiement de servitudes).
- Coûts de fonctionnement (maintenance, entretien, gestion).

Étape 4 : Détermination des bénéfices liés au projet

Dans la méthodologie que nous présentons, les bénéfices des projets correspondent aux dommages évités par le projet. Cette étape complète donc l'étape 2. L'étape 2 doit permettre de quantifier les dommages (impacts) pour l'état futur et pour l'état actuel. Dans cette étape 4, nous proposons de considérer que l'évaluation de cette évolution entre les deux états est décrite par la différence entre ces deux estimations de dommage.

Notons qu'avec cet indicateur, seules les crues pour lesquelles le projet aura un impact sont à considérer.

La séparation entre l'étape 2 et l'étape 4 n'est pas toujours évidente. En effet, il nous faut considérer différentes sources de dommages, qui ne peuvent pas toutes être traitées de la même façon :

- Dommages évités directs (par exemple dégâts au mobilier et immobilier). Les dommages directs correspondent à « toute perte liée à l'impact physique de l'inondation, occasionnant une destruction matérielle ou corporelle » (Hubert, 1999 p.27).
- Dommages évités indirects (par exemple pertes dues à l'arrêt d'activité). Les dommages indirects sont la «conséquence de l'apparition de certains dommages directs et de la submersion proprement dite sur les activités et les échanges à l'intérieur et à l'extérieur de la zone inondée » (Hubert, 1999 p.27).
- Dommages évités intangibles qui comprennent :
    - o les impacts sociaux (stress, atteinte à la santé, mise en danger de vies etc. ; destruction d'espaces dédiés à des activités de loisirs etc.) ;
    - o les impacts environnementaux (dégradation de systèmes naturels, aspects paysagers).

Il existe deux manières différentes pour déterminer ces dommages évités. D'une part « l'évaluation a posteriori se donne pour objectif d'estimer les dommages causés par des inondations qui se sont déjà produites…les événements récents constituant en effet une source d'information privilégiée.» (Hubert, 1999, p.14 et 29). « L'évaluation a priori consiste à réaliser une estimation des dommages potentiels compte tenu de l'existence d'un risque et de son occurrence » (Hubert, 1999 p.14). Chaque approche peut s'appuyer sur l'autre, et ces deux manières peuvent, en pratique, être complémentaires.

Étape 5 : Calcul de la Valeur Actuelle Nette (VAN)

Le calcul de la valeur actualisée nette suppose :

- des hypothèses sur la durée de vie du projet (n),
- l'existence d'un plan de financement (décrivant les échéances des dépenses),
- la prise en compte de l'actualisation (taux d'actualisation : r) L'actualisation est "... l'opération mathématique qui permet de comparer des valeurs économiques qui s'échelonnent dans le temps : il s'agit de ramener la valeur future d'un bien, d'une dépense à une valeur actuelle... Le taux d'actualisation est un taux de substitution entre le futur et le présent ; il traduit la valeur du temps pour une entreprise ou une collectivité : c'est en quelque sorte le "prix du temps" (Commissariat Général du Plan 2005).

Étape 6 : Application du critère de décision

Deux critères principaux existent :

- le critère de Kaldor-Hicks : VAN = $\sum_{i=0}^{n} \frac{1}{(1+r_i)^i}(B_i - C_i) > 0$,
- le ratio bénéfices coûts : $\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+r_i)^i}\frac{B_i}{C_i} > 1$,

avec :

- B_i bénéfices liés au projet, attendus à la période i ;
- C_i coûts du projet, attendus à la période i ;
- n durée de vie du projet ;
- r_i taux d'actualisation, qui peut dépendre de la période i.

Nota : une manière alternative consiste à séparer les coûts de la période t=0 (coûts d'investissement au sens large) :

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

avec :

C_0 coûts d'investissement du projet, attendus à la période 0 ;

C_i coûts de fonctionnement du projet, attendus à la période i ;

Ces deux critères de décision sont des conditions nécessaires pour qu'un projet soit jugé pertinent au sens de l'ACB. Dans ce cas, les deux critères sont équivalents.

D'un point de vue théorique, le critère de Kaldor-Hicks peut servir à optimiser le choix entre une gamme de projet. Pour chaque projet, on calcule la VAN on prend le projet qui maximise ce terme.

D'un point de vue pratique, ces critères sont souvent considérés comme des indicateurs qui permettent une mise en discussion des choix collectifs selon l'angle d'analyse proposé par l'ACB.

Étape 7 :L'analyse de sensibilité

Elle permet de repérer les paramètres qui ont un impact significatif sur les résultats de l'analyse, et donc pour lesquels il faut particulièrement soigner la collecte des données nécessaires à leur estimation.

Étape 8 : La prise en compte d'éléments difficilement « monétarisables »

Ces derniers points rappellent que certaines données n'ont été prises en compte que de façon incomplète. Il s'agit ici de :

- recenser les effets qualitatifs,
- renvoyer le cas échéant à d'autres méthodes, telles que les méthodes d'évaluation économique (Grelot 2004) ou les méthodes d'aide à la décision multi-critères (Messner, Zwirner et al. 2004).

2.3. Calcul et présentation des dommages évités

Le calcul des dommages évités suppose le croisement de différentes données qui peuvent être résumées sous les désignations « aléa » et « vulnérabilité ». Différents croisements de l'aléa et de la vulnérabilité sont possibles, selon le détail disponible des données.

L'utilisation des outils SIG prend tout son sens dans le croisement des données. Elle permet, en effet, de traiter de l'information localisée et des caractéristiques provenant de l'aléa ou de la vulnérabilité des enjeux. Nous rappelons ici les différentes étapes du calcul des dommages évités.

Étape 1 : Description de l'aléa

La description de l'aléa repose sur des modèles hydrologiques et hydrauliques.

- **Modèles hydrologiques** qui permettent d'établir :
  - le lien entre pluie et débit du cours d'eau,
  - le lien entre débit du cours d'eau et fréquence de la crue (ou le débit du cours d'eau et la période de retour de la crue).
- **Modèles hydrauliques** qui permettent de connaître :
  - le lien entre le débit et les hauteurs d'eau dans les zones d'expansion des crues,
  - la vitesse de l'eau dans différentes zones,
  - la durée de submersion dans différentes zones.

Étape 2 : Description de la vulnérabilité

La description de la vulnérabilité dépend des données sur l'occupation du sol et d'informations plus spécifiques sur les types d'enjeux en zone inondable. L'établissement d'une typologie d'enjeu permet d'affecter une vulnérabilité à chaque groupe d'enjeu. Toutefois, pour effectuer ce classement il faut déjà avoir une certaine idée de la vulnérabilité associée, voire du coût des dommages potentiels. Il s'agit donc d'un processus itératif. C'est la raison pour laquelle les étapes suivantes ne peuvent pas être strictement suivies dans l'ordre chronologique.

- **Typologie de l'occupation du sol**
  - selon la situation géographique, c'est à dire :
    - selon la topographie de la zone d'expansion de crues,
    - selon l'altitude de la zone d'expansion de crues, etc.
  - selon le type d'enjeu :
    - habitat dense du centre ville, habitat dispersé des zones résidentielles
    - maison individuelle, entreprise, équipement sportif etc.
  - selon l'existence de mesures de protection lors de la gestion de crise
    - par exemple : les campings, sont-ils fermés pendant des saisons de risque d'inondation ?

- **Classement des enjeux selon leur vulnérabilité**
  A chaque type d'enjeu on peut affecter une classe de vulnérabilité :
  - selon la situation exacte de l'enjeu, par exemple :
    - la présence de remblais,
    - la hauteur du plancher.
  - selon le type exact d'enjeu ; par exemple il s'agit ici de qualifier
    - le type de bâti (murs en pierre ou murs en béton, maison avec sous-sol ou maison sans sous-sol etc.),
    - le type d'activité (activité de service ou activité de construction de matériel électronique).
  - selon les mesures exactes qui sont prises en cas de gestion de crise :
    - mise en place de batardeaux,
    - déplacement du mobilier dans les maisons,
    - évacuation des personnes fragiles etc.

Classes de vulnérabilité et typologie retenue sont donc étroitement liées. Selon le grain d'analyse et le niveau de détail des données disponibles, on peut affiner la typologie retenue en intégrant directement des éléments recensés ici dans les classes de vulnérabilité.

Étape 3 : Croisement de l'aléa et de la vulnérabilité

- **Les polygones élémentaires**
  Le croisement des zones d'expansion de crues et de chaque type d'enjeu permet le calcul de polygones élémentaires : ce sont les unités géographiques qui appartiennent à un seul type d'enjeu (par exemple les maisons individuelles) et qui sont touchées par un seul type d'impact (par exemple une classe de hauteur d'eau). Nota : pour les enjeux ponctuels ou linéaires, le calcul des polygones élémentaires n'est pas nécessaire.

- **Les courbes de dommages**
  Pour chaque type d'enjeu, une courbe de dommage doit être établie. Celle-ci lie une caractéristique de l'aléa (hauteur d'eau, durée de submersion, vitesse de submersion) à une conséquence monétaire.

  - Type de données selon lesquelles les courbes de dommages peuvent être établies :
    - Données surfaciques : le calcul des dommages moyens se fait par unité de surface : hectares de zone agricole touchés, m² de pièces habitables touchés. Ce type de données est utilisé pour des enjeux homogènes, par exemple l'habitat dense du centre ville. Souvent, il est appliqué à des zones qui sont définies relativement grossièrement.
    - Données ponctuelles : le calcul des dommages est effectué pour un enjeu ponctuel. Ce type de données est utilisé quand on dispose de données précises pour chaque enjeu et chaque classe de vulnérabilité, par exemple suite à une enquête.

  - Type de calcul :
    - Ajustement de courbes de dommages existants
      Il consiste à adopter la forme fonctionnelle d'une courbe de dommage et de la caler par rapport aux observations de la zone d'étude. Des courbes de dommages peuvent préexister dans la littérature. Elles peuvent être transférées à un autre cas d'étude si celui-ci s'inscrit dans un contexte similaire du contexte originaire. Par exemple, différentes courbes de dommages sont utilisées pour évaluer les dommages aux bâtis (voir figure suivante). L'annexe explique la genèse de ces courbes.
    - Construction de courbes de dommages
      Il s'agit de construire des courbes à partir d'un ensemble de données recueillies. Cette construction peut être basée sur un ajustement statistique. Par exemple, on établit une courbe de dommages du bâti à partir d'un nuage de points de différents types de bâtis.

- Application des courbes de dommages
  A chaque polygone élémentaire est appliqué la courbe de dommage correspondante. Nous obtenons ainsi un dommage potentiel pour chaque type de crue.

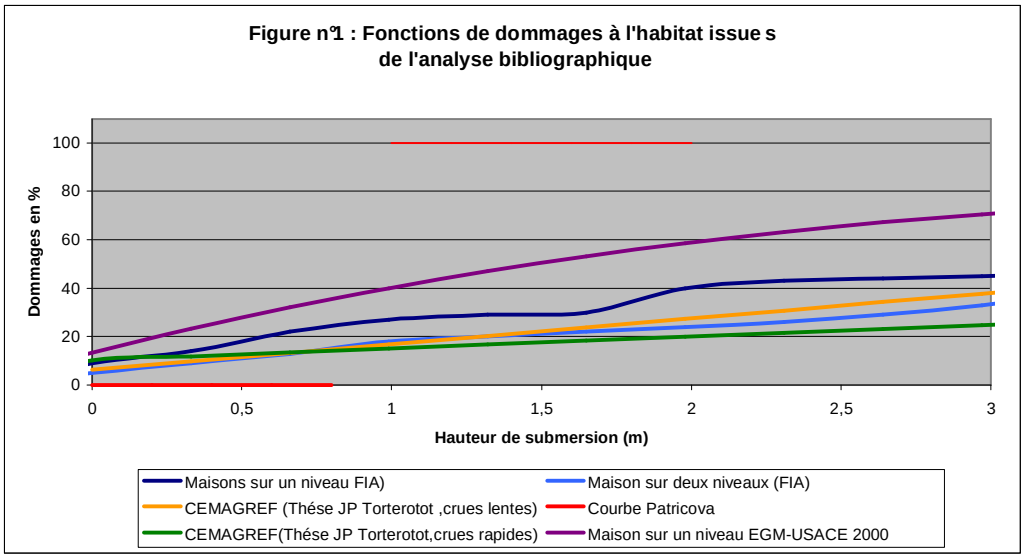


Figure 1 : Exemple de fonctions de dommages issues de la littérature

Étape 4 : La représentation des résultats

- Calcul des coûts moyens annuels (CMA)

La valeur espérée des dommages permet de synthétiser les résultats obtenus (pour plus de précisions voir (BCEOM 1980)). Le coût moyen annuel ou CMA est calculé selon la formule :

$$CMA = \int_{T=T_d}^{T=\infty} C(T)dT$$

Avec :

- C(T) : coût pour l'événement de période de retour $\frac{1}{T}$
- T_d : période de retour de l'événement débordant

Il correspond à la surface sous la courbe des dommages, comme le montre la Figure 2.

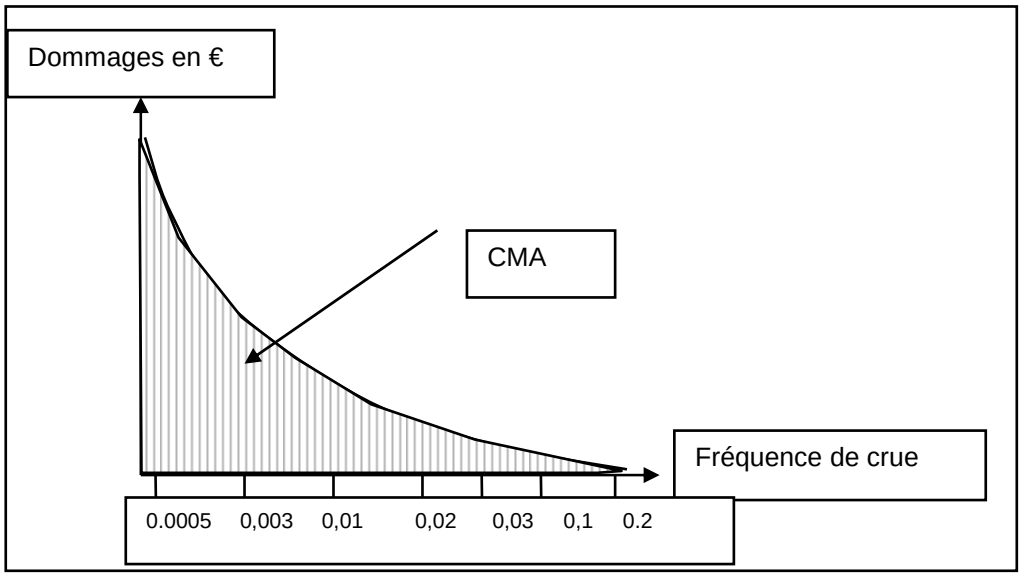


Figure 2 : Représentation graphique du CMA

Les dommages évités moyens annuels (DEMA) sont donnés par la différence entre le coût moyen annuel sans projet et le coût moyen annuel avec projet :

DEMA = CMA (sans projet) – CMA (avec projet)

- Calcul du coût des dommages par type de crue
  Une représentation graphique par type de crue permet de ne pas pondérer les événements par leur probabilité d'occurrence. L'information est cependant moins synthétique. Il semble aussi dangereux de baser la décision finale de l'opportunité d'une politique de réduction du risque inondation sur un seul type d'événement.

3. INVENTAIRE DES DONNÉES RECUEILLIES

Cette section présente l'inventaire exhaustif des toutes recueillies, indépendamment de leur utilisation effective. Cette utilisation est décrite dans les sections concernant chacune des méthodes implémentées (sections 4.1et 5.1).

3.1. Données hydrauliques

3.1.1. Données existantes

Toutes les données hydrauliques existantes sur le secteur d'études sont issue de modélisations réalisées par SIEE dans le cadre du Schéma de protection contre les inondation de la basse vallée de l'Orb (Oct 2001, Syndicat Béziers la mer).

3.1.1.1. État actuel

Quatre crues ont été simulées en l'état actuel :

- la crue centennale théorique (2500 m^3/s), désignée dans la suite par « Q100 actuel » ;
- la crue de janvier 1996 (2100 m^3/s), assimilée à la crue cinquantennale et désignée par « Q050 actuel » ;
- la crue de décembre 1987 (1655 m^3/s), assimilée à la crue trentennale, désignée par « Q030 actuel » ;
- la crue décennale théorique (1250 m^3/s), désignée par « Q010 actuel ».

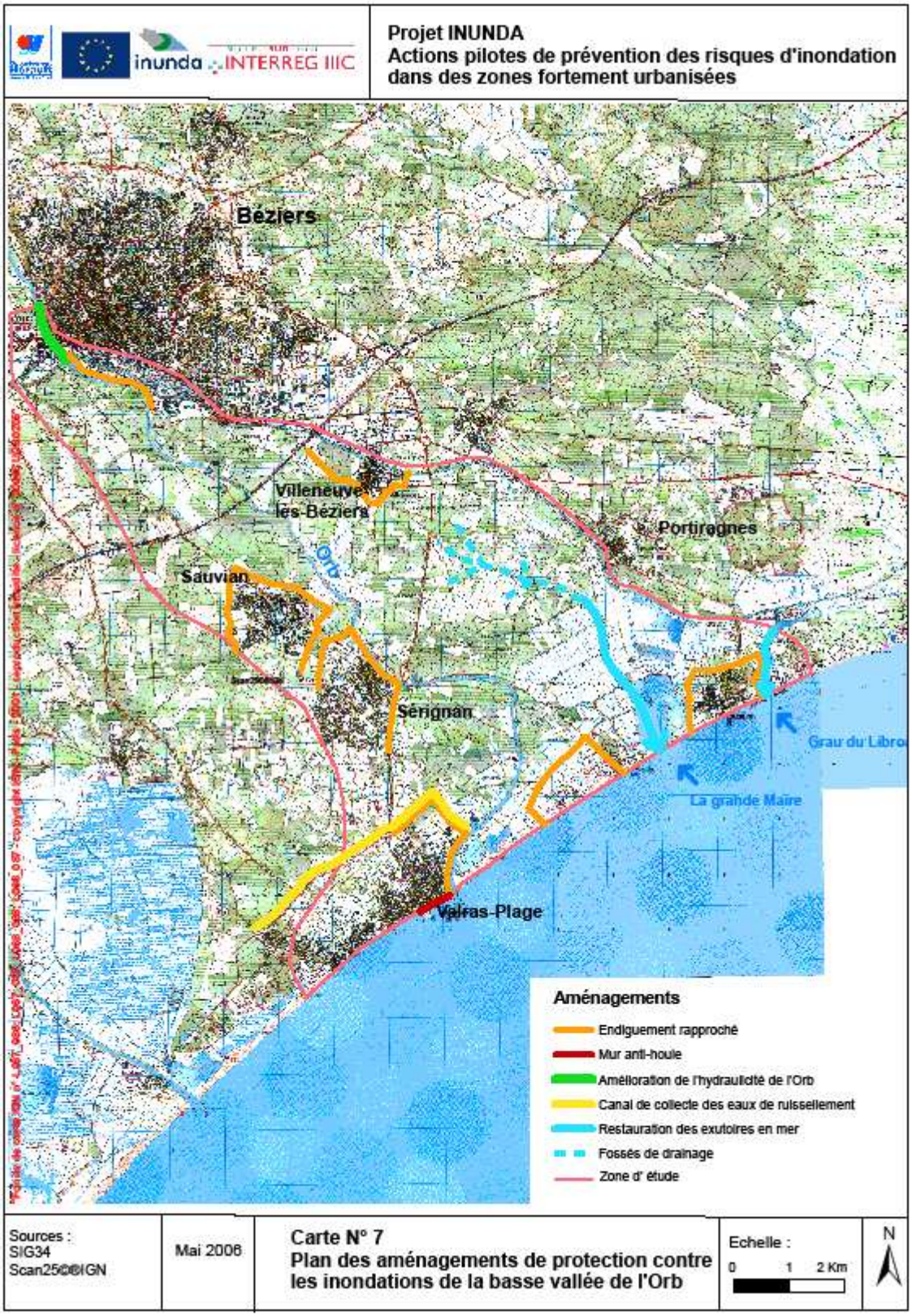
Pour ces 4 crues, nous disposons de la structure du modèle hydraulique sous forme de casiers constituant une couche SIG et des résultats hydrauliques sous forme de cotes maximales par casier.

Les cartographies des hauteurs d'eau classées (0 à 50 cm, 50 cm à 1 m, 1 à 2 m) ont été réalisées par SIEE et sont disponibles.

3.1.1.2. État avec projet

Les aménagements retenus correspondent au projet « dit Béziers-léger », selon la terminologie du projet SIEE.

Ce projet consiste à créer des digues de protection rapprochée pour les communes de Portiragnes, Sauvian, Sérignan, Valras-Plage et Villeneuve-lès-Béziers. Ces protections rapprochées ont pour objectif de protéger les zones urbanisées contre les crues de l'Orb jusqu'à la crue centennale. Dans ce projet, Béziers n'est pas concerné par les digues rapprochées, d'où son appellation : sur la traversée urbaine de Béziers, une amélioration de la capacité hydraulique de l'Orb par aménagement des rives, entretien de la ripisylve et ouverture d'arches sous le Pont-Vieux est prévue.


Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées
inunda
INTERREG IIIC
Béziers
Villeneuve-les-Béziers
Sauvian
Orb
Sérignan
Portiragnes
Grau du Libron
La grande Maire
Valras-Plage
Aménagements
Endiguement rapproché
Mur anti-houle
Amélioration de l'hydraulicité de l'Orb
Canal de collecte des eaux de ruissellement
Restauration des exutoires en mer
Fossés de drainage
Zone d' étude
Sources :
SIG34
Scan25©IGN
Mai 2006
Carte N° 7
Plan des aménagements de protection contre les inondations de la basse vallée de l'Orb
Echelle :
0 1 2 Km
N

D'autres aménagements sont prévus (cf. carte ci-dessus) : canal de crête et mur anti-inondation à Valras, élargissement des écoulements en mer (grande Maïre et grau du Libron), et éventuellement protection par endiguement de Sérignan Plage. Ces mesures n'ont pas été intégrées dans l'analyse coût-bénéfice en l'absence de données hydrauliques facilement accessibles. L'évaluation économique de l'impact des crues après aménagements sera de fait pénalisante pour les secteurs ne bénéficiant de ces projets.

Dans la suite du document, l'état avec projet sera désigné par « état futur ». Les quatre crues ont été également simulées en état futur :

- la crue centennale, désignée dans la suite par « Q100 futur » ;
- la crue de janvier 1996, désignée par « Q050 futur » ;
- la crue de décembre 1987, désignée par « Q030 futur » ;
- la crue décennale, désignée par « Q010 futur ».

Le bénéfice hydraulique de l'aménagement de la traversée de Béziers n'est pas connu pour les crues Q050 et Q100 et donc non intégré à l'évaluation économique. On considère cependant l'impact de cette mesure pour ces crues est modeste.

3.1.2. Données établies au cours du projet

Au cours du projet, une cartographie homogène d'un point de vue méthodologique été réalisée pour les huit événements simulés. La cartographie donne donc l'extension de la zone d'expansion de crues, avec délimitation des hauteurs d'eau par classe de 50 cm pour les huit événements suivant :

- Extension de la zone d'expansion pour Q010 actuel et futur ;
- Extension de la zone d'expansion pour Q030 actuel et futur ;
- Extension de la zone d'expansion pour Q050 actuel et futur ;
- Extension de la zone d'expansion pour Q100 actuel et futur.
- Un traitement cartographique des données du modèle hydraulique a été effectué.

Afin de déterminer les coûts d'une crue, il est indispensable de disposer d'une délimitation de l'emprise de la zone inondable et de classes de hauteurs d'eau. Il est nécessaire de disposer des mêmes informations dans les états avant et après aménagement. Ne disposant que des cartographies en l'état actuel, il nous est apparu indispensable de cartographier l'ensemble des crues disponibles pour les deux états.

Ces traitements cartographiques des données hydrauliques ont été réalisés à l'aide du modèle cartographique CALYPSEAU. Le Modèle Numérique de Terrain est quant à lui issu du traitement du plan photogrammétrique réalisé dans le cadre du Schéma de protection contre les inondations de la basse vallée de l'Orb.

Pour Patricova, deux classes de hauteurs d'eau sont nécessaires : 0 à 80 cm et plus de 80 cm.

Pour les autres méthodes surfaciques, s'appuyant sur des courbes d'endommagement, les classes peuvent être plus fines et plus nombreuses. Il a été retenu des classes d'iso-hauteurs de 50 cm.

3.1.2.1. Etat actuel

Les quatre crues retenues ayant été simulées dans le cadre du Schéma de protection contre les inondations de la basse vallée de l'Orb, Calypseau a permis le calcul des zones inondées et des hauteurs d'eau pour les différentes classes retenues par traitement des résultats hydrauliques et du MNT.

3.1.2.2. Etat futur – scénario dit « Béziers léger »

Ce scénario a été testé pour les crues 10 et 30 ans (type 1987) dans le cadre su Schéma de protection. Par contre, les crues plus fortes n'ont jusqu'à présent pas fait l'objet de simulation pour ce scénario.

Aussi nous avons du reconstituer une crue de projet pour les périodes de retour 50 et 100 ans à partir de scénarii intermédiaires. Après discussion avec SIEE-Strategis, M. Enjalbert (SBZM) et Mme Retailleau (CG34), il a été décidé d'utiliser les résultats hydrauliques du scénario 2 (protections rapprochées des zones urbaines, dont Béziers) en aval de Béziers et de maintenir les résultats de l'état actuel à Béziers.

Le traitement cartographique de ces quatre crues en l'état projet a été effectué avec Calypseau.

Les cartes des hauteurs d'eau correspondant aux quatre crues, pour l'état actuel et aménagé sont présentées en annexe.

3.2. Données sur l'occupation du sol

3.2.1. Données cartographiques

3.2.1.1. Données existantes

- Scan 25 de 2003.
- Orthophotoplan 2004 et 2005 pour les six communes de la zone
  Béziers, Portiragnes, Sauvian, Sérignan, Valras-Plage, Villeneuve-lès-Béziers.
- BD Carto 2000.
- Corine Land Cover 2000.
- Photorestitution.
- Cadastres numérisés pour 5 communes de la zone
  Béziers, Portiragnes, Sérignan, Valras-Plage, Villeneuve-lès-Béziers.
  Manque Sauvian
- Localisation sous SIG de l'habitat isolé du delta de l'Orb.

3.2.1.2. Données établies pendant l'étude

- Localisation sous SIG des activités économiques en zone inondable du delta de l'Orb.
- Localisation sous SIG des parcelles agricoles par type de culture pour 4 communes de la zone
  Béziers, Portiragnes, Sérignan, Villeneuve-lès-Béziers.

3.2.2. Données sur la typologie d'enjeu et leur vulnérabilité

3.2.2.1. Données existantes

- Étude Patricova (GV 2002)
  Proposition d'une typologie des enjeux et modélisation de leur vulnérabilité
- Étude sur la population en zone inondable DIREN 1999.
  Inventaire du nombre d'habitants en zone inondable, au sens de la crue de l'atlas des zones inondables.
- Études concernant le bâti :
  - « Réduction de la vulnérabilité aux inondations à l'échelle d'un quartier » (CETE 2005).
  - « Vulnérabilité des habitations aux inondations » (CETE 2005).
  - fiches de recensement de l'habitat isolé du delta de l'Orb (résultat d'une étude menée par le Syndicat Béziers la Mer).
- Agriculture : étude sur la vulnérabilité agricole : (CA 2005).
- Activités économiques :
  - Nomenclature des activités françaises INSEE 2003.
  - Liste et adresses des activités recensées par la CCI et la Chambre des Métiers.

3.2.2.2. Données établies pendant l'étude

- Hauteurs de plancher de bâti
  Une centaine d'habitation à Sérignan
  Relevé à l'aide d'un GPS différentiel.
- Enquête auprès des agriculteurs les impacts des inondations à l'agriculture (voir plus loin).
- Enquête auprès des gérants de campings sur les impacts des inondations aux campings (voir plus loin).

3.3. Données sur les dommages

3.3.1.1. Données existantes

- Enquête et analyse des dommages aux habitations (Torterotot 1993).
  L'enquête concerne plusieurs sites sur la France. L'analyse des crues rapides a été basée sur des enquêtes qui ont été effectuées sur le bassin versant de l'Orb. Les données datent de 1987.
- Fonctionnement du secteur agricole sur le département 34, d'après le Centre d'Economie Rurale
  Nous avons utilisé le dernier numéro du (CER 1999) qui recense des données de 1998 et 1999.
- Activités économiques : (DNRM 2002).

3.3.1.2. Données établies pendant l'étude

Les courbes de dommages ont été construites et ajustées pour notre étude (voir plus loin). Les enquêtes et entretiens suivants ont aidé à effectuer ce travail :

- Entretiens avec des agriculteurs : M. Cayrol, M. Noguès, M. Nicolas (voir plus loin),
- Entretiens avec des experts d'assurance (Galtier) (voir plus loin),
- Enquêtes auprès des gestionnaires de campings en zone inondable (voir plus loin).(DNRM 2002).

4. APPLICATION DE LA MÉTHODE PATRICOVA

4.1. Données utilisées

- Cartes de l'aléa actuel et futur : description des zones d'expansion de crues et des hauteurs d'eau associées
- Corine Land Cover 2000
- Rapport d'étude PATRICOVA (GV 2002)
- Liste des activités économiques inscrites en CCI ou à la Chambre des Métiers
- Localisation sous SIG des activités économiques en zone inondable du delta de l'Orb

4.2. Typologie de l'occupation du sol et vulnérabilité

4.2.1. Typologie des enjeux et vulnérabilité dans PATRICOVA

L'étude PATRICOVA propose une typologie de l'occupation du sol et une échelle de la vulnérabilité de chaque enjeu que nous avons reprises dans le tableau suivant. Les coefficients de vulnérabilité correspondent à une mesure normalisée de l'impact des inondations, en termes de dommages directs. Ainsi, la valeur 100 du coefficient de vulnérabilité (voir tableau ci-joint) correspond à un dommage de 82 euros/m² dans les zones résidentielles de très haute densité (GV 2002), p.19.

Code COPUT	Nomenclature	Vulnérabilité[1] selon submersion	
		Bas	*Haut*
00	Résidentiel	22,9	68,7
01	Résidentiel de basse densité	22,9	68,7
02	Résidentiel de moyenne densité	18,8	56,3
03	Résidentiel de haute densité	25	75
04	Résidentiel de très haute densité	33,3	100
05	Campings, caravanes, préfabriqués	22,9	68,7
00 à 04	Commerces en zone résidentielle	17,3C	51,8C
06	Industries, artisans, commerces	5,6	16,9
07	Industries, artisans, commerces Basse densité	5,6	16,9
08	Industries, artisans, commerces Haute densité	7,9	23,7
09	Equipements, services et infrastructures	17,3	51,8
10	Tertiaire	17,3	51,8
11	Mixte	17,3	0
12	Autre	0	0
20	Cultures irriguées d'horticultures	0,89	
21	Cultures irriguées de céréales	0,34	
22	Cultures irriguées de rizières	0,34	
23	Cultures irriguées de fruits	0,56	
24	Cultures irriguées d'agrumes	0,83	
25	Autre : zones irriguées	0,34	
36	Cultures non-irriguées : prairies	0,34	
37	Cultures non-irriguées : vignobles	0,56	
38	Cultures non-irriguées : oliviers	0,56	
39	Cultures non-irriguées : fruits	0,56	
40	Autres : zones non-irriguées	0,34	
reste	Réseau routier	0	

Tableau 1 : Vulnérabilité en fonction de la typologie de l'occupation du sol dans PATRICOVA

[1] Vulnérabilité exprimée en termes de dommages directs normalisés

4.2.2. Typologie des enjeux et vulnérabilité dans notre cas d'étude

Nous basons notre application de la méthode PATRICOVA sur les cartes d'occupation de sol Corine Land Cover (CLC) 2000 (voir annexe). Pour connaître la vulnérabilité de chaque type d'enjeu dans notre cas d'étude, il faut donc faire correspondre les nomenclatures COPUT (PATRICOVA) et CLC 2000.

Pour ce faire, et aussi pour mieux adapter la typologie existante de Corine Land Cover 2000 aux réalités du terrain, nous avons d'abord légèrement changé sa nomenclature : nous avons créé la typologie Corine Land Cover 2 en introduisant le code supplémentaire (149) qui désigne les campings. En effet, les campings constituent un enjeu économique important sur notre zone d'étude et ils possèdent un coefficient de vulnérabilité propre dans la nomenclature COPUT.

Nous avons ensuite fait correspondre les codes CLC2 et les codes COPUT, comme l'indique le tableau ci-dessous.

Nomenclature Corine Land Cover (CLC)	Codes correspondants			Nomenclature Patricova	Vulnérabilité[2]	
	CLC	CLC2	COPUT		Bas	Haut
Tissu urbain continu	111		04	Résidentiel de très haute densité	33,3	100
Tissu urbain discontinu	112		03	Résidentiel de haute densité	25	75
Zone industrielle ou commerciale	121		08	Industries, artisans, commerces	7,9	23,7
Réseau routier	122		99		0	0
Equipement sportif et de loisir	142		09	Equipements, services, infrastructures	17,3	51,8
	142	149	05	Campings, caravanes, préfabriqués	22,9	68,7
Terre arable hors périmètre d'irrigation	211		40	Zones non-irriguées	0,34	0,34
Vignoble	221		37	Vignobles	0,56	0,56
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	242		25	Zones irriguées	0,34	0,34
Plage, dune, sable	331		99		0	0
Marais	421		99		0	0
Lagunes littorales	521		99		0	0

Tableau 2 : Vulnérabilité en fonction de la typologie de l'occupation du sol CLC 2000

Une particularité est à noter : sur notre zone d'étude, la nomenclature Corine Land Cover classe le centre des villages en « tissu urbain discontinu » (par exemple le centre de Sérignan), ce qui nous a amené à choisir le code « tissu urbain discontinu » pour la catégorie COPUT « résidentiel de haute densité » et le code « tissu urbain continu » pour la catégorie COPUT « résidentiel de très haute densité ».

[2] Vulnérabilité exprimée en termes de dommages directs normalisés

Le tableau ci-dessus indique donc la vulnérabilité par type d'enjeu pour la nomenclature Corine Land Cover 2000 corrigée. Comme dans la méthode PATRICOVA, nous avons deux cas de submersions : le cas « bas » qui correspond à une hauteur d'eau inférieure à 0,80 m et le cas « haut » avec une hauteur d'eau supérieure ou égale à 0,80 m.

4.2.3. Calcul du coefficient correcteur appliqué aux activités commerciales en zone résidentielle

Pour les activités commerciales discontinues, la méthode Patricova prévoit l'application d'un coefficient correcteur C qui dépend de la densité des activités commerciales dans les différentes zones résidentielles. Nous avons choisi de calculer ce coefficient de la façon suivante :

Cc = Sc/Sb

avec :

Cc : coefficient correcteur par commune,

Sc : superficie des commerces (m² ?),

Sb : superficie des bâtis (m² ?).

Nous avons pu calculer le coefficient correcteur à l'aide des recensements précis que nous avons effectués sur la zone d'étude. Nous connaissons donc la localisation et la taille exacte des activités commerciales sur toutes les communes. Nous avons également les surfaces de tous les bâtis en zone inondable. Cette procédure n'est pas possible sans avoir effectué une enquête sur le terrain. Les résultats de nos calculs sont résumés dans le tableau suivant.

Commune	Cc	Sc	Sb
Béziers	39,83%	65160	163600
Villeneuve-lès- Béziers	15,44%	15760	102100
Sauvian	30,17%	13720	45470
Sérignan	19,07%	47000	246500
Valras Plage	13,93%	56350	404400
Portiragnes	8,89%	14810	166600

Tableau 3 : Calcul du coefficient correcteur des activités en zone résidentielle

4.3. Croisement de l'occupation du sol et de l'aléa hydraulique

4.3.1. Calcul des polygones élémentaires

Le polygone élémentaire est obtenu, sous SIG, par croisement des limites de l'occupation du sol, des limites des communes et des limites des classes de hauteur d'eau. Nous disposons donc de la surface (en m²) de chaque polygone élémentaire.

4.3.2. Calcul de l'impact des inondations

Selon la méthode Patricova, l'impact se calcule de la façon suivante :

$I = F (V_1 + CV_2) K$ pour le résidentiel,

$I = F V_1 K$ pour le reste des types d'occupation du sol

avec :

I : impact,

F : fréquence des crues,

K : coefficient de dommages indirects,

V_1 : vulnérabilité en zone résidentielle,

Le coefficient de dommages indirects, K, est donné par la méthode Patricova : $1 \leq K < 1,55$. Dans un premier temps, nous appliquons K = 1. Nous traitons donc uniquement les dommages directs.

Le coefficient V_2, ou vulnérabilité en zone commerciale dispersée, est également repris de la méthode Patricova : V_2_bas = 17,3 et V_2_haut = 51,8 ; ces coefficients correctifs s'appliquent aux COPUT 03 et 04. Enfin, les coefficients C sont calculés par commune, nous les appelons Cc (voir ci-dessus).

Pour chaque polygone élémentaire, nous disposons donc des informations suivantes :

- Commune et code de commune,
- Classe de hauteur d'eau (« bas » : < 80cm, « haut » : >80 cm),
- Type d'occupation du sol,
- Code COPUT,
- Code Corine Land Cover corrigé (campings) correspondent au code COPUT,
- Vulnérabilité V_1 et V_2 selon le Code COPUT pour le cas « haut » et « « bas »,
- surface (en m²).

Nous appliquons alors la formule du calcul des impacts pour les quatre crues (Q010, Q030, Q050, Q100) et les deux scénarios (état futur et actuel). Ceci donne donc lieu au calcul suivant :

$I = F^* (V + V_2 * C_c)$ K*surface polygone élémentaire.

Tous les résultats en termes « d'impacts » sont ensuite transformés en valeurs monétaires en appliquant le facteur correctif de 82/100 comme proposé dans la méthode Patricova. Le calcul du coût d'une inondation se fait en divisant l'impact par F. Au final, la formule suivante est utilisée pour le calcul du coût d'une inondation en particulier :

$I = \Sigma (V + V_2 * C_c)$ K*s*.82

4.4. Résultats : dommages évités et coûts moyens annuels

4.4.1. Résultats par commune

Le calcul des dommages en l'état actuel par commune fait bien ressortir les zones qui sont actuellement vulnérables aux inondations : Sérignan supporte les dommages les plus importants, selon les quatre scénarios de crues choisis. On constate aussi que sa contribution aux dommages totaux est particulièrement importante pour les faibles crues (plus de 60% pour la crue décennale, contre 50% pour la crue centennale).

Béziers et Valras-Plage sont les prochaines communes concernées mais supportent, chacune, moins d'un quart des dommages totaux. Contrairement au cas de Sérignan, leur contribution aux dommages totaux est particulièrement importante pour les crues de période de retour élevée : Béziers, par exemple, génère 21% des dommages lors de la crue centennale, contre 17% pour une décennale (voir tableau suivant).

Dommages état actuel en millions € (et en % du total)								
Commune	**Q010**	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Béziers	29,7	*17,3*	46,0	*17,3*	64,2	*20,9*	76, 1	*21,1*
Portiragnes	2,4	*1,4*	11,2	*4,2*	13,4	*4,4*	22,7	*6,3*
Sauvian	10,2	*5,9*	12,7	*4,8*	14,5	*4,7*	16,0	*4,4*
Sérignan	107,3	*62,5*	152,0	*57*	165,0	*53,7*	180,6	*50,0*
Valras-Plage	13,3	*7,7*	32,6	*12,2*	34,8	*11,3*	46,2	*12,8*
Villeneuve-lès-Béziers	8,9	*5,2*	12,1	*4,5*	15,0	*4,9*	19,3	*5,3*
Total	171,8	*100*	266,6	*100*	307,0	*100*	361,0	*100*

Tableau 4 : Dommages en l'état actuel par commune, selon la méthode PATRICOVA (résultats arrondis)

Le calcul des dommages pour « l'état futur » et celui des « dommages évités » permettent de connaître les endroits qui sont particulièrement concernés par les politiques de réduction du risque prévues.

Si Sérignan reste la commune qui supporte la plus grande part des dommages totaux (voir tableau « Dommages en l'état futur »), elle profite d'une réduction importante de ces dommages en termes absolus : plus de 27 millions € pour une crue décennale et presque 60 millions pour une crue centennale.

D'autres communes profitent également de réductions importantes de dommages : plus de 46 millions € pour une crue centennale à Valras-Plage, plus de 20 millions € à Portiragnes et plus de 15 millions € à Villeneuve-lès-Béziers pour le même scénario.

Ces réductions de dommages correspondent à une part non négligeable des dommages originaux : entre un quart (pour une crue décennale) et un tiers (pour une crue centennale) pour Serignan, par exemple. Valras-Plage est la commune pour laquelle les dommages baissent proportionnellement le plus, Béziers celle pour laquelle les dommages varient le moins.

Dommages état futur en millions € (et en % du total)								
Commune	**Q010**	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Béziers	24,0	*21,1*	42,5	*26,3*	62,4	*33,0*	72,3	35,2
Portiragnes	1,4	*1,2*	1,6	*1,0*	1,7	*0,9*	1,8	0,9
Sauvian	4,9	*4,3*	5,2	*3,2*	5,3	*2,8*	5,4	2,6
Sérignan	80,0	*70,5*	108,8	*67,4*	116,2	*61,4*	122,1	59,4
Valras-Plage	0,2	*0,2*	0,2	*0,1*	0,2	*0,1*	0,2	0,1
Villeneuve-lès-Béziers	3,0	*2,6*	3,2	*2,0*	3,4	*1,8*	3,6	1,8
Total	113,5	*100*	161,5	*100*	189,2	*100*	205,5	100

Dommages évités en millions d'€ (Différence état actuel – état futur) et % du total								
Commune	**Q010**	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Béziers	5,6	*9,6*	3,5	*3,3*	1,8	*1,5*	3,8	*2,4*
Portiragnes	0,9	*1,5*	9,6	*9,1*	11,7	*9,9*	20,8	*13,4*
Sauvian	5,2	*8,9*	7,5	*7,1*	9,2	*7,8*	10,6	*6,8*
Sérignan	27,3	*46,9*	43,2	*41,1*	48,8	*41,4*	58,5	*37,6*
Valras-Plage	13,2	*22,7*	32,4	*30,8*	34,7	*29,5*	46,1	*29,6*
Villeneuve-lès-Béziers	5,9	*10,1*	9,0	*8,6*	11,6	*9,8*	15,7	*10,1*
Total	58,2	*100*	105,1	*100*	117,8	*100*	155,6	*100*

Tableau 5 : Dommages en état futur et dommages évités par commune selon PATRICOVA

4.4.2. Résultats par secteur

Les résultats par secteur et par commune sont exposés en annexe. Nous avons ici regroupé les dommages par secteur selon une nomenclature un peu différente de celle utilisée dans PATRICOVA. Ceci nous permet de les comparer avec les résultats de la deuxième méthode de calcul, présentés plus loin.

Dommages état actuel en millions d'€ (et % du total)								
	Q010	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Bâti	81,2	*47,3*	138,8	*52,1*	166,0	*54,1*	205,9	*57,0*
Routes	0	*0*	0	*0*	0	*0*	0	*0*
Campings	32,4	*18,9*	47,0	*17,6*	52,3	*17,0*	57,4	*15,9*
Agriculture	52,6	*30,6*	73,6	*27,6*	80,0	*26,1*	85,9	*23,8*
Activités	5,6	*3,3*	7,2	*2,7*	8,7	*2,8*	11,7	*3,2*
Total	171,8	*100*	266,6	*100*	307,0	*100*	361,0	*100*

Tableau 6 : Dommages en l'état actuel par secteur, selon la méthode PATRICOVA

Le calcul des dommages par type d'enjeu montre bien l'importance des bâtis ; viennent ensuite l'agriculture et les campings. Quant aux activités, il est important de rappeler que nous n'avons calculé que les dommages directs. Pour pouvoir comparer les résultats avec ceux de la méthode exposée dans la prochaine section, il faut multiplier les dommages aux activités par le coefficient correctif : K=1.55 (nous indiquons ces résultats à titre d'exemple dans les tableaux 8 et 9 en fin de cette sous-section, même si la méthode PATRICOVA ne prévoit pas cette correction). Enfin, les routes et réseaux ne sont pas modélisés dans la méthode PATRICOVA. Nous ne les avons donc pas pris en compte non plus.

Dommages état futur en millions d'€ (et % du total)								
	Q010	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Bâti	17,2	*15,2*	33,5	*20,7*	47,7	*25,2*	53,8	*26,2*
Routes	0	*0*	0	*0*	0	*0*	0	*0*
Campings	34,3	*30,2*	47,5	*29,4*	53,0	*28,0*	57,6	*28,0*
Agriculture	57,8	*50,9*	74,9	*46,4*	81,7	*43,2*	86,3	*42,0*
Activités	4,2	*3,7*	5,6	*3,5*	6,9	*3,6*	7,9	*3,8*
Total	113,5	*100*	161,5	*100*	189,2	*100*	205,5	*100*

Dommages évités en millions € (Différence état actuel – état futur)								
	Q010	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Bâti	64,0	*110*	105,3	*100,2*	118,3	*100,4*	152,2	*97,2*
Routes	0	*0*	0	*0*	0	*0*	0	*0*
Campings	-1,9	*-3,3*	-0,5	*-0,5*	-0,7	*-0,6*	-0,1	*-0,1*
Agriculture	-5,3	*-9,1*	-1,4	*-1,3*	-1,6	*-1,4*	-0,4	*-0,3*
Activités	1,4	*2,4*	1,6	*1,5*	1,8	*1,5*	3,9	*2,5*
Total	58,2	*100*	105,1	*100*	117,8	*100*	155,6	*100*

Tableau 7 : Dommages en état futur et dommages évités par secteur selon PATRICOVA

Le calcul des dommages futurs et celui des dommages évités démontrent bien la logique de protection des zones urbaines : ce sont le secteur des bâtis et des activités économiques qui connaissent les plus grands dommages évités. Les campings et l'agriculture semblent, au contraire, être défavorisés par les aménagements. Ce constat ne va pas sans rappeler que les gains constatés aux bâtis et aux activités sont sans commune mesure avec les pertes observées pour les deux autres secteurs. L'impact négatif reste à la marge : de l'ordre de 6 % pour les campings, 10 % pour l'agriculture pour une crue décennale. Il est important de rappeler à cet endroit que les aménagements prévus grande maïre et grau libron n'ont pas été pris en compte dans cet exercice. L'impact décrit n'a donc pas lieu sur le terrain.

Dommages état actuel en millions d'€ (et % du total)								
	Q010	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Bâti	81,2	*46,4*	138,8	*51,3*	166,0	*53,2*	205,9	*56,0*
Routes	0	*0*	0	*0*	0	*0*	0	*0*
Campings	32,4	*18,5*	47,0	*17,4*	52,3	*16,8*	57,4	*15,6*
Agriculture	52,6	*30,1*	73,6	*27,2*	80,0	*25,7*	85,9	*23,4*
Activités (dommages indirects compris, avec K=1,55)	8,7	*5,0*	11,2	*4,1*	13,5	*4,3*	18,1	*4,9*
Total	174,9	*100*	270,6	*100*	311,8	*100*	367,4	*100*

Tableau 8 : Dommages en l'état actuel par secteur, avec correction pour dommages indirects

Dommages état futur en millions d'€ (et % du total)								
	Q010	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Bâti	17,2	*14,9*	33,5	*20,4*	47,7	*24,7*	53,8	*25,6*
Routes	0	*0*	0	*0*	0	*0*	0	*0*
Campings	34,3	*29,6*	47,5	*28,9*	53,0	*27,5*	57,6	*27,5*
Agriculture	57,8	*50,0*	74,9	*45,5*	81,7	*42,3*	86,3	*41,1*
Activités (dommages indirects compris, avec K=1,55)	6,5	*5,6*	8,7	*5,3*	10,7	*5,5*	12,2	*5,8*
Total	115,8	*100*	164,6	*100*	193,0	*100*	209,8	*100*

Dommages évités en millions € (Différence état actuel – état futur)								
	Q010	**%**	**Q030**	**%**	**Q050**	**%**	**Q100**	**%**
Bâti	64,0	*108,5*	105,3	*99,3*	118,3	*99,6*	152,2	*96,5*
Routes	0	*0*	0	*0*	0	*0*	0	*0*
Campings	-1,9	*-3,2*	-0,5	*-0,5*	-0,7	*-0,6*	-0,1	*-0,1*
Agriculture	-5,3	*-8,9*	-1,4	*-1,3*	-1,6	*-0,8*	-0,4	*-0,3*
Activités (dommages indirects compris, avec K=1,55)	2,2	*3,7*	2,5	*2,4*	2,8	*1,5*	6,0	*3,8*
Total	59,0	*100*	106,0	*100*	118,8	*100*	157,7	*100*

Tableau 9 : Dommages en état futur et dommages évités par secteur, avec correction pour dommages indirects

4.4.3. Coût moyen annuel

Le coût moyen annuel sert de base de calcul dans l'analyse coût-bénéfice. Comparé aux coûts d'investissement et de fonctionnement, c'est un indicateur de l'efficacité moyenne des aménagements. Selon la méthode PATRICOVA (et donc en faisant abstraction des dommages indirects dus aux activités), le coût moyen des inondations s'élève à 36,5 millions € par an en l'état actuel, et à 23,4 millions € par an après les aménagements. Nous avons ici utilisé la même méthode de calcul que dans la méthode BCEOM-CEMAGREF.

Etat actuel	Etat futur
36,46 M€	23,36 M€

Tableau 10 : CMA global selon la méthode PATRICOVA

CMA (en millions €)	Etat actuel	% du total	Etat futur	% du total
Béziers	6,56	18,0	5,88	25,2
Portiragnes	1,09	3,0	0,26	1,1
Sauvian	1,94	5,3	0,87	3,72
Sérignan	21,43	58,8	15,80	67,6
Valras-Plage	3,61	9,9	0,03	0,1
Villeneuve-lès-Béziers	1,82	5,0	0,53	2,3

Tableau 11 : CMA par communes selon la méthode PATRICOVA

Comme le montre le tableau des CMA par communes, Sérignan supporte actuellement le plus grand dommage moyen par an, suivi de Béziers, Sauvian, Portiragnes, Valras-Plage et Villeneuve-lès-Béziers. Ce classement reste valide pour l'état futur, à l'exception de Valras-Plage et Villeneuve-lès-Béziers qui changent de position.

4.5. Conclusions sur la méthode PATRICOVA

Comme demandé dans le cahier des charges initial de l'étude nous avons appliqué la méthode PATRICOVA au cas de l'Orb. Cette méthode donne, sans expliquer leur construction, des valeurs cadres pour construire à partir d'une occupation du sol surfacique les coûts d'une inondation dont on connaît l'étendue spatiale du paramètre hauteur d'eau.

Nous avons, dans notre application de PATRICOVA, joué le jeu d'une application avec des données minimales quant à la localisation des enjeux, en nous basant sur les dernières données disponibles de Corine Land Cover. Notre application est donc possible en tout endroit où les étendues spatiales du paramètre hauteur d'eau est disponible (avec possibilité de faire deux classes : plus petit et plus haut que 0,8m).

Toutefois, nous n'avons pas été jusqu'au bout d'une ACB, parce que nous pensons que les valeurs des dommages à l'état initial trouvées sont trop importantes. En effet, dans l'ensemble, les résultats de la méthode PATRICOVA nous semblent élevés par rapport aux éléments de retour d'expérience dont nous disposons (BLC and SIEE 1996). Il nous semble dès lors que les résultats d'une ACB sont trop favorables, sans qu'il soit possible de décortiquer précisément la construction des « vulnérabilités » proposées, qui ont été calées pour un territoire différent de celui de l'Orb.

Dans la partie suivante, nous avons par la suite élaboré une deuxième méthode, appelée dans la suite « méthode BCEOM-Cemagref ». La comparaison entre les deux méthodes est faite en fin de partie suivante, qui permet de discuter d'autres points de la méthode.

5. APPLICATION DE LA MÉTHODE BCEOM-CEMAGREF

5.1. Données utilisées

5.1.1. Données hydrauliques

- **Cartes de l'aléa actuel et futur**
  Extension spatiale des zones d'expansion de crue pour chaque événement modélisé (Hauteur d'eau en chaque point de la zone d'expansion, selon des classes de 50 cm.

5.1.2. Données sur l'occupation du sol

- **Corine Land Cover 2000**
  Occupation du sol selon les catégories de Corine Land Cover, utilisée pour la partie culture de l'enjeu agriculture.
- **Cadastre numérisé ou photorestitution**
  Emprise au sol du bâti dur, quelque soit sa destination (habitat, activité dont agricole, administration).
  La photorestitution a été utilisée en complément du cadastre numérisé pour la commune n'en disposant pas : Sauvian.
- **Orthophotoplan**
  qui a servi pour estimer la surface des campings ou déterminer l'occupation du sol agricole.
- **BD Carto**
  Linéaire et catégorisation du réseau routier
- **Cartes d'occupation du sol agricole établies lors d'entretiens avec des agriculteurs**
  Vérification de la pertinence de l'occupation du sol selon Corine Land Cover sur la zone étudiée pour la partie culture de l'enjeu agricole.
  Établies pour les communes suivantes : Béziers, Portiragnes, Sérignan.
- **Localisation des activités économiques par un travail d'enquête-terrain**
  Complète le cadastre numérisé en associant à chaque polygone de bâti dur la ou les activités éventuelles qui y sont présentes.
  Établie sur toute la zone inondable au sens de la crue Q100 en état actuel.

5.1.3. Données sur les dommages

5.1.3.1. Littérature

- Etude BLC – SIEE (1996, CG34) « Crues de l'Orb des 17/12/1996 et 28/01/1996 – Étude économique », (BLC and SIEE 1996).
- « Projet pilote : basse plaine du Vidourle et petite Camargue », Cellule Agricole de prévention des inondation (CA 2005).
- Centre d'Economie Rurale « Mémento technico-économique des principales productions en Languedoc-Roussillon (CER 1999).
- « Guidance on the assessment of tangible flood damages », Queensland Government (DNRM 2002).
- Hubert et Ledoux « le coût du risque… » (Hubert and Ledoux 1999).
- Torterotot, J.-P. (1993) « Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes », (Torterotot 1993).

5.1.3.2. Entretiens et enquêtes

- Entretiens avec des agriculteurs
- Entretien avec des experts d'assurance
- Enquête auprès des gestionnaires de campings

5.2. Occupation du sol et typologie des enjeux

La typologie d'occupation du sol que nous avons retenue est donnée, dans son niveau le plus agrégé, par la liste suivante :

- Bâti
- Agriculture
- Réseaux routiers
- Activités économiques
- Campings

Pour chaque enjeu, nous disposons d'informations supplémentaires qui seront utilisées pour une description plus fine, soit de la typologie même, soit de la vulnérabilité de l'enjeu.

5.2.1. Le bâti

Le cadastre numérisé (ou la photorestitution) nous permet de disposer d'une couche de polygones qui représente les surfaces des bâtis de la zone d'étude. Le croisement de cette couche « Bâti » avec les différentes couches d'expansion de crues nous permet ensuite de disposer de nouvelles couches de polygones en fonction des paramètres d'aléa (ici seulement la hauteur d'eau par classe de 50 cm de magnitude). Nous avons choisi une précision de 50 cm car ceci semble un pas relativement fiable pour l'étude hydraulique. Prendre des précisions trop grandes peut induire en erreur si l'étude hydraulique n'est pas capable de distinguer les détails à ce grain d'analyse.

Dans le graphique suivant, nous avons représenté une couche « Bâti ». Nous distinguons les bâtiments touchés par différentes hauteurs d'eau, des bâtis non-touchés. Pour définir ces derniers, nous avons fait un ajustement qui prend en compte la hauteur moyenne du premier plancher (voir calcul des courbes de dommages, section 5.3.1).

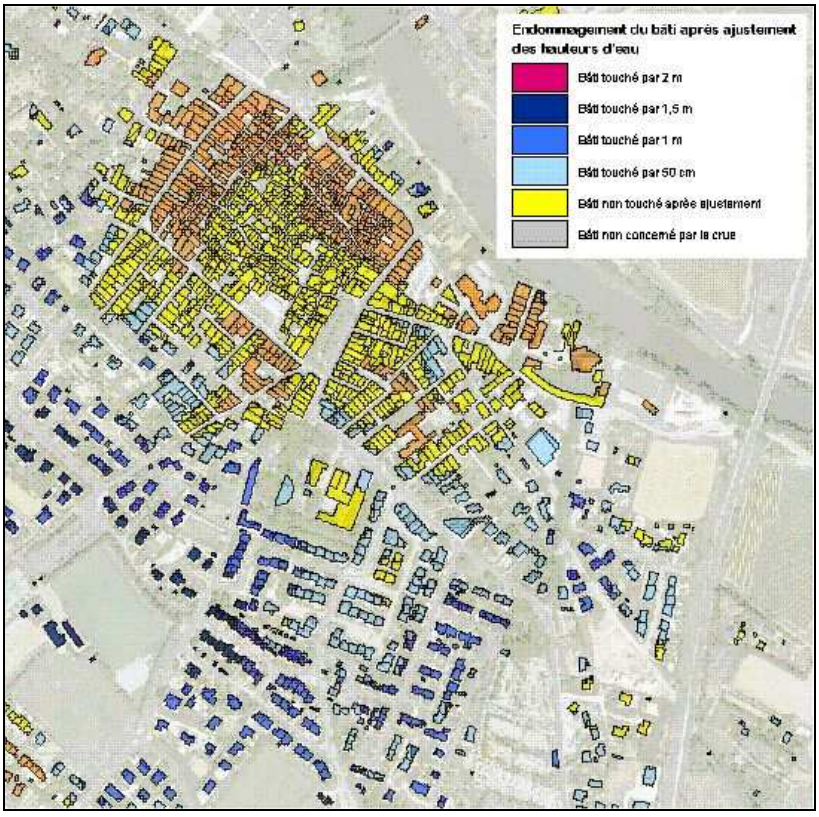


Figure 3 : Couche de bâti et hauteurs d'eau

5.2.2. L'agriculture

Avec Corine Land Cover 2000, nous disposons d'une première nomenclature de l'occupation du sol agricole que nous utilisons pour le scénario de base. Nous disposons d'informations plus fines pour les surfaces viticoles car celles-ci sont reconnaissables à partir des orthophotos. Une première comparaison de ces informations est donnée dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Surface agricole en zone inondable selon deux sources différentes

	Selon orthophotos (ha)	Selon CLC 2000 (ha)
Vignes	1610	2110
Autre surface agricole	2090	1620
Total surface agricole	3700	3730

Les surfaces viticoles sont bien plus importantes selon Corine Land Cover 2000 que selon les orthophotos de 2004 et 2005. Cette différence nous a amenés à chercher de l'information plus précise.

En effet, des entretiens avec des agriculteurs de la zone d'étude nous ont permis de connaître l'occupation du sol complète pour les surfaces cultivées de l'année 2006 de certaines communes, notamment Béziers, Portiragnes et Sérignan. Un scénario-test de calcul des dommages agricoles est construit à partir de ces données plus complètes. La carte suivante montre l'occupation du sol agricole utilisée pour le scénario test. Nous allons voir plus loin qu'il n'est pas vraiment important, dans le cadre de notre étude, d'être précis sur l'occupation du sol agricole car le secteur agricole n'a qu'un faible impact sur les résultats globaux.

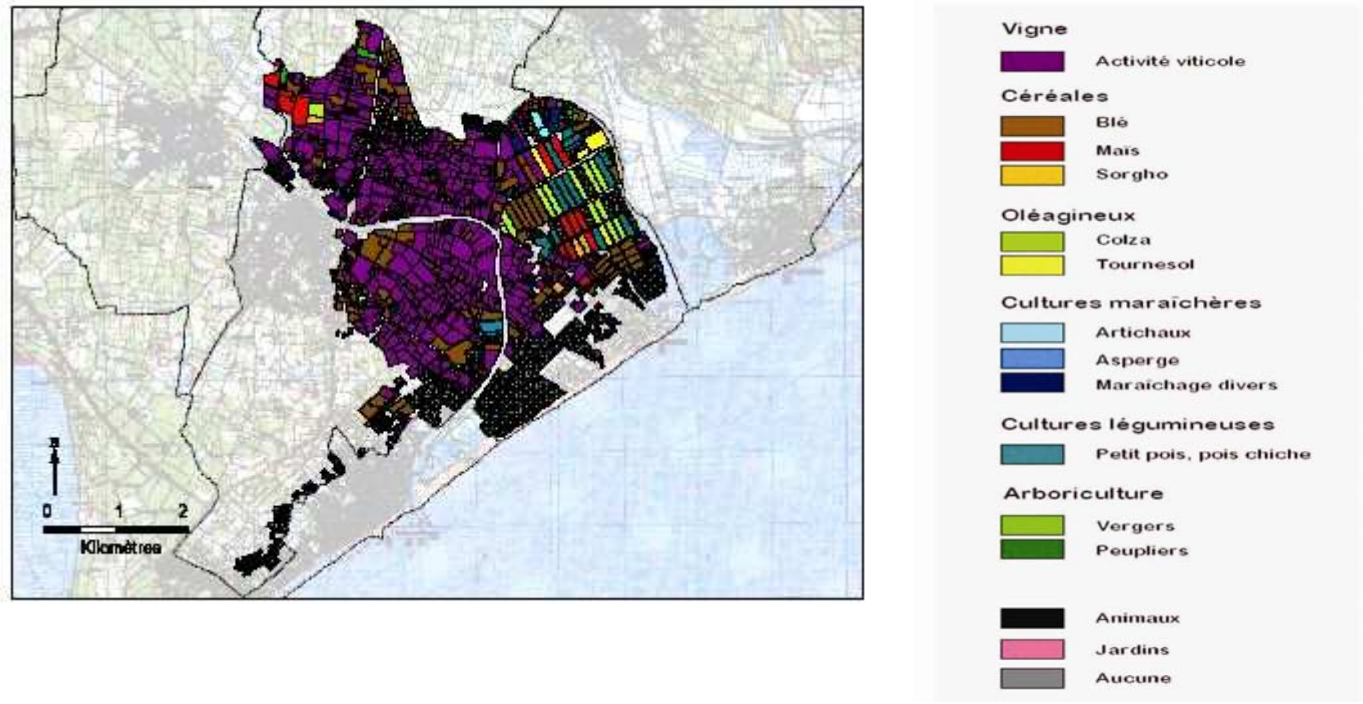


Figure 4 : Exemple de l'occupation du sol agricole complète

5.2.3. Les réseaux routiers

La typologie de la couche réseau routier de la Bd-Carto permet de distinguer les quatre grands types de réseau que nous allons utiliser plus loin :

- autoroutes,
- routes nationales,
- routes départementales,
- autres voies (voies communales).

5.2.4. Les activités économiques

Les activités économiques en zone inondable ont été recensées à partir de listes d'adresses de la CCI et de la Chambre des Métiers de Béziers. 691 enjeux se trouvent dans la zone de la crue centennale de notre zone d'étude. Nous les avons ensuite géo-référencés en identifiant les polygones cadastraux qui contiennent des activités. La Figure suivante donne un aperçu de cette localisation et classification (chaque couleur correspond à un type d'activité différent).

5.2.5. Les campings

Tout au long de notre étude, les campings ont été traités de façon différente du reste des activités économiques car nous disposons d'informations plus précises.

En effet, nous disposons des noms de tous les campings et nous les avons localisés de façon exacte dans notre zone d'étude : sur les 35 campings présents dans les 6 communes concernées, 21 se trouvent en zone inondable.

Nous avons aussi pu déterminer les surfaces des campings, d'abord à l'aide des orthophotoplans, puis en vérifiant ces informations auprès des gérants de camping lors de l'enquête effectuée.

Enfin, à l'aide d'informations disponibles sur Internet et des enquêtes effectuées, nous avons pu attribuer une capacité d'accueil, un nombre d'emplacement et les dates d'ouverture et de fermeture de l'établissement à chaque camping.

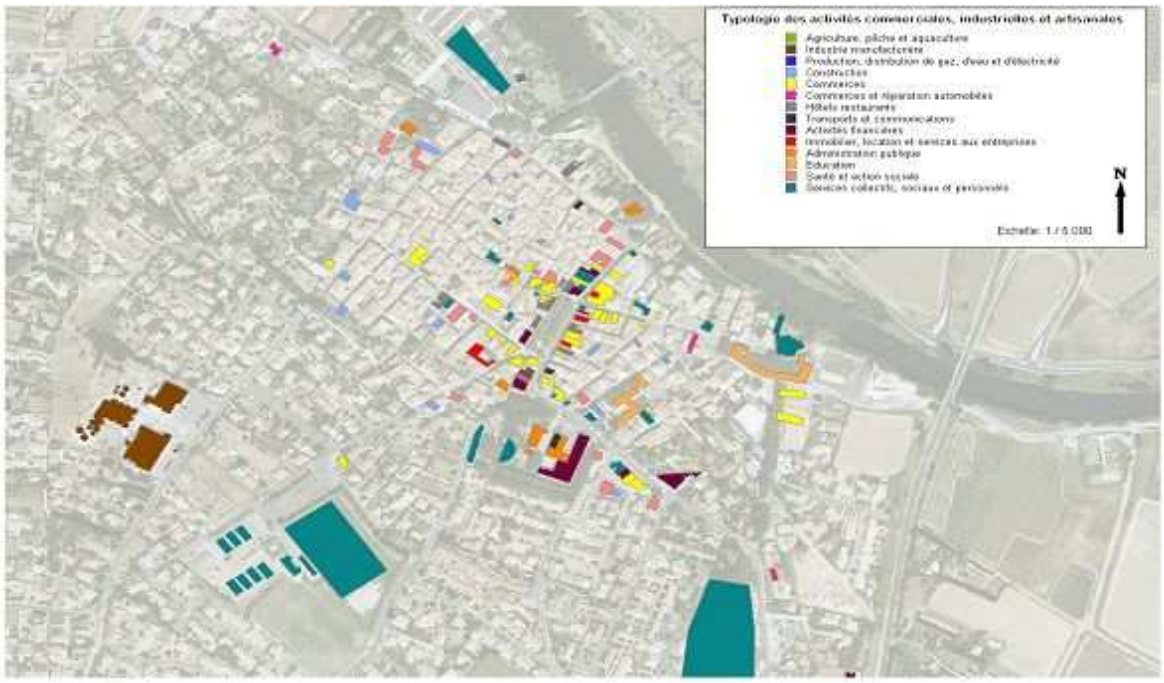


Figure 5 : Exemple des polygones cadastraux contenant différentes activités économiques

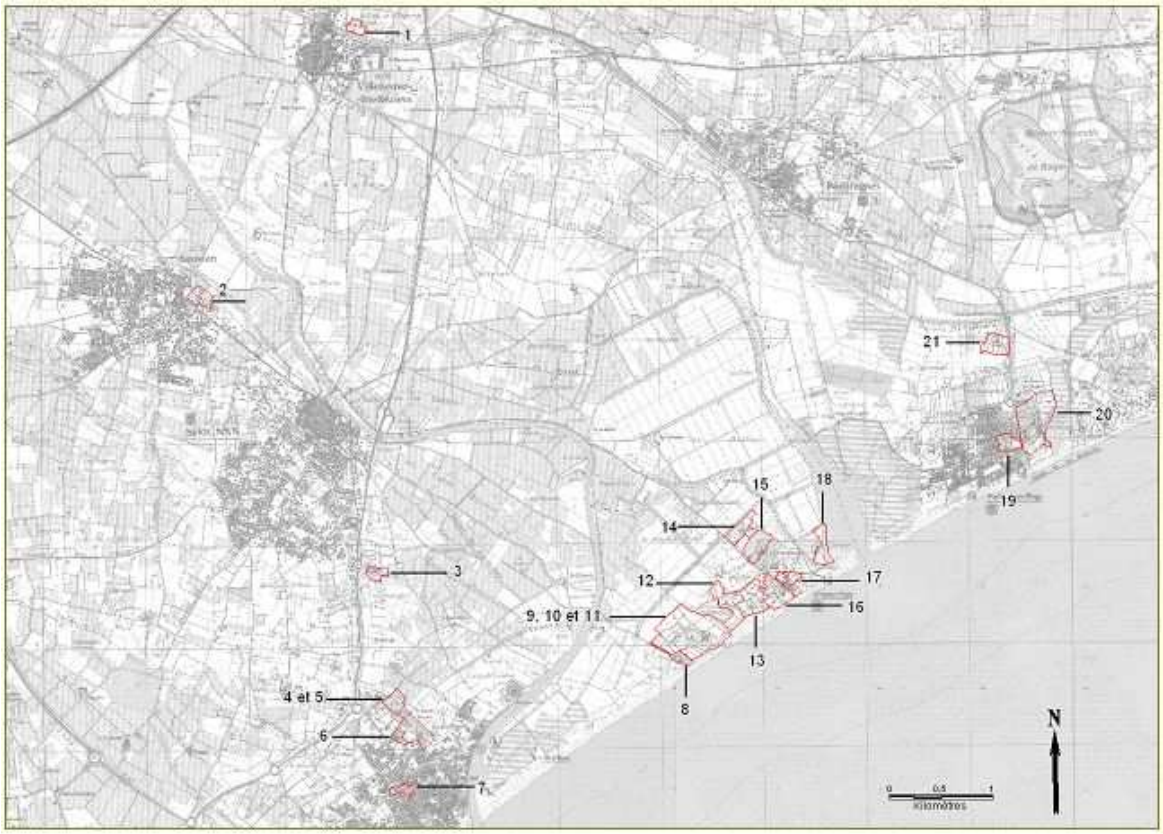


Figure 6 : Localisation des campings

5.3. Courbes de dommages

5.3.1. Le bâti

Pour établir les courbes de dommage du bâti, nous nous basons sur l'analyse et les données de J.P. Torterotot (1993). En 1988, il a effectué des enquêtes auprès de plus de 300 foyers et dans différentes régions, dont la basse vallée de l'Orb, afin de construire des courbes de dommages aux bâtis. La modélisation des dommages y est représentée par la formule suivante :

d = c(h), où

- d représente les dommages subis par un élément de surface élémentaire de bâti,
- h représente la hauteur de submersion au-dessus du plancher de cet élément de surface,
- la fonction c, commune à tous les bâtis, représente la fonction de dommages supposée valable sur toute la zone étudiée (issue des travaux de J.P. Torterotot). Elle sera détaillée dans la suite.

C'est à partir des couches « Bâti-Evénement » que nous avons pu calculer les dommages issus des bâtis pour chacune des crues, en faisant les **hypothèses suivantes** :

i. les bâtis appartiennent tous au même type. La composition a été obtenue en estimant qu'il y avait équi-répartition entre les différents types de bâtis utilisés par Torterotot (avec ou sans caves, avec ou sans protection individuelle). Cette répartition n'a toutefois pas énormément d'importance parce qu'il n'y a pas beaucoup de différences entre les différentes courbes d'endommagement.

ii. Les données utilisées par Torterotot ont été actualisées en utilisant l'indice du coût de la construction (ICC) entre 1993 et 2005, tel que disponible sur le site de l'INSEE.

iii. La courbe de dommages constituée par Torterotot a été établie pour un étage-type. Pour disposer d'une courbe de dommage pour un élément de surface, une surface-type a été

affectée à cet étage-type. Nous avons choisi 64,09 m², d'après les statistiques disponibles sur le site de la FNAIM (attention, c'est bien la superficie moyenne d'un étage d'habitation et non pas la superficie moyenne d'une habitation !)

iv. Nous avons fait l'hypothèse que les planchers des bâtis étaient en moyenne surélevés de telle façon qu'ils étaient affectés par l'aléa comme si celui-ci était d'une classe inférieure. (Si un polygone de la couche Bâti-Q100Actuel a comme paramètre d'aléa 2, pour calculer les dommages nous allons considérer qu'il est affecté par le paramètre d'aléa 1).

v. Pour calculer les dommages supportés par un élément de surface nous avons considéré qu'il était touché par la hauteur d'eau au milieu des bornes de la classe d'aléa. (Toujours avec le même exemple, le polygone de la couche Bâti-Q100Actuel de paramètre d'aléa 2 est considéré submergé à hauteur de 25 cm au-dessus de son plancher, moyenne entre 0 cm et 50 cm, les bornes de la classe 1 d'aléa.

vi. Dans le cas particulier où le paramètre d'aléa est 1, nous avons affecté la moitié de la valeur d'endommagement de ce que donnent les courbes de Torterotot pour la hauteur 0 cm.

vii. Enfin un paramètre d'occupation effective des premiers étages a été utilisé, et appliqué tel quel aux courbes de dommages. Ainsi, si 50% des rez-de-chaussée sont supposés effectivement habités, les surfaces bâties ne supportent que 50% des dommages issus des courbes de Torterotot. Les activités économiques qui pourraient se trouver en rez-de-chaussée sont traitées à part. Tous les 1er et 2é étages sont supposés être occupés et donc compris dans notre calcul.
Le paramètre correcteur de 50% a été estimé suite à une visite du terrain. Un comptage systématique d'un échantillon aléatoire du terrain serait intéressant pour affiner (et valider) ce coefficient.

Code	h min (cm)	h max (cm)	Coût brut €/m²	Coût Net€/m²
0	0	0	100	25
1	0	50	112	56
2	50	100	136	68
3	100	150	160	80
4	150	200	184	92
5	200	250	208	104
6	250	300	232	116
7	300	350	256	128
8	350	400	280	140
9	400	450	304	152
10	450	500	328	164
11	500	550	352	176

Tableau 13 : Dommages en fonction de la hauteur d'eau (en €/m²)

Les courbes de dommages sont donc données par le tableau ci-contre. Le coût brut correspond à la valeur actualisée du dommage indiqué par Torterotot, le coût net intègre une correction pour l'occupation effective des premiers étages et pour le niveau plancher des bâtis.

Notons qu'il ne s'agit, ici, que des dommages directs. Pour être complet, il faudrait intégrer également les dommages indirects qui restent, avec l'approche poursuivie ici, difficile à chiffrer. Selon certaines sources, ils pourraient s'élever à 15% des dommages directs {BLC, 1996 #5}.

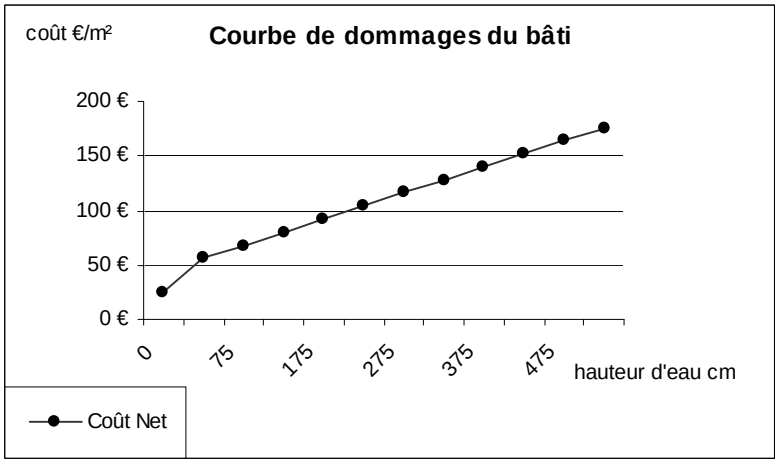


Figure 7 : Courbe de dommages du bâti basée sur le coût net

5.3.2. L'agriculture

5.3.2.1. Enquête des CA et entretiens individuels

Les informations utilisées dans notre étude sont basée sur une enquête qui a été menée par la Chambre d'Agriculture du Gard sur le bassin versant du Vidourle {CA, 2005 #10}. Le questionnaire a été construit avec soin et les résultats d'enquête comprennent des informations détaillées sur la vulnérabilité de différentes cultures aux inondations, même si un chiffrage des dommages potentiel n'est pas entrepris.

Nous avons vérifié un certain nombre d'informations exposées dans cette étude lors de quelques entretiens avec des agriculteurs, notamment avec M. Noguès, M. Cayrol et M. Nicolas. Ceci nous a permis de mieux comprendre la situation des agriculteurs face aux inondations, de connaître les cultures présentes en 2006 et d'obtenir un certain nombre de renseignements sur les rendements plausibles dans notre zone d'étude.

Les informations ainsi recueillies ont été utilisées pour formuler nos hypothèses pour la construction des courbes de dommages agricoles. Il convient tout de même de souligner qu'il ne s'agit que d'informations ponctuelles. Ces informations ont été vérifiées a posteriori, lors d'une rencontre avec la profession en février 2007 (voir annexe 6). Nous discutons l'importance de cette vérification dans la conclusion.

5.3.2.2. La construction des courbes de dommages

Pour la construction des courbes de dommages agricoles, nous ne considérons que les dommages aux cultures. Les sièges d'exploitation ont été pris en compte au même titre que les autres bâtiments, dans la catégorie « bâtis ».

A partir des données issues des enquêtes des Chambres d'Agriculture et du Centre d'Economie Rurale (CER 1999; CA 2005), nous savons que les dommages agricoles dépendent avant tout de la période à laquelle l'inondation survient et de la durée de submersion. Les hauteurs d'eau jouent un rôle discriminant pour des faibles hauteurs (inférieures à 0,5 m).

Dans notre cas, les inondations ne dépassent que rarement une semaine, ce qui nous permet de construire des scénarios pour des durées de submersion « courtes ». Les faibles hauteurs d'eau (inférieures à 0, 5 m) ne sont pas distinguables selon nos classes de hauteurs d'eau.

Afin de déterminer les dommages agricoles, nous estimerons les pertes d'exploitation à partir d'informations sur le cycle cultural et le produit brut de différentes cultures. Dans notre cas, nous disposons de ces informations pour les cultures suivantes : vigne, blé dur, maïs, tournesol, pêchers, pommiers et cerisiers.

Plus précisément, nous faisons les **hypothèses suivantes :**

i. Les dommages se manifestent sous forme de perte d'exploitation des agriculteurs. La base du calcul de ces pertes est le produit brut.
ii. Nous distinguons les dommages agricoles des zones viticoles et les dommages agricoles des autres zones cultivées.
iii. Le degré des dégâts dépend du moment de la période de crue et du cycle cultural.
- Lorsque l'inondation survient hors des périodes de présence de la culture, les dégâts sont supposés inexistants.
- Lorsque l'inondation survient pendant les périodes de récolte nous supposons que 100% du produit brut potentiel est perdu.

iv. Pendant les périodes de présence de cultures et hors périodes de récolte, les dégâts sont moindres mais non nuls. Nous supposons une relation linéaire entre la proximité de la période de récolte et les dégâts (sauf si d'autres éléments sont disponibles dans les documents cités).
v. Les dommages hors vignes sont composés selon un ratio d'occupation du sol
- pour le scénario de base à partir de l'occupation du sol de l'Hérault en 1996
- pour le scénario de Sérignan à partir des surfaces cultivées à Sérignan, Béziers et Portiragnes en 2006.

vi. Pour les dommages agricoles hors vignes, la hauteur d'eau joue également: lorsque les vergers sont touchés au delà de 1,5 m pendant la période de récolte, toute la récolte est perdue.
vii. Nous utilisons les rendements suivants :
- blé dur : 3,5 T/ha, maïs : 3,5T/ha, tournesol : 2T/ha.
- pour la vigne : pour le scénario de base : 50% à 50hl/ha et 50% à 90hl/ha ; pour le scénario de Sérignan 90hl/ha (après entretien).

viii. Nous avons fait l'hypothèse que le scénario le plus probable était celui d'une occurrence de crue en septembre. Dans la partie sur l'analyse de sensibilité, nous présentons des scénarios complémentaires pour différentes saisons (crue en janvier, avril et juin)

Compte tenu de ces hypothèses, nous obtenons les fonctions de dommages suivantes :

Culture	Vigne (rendement de 50 hl et 90 hl, prix de 73 €/hl)	Autre occupation du sol	
		h <1,5 m	h> 1,5 m
Dommages	5122 €/ha	88€/ha	3297€/ha

Tableau 14 : Calcul des dommages unitaires agricoles pour une crue en septembre[3]

Culture	Vigne (rendement de 90 hl, prix de 73€/hl)	Autre occupation du sol	
		h <1,5 m	h> 1,5 m
Dommages	6 586€/ha	159 €/ha	418 €/ha

Tableau 15 : Calcul des dommages unitaires agricoles pour une crue en septembre, scénario test[4]

Selon le niveau d'information disponible, le calcul des dommages par hectare est donc un peu différent. Dans les résultats généraux de cette étude, cette différence joue peu. S'il avait fallu faire une étude sur la vulnérabilité du secteur agricole, il aurait été intéressant de connaître l'impact exact de l'utilisation de ces différents niveaux d'informations (et grains d'analyse).

[3] basé sur l'occupation du sol agricole dans l'Hérault en 1996

[4] basé sur l'occupation du sol agricole dans Béziers, Portiragnes et Sérignan en 2006

5.3.3. Les réseaux routiers

1. L'intensité des dommages aux ouvrages routiers dépend de plusieurs facteurs :
   - la vitesse des écoulements,
   - la direction des écoulements par rapport aux infrastructures routières,
   - la classification, et donc la valeur, de l'infrastructure concernée (voie communale, départementale, nationale…),
   - l'altitude de la route par rapport à la plaine inondable (route en remblais, déblais),
   - le nombre d'ouvrages de franchissement et le mode d'assainissement latéral de la plate forme routière.
2. Les dommages dépendent très largement des caractéristiques de l'écoulement
   - des écoulements franchissant perpendiculairement un axe routier conduisent à des dommages localisés, de type destruction de remblais ou d'ouvrages de franchissement,
   - des écoulements longeant les infrastructures routières conduisent à des dégradations des accotements et de la chaussée, sur des linéaires pouvant être importants.
3. De manière générale : plus la vitesse des écoulements sera forte et les durées d'inondation longues, plus les dommages seront importants,
   - le type de route et son état avant l'inondation conditionneront les dommages. Une infrastructure présentant déjà des détériorations (nids de poules, griffes d'érosion…) sera plus facilement endommagée,
   - les voiries urbaines, généralement en meilleur état, seront moins exposées au risque de dégradation que les routes de petites agglomérations.

Le bilan post-inondation de la crue de 1996 sur l'Orb permet de fournir des éléments sur les dommages enregistrés sur les Routes Nationales, Départementales et Communales situées dans la zone inondable de l'Orb. Ces données sont consignées dans le tableau suivant.

Les linéaires de voiries inondées ont été établis à partir du croisement de la BD cartographie et de la zone inondable de la crue de 1996 de l'Orb.

Le ratio « dommage par km de route » est établi à l'échelle de la commune dans le même tableau. Ces éléments seront utilisés pour évaluer les dommages au réseau routier pour des crues de fréquence inférieure ou supérieure à celle de 1996.

A noter qu'outre les débordements liés à l'Orb, de très forts dégâts liés au ruissellement furent observés lors de l'inondation de 1996, les dégâts liés strictement à l'Orb ne représentant que 22 % des dégâts totaux à la voirie. L'échantillon sur les routes nationales trop restreint ne permet pas une exploitation chiffrée.

Concernant les routes départementales, le coût des dommages au km en 1996 est de l'ordre de 13700 €. On note une grande variabilité sur les coûts linéaires sur les voies communales. Les coûts sur Béziers sont largement au-dessus des coûts des autres communes. Le coût moyen au km d'une route communale est de l'ordre de 6900 €. Ces deux valeurs sont cohérentes avec celles issues de la bibliographie, notamment australienne. Aussi, pour les calculs des coûts, nous avons appliqué ces coûts actualisés par l'indice du coût à la construction entre 1996 et 2005.

	Linéaire inondé (km)	Dommages liés à l'inondation de l'Orb (k€)	Dommages au km de route (€/ km)
Routes Nationales	2.4	3.0	Non représentatif-
Routes Départementales	27.8	504	18 100
Routes Communales			
- Béziers	24	866[5]	36 000
- Villeneuve-lès-Béziers	17	80	4 750
- Sauvian	9	91	10 200
- Sérignan	61	122	2 000
- Valras	10	61	6 500
- Portiragnes	13	61	4 600
Total Routes communales	134	1 280	9 100
TOTAL		1 790	

Tableau 16 : Dommages au réseau routier. Bilan post-crue janvier 1996 (coûts vérifiés 2005)

5.3.4. Les activités économiques

5.3.4.1. L'enquête du SMVO

Au cours de notre étude, le SMVO et la CCI Béziers-Narbonne, étaient en train de réaliser une étude sur la vulnérabilité des activités commerciales et industrielles (ici « activités économiques ») et des établissements recevant du public (ERP). Cette étude avait pour objectif d'aboutir à la constitution d'une base de donnée sur la vulnérabilité (avec comme typologie de vulnérabilité : vulnérabilité du bâtiment, vulnérabilité humaine et vulnérabilité économique). Un questionnaire avait été envoyé au mois de mai à plus de 1000 entreprises (l'étude s'appliquant à l'ensemble du bassin versant) mais le dépouillement de l'enquête n'a pas encore été terminé au moment de la rédaction du présent rapport.

En principe, ce type d'étude peut être très utile pour une analyse socio-économique. Dans notre cas, nous n'avons pas pu intervenir assez tôt pour recueillir les informations nécessaires. Nous avons donc décidé de calculer les dommages aux activités à partir de données extérieures, certes bien moins précises que celles qu'auraient permis de recueillir une enquête.

5.3.4.2. La construction des courbes de dommages

Nous utilisons ici les données de l'étude australienne du Queensland Government – Department of Natural Resources and Mines (2002) « Guidance on the assessment of tangible flood

[5] y compris canalisation

damages ». Cette étude propose un classement des activités en fonction de leur vulnérabilité et de leur superficie et associe des dommages monétaires à chacune de ces classes. Nous exposons en annexe les tableaux australiens contenant le classement des activités et leur vulnérabilité.

Nous avons ajusté ces donnés pour prendre en compte :

- la différence du coût de la vie en Australie et en France (facteur 1,22),
- le taux de change (1$ = 0,60 €),
- l'inflation. Ici, nous avons choisi le même facteur d'ajustement que pour le bâti, à savoir l'indice du coût de la construction (ICC) entre 1993 et 2005, tel que disponible sur le site de l'INSEE : ICC= 1,2047.

Comme pour le bâti, nous avons fait l'hypothèse que les planchers des bâtis étaient en moyenne surélevés de telle façon qu'ils étaient affectés par l'aléa comme si celui-ci était d'une classe inférieure. Nous avons donc décalé l'ensemble des dommages d'une classe (par rapport à ce qui avait été indiqué dans l'étude australienne). Les dommages en résultant sont les suivants :

Classes hauteur d'eau (cm)	1 - Petites activités (< 200 m²) 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

Tableau 17 : Dommages aux activités économiques par taille d'activité (en €)

Classes hauteur d'eau (cm)	2 – Moyennes activités (200 -650 m²) 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

Tableau 18 : Dommages aux activités économiques par taille d'activité (en €)

Classes hauteur d'eau (cm)	3- Grandes activités (> 650 m²) 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

Tableau 19 : Dommages aux activités économiques, en € par m²

Voir l'annexe 3 sur les courbes de dommages liés aux activités économiques, qui contient un tableau explicitant les classes de vulnérabilité.

Les dommages ainsi calculés correspondent aux dommages directs uniquement. Comme proposé par l'étude australienne, les dommages totaux (directs et indirects) sont obtenus en multipliant les chiffres indiqués ci-dessus par un facteur correctif, K=1,55. C'est ce que nous appliquerons dans la suite. Faute d'information, nous ne pouvons pas vérifier comment le facteur correctif a été construit. Il se retrouve, pourtant, dans différentes sources de littérature.

5.3.5. Les campings

5.3.5.1. L'enquête

Nous avons effectué une enquête auprès des gestionnaires des campings concernés par le risque inondation (voir tableau suivant). Le questionnaire, basé sur celui que le SMVO avait envoyé aux autres activités économiques, était destiné à nous aider à mieux comprendre la situation des campings et les dommages potentiels qu'ils pourraient subir.

Nous avons ainsi recueilli des informations sur l'entreprise (nombre de personnes travaillant dans l'entreprise, chiffre d'affaire etc.), sur la sensibilité de l'entreprise face aux inondations (données sur les crues historiques, présence de matériel et équipement vulnérables, dispositifs de protections contre les inondations) ainsi que sur l'information dont disposent les gestionnaires sur les inondations (source d'information). Un volet séparé du questionnaire était adressé aux comptables des campings, afin de disposer d'un certain nombre de données financières. Le questionnaire est attaché en annexe du présent rapport.

Au final, 13 gestionnaires ont répondu, ce qui correspond à un taux de réponse de 62%. Comme les dernières crues importantes remontent à 1996, tous les enquêtés ne pouvaient pas se souvenir des événements historiques. Nous avons alors construit des scénarios fictifs qui devaient nous permettre de mieux comprendre l'impact de différentes hauteurs d'eau sur les enjeux situés dans le camping.

L'ensemble des informations ainsi obtenues nous a servi à la construction des courbes de dommages. Comme pour les activités agricoles, il serait intéressant de confronter de nouveau les hypothèses ainsi formulées aux gestionnaires des campings et d'améliorer ainsi notre démarche.

N°	Identification	Surface (ha)	Capacité totale	Capacité « GCC »[6]	Capacité « nu »	Période d'ouverture
VILLENEUVE LES BEZIERS						
1	Les Berges du Canal	2,0	75	30	45	01/04 – 30/09
SAUVIAN						
2	La Gabinelle	3,0	196	31	164	01/05 – 31/08
SERIGNAN						
3	Le Paradis	2,2	129	51	78	01/04 – 30/09
8	Le Clos de Ferrand	1,9	90	0	90	10/05 – 20/09
9	Le Sérignan Plage	10,4	648	299	349	22/04 – 22/09
10	Le Sérignan Nature	8,8	498	217	281	22/04 – 22/09
11	L'Orpellière	5,4	245	117	128	22/04 – 22/09
12	Le Phare Ouest	6,6	200	0	200	15/06 – 31/08
13	Le Beauséjour	7,0	380	290	90	01/04 – 30/09
14	La Maïre	4,4	206	100	106	15/04 – 15/09
15	Le Clos Virgile	5,2	299	94	205	04/05 – 15/09
16	Aloha Village	6,1	320	190	130	15/03 – 15/10
17	Les Dunes	3,0	146	57	89	15/04 – 15/09
18	La Camargue	4,0	200	180	20	01/05 – 31/08
VALRAS PLAGE						
4	Les Sables	9,9	380	140	240	30/04 – 17/09
5	La Jasse	-	95	-	95	-
6	Le Levant	1,2	90	38	52	01/04 – 30/09
7	Le Central	2,3	184	4	180	-
PORTIRAGNES						
19	Ville de Vénissieux	3,1	177	0	177	-
20	Les Sablons	15,9	794	563	231	-
21	L'Emeraude	4,7	250	141	109	-

Tableau 20 : Caractéristiques principales des campings sur la zone d'étude

5.3.5.2. Construction des courbes de dommage

La modélisation des dommages, autres que ceux des surfaces bâties ou des activités recensées qui découlent des paragraphes correspondants, a été basée sur :

- une modélisation de la fonction de dommages des éléments de location par les campings (emplacement nu, mobil-home et chalet) ;
- une modélisation de la relation entre les pertes d'exploitation et l'endommagement d'un élément de location.

i. fonction de dommages structurels des éléments de location

[6] GCC= Grand Confort Caravanes

Les fonctions de dommages sont issues des interprétations des enquêtes effectuées auprès des gérants des campings : il a d'abord été considéré une fonction d'endommagement pour chacun des éléments de location :

Aléa	h min	h max	Mobil-home	Chalet	Tente
1	0	50	Non touché	A réparer	Non touché
2	50	100	A réparer	A changer	A réparer
3+	100		A changer	A changer	A changer

Tableau 21 : Impacts des inondations aux enjeux structurels des campings

Aléa	h min	h max	Mobil-home	Chalet	Tente
1	0	50	0 €	8'000 €	0 €
2	50	100	8'000 €	12'000 €	1'000 €
3+	100		12'000 €	12'000 €	2'500 €

Tableau 22 : Impacts des inondations en fonction des dommages[7]

ii. Pertes d'exploitation associées à l'endommagement structurel des éléments de location

Ces pertes d'exploitation sont liées à la durée de remise en état des éléments structurels de location avant de pouvoir à nouveau s'en servir (en semaine de perte d'exploitation) :

	Non touché	Réparation	Changement
Mobil-home	1	2	8
Chalet	1	2	8
Tente	1	2	3

Tableau 23 : L'impact des inondations en termes de réparation et changement de matériel

Quand un élément est non touché, il y a quand même une semaine de pertes du fait de l'évacuation du camping.

La perte d'exploitation résulte également du moment où a lieu l'événement, parce que le camping n'a pas la même charge selon les différentes périodes de l'année. Comme pour l'agriculture, le scénario choisi est celui de la survenue d'une crue en septembre. Les autres scénarios sont présentés dans l'analyse de sensibilité.

[7] ATTENTION : On n'a pas tenu compte de l'amortissement des éléments dans les chiffres ci-dessus, il faudrait le faire !

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Pleine saison	Août	Septembre
Remplissement	20%	20%	20%	60%	100%	60%	30%
Tarif (€/semaine)							
Mobilhome	245 €	245 €	455 €	665 €	840 €	700 €	245 €
Chalet	245 €	245 €	525 €	700 €	910 €	700 €	245 €
Tente	175 €	175 €	175 €	280 €	336 €	245 €	175 €

Tableau 24 : Données en fonction des mois ou périodes sur le taux d'occupation et les tarifs pratiqués dans les campings

La pleine saison correspond à la période du 15 juillet au 15 août.

La combinaison de ces différents éléments nous donne le tableau suivant pour les pertes d'exploitation associées à l'endommagement des éléments de location (endommagement par élément de location), en considérant que la crue intervient en début de mois et que les mois font 4 semaines exactement :

Aléa	1			2			3		
Equipement	Mobil-home	Chalet	Tente	Mobil-home	Chalet	Tente	Mobil-home	Chalet	Tente
Septembre	74	8'147	53	8'147	12'294	1'105	12'294	12'294	2'658

Tableau 25 : Dommages totaux aux campings par type d'enjeu et type d'aléa (en €)

iii. Dommages et perte d'exploitation par camping

Ne connaissant pas de façon précise la localisation des éléments de location, nous supposons que ces éléments étaient équi-répartis sur la superficie du camping. En fonction des données récoltées lors de l'enquête (ou en fonction des bases Internet disponibles) nous avons affecté une densité d'occupation de ces éléments de location à chaque camping.

Le croisement entre la couche des polygones représentant le périmètre des campings avec celles de l'expansion des inondations pour chacun des événements a permis de construire une couche de polygones ayant notamment pour attribut le camping d'appartenance ainsi que la classe de hauteur d'aléa.

A partir de cette couche, le calcul des dommages a pu être effectué, pour chacun des scénarios d'occurrence des crues (on connaît la superficie des polygones, et le camping auquel ils appartiennent, donc la densité d'éléments ; en multipliant par la surface le nombre d'éléments sur le polygone, on applique les courbes de dommages).

5.3.6. Les établissements publics

Nous avons traité les établissements publics et les ERP comme les bâtis. Il n'y a donc pas de résultats séparés à ce type d'enjeu.

5.4. Croisement de l'occupation du sol et de l'aléa hydraulique

5.4.1. Calcul des polygones élémentaires

Comme dans la méthode PATRICOVA, nous obtenons les polygones élémentaires par croisement, sous SIG, des limites de l'occupation du sol et des classes de hauteur d'eau. Nous disposons donc de la surface de chaque polygone élémentaire auquel nous appliquons ensuite les courbes de dommages exposées plus haut.

5.4.2. Calcul des dommages par type d'enjeu

Dans la méthode détaillée, les dommages sont calculés directement en valeur monétaire. Contrairement à la méthode PATRICOVA, nous ne les avons pas normalisés. Avec notre démarche, nous ne pouvons donc pas facilement comparer l'impact unitaire d'une inondation « type » sur différents secteurs. Toutefois, nous avons une bien meilleure idée de la façon dont les dommages unitaires ont été construits et nous disposons d'informations plus précises sur les relations « hauteur d'eau-dommages » et « type d'enjeu- dommages ».

5.5. Résultats : dommages évités et coûts moyens annuels

Les tableaux des sections suivantes résument les dommages sans et avec projet (état actuel et état futur) selon la méthode détaillée. Par rapport aux résultats de la méthode PATRICOVA, nous obtenons des montants de dommages bien moins élevés. Nous discutons des différences de ces deux méthodes dans les sections consacrées à l'incertitude. Remarquons ici que les résultats de la méthode détaillée sont clairement plus proches des éléments de retour d'expérience dont nous disposons.

5.5.1. Résultats par secteur

Quant aux dommages en état actuel, nous pouvons voir l'importance du secteur des bâtis dans le poids des dommages totaux : pour la crue centennale, les dommages du bâti représentent plus de 42% des dommages totaux. Viennent ensuite les dommages aux campings et aux activités économiques qui contribuent pour environ un quart du total (Voir également les graphiques de la Figure 8).

Notons qu'à la différence du cas d'application de PATRICOVA, nous avons intégré ici les dommages indirects causés aux activités économiques (en appliquant un facteur correctif de 1,55 aux dommages directs). Les dommages aux activités économiques croissent très rapidement avec la période de retour considérée.

Septembre	Q10	%	Q30	%	Q50	%	Q100	%
Bâti	19,5	*36,2*	35,4	*40,5*	44,5	*41,2*	59,1	*42,0*
Routes	1,3	*2,4*	1,6	*1,8*	1,7	*1,6*	1,8	*1,3*
Campings	18,1	*33,6*	25,5	*29,1*	27,6	*25,6*	32,8	*23,3*
Agriculture	9,7	*18,0*	10,8	*12,3*	11,5	*10,6*	12,5	*8,9*
Activités	5,3	*9,8*	14,2	*16,2*	22,8	*21,1*	34,5	*24,5*
Total	53,9	*100*	87,5	*100*	108,0	*100*	140,8	*100*

Tableau 26 : Dommages en état actuel par secteur, en millions d'€ et en pourcentage du total, méthode détaillée, chiffres arrondis

Septembre	Q10	%	Q30	%	Q50	%	Q100	%
Bâti	6,9	*19,9*	11,5	*22,7*	17,3	*24,4*	21,6	*26,4*
Routes	1,1	*3,2*	1,2	*2,4*	1,4	*2,0*	1,4	*1,7*
Campings	15,4	*44,4*	21,6	*42,7*	23,4	*33,1*	25,1	*30,6*
Agriculture	9,5	*27,4*	11,0	*21,7*	11,4	*16,1*	12,4	*15,1*
Activités	1,8	*5,2*	5,3	*10,5*	17,3	*24,4*	21,4	*26,1*
Total	34,7	*100*	50,6	*100*	70,8	*100*	81,9	*100*

Tableau 27 : Dommages en état futur par secteur, en millions d'€ et en pourcentage du total, méthode détaillée, chiffres arrondis

Septembre	Q10	%	Q30	%	Q50	%	Q100	%
Bâti	12,6	*65,3*	23,8	*64,5*	27,2	*73,1*	37,5	*63,7*
Routes	0,2	*1,0*	0,3	*0,8*	0,3	*0,8*	0,4	*0,7*
Campings	2,7	*14,0*	4,0	*10,8*	4,1	*11,0*	7,8	*13,2*
Agriculture	0,3	*1,6*	-0,2	*-0,5*	0,1	*0,3*	0,1	*0,2*
Activités	3,5	*18,1*	8,9	*24,1*	5,5	*14,8*	13,1	*22,2*
Total	19,3	*100*	36,9	*100*	37,2	*100*	58,9	*100*

Tableau 28 : Dommages évités par secteur, en millions d'€ et en pourcentage du total, méthode détaillée, chiffres arrondis

Les dommages de l'état futur et les dommages évités nous permettent d'analyser l'efficacité du projet par type d'enjeu. Le secteur du bâti est particulièrement bien protégé par les aménagements : pour une crue centennale en septembre, les dégâts du bâti baissent de 37,5 millions €, alors que cette baisse n'est que de 13,1 millions € pour le deuxième type d'enjeu le plus bénéficiaire (activités économiques). Ceci est représenté dans les trois graphiques suivants (Figure 8). Le premier graphique montre bien l'importance du bâti dans les dommages actuels. Le second graphique illustre la part du bâti dans les dommages évités. Enfin, le troisième graphique confirme que, à l'état futur, le poids du bâti est moindre qu'avant.

Pour l'agriculture et les campings l'interprétation inverse s'impose. Le poids de ces secteurs dans les dommages futurs est plus important que leur poids dans les dommages actuels. Autrement dit, les aménagements profitent essentiellement au secteur du bâti, (voir aussi les trois graphiques suivants).

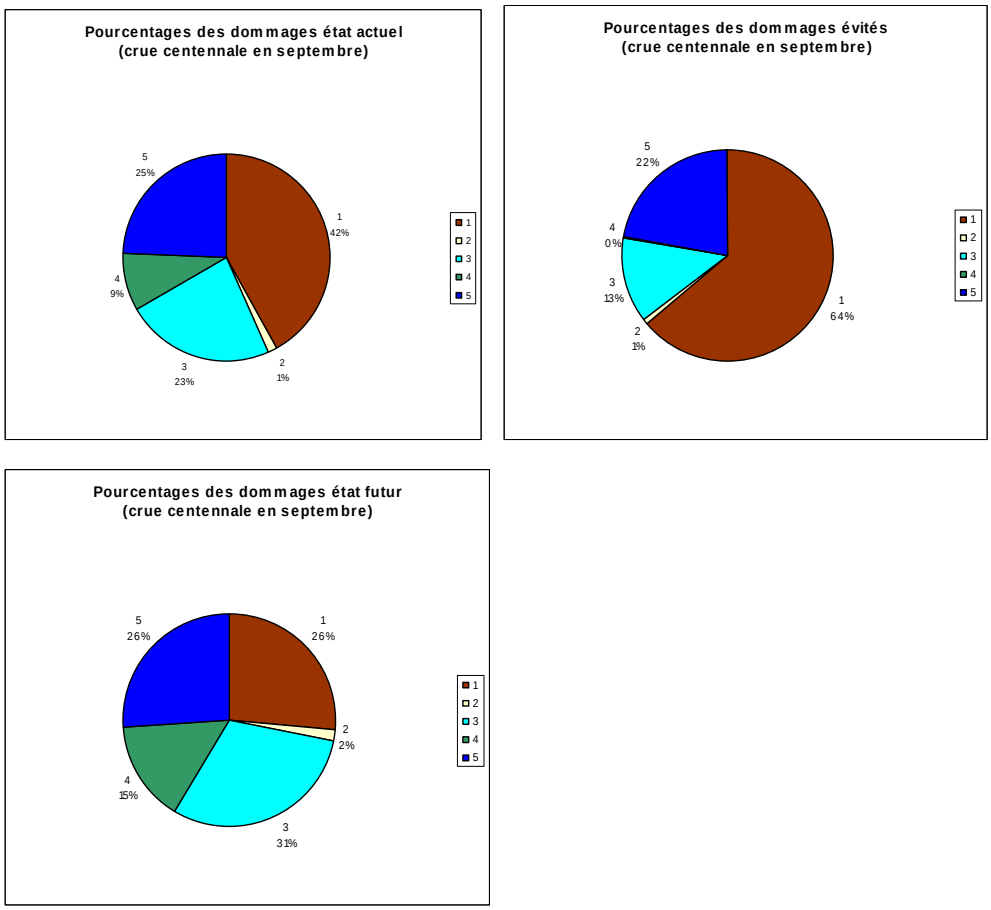


Figure 8 : Contribution des secteurs aux dommages actuels, dommages futur et dommages évités

Dans les trois graphiques, la légende est la suivante :1 : Bâti ;2 : Routes ; 3 : Campings ; 4 : Agriculture ; 5 : Activités.

5.5.2. Résultats par commune et par secteur

Les tableaux de l'annexe donnent les résultats par commune et par secteur.

5.5.3. Coût moyen annuel

Le coût moyen annuel (CMA) correspond à la surface sous la courbe des dommages.

D'un point de vue pratique, la construction de cette courbe des dommages ne peut être faite qu'à partir d'un nombre limité d'événements. Dans l'exemple d'application, nous disposions de 4 événements d'intensité croissante, auxquels étaient associés des périodes de retour (Q010, Q030, Q050 et Q100). Ceci est une situation particulièrement favorable, il est fort probable que dans d'autres cas, moins d'événements soient disponibles.

Pour autant, la construction de la courbe de dommages nécessite des hypothèses supplémentaires :

- La relation qui existe entre les dommages et la période de retour entre les points disponibles. Nous avons considéré que la relation était linéaire.

- La définition de la crue la période de retour de la crue pour laquelle il commence à y avoir des dommages.
  Nous avons supposé qu'on pouvait considérer une seule crue débordante pour toute la zone d'étude et que ce serait la première crue endommageant. (et donc que cette crue a un sens et une période de retour identique sur toute la zone d'étude).

- Les dommages occasionnés au-delà du dernier point disponible (Q100 dans le cas de l'Orb). Nous avons considéré, de façon arbitraire, que les dommages étaient les suivants :
  - Dans la situation actuelle, les dommages étaient multipliés par un facteur de 1,5 ;
  - Dans la situation avec projet, comme les systèmes de protection sont des digues qui ne seront pas efficaces pour des événements extrêmes, les dommages doivent être du même ordre de grandeur que ceux de la situation actuelle. Nous aurions donc pu prendre le même facteur correctif (1,5). Nous avons décidé de pénaliser la situation avec projet pour tenir compte des ruptures de digues nécessairement occasionnées par leur submersion, et nous avons pris un facteur correctif de 2 par rapport à Q100 en état actuel.

Avec ces hypothèses, le calcul de la surface de la courbe sous les courbes de dommages s'obtient très facilement.

Les graphiques suivants représentent ces courbes de dommages pour l'état actuel (Figure 9) et l'état futur (Figure 10). Ils permettent aussi de connaître le détail des coûts moyens annuels par type d'enjeu.

Nous pouvons aussi représenter les dommages évités en fonction des différentes fréquences d'occurrence de crues. Le graphique (Figure 11) montre le détail par enjeu, ainsi que le dommage évité total (ligne la plus haute). C'est une autre façon de montrer le rôle important attribué au bâti dans le total des dommages évités.

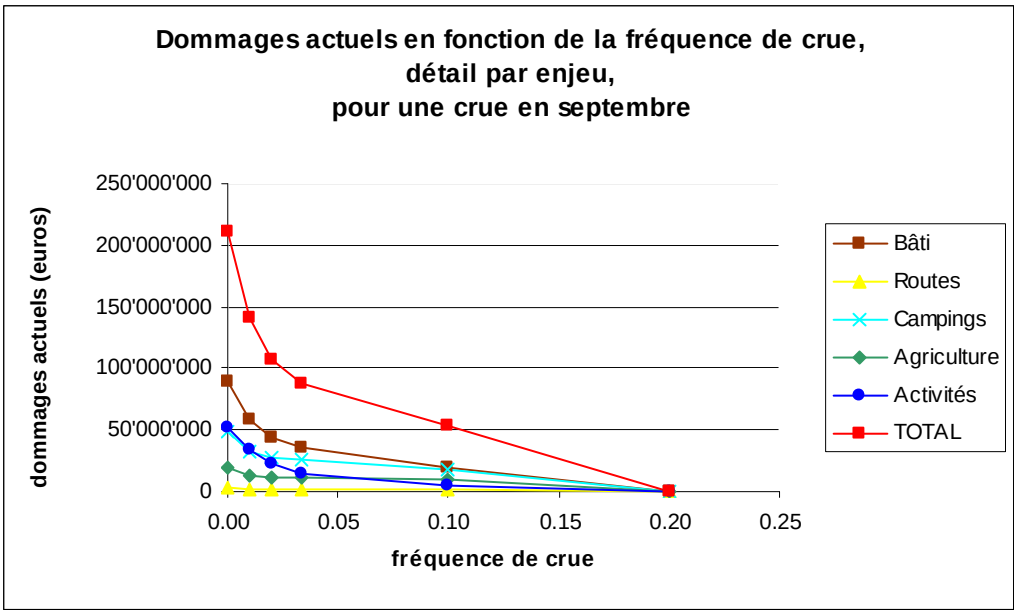


Figure 9 : Dommages actuels en fonction de la fréquence de crue

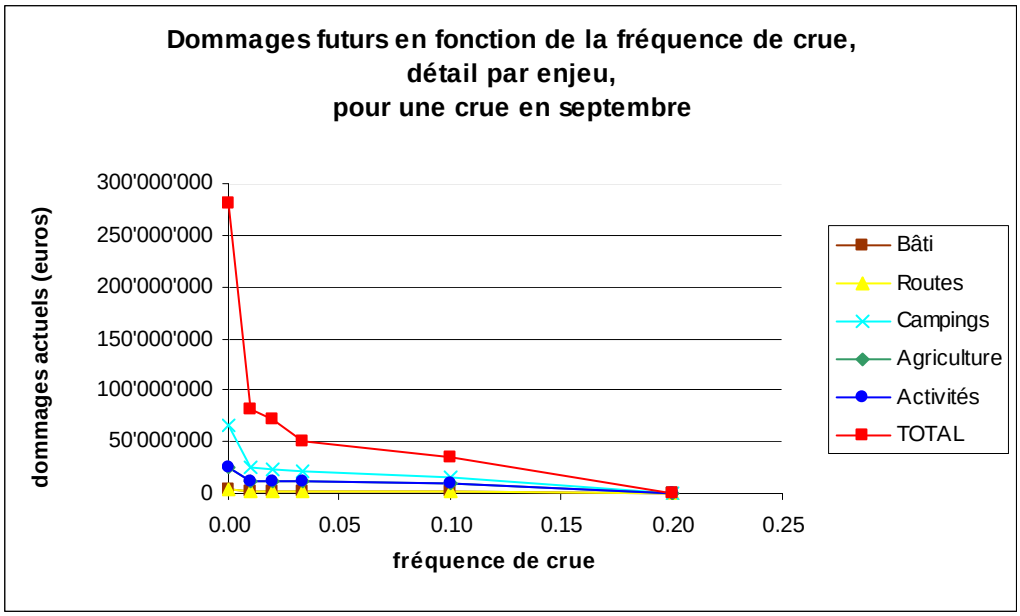


Figure 10 : Dommages futurs en fonction de la fréquence de crue

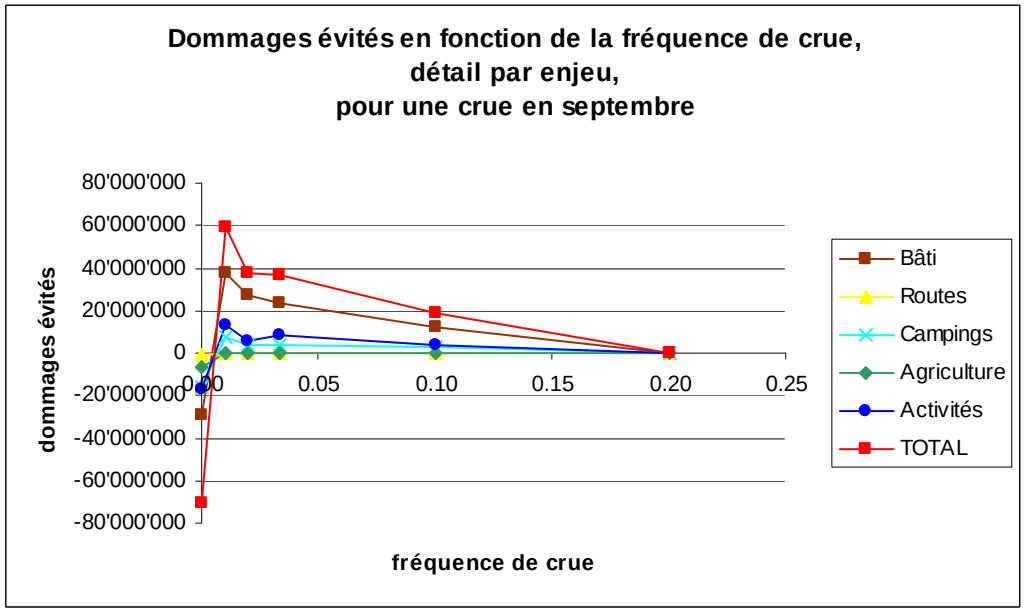


Figure 11 : Dommages évités en fonction des fréquences de crue

	Valeur
CMA État actuel	13 768 371 €
CMA État futur	9 769 962 €
DEMA Différence entre l'état actuel et l'état futur	3 998 409 €

Tableau 29 : CMA et DEMA, méthode détaillée

D'après le

Tableau 29, le coût moyen annuel sur la zone d'étude s'élève à 13,8 millions € par an, dans l'hypothèse d'une crue débordante de période de retour de 4 ans. En prenant en compte la présence des aménagements, les coûts moyens baissent pour s'élever à 9,8 millions € par an. Ceci correspond à des dommages évités moyens annuels de l'ordre de 4 millions €/an.

5.6. Calcul de la valeur actuelle nette et application du critère de décision de l'ACB

Nous exposons ici le calcul de la valeur actuelle nette, différence entre les bénéfices (les dommages évités par le projet dans la méthode présentée) et les coûts d'aménagement. C'est une étape-clé de l'analyse coût-bénéfice (ACB).

Pour le calcul des coûts, nous ne disposons pas de tous les éléments : les coûts d'acquisition foncières, par exemple, ne sont pas connus pour tous les aménagements. Les coûts d'entretiens manquent souvent entièrement à l'estimation. Nous avons alors utilisé le coût total d'investissement exposé dans l'étude SIEE, que nous avons corrigé par quelques informations supplémentaires reçues du Syndicat Mixte Béziers la Mer (les coûts d'acquisition foncière des communes Béziers et Valras-Plage, par exemple).

Pour les coûts d'entretien nous avons supposé un coût annuel correspondant à 3% du coût total d'investissement (car nous supposons des durées de vie relativement longues des aménagements). Pour les bénéfices, nous nous sommes basés sur les dommages évités moyens annuels (CMA des dommages évités pour T=4). Nous avons ensuite actualisé tous les coûts et bénéfices avec les taux d'actualisation recommandés par le Commissariat Général au Plan (CGP 2005). Il s'agit d'un taux de 4% jusqu'à 30 ans qui décroît ensuite pour atteindre (de façon asymptotique) 2% pour le long terme. Le tableau suivant résume les données :

Paramètre	Valeur
DEMA (bénéfices)	**4 M€ par an (valeur de la moyenne)**
Coûts	
Coût d'investissement : C_I	**31,91 M€ (valeur de la moyenne)** **dont : investissement : 29.91 m€** **acquisition foncière : 2M€**
Coût d'entretien avec taux t_E	0,96 M€ par an 3%
Taux d'actualisation	4% à court terme, 2% à long terme (taux décroissant continu)
Durée de vie N	50

Enfin, nous avons calculé la VAN selon la formulé exposée dans la première section. Sans éléments précis issus de l'étude SIEE, pouvant clairement guider ce choix, nous avons choisi une durée de vie du projet 50 ans, suivant en cela les recommandations d'un guide américain issu de la FEMA pour la bonne pratique de l'ACB appliquée aux aménagements hydrauliques.

Nous trouvons donc une VAN de 36 005 230 €. La VAN est positive et, selon le critère de Kaldor-Hicks décrit dans la deuxième section, les projets d'aménagements testés sont donc rentables, avec les hypothèses que nous avons adoptées.

5.7. Analyse de sensibilité de différents paramètres.

Dans cette section, sont présentées différentes analyses sur la sensibilité aux hypothèses qui ont été nécessaires pour mener le calcul de la VAN présenté précédemment. Chacune de ces analyses a été effectuées, indépendamment des autres.

5.7.1. Analyse de la VAN

5.7.2. Analyse introductrice

Les hypothèses générales que nous avons prises pour le calcul de la VAN permettent d'écrire la VAN sous l'une des deux formes équivalentes suivantes :

$$VAN = F(n)(DEMA - t_E C_I) - C_I$$

$$VAN = F(n)DEMA - (1 + F(n)t_E) * C_I$$

où :

- C_I le coût d'investissement
- DEMA les dommages évités moyens supposés constants
- t_E le taux d'entretien annualisé, supposé constant. On désignera aussi par $C_E = t_E C_I$ les coûts d'entretien annualisés, supposés constants.
- n durée de vie projet
- $F(n) = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+r)^i}$ où r_i est taux d'escompte à utiliser à la période i. « Le taux d'actualisation est un taux de substitution entre le futur et le présent ; il traduit la valeur du temps pour une entreprise ou une collectivité : c'est en quelque sorte le *prix du temps* » (Commissariat Général du Plan 2005).

Cette écriture nous permet d'avancer des hypothèses quant à la sensibilité de certains paramètres utilisés pour nos calculs et d'avancer des pistes quant aux efforts à fournir pour améliorer l'estimation de la VAN. Notons premièrement que l'incertitude est censée concerner a priori 4 paramètres :

- les bénéfices (DEMA) ;
- les coûts d'investissements (C_I) ;
- le taux d'entretien (t_E) ;
- la durée de vie du projet (n).

Pour ce dernier paramètre (durée de vie du projet), nous avons considéré que le choix dépendait plus d'une convention a priori de calcul que d'une estimation d'un paramètre. Toutefois, l'impact du choix de ce paramètre a une importance significative comme cela est présenté dans un paragraphe de la suite du document.

Pour les trois autres paramètres, l'incertitude autour de leur valeur peut être considérée comme résultant d'une incertitude de type estimation de paramètres. Il existe une vaste littérature sur ce point. Il est classique de considérer que l'incertitude autour de la valeur d'un paramètre est décrite en considérant que la valeur du paramètre est aléatoire et décrite par une loi de type normal (ou gaussienne). Notons que si nous considérons que les trois paramètres restants (DEMA, C_I, t_E) sont de type normal, la loi de la VAN n'est pas de type trivial (le produit de deux normales est une loi de Bessel de type K, qu'il faut encore sommer à une normale). L'étude précise de la forme de la VAN, même avec des hypothèses simples, dépasse le cadre de ce projet.

En admettant une étude moins systématique et en considérant comme fixes les paramètres suivants (n et t_E), il est toutefois possible de donner certains enseignements quant à la précision attendue sur la VAN en fonction de celle des deux paramètres suivants (DEMA et C_I), supposés suivre une loi normale de moyenne. En effet sous ces hypothèses, la VAN suit une loi normale parce qu'elle est elle-même une somme de loi normale. Rappelons dans ce cas que la somme de deux normales $N(\mu_1,\sigma_1)$ et $N(\mu_2,\sigma_2)$ est une loi normale de paramètres $N(\mu_1+ \mu_2, \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2})$.

Les valeurs des paramètres sont celles choisies pour les calculs de la section précédente, comme rappelé dans le tableau suivant.

Paramètre	Valeur
DEMA	**4 M€ (valeur de la moyenne)**
C_I	**31,91 M€ (valeur de la moyenne)**
t_E	3%
n	50
F(n)	22,33

Dans le tableau suivant, nous montrons qu'il est nécessaire d'avoir une meilleure précision sur les DEMA que sur C_I pour obtenir une précision équivalente sur la VAN. L'exemple choisi est celui d'une précision sur la VAN telle que la VAN n'atteint jamais une valeur négative dans la fourchette de valeurs avec un taux de confiance à 95%.

DEMA	4,00 M€	C_I	31,91M€	VAN (95%)
±40.4%	±1.62 M€	0.0%		36M€ ± 36M€
±35.0%	±1.40 M€	±33.7%	±10.75 M€	36M€ ± 36M€
±30.0%	±1.20 M€	±45.2%	±14.42 M€	36M€ ± 36M€
±25.0%	±1.00 M€	±53.1%	±16.94 M€	36M€ ± 36M€
±20.0%	±0.80 M€	±58.7%	±18.73 M€	36M€ ± 36M€
±15.0%	±0.60 M€	±62.8%	±20.04 M€	36M€ ± 36M€
±10.0%	±0.40 M€	±65.5%	±20.90 M€	36M€ ± 36M€
±5.0%	±0.20 M€	±67.1%	±21.41 M€	36M€ ± 36M€
0.0%		±67.6%	±21.57 M€	36M€ ± 36M€

Les résultats qui viennent d'être présentés ne constituent pas, en toute rigueur, une analyse de l'incertitude telle que pourrait être menée. Le fait que cette analyse n'est pas été menée dans le cadre de ce projet provient essentiellement de la difficulté technique et de l'investissement nécessaire de mener à bien une telle étude de façon rigoureuse.

Dans la suite de ce rapport, nous avons choisi de présenter, une démarche exploratoire qui ressemble plus à une analyse de sensibilité, en considérant toutefois la sensibilité des paramètres autour des valeurs choisies pour le calcul de la section précédente et en ne faisant varier ces paramètres qu'individuellement. Cette démarche ne permet pas de statuer sur les effets croisés de variations simultanées des paramètres. Une analyse de ces effets croisés ne peut se faire que par une étude dédiée, avec des techniques comme l'analyse de Monte-Carlo.

5.7.2.1. Importance de la durée de vie du projet

La durée de vie du projet (n) intervient de façon cruciale, parce qu'elle conditionne le poids accordé entre le coût initial d'investissement C_I et le bilan attendu dans le futur entre les bénéfices (DEMA) et le coût d'entretien C_E : DEMA - C_E. (voir tableau suivant).

Durée	Poids entre C_I et (DEMA- C_E)
35	18,7
50	22,3
80	27
100	28,9
150	31,3
312	32,7

Tableau 30 : Poids entre coût initial d'investissement C_I et bilan futur (DEMA – C_E) pour différentes durées de vie des aménagements

Ceci a un impact direct sur le calcul de la VAN, comme le montre le tableau suivant. Nous avons choisi les valeurs guides de 35, 50, 80 et 100 ans après lecture des guides américains sur l'analyse coût-bénéfice d'aménagements hydrauliques qui conseillent de prendre en compte des durées de vie entre 35 et 100 ans pour les digues, avec une valeur de référence à 50 ans, celle que nous avons considérée dans notre calcul de la section 6.6. Notons que dans les calculs présentés dans la figure suivante, nous avons considéré que les coûts d'entretiens ne dépendaient pas de la durée de vie considérée, ce qui peut être invalidé par la pratique (a priori le coût d'entretien annualisé d'une digue qui ne durerait que 35 ans devrait être plus faible qu'une même digue supposée durer 100 ans).

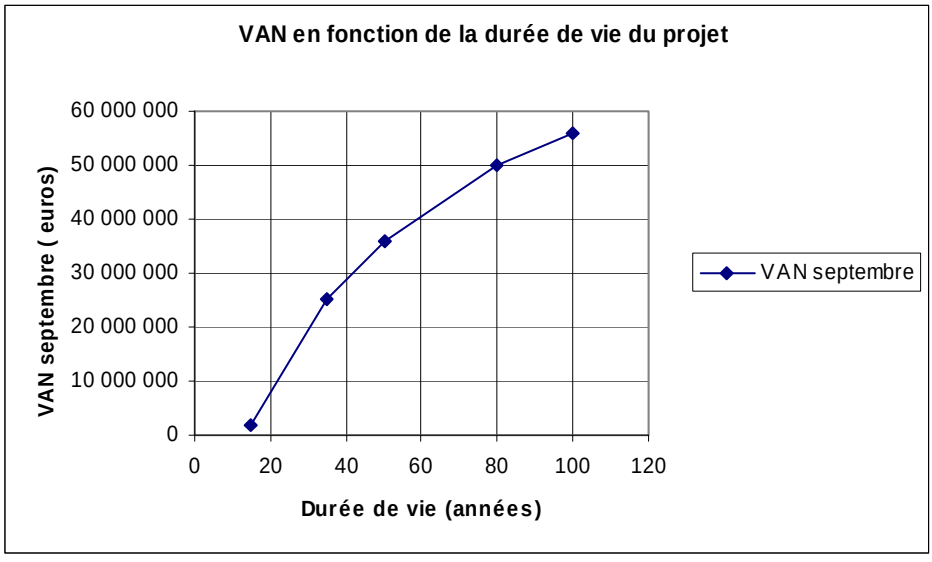


Figure 12 : VAN en fonction de la durée de vie du projet (de 15 à 100 ans)

On peut remarquer que les projets sont alors d'autant plus rentables que la durée de vie des aménagements est longue. Ceci est compatible avec le fait que, les bénéfices étant supérieurs aux coûts d'entretien dans le cas de l'Orb, plus la durée de vie des aménagements est longue, plus l'importance est donnée au futur par rapport aux coûts d'investissement.

On remarque que du fait même de la formulation de la VAN, la durée du vie du projet intervient de moins en moins pour les durées de vie grande, le poids relatif entre coût d'investissement et bilan futur convergeant vers une valeur finie (environ 32,7 à partir de 312 ans).

5.7.2.2. La VAN en fonction de la durée de vie du projet et des saisons

Nous avons calculé la VAN pour plusieurs saisons. Les résultats (listés dans le tableau suivant) sont représentés dans le graphique suivant. L'allure de la courbe de la VAN est très semblable pour les différentes saisons étudiées.

Durée de vie supposée	VAN (€) Janvier	VAN (€) Avril	VAN (€) Juin	VAN (€) Septembre
100 ans				
	56 014 634	56 384 515	54 116 735	55 833 090
80 ans				
	50 306 842	50 652 712	48 532 146	50 137 083
50 ans				
	36 145 750	36 432 048	34 676 721	36 005 230
35 ans				
	25 211 266	25 451 566	23 978 259	25 093 323

Tableau 31 : Valeur actuelle nette (VAN) des projets d'aménagement en €

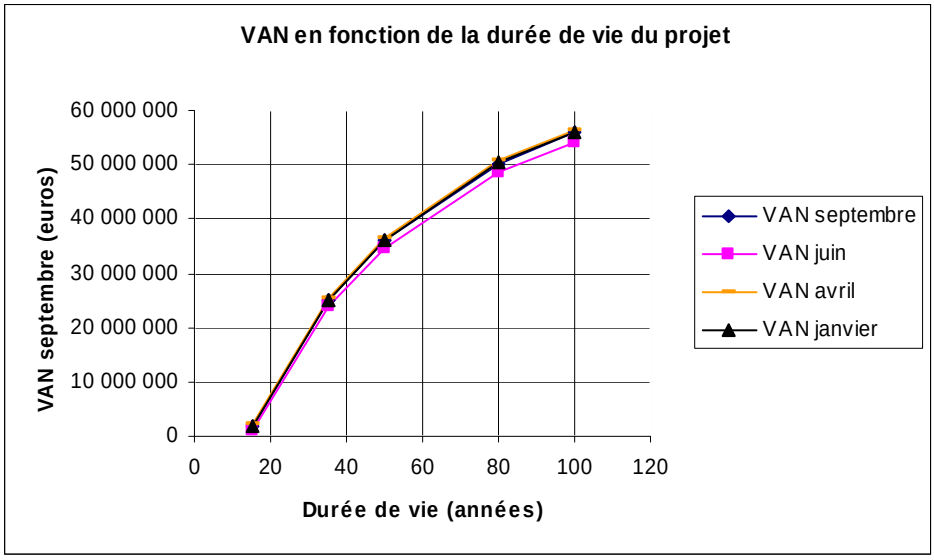


Figure 13 : VAN en fonction de la durée de vie du projet (de 15 à 100 ans) et de la saison

5.7.2.3. La VAN en fonction du taux d'entretien des ouvrages

Pour montrer l'impact du taux d'entretien (qui est appliqué au coût total des investissements) sur la VAN, nous avons fait varier ce taux de 0 à 20%. Le graphique suivant montre les résultats pour une crue en septembre et différentes durées de vie des ouvrages (35 à 100 ans). Pour un entretien coûteux, les aménagements ne passent plus le test de Kaldor-Hicks de l'analyse coût-bénéfice, car la VAN est négative. Par exemple, la VAN calculée pour une durée de vie de 100 ans du projet et pour une crue survenant en septembre s'annule pour un coût d'entretien entre 11% et 12%.

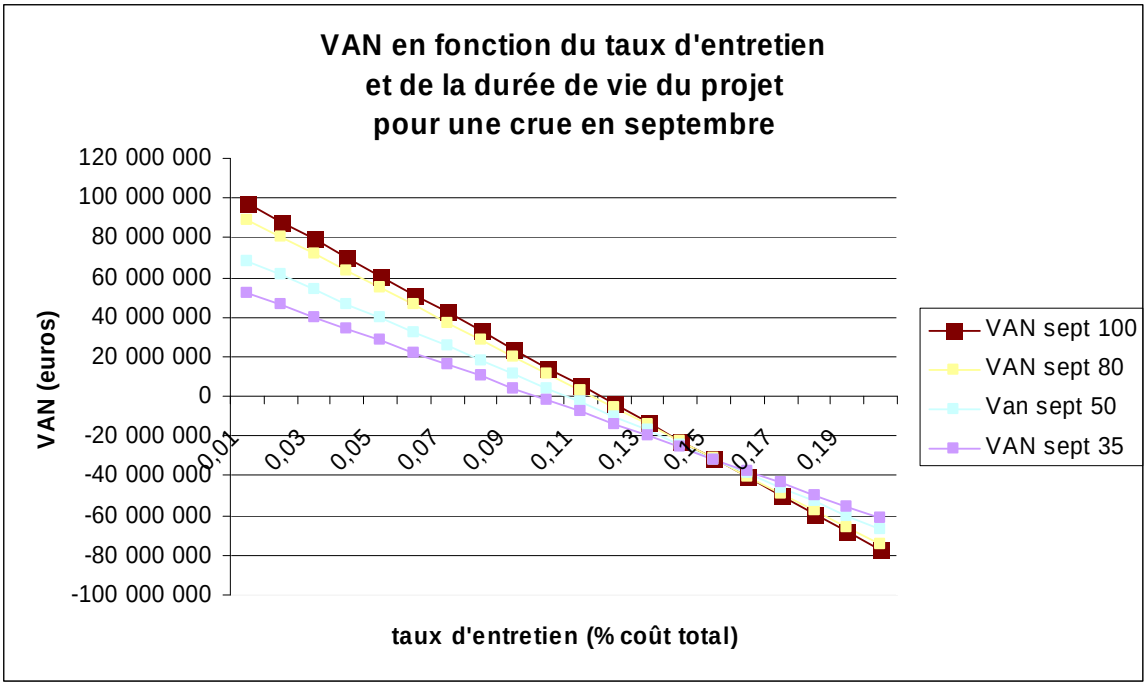


Figure 14 : VAN en fonction du taux d'entretien et de la durée de vie du projet, pour une crue en septembre

Le même calcul pour les différentes saisonnalités donne lieu au graphique suivant.

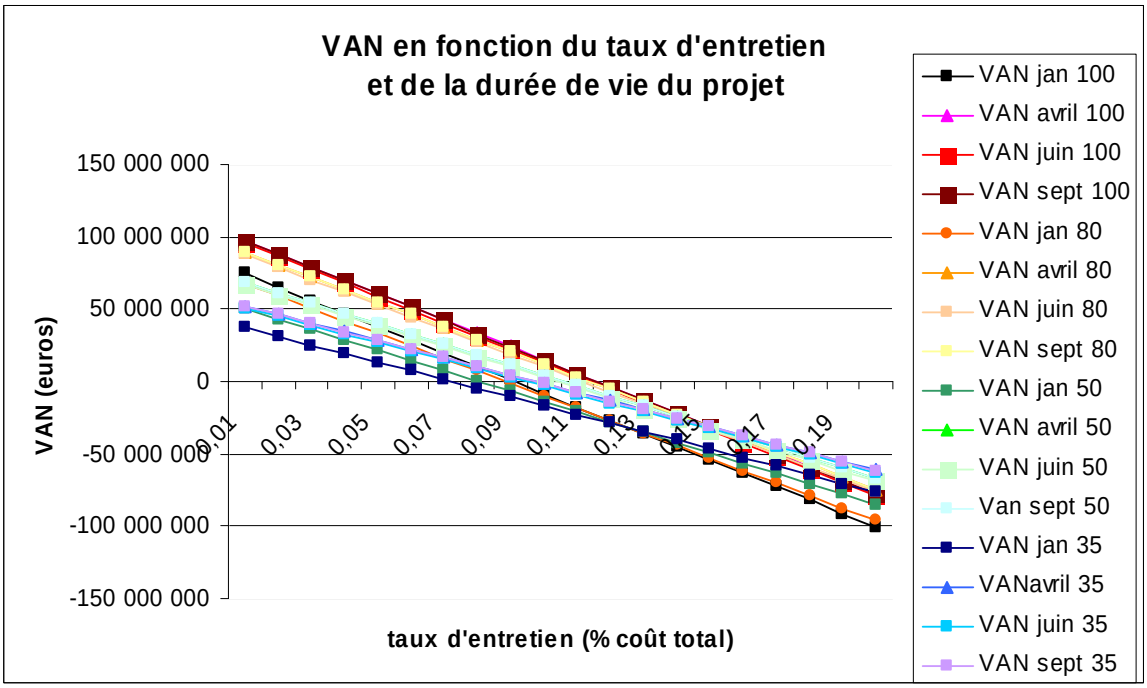


Figure 15 : VAN en fonction du taux d'entretien et de la durée de vie du projet pour des crues survenant à différentes saisons

5.7.3. Analyse de certains paramètre du calcul des DEMA

L'analyse de l'incertitude des bénéfices attendus des projets, les DEMA, dépend de nombreux paramètres, ce qui en rend l'étude systématique très technique.

Notons en effet que la valeur finale accordée au DEMA dépend des éléments suivants :

1. Hydrologie : Période de retour des événements aux débits donnés (ou valeur du débit pour un événement de période de retour donnée)
2. Hydrologie : Saisonnalité des événements
3. Hydraulique : Précision du calcul et du rendu cartographié des zones d'expansion des crues
4. Hydraulique et hydrologie : définition de la crue débordante (voire de la première crue dommageable).
5. Occupation du sol : Grain de l'occupation du sol choisi
    a. Par exemple effets attendus de l'utilisation d'une occupation du sol type Corine Land Cover pour l'agriculture par rapport à un parcellaire précis
6. Occupation du sol : scénario d'évolution future
7. Vulnérabilité : Effet des catégories de hauteur d'eau utilisées
    a. Une catégorie de hauteur de 50 cm en 50 cm a été choisi de façon systématique, quel impact d'un autre choix de classes ?
8. Vulnérabilité : sensibilité aux paramètres, liste non exhaustive :
    a. Bâti : catégorisation du bâti (bâti plus ou moins résistant), seuils utilisés, taux d'occupation des rez-de-chaussée
    b. Agricole : durée de submersion
    c. Camping : seuils utilisés
    d. Etc.

Dans la suite de ce rapport nous présentons une première analyse de certains de ces éléments, étant entendu qu'une analyse systématique ne pourrait être que l'objet d'un projet dédié à cette analyse.

5.7.3.1. Analyse de la saison des crues

Dans notre analyse nous avons fait le choix de considérer que, pour chaque type d'événement, la crue se déroulait en septembre. Pour certains enjeux, notamment les enjeux agricoles et les campings, cette supposition peut avoir des répercussions importantes puisque les dommages sont intimement liés à la période d'occurrence de la crue.

Ainsi, pour les enjeux agricoles, tout va dépendre de l'état dans lequel se trouvent les cultures (Tableau 32), pour les campings, tout va dépendre, notamment pour les pertes d'exploitation, du taux d'occupation du camping et des tarifs pratiqués au moment de la période d'occurrence de la crue (Tableau 33). Dans les tableaux suivant :Tableau 32 : Calcul des dommages unitaires agricoles, scénario de base en € par ha

Dans les tableaux suivants, Tableau 34 : Dommages en l'état actuel selon la saison et par secteur, en €, méthode détaillée à Tableau 36, nous avons fait les calculs des dommages pour les différentes crues en faisant l'hypothèse que tout se passait comme si la crue correspondant à chaque événement avait lieu au mois considéré (janvier, avril, juin ou septembre). De ces tableaux, il ressort qu'un point important de la comparaison des résultats pour différentes saisons concerne le secteur agricole. L'agriculture contribue relativement peu aux dommages totaux en janvier et avril mais connaît des dommages importants en juin et septembre. Pour les crues à faible période de retour, les dommages causés au secteur agricole peuvent même être supérieurs aux dommages causés aux activités économiques

(voir

Tableau 26 à
Tableau 27).

En ce qui concerne le secteur agricole, nous avons des résultats différents selon la saison de survenue des crues. PATRICOVA, au contraire, ne fait pas de différence entre les saisons. L'intérêt des aménagements dépend cependant clairement de la saison considérée: il est nul pour une crue qui survient au mois de juin, il peut s'avérer grand pour la plupart des crues en septembre. Les résultats de la méthode PATRICOVA ressemblent à nos résultats du mois de juin. Il n'y a aucune raison, toutefois, de ne considérer que le scénario du mois de juin, surtout dans le cas des crues cévenoles.

Saison	Vigne (50 hl et 90 hl)	Autre occupation du sol	
		h <1,5 m	h> 1,5 m
Janvier	0	141	141
Avril	0	592	592
Juin	2561	767	7866
Septembre	5122	88	3297

Tableau 32 : Calcul des dommages unitaires agricoles, scénario de base[8] en € par ha

Aléa	1			2			3		
Equipement	Mobil-home	Chalet	Tente	Mobil-home	Chalet	Tente	Mobil-home	Chalet	Tente
Janvier	0	8 000	0	8 000	12 000	1 000	12 000	12 000	2 500
Avril	49	8 098	35	8 098	12 392	1 070	12 392	12 392	2 605
Juin	91	8 210	35	8 182	15 080	1 070	14 842	15 080	2 605
Septembre	74	8 147	53	8 147	12 294	1 105	12 294	12 294	2 658

Tableau 33 : Dommages totaux aux campings, par type d'enjeu, type d'aléa, en €

Mois	**Secteur**	**Q10**	**Q30**	**Q50**	**Q100**
Janvier	Camping	17 531 566	24 737 742	26 696 354	31 784 533
	Agriculture	210 178	235 678	243 515	228 184
	Total	43 770 344	76 109 446	95 872 028	127 474 732
Avril	Camping	17 994 266	25 479 659	27 527 565	32 823 915
	Agriculture	884 385	991 684	1 024 662	960 152
	Total	44 907 251	77 607 369	97 484 385	129 246 082
Juin	Campings	18 950 108	28 142 693	30 767 766	37 415 202
	Agriculture	6 498 827	7 546 248	8 406 910	10 149 967
	Total	51 477 535	86 824 967	108 106 834	143 027 185
Septembre	Campings	18 134 044	25 549 683	27 570 916	32 804 952
	Agriculture	9 746 330	10 812 873	11 515 581	12 536 210
	Total	53 908 975	87 498 582	108 018 655	140 803 178

Tableau 34 : Dommages en l'état actuel selon la saison et par secteur, en €, méthode détaillée

[8] basé sur l'occupation du sol agricole dans l'Hérault en 1996

Mois	Secteur	Q10	Q30	Q50	Q100
Janvier	Camping	14 959 735	20 905 113	22 715 833	24 284 140
	Agriculture	198 940	237 184	225 559	229 301
	Total	24 911 902	39 196 851	58 936 798	68 931 416
Avril	Camping	15 337 671	21 560 318	23 460 525	25 104 404
	Agriculture	837 100	998 021	949 105	964 852
	Total	25 927 998	40 612 893	60 405 037	70 487 231
Juin	Campings	16 253 114	24 352 161	26 864 207	29 022 836
	Agriculture	6 308 924	8 420 935	8 585 301	10 452 065
	Total	32 315 264	50 827 650	71 444 914	83 892 875
Septembre	Campings	15 434 889	21 564 500	23 433 775	25 051 944
	Agriculture	9 470 681	10 967 582	11 401 150	12 402 100
	Total	34 658 797	50 586 635	70 830 331	81 872 020

Tableau 35 : Dommages de l'état futur selon la saison et par secteur, en €, méthode détaillée

Mois	Secteur	Q10	Q30	Q50	Q100
Janvier	Camping	2 571 831	3 832 629	3 980 521	7 500 393
	Agriculture	11 237	-1 506	17 956	-1 117
	Total	18 858 442	36 912 595	36 935 230	58 543 316
Avril	Camping	2 656 595	3 919 341	4 067 040	7 719 511
	Agriculture	47 285	-6 337	75 556	-4 700
	Total	18 979 253	36 994 476	37 079 348	58 758 851
Juin	Campings	2 696 994	3 790 532	3 903 559	8 392 367
	Agriculture	189 903	-874 688	-178 392	-302 097
	Total	19 162 271	35 997 316	36 661 920	59 134 310
Septembre	Campings	2 699 155	3 985 183	4 137 140	7 753 007
	Agriculture	275 649	-154 709	114 431	134 110
	Total	19 250 178	36 911 946	37 188 324	58 931 158

Tableau 36 : Dommages évités selon la saison et par secteur, en €, méthode détaillée

Indicateur calculé	Janvier	Avril	Juin	Septembre
CMA État actuel	11 772 854	12 014 602	13 529 090	13 768 371
CMA État futur	7 768 152	7 997 081	9 590 165	9 769 962
DEMA Différence entre l'état actuel et l'état futur	4 004 701	4 017 520	3 938 924	3 998 409

Tableau 37 : CMA et DEMA selon la saison de la crue, en €, méthode détaillée

Dans le Tableau 37, nous avons répercuté les différences de dommages en fonction des saisons dans le calcul sur les CMA et le DEMA. Ce tableau nous permet de constater que, malgré des scénarios de saison très contrastés, avec des différences effectives au niveau de la modélisation des dommages pour les enjeux agriculture et camping, la prise en compte de la saison de survenance de la crue n'a que peu d'effet sur le calcul du DEMA. Cet enseignement n'est pas généralisable a priori, il dépend des conditions rencontrées sur le cas d'étude. Le même tableau nous montre en effet que les hypothèses sur la saison de survenance des crues ont des impacts

non négligeables sur le calcul des CMA actuel et futurs. Comme les différences vont dans le même sens, avec une amplitude similaire pour les états futurs et actuel, il n'y a pas d'impact sur le DEMA. Ceci est sans doute une conséquence de la définition du projet de réduction de l'exposition aux inondations sur la zone d'étude, qui ne cherche pas à protéger particulièrement ni les campings, ni les zones cultivées.

5.7.3.2. Analyse de la période de retour de la crue débordante

Comme le montre le tableau suivant (Tableau 38), le choix de la période de retour de la crue débordante est d'une importance capitale pour le calcul. Nous avons fait les calculs pour les différentes périodes de retour précisées par le SMVO (entre 3 et 5 ans).

	T = 3	T = 4	T = 5
CMA -État actuel	12 420 647 €	13 768 371 €	16 014 579 €
CMA - État futur	8 903 492 €	9 769 962 €	11 214 079 €
DEMA	3 517 155 €	3 998 409 €	4 800 500 €
VAN	53 918 712 €	36 005 230 €	25 257 140 €

Tableau 38 : Impact de la période de retour de la crue débordante sur les CMA, DEMA et VAN

5.7.3.3. DEMA et nombre de crues pour le calcul

Le tableau suivant présente les résultats de la précision du calcul de la VAN en fonction du nombre de crues considérées pour ce calcul. Notons que dans ce tableau, le calcul a été effectué en considérant un scénario légèrement différent pour les crues extrêmes (au-delà de 100 ans), ce qui explique les différences avec les résultats précédents. Ces différences n'ont pas d'impact sur l'analyse qui suit.

Les résultats présentés dans ce tableau permettent de juger de la légitimité de considérer un nombre restreint de crues pour le calcul du DEMA. Les résultats sont en grande partie spécifiques au cas de l'Orb et ne peuvent pas être extrapolés sans une analyse à d'autres terrains.

Dans le cas de l'Orb, il apparaît que les calculs obtenus en ne considérant que 3 crues donnent des résultat qui ne sont pas très éloignés du cas considéré comme le calcul de référence (en prenant les 4 crues simulées). Dans ce cas, il vaut mieux omettre l'une des crues intermédiaires (Q030 ou Q050) et conserver les deux crues extrêmes.

Les résultats avec seulement 2 crues sont globalement moins bons qu'avec 3 crues. Le fait que les calculs soient meilleurs dans le cas où seules les crues Q030 et Q050 sont considérées n'a pas de grande signification en dehors du cas de l'Orb. On note d'ailleurs que les variations par rapport au cas de référence sont beaucoup plus aléatoires '(de -24% à +20%)

Les résultats avec une seule crue sont très dépendants de la crue considérée. Le fait qu'il ne soit pas très mauvais pour Q030 et Q050 ne sont significatifs que pour le cas de l'Orb (et est corrélé au fait que le calcul avec les deux crues Q030 et Q050 donne également de bons résultats).

Notre analyse montre qu'il aurait été possible de ne considérer que 3 crues, et dans ce cas de considérer Q010 et Q100, et soit Q030 soit Q050 qui n'ont pas des caractéristiques très différentes. De façon intuitive, il semblerait que des calculs avec deux crues contrastées Q010 et Q100 pourraient donner d'assez bons résultats, mais ce n'est pas le cas pour l'Orb.

Crues considérées				CMA Actuel		CMA Futur		DEMA	
10	30	50	100	Valeur	%	Valeur	%	Valeur	%
X	X	X	X	€ 13'064'355	0%	€ 8'831'274	0%	€ 4'233'081	0%
X				€ 10'781'795	-17%	€ 9'723'247	10%	€ 1'058'548	-75%
	X			€ 13'124'787	0%	€ 9'239'949	5%	€ 3'884'839	-8%
		X		€ 15'122'612	16%	€ 11'014'164	25%	€ 4'108'447	-3%
			X	€ 18'656'421	43%	€ 11'642'034	32%	€ 7'014'387	66%
X	X			€ 12'402'533	-5%	€ 9'200'654	4%	€ 3'201'878	-24%
X		X		€ 13'220'745	1%	€ 9'687'651	10%	€ 3'533'093	-17%
X			X	€ 14'565'260	11%	€ 9'660'688	9%	€ 4'904'571	16%
	X	X		€ 13'482'928	3%	€ 9'158'342	4%	€ 4'324'586	2%
	X		X	€ 13'902'573	6%	€ 8'842'962	0%	€ 5'059'612	20%
		X	X	€ 15'426'294	18%	€ 10'726'392	21%	€ 4'699'903	11%
X	X	X		€ 12'760'673	-2%	€ 9'119'047	3%	€ 3'641'626	-14%
X	X		X	€ 13'180'319	1%	€ 8'803'667	0%	€ 4'376'652	3%
X		X	X	€ 13'524'427	4%	€ 9'399'879	6%	€ 4'124'549	-3%
	X	X	X	€ 13'786'610	6%	€ 8'870'569	0%	€ 4'916'041	16%

Pour chaque ligne, un X dans une des 4 premières cases indique que la crue de la colonne a été utilisée pour les calculs des cases suivantes.

6. CONCLUSION ET PISTES D'AMELIORATION

L'application de la méthode de dommages évités ne pose pas de problèmes conceptuels. Elles nécessitent une accessibilité à des données spatialisées à la fois pour l'aléa et l'occupation du sol.

Les données concernant l'aléa sont tributaires des études hydrologiques et hydrauliques ayant été effectuées sur le terrain, mais dès qu'un projet d'aménagement hydraulique est prévu, il peut sembler légitime de disposer de telles études. Il est important de noter que :

- pour mener à bien une étude sur l'exposition d'un territoire aux inondations, il est nécessaire de disposer de l'enveloppe de crue dans l'état actuel (sans aménagement) ;
- pour mener à bien une ACB, il faut en plus disposer de l'enveloppe de crue dans l'état après projet (et ce pour les différents scénarios de projets)
- il est important de disposer de ces enveloppes de crues pour différentes intensités d'événement, ce qui dans le cas de bassins versants de taille raisonnable (et c'est le cas dans la région Languedoc-Roussillon), correspond à des épisodes de différentes périodes de retour. Trois crues nous semble un bon compromis, une crue fréquente (T≈10), une crue rare (T≈30), une crue très rare(T≈100). Il est également important de connaître la période de retour de la crue débordante.

Pour les données concernant l'occupation du sol, différentes sources sont disponibles (Corine Land Cover dans tous les cas). Nous avons distingué les secteurs suivants : activités, parcelles agricoles, routes et bâtis qui comprend toutes les surfaces bâties qui ne sont pas des activités. Etant donné que sa numérisation se généralise, nous conseillons de partir du cadastre numérisé pour avoir l'enveloppe des bâtis. Pour la localisation des entreprises, il existe différentes sources, payantes d'information. Nous avons utilisé les données fournies par la CCI (liste des activités et de leur adresse), ce qui a impliqué un travail de terrain pour localiser précisément ces entreprises sur la couche du cadastre. Concernant l'occupation agricole, nous sommes partis du parcellaire que nous avons complété par une enquête de terrain. Les routes ont été localisées par la BC Cartho.

La modélisation des dommages des différents secteurs n'a pas été faite de façon homogène :
- Les dommages aux bâtis sont basés sur une analyse statistique reliant hauteur et dommage, assez ancienne, réalisé sur la zone, à partir des dommages ayant effectivement eu lieu.
- Les dommages aux routes sont basés sur une interprétation a minima des données de retour d'expérience sur les derniers événements de la zone.
- Les dommages aux activités, hors camping, sont basés sur une étude australienne, adaptée au cas français.
- Les dommages aux campings sont basés sur une modélisation à partir d'une enquête réalisée pour l'étude.
- Les dommages aux parcelles agricoles sont basés sur une modélisation à partir d'une enquête réalisée pour l'étude.

Concernant les dommages aux bâtis, il serait intéressant de distinguer les bâtis selon qu'ils sont à usage d'habitat ou à d'autres usages, puis de faire des sous classes selon le type d'habitat (pavillonnaire, collectif, maison de village nous semblent être les types les plus pertinents) et selon le type d'usage (siège d'exploitation agricole, école, collège, lycée, mairie etc.). Il semblerait qu'une méthode semblable à celle développée pour les campings soit envisageable (modélisation à partir d'enquêtes auprès des experts d'assurance).

Concernant les dommages aux activités, seules les contraintes de temps inhérentes au projet ont justifié le recours à la méthode australienne. Une méthode basée sur la modélisation semble beaucoup plus difficile à réaliser selon les experts d'assurance consultés. Une comparaison avec d'autres méthodes mises au point sur la Loire par l'ancienne équipe pluridisciplinaire Plan-Loire Grandeur Nature, ou en Grande-Bretagne par le FHRC pourrait permettre de discuter de la fiabilité des résultats et de choisir la meilleure approche.

Concernant les dommages aux parcelles agricoles et aux campings, dans un premier temps, il est important de vérifier l'exactitude de tous les paramètres avec les acteurs du terrain (les responsables des syndicats mixtes ou directement les personnes concernées). Nous avons rencontré la profession agricole et des représentants des campings et nous leur avons exposé notre analyse. Les comptes-rendus fournis en annexe retracent notre rencontre. Il en résulte les pistes d'amélioration suivantes.

Pour le secteur agricole, dans notre étude :

- les pertes de fonds ne sont pas considérées. Il aurait intéressant d'identifier les zones où les pertes de fonds sont importants et de les évaluer.
- Concernant les vignes, l'étude surestime les dommages pour deux raisons : elle ne prend pas en compte la baisse de prix récente et elle suppose des dommages pour des faibles hauteurs de submersion, alors que la profession agricole considère qu'il existe un seuil de 60 cm en deçà duquel les inondations n'affectent pas (ou peu) la production. D'autre part, l'étude sous-évalue légèrement les dommages puisqu'elle suppose une durée de submersion maximale d'une semaine alors que la profession considère qu'un ressuyage peut durer trois à quatre semaines.
- Concernant les cultures hors vignes, l'étude sous-estime les dommages pour les grandes cultures car elle ne prend pas en compte la possibilité d'asphyxie d'une plante. Elle sous-estime également les dommages aux vergers car elle suppose que vergers sont détruite à partir d'une submersion de 1,5m, alors que la profession agricole estime que ce seuil se situe à 1m.
- Dans l'ensemble, il est probable que les dommages agricoles sont sous-estimés dans le modèle proposé. Il est cependant important de rappeler que le scénario de protection testé ne comportait pas des protections prévues sur le terrain, qui auront un effet réel de protection de certaines zones agricoles.

Pour les campings :

- Il faut réviser les paramètres utilisés pour les coûts des équipements, parce que ceux donnés dans la première enquête sont sous-évalués.
- Il faut également réviser la modélisation des pertes d'exploitation, parce que les informations données dans la première enquête ont mené à une sous-estimation de ces pertes.

La comparaison des résultats donnés dans la deuxième partie du projet avec PATRICOVA sont assez difficile parce que nous n'avons pas eu le détail de la construction des endommagements. La comparaison brutale des résultats est dangereuse, qu'elle soit éloignée ou non de ce qui a été trouvé dès que l'on ne dispose pas des hypothèses sous-jacentes à la modélisation.

Nous nous contenterons de faire remarquer que :

- Grosso modo, la répartition par secteur est conservée entre les deux méthodes
- Patricova est sensiblement supérieure d'un même facteur pour toutes les évaluations de crue effectuées (facteur de 2,8. La régression linéaire entre les données Patricova et les données BCEOM-CEMAGREF avec une constante nulle donne un modèle avec un R^2 ajusté de 0.99)
- l'absence de coût sur les routes ne semble pas être une source importante de manque, dans le cas de l'Orb

Enfin, notons que dans aucun des deux cas nous avons considéré la question de la vitesse des écoulements, parce que les résultats hydrauliques fournis ne disposaient pas de cette information. Selon l'importance des zones concernées et la nature des enjeux exposés, cette non-considération peut être source de minimisation des dommages significatifs.

7. RÉFÉRENCES

BCEOM (1980). Lutte contre les nuisances des inondations - méthode sommaire d'évaluation des critères économiques. BCEOM - Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie: 71p.

BCEOM (2000). Etude de gestion du risque inondation dans le bassin versant de l'Orb, BCEOM - Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orb.: 197p.

BLC and SIEE (1996). Etude économique des crues de l'Orb de 17/12/1996 et 28/01/1996. B. Conseil Général de l'Hérault, SIEE: 34p.

CA (2005). Projet pilote: Basse plaine du Vidourle et Petite Camargue. Chambre d'Agriculture: 46p.

CER (1999). Mémento technico-économique des principales productions en Languedoc Roussillon. CLR et CN du CER: 162p.

CETE (2005). Réduction de la vulnérabilité aux inondations à l'échelle d'un quartier, CETE Méditerranée: 119p.

CETE (2005). Vulnérabilité des habitations aux inondations - Analyse des dossiers de sinistres suite aux inondations de septembre 2002 dans le Gard et les départements limitrophes. CETE: 35p.

Commissariat Général du Plan (2005) "Révision du taux d'actualisation des investissements publics", Rapport du groupe d'experts présidé par Daniel Lebègue.

DNRM (2002). Guidance on the assessment of tangible flood damages. Department of Natural Resources and Mines, Queensland Government: 17p.

Grelot, F. (2004). Gestion collective des inondations - Peut-on tenir compte de l'avis de la population dans la phase d'évaluation économique a priori ? Paris, ENSAM: 383.

GV (2002). Memoria Patricova. Gereralitat Valenciana.

Hanley, N. and C. L. Spash (1993). Cost-Benefit Analysis and the Environment. Aldershot Hants (England), Edward Elgar Publishing Limited.

Hubert, G. and B. Ledoux (1999). Le coût du risque… L'évaluation des impacts socio-économiques des inondations, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Ledoux, B., F. Grelot, et al. (2003). Synthèse des évaluations socio-économiques des instruments de prévention des inondations. Rapport technique. D4E. Paris, France: 1-181.

Messner, F., O. Zwirner, et al. (2004). "Participation in multi-criteria decision support for the resolution of a water allocation problem in the Spree River basin." Land Use Policy 23: 63-75.

NRC (2000). Risk analysis and uncertainty in flood damage reduction studies, National Academy Press.

SIEE (2001). Schéma de protection contre les inondations de la basse vallée de l'Orb. SIEE. Syndicat mixte de la vallée de l'Orb et le syndicat intercommunal de travaux pour l'aménagement de l'Orb entre Béziers et la mer. 171p. "

Torterotot, J. P. (1993). Le coût des dommages dus aux inondations : Estimation et analyse des incertitudes. Paris, École Nationale des Ponts et Chaussées.

Annexe 1 : Synthèse sur les fonctions de dommage aux bâtis

Les fonctions de dommages issues de la thèse de JP Torterotot

Les taux d'endommagement présentés proviennent de la thèse « Coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes », soutenue par JP TORTEROTOT en octobre 1993 (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Cergrene).

Les données sont issues d'enquêtes réalisés au cours de l'été 1988 auprès de particuliers et d'entreprises ayant subi des dommages liés aux inondations sur les 8 sites suivants :

Saintes (Charente), Béziers (Orb), Sérignan (Orb), Mâcon (Saône), Lagny sur Marne (Marne), Esbly et Conde Sainte Libiaire (Grand Morin), Poitiers (Clain), Châtellerault (Vienne) soit 353 foyers ou entreprises enquêtés au total.

Les taux d'endommagement issus de cette thèse sont relatifs à des crues rapides (durée de submersion courte, montée de crue rapide) et des crues lentes. Ils portent sur un échantillon de :

- 198 foyers enquêtés pour les crues rapides,
- 155 foyers enquêtés pour les crues lentes.

Ces taux s'appliquent à la valeur immobilière de l'habitat touché par les inondations.

Dans le cas d'une maison individuelle ou d'un immeuble, les valeurs prises en compte par JP TORTEROTOT sont de deux types :

- VI : Valeur Immobilière totale du bien,
- Vs : Valeur du bien rapporté à la surface touchée par l'inondation.

Les dommages au mobilier sont supposés être proportionnels à la valeur des biens immobiliers.

Les tableaux n°1 et n°2 présentent une évaluation d es taux d'endommagement à l'immobilier et au mobilier pour des habitations sans sous-sol en fonction des critères hauteur de submersion exprimé en centimètres et des cas suivants :

- crues rapides / crues lentes,
- existence d'un système d'alerte (possibilité de déplacement du mobilier).

Tableau n°1 : Taux d'endommagement à l'immobilier – Habitations sans sous-sol

	Taux d'endommagement	**Ecart type des erreurs (%)**
Evaluation à partir de la valeur immobilière totale du bien (VI)		
Crues lentes	0.0557 x H + 1.44	8.69
Crues rapides	0.00563 x H + 4.41	7.41
Evaluation à partir de la valeur du bien rapportée à la surface touchée par l'inondation (VS)		
Crues lentes	0.106 x H + 6.29	18.3
Crues rapides	0.0487 x H + 10.27	13

Tableau n°2 : Taux d'endommagement au mobilier – Habitation sans sous-sol

	Taux d'endommagement	Ecart type des erreurs (%)
Evaluation à partir de la valeur immobilière totale du bien (VI)		
Crues lentes avec déplacement de mobilier	0.0374 x H – 0.27	10.61
Crues lentes sans déplacement de mobilier	0.025 x H + 0.25	4.15
Crues rapides avec déplacement	0.00673 x H + 3.46	5.11
Crues rapides sans déplacements	0.0182 x H + 2.88	5.68
Evaluation à partir de la valeur du bien rapportée à la surface touchée par l'inondation (VS)		
Crues lentes avec déplacement de mobilier	0.0942 x H – 2.15	12.44
Crues lentes sans déplacement de mobilier	0.0365 x H + 1.32	5.14
Crues rapides avec déplacement	0.0969 x H + 5.5	15.74
Crues rapides sans déplacements	0.132 x H + 3.56	17.98

Les fonctions de dommage aux bâtis utilisées aux États-Unis

Des fonctions de dommages permettant d'évaluer les dommages directs aux bâtis ont été développées aux USA par plusieurs organismes.

Les fonctions dommage FIA

Les fonctions développées par la Federal Insurance Administration (FIA) dans les années 70 ont été largement utilisées par l'US Army Corps of Engineers (USACE), notamment dans les approches coût-bénéfice liés aux ouvrages de protection contre les inondations.

La plupart des données utilisées pour la conception des fonctions de la FIA sont basées sur la combinaison de dommages théoriques (données constructeurs) confortées par l'analyse et le recueil de dommages liées à des crues observées.

Tableau n°3 : Fonctions de dommages pour plusieurs types de bâtis – Source FIA

Building Type	1 Story, without Basement	2 Story, without Basement	Split Level without Basement	or 2 Story, with Basement	Split Level with Basement	Mobile Home	Other
Flood Depth (ft)	Percent Damaged (% of Building Value)						
-2	0	0	0	4	3	0	0
-1	0	0	0	8	5	0	0
0	9	5	3	11	6	8	0
1	14	9	9	15	16	44	0
2	22	13	13	20	19	63	0
3	27	18	25	2	22	7	0
4	29	20	27	28	27	78	0
5	30	22	28	33	32	80	0
6	40	24	33	38	35	81	0
7	43	26	34	44	36	82	0
8	44	29	41	49	44	82	0
> 8	45	33	43	51	48	82	0

Les fonctions dommages de l'Economic Guidance Memorandum

Des fonctions génériques nationales pour les dommages aux bâtis ont été constituées à partir du Programme National de Collecte des Données Relatives aux dommages inondations mené par l'Institute of Water Resources (IWR).

La source de ces fonctions est la collecte de données de dommages observées sur la période 1996 – 1998. Ces données ont fait l'objet du rapport Economic Guidance Memorandum – EGM 01-03 (USACE 2000).

Ces données, cependant limitées aux maisons à un ou 2 niveaux ont actualisé les fonctions de la FIA.

Tableau n°4 : Fonctions de dommages de l'Economic G uidance Memorandum

First-floor depth (ft) (1)	Un seul niveau – Pas de sous-sol		Deux niveaux ou plus – Pas de sous-sol	
	Structure damage (2)	Standard déviation (3)	Structure damage (4)	Standard déviation (5)
-2.0	0	0.0	0.0	0.0
-1.0	2.5	2.7	3.0	4.1
0.0	13.4	2.0	9.3	3.4
1.0	23.3	1.6	15.2	3.0
2.0	32.1	1.6	20.9	2.8
3.0	40.1	1.8	26.3	2.9
4.0	47.1	1.9	31.4	3.2
5.0	53.2	2.0	36.2	3.4
6.0	58.6	2.1	40.7	3.7
7.0	63.2	2.2	44.9	3.9
8.0	67.2	2.3	48.8	4.0
9.0	70.5	2.4	52.4	4.1
10.0	73.2	2.7	55.7	4.2
11.0	75.4	3.0	58.7	4.2
12.0	77.2	3.3	61.4	4.2
13.0	78.5	3.7	63.8	4.2
14.0	79.5	4.1	65.9	4.3
15.0	80.2	4.5	67.7	4.6
16.0	80.7	4.9	69.2	5.0

Notes : Les valeurs sont fournies en pour cent de la valeur foncière du bien.

Tableau n°5 : Fonctions de dommages relatives au co ntenu des habitations

First-floor depth (ft) (1)	Un seul niveau – Pas de sous-sol		Deux niveaux ou plus – Pas de sous-sol	
	Structure damage (2)	Standard déviation (3)	Structure damage (4)	Standard déviation (5)
-2.0	0	0.0	0.0	0.0
-1.0	2.4	2.1	1.0	3.5
0.0	8.1	1.5	5.0	2.9
1.0	13.3	1.2	8.7	2.6
2.0	17.9	1.2	12.2	2.5
3.0	22.0	1.4	15.5	2.5
4.0	25.7	1.5	18.5	2.7
5.0	28.8	1.6	21.3	3.0
6.0	31.5	1.6	23.9	3.2
7.0	33.8	1.7	26.3	3.3
8.0	35.7	1.8	28.4	3.4
9.0	37.2	1.9	33.4	3.5
10.0	38.4	2.1	32.0	3.5
11.0	39.2	2.3	33.4	3.5
12.0	39.7	2.6	34.7	3.5
13.0	40.0	2.9	35.6	3.5
14.0	40.0	3.2	36.4	3.6
15.0	40.0	3.5	36.9	3.8
16.0	40.0	3.8	37.2	4.2

Notes : Les valeurs sont fournies en pour cent de la valeur foncière du bien.

Les fonctions dommage de la FEMA

Une troisième source de données, les fonctions de dommages de la FEMA (Federal Emergency Management Agency), publiées par Corps des Ingénieurs du district de Sacramento, est utilisé pour les types de bâtis non couverts par l'EGM de l'USAC E 2000 (mobil-homes, locaux commerciaux, appartements …).

Les fonctions de la FEMA sont basées sur des études réalisées en 1973, complétées par des données de dommages observés entre 1978 et 1997.

Les valeurs de dommage fournies distinguent les bâtiments d'habitation des bâtiments commerciaux, en prenant en compte le nombre d'étage du bâti.

A l'inverse des fonctions définies par l'EGM 01-03, les fonctions de la FEMA nécessitent une évaluation du contenu des bâtis pour compléter l'analyse des dommages, évaluation basée sur les enquêtes de l'Institute of Water Resources.

Les fonctions d’endommagement PATRICOVA

La fonction utilisée dans la méthode PATRICOVA est une courbe théorique permettant d’évaluer un taux d’endommagement calculé sur la valeur totale du bien en fonction des hauteurs de submersions.

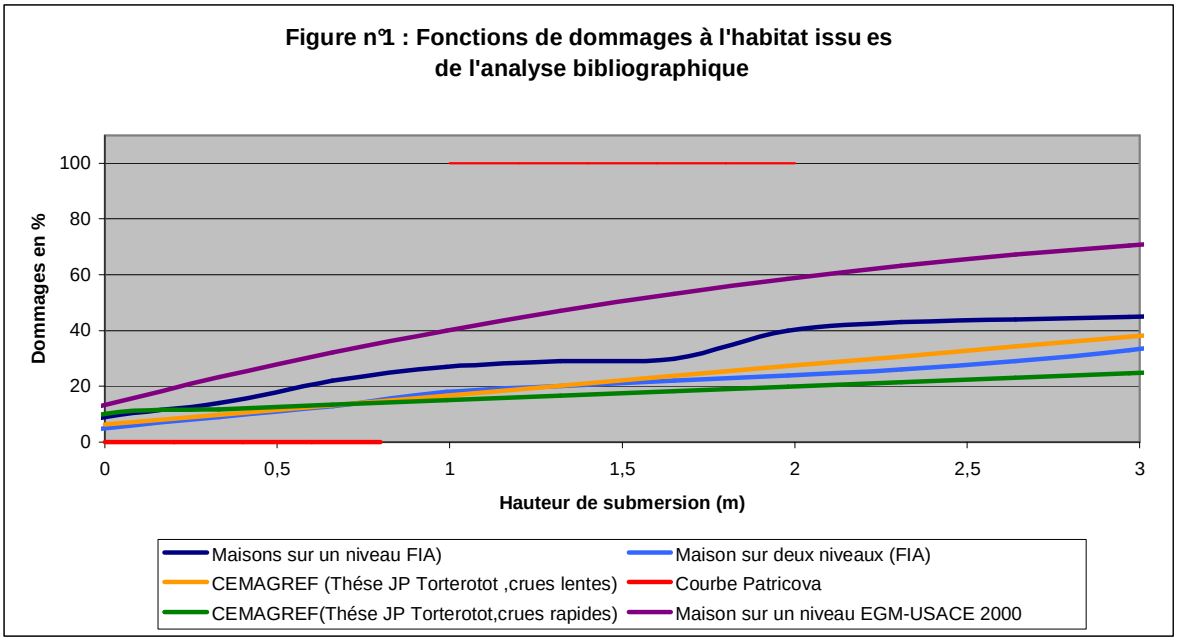
La figure n°1 ci-dessous illustre la forme typique adoptée pour ces courbes.

Les taux d’endommagement sont faibles si les niveaux d’eau sont inférieurs à 70-80 cm, valeur à partir de laquelle les dégâts augmentent rapidement et fortement.

A partir d’une valeur de 1.20 m ces taux augmentent plus faiblement, ceci jusqu’à une valeur de 2 m.

Synthèse des fonctions de dommages à l’habitat

Figure n°1 : Fonctions de dommages à l'habitat issu es de l'analyse bibliographique



Annexe 2 : Questionnaire activités commerciales (campings)

Lettre d'information aux gérants de camping

Destinataires : campings situés en zone inondable en aval Béziers

Objet : enquête « inondation »

Dossier suivi par : Jean Guy AMAT (Vice-pdt CCI de Béziers)

Suivi technique : Ivan Barthélémy (CCI B) et Frédérique Roman (SMVO)

Certains établissements d'hébergement de plein air situés en aval de Béziers sont fortement soumis aux risques d'inondations.

Vous le savez, ces inondations peuvent avoir des conséquences très importantes sur vos entreprises et mettre en péril leur pérennité.

La CCI de Béziers et le Syndicat Mixte du Bassin de l'Orb se sont associées à une étude menée par le Cemagref pour le Conseil Général de l'Hérault.

Les objectifs de cette étude sont, notamment, de mieux connaître les impacts économiques des inondations potentielles et les mesures de protection qui peuvent être mises en œuvre. Les résultats obtenus pourront donc favoriser la réalisation des ouvrages de protection contre les inondations.

La réalisation de cette enquête est donc essentielle pour votre entreprise et le dynamisme économique du territoire. Je vous saurais donc gré de prendre le temps de recevoir l'enquêteur du Cemagref afin qu'il remplisse avec vous un questionnaire. Pour la précision de l'étude, certaines données comptables sont nécessaires. Nous joignons donc au présent courrier un tableau que votre comptable pourra renseigner.

Les informations collectées sont confidentielles, elles ne seront utilisées qu'à des fins de statistiques et d'analyse économique globale.

En renouvelant mes remerciements pour votre implication dans cette démarche, je vous prie d'agrée mes sincères salutations.

Pdt SMVO Pdt CCI Béziers

Annexe 2

Questionnaire camping – Volet « gérants »

Nom du gérant :

Tel :

1- IDENTIFICATION DU CAMPING

Coordonnées : .....
.....
.....
.....
.....
.....

1. Date de création de l'établissement : ...../...../.....

2. Superficie du camping : ..... ha (ou m²)

3. Le camping propose-t-il une ouverture ❒ saisonnière ❒ annuelle

Dans le cas d'une ouverture saisonnière,

4. Date d'ouverture du camping: ...../ ..... de fermeture : ...../ .....

5. Les dates vous ont-elles été imposées par l'administration?

❒ oui ❒ non

Si oui, quelles dates auriez-vous souhaité avoir ?.....
.....

6. Combien d'étoile(s) possède votre camping ? .....

a. Le personnel

7. Combien de personnes travaillent dans l'enceinte du camping (nbre de pers./mois) ?

Type	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Permanent												
Saisonnier												
Gérant												
Sous-traitant - Sécurité - Nettoyage - Animation												
Autres												

b. Clientèle

8. Capacité d'accueil : ..... personnes

9. Complétez le tableau suivant relatif aux types de clients présents dans votre établissement

Type	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CLIENTS (taux de remplissage)												
dont												
Etrangers (en %)												
dont												
Familles avec enfant (en %)												
Retraités (en %)												
Pers. à mob. réduite (en %)												

2- CARACTÉRISATION DU CAMPING

a. Le logement

10. Combien possédez-vous d'emplacements ?.....

dont : ..... emplacements GCC (Grand Confort Caravane)

dont : ..... emplacements nus

11. Complétez le tableau suivant relatif aux types de logements présents dans votre établissement :

Type	Nombre d'emplacements prévus	Nombre présents uniquement hors saison
Tente		
Caravane, Camping car		
Mobil home, Chalet	Mobilhome : Chalet :	

12. Concernant les mobil homes, combien sont :

- privés (tous opérateurs, particuliers,…) : ..... soit : .....%
- en leasing : .... soit : .....%
- la propriété du camping : ..... soit : .....%

b. Bâtiments, matériels et équipements

13. Quels types de locaux sont présents dans l'enceinte de votre camping ?

1.	Sanitaires :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
2.	Snack :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
3.	Supermarché :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
4.	Boutique :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
5.	Bar : ❒ oui	❒ non	nombre :	
6.	Restaurant :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
7.	Salle de jeux :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
8.	Salle de détente :	❒ oui	❒ non	nombre :.....

9.	Bureau :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
10.	Garderie :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
11.	Piscine :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
12.	Laverie :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
13.	Cabine téléphonique :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
14.	Autre :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
15.	Autre :	❒ oui	❒ non	nombre :.....
16.	Autre :	❒ oui	❒ non	nombre :.....

14. Situez sur le plan les différents locaux précités

15. Pour chaque type, complétez les tableaux suivants :

CONSTRUCTIONS			
Type	**Niveau** (étage, sous-sol, rez-de-chaussée)	**Gestionnaire**	**Surélevé**
0. Accueil			.....cm
1. Sanitaires			.....cm
2. Snack			.....cm
3. Supermarché			.....cm
4. Boutique			.....cm
5. Bar			.....cm
6. Restaurant			.....cm
7. Salle de jeux			.....cm
8. Salle de détente			.....cm
9. Bureau			.....cm
10. Garderie			.....cm
11. Piscine			.....cm
12. Laverie			.....cm
13. Cabine télé.			.....cm
14. :			.....cm
15. :			.....cm
16. :			.....cm

AMENAGEMENT DE TERRAIN

Type	Nombre	Gestionnaire	Surélevé
Ex : Clôture			..... cm
			..... cm
			..... cm
			..... cm
			..... cm
			..... cm
			..... cm
			.....cm

INSTALLATIONS TECHNIQUES, MATERIEL et OUTILLAGE

Type	Nombre	Gestionnaire	Surélevé
Ex : Matériel outillage			.....cm
Ex : Mobil Home			.....cm
			.....cm
			.....cm
			.....cm
			.....cm
			.....cm
			.....cm
			.....cm

AUTRES IMMOBILISATIONS CORPORELLES

Type	Nombre	Gestionnaire	Surélevé
Ex : Matériel de transport			.....cm
			.....cm
			.....cm
			.....cm
			.....cm
			.....cm

16. Quel(s) type(s) de source d'énergie utilisez-vous ?

- Gaz : ❒ oui ❒ non
- Fioul : ❒ oui ❒ non
- Electricité : ❒ oui ❒ non
- Autre - Précisez : .....

17. Pensez-vous que ces installations sont inondables et situez-les par rapport au sol :

- Compteur électrique : ❒ oui ❒ non situation : .....m
- Borne électrique (mobil home): ❒ oui ❒ non situation : .....m
- Borne électrique (empl. tente) : ❒ oui ❒ non situation : .....m
- Cuve à fioul : ❒ oui ❒ non situation : .....m
- Cuve à gaz : ❒ oui ❒ non situation : .....m
- Chaudière : ❒ oui ❒ non situation : .....m

3- LE CAMPING FACE AU RISQUE INONDATION

18. Votre camping a-t-il déjà subi une inondation ? ❒ oui ❒ non

Si oui, à quelle(s) date(s)? .....
.....

19. Par lequel de ces phénomènes vous sentez-vous le plus concerné ?

❒ Crue de l'Orb ❒ Coup de mer ❒ Précipitations

20. Quel type de contrat d'assurance avez-vous souscrit ? Précisez les types de couverture et les montants liés (dommages aux biens, pertes d'activité, responsabilité civile,…)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....

a. Crue de Décembre/Janvier 1996

21. Etiez-vous présent dans les locaux ? ❒ oui ❒ non

22. Quelle était la hauteur d'eau la plus significative ?..... cm

Pouvez-vous estimer la durée de submersion ? ..... h

Pouvez-vous estimer la vitesse d'écoulement ? ❒ Faible ❒ Moyen ❒ Fort

23. Avez-vous pu protéger une partie du matériel et/ou du stock ? ❒ oui ❒non

24. Pouvez-vous estimer les pertes suivantes ?

- Nombre de jours d'arrêt d'activité : .....jours
- Nombre de jours d'activité réduite : .....jours
- Nombre de jours passés à la remise en état : .....jours

- Pertes d'exploitation du camping : ..... €

- L'inondation a-t-elle eu un impact sur l'image du camping ?

  ❒ oui ❒ non

  Si oui, à quoi l'avez-vous vu ? .....

25. Pouvez-vous estimer les pertes suivantes ?

CONSTRUCTIONS		
Type	**Dommages matériels** (du + précis au + large (estimations en %))	**Coûts liés à la remise en état**
0. Accueil		
1. Sanitaires		
2. Snack		
3. Supermarché		
4. Boutique		
5. Bar		
6. Restaurant		
7. Salle de jeux		
8. Salle de détente		
9. Bureau		
10. Garderie		
11. Piscine		
12. Laverie		
13. Cabine télé.		
14. :		
15. :		
16. :		

AMÉNAGEMENT DE TERRAIN

Type	Dommages matériels (du + précis au + large (estimations en %))	Coûts liés à la remise en état

INSTALLATIONS TECHNIQUES, MATÉRIEL ET OUTILLAGE

Type	Dommages matériels (du + précis au + large (estimations en %))	Coûts liés à la remise en état

AUTRES IMMOBILISATIONS CORPORELLES		
Type	**Dommages matériels** (du + précis au + large (estimations en %))	**Coûts liés à la remise en état**

26. Quel a été le niveau de remboursement par les assurances ? ..... %

Précisez.....

.....

27. En combien de temps avez-vous été indemnisés ? .....

28. Avez-vous connu des difficultés de trésorerie suite à cette inondation ?

❒ oui ❒ non

b. Inondation de septembre 2005

Comme partie a

c. Scénario 1

Comme partie a

d. Scénario 2

Comme partie a

e. Dispositifs de protection

43. Disposez-vous d'un plan d'évacuation en cas d'inondation ?

❒ oui ❒ non

44. Disposez-vous d'un accès hors d'eau pour le matériel, véhicules,… ?

❒ oui ❒ non

Si oui, précisez sa situation sur le plan et indiquez sa superficie : .....

.....

45. Disposez-vous d'une aire d'accueil pour le public ?

❒ oui ❒ non

Si oui, précisez sa situation sur le plan et indiquez sa superficie : .....
.....

46. Par combien d'axe(s) routier(s) peut-on accéder à votre camping ? .....

Nom(s) ? .....

47. Les ouvertures du (des) bâtiment(s) sont-elles équipées de batardeau ou d'autres dispositifs de protection ?

❒ oui ❒ non

48. Avez-vous envisagé des mesures complémentaires de protection des inondations ?

❒ oui ❒ non

Si oui, les avez-vous mises en œuvre ou réalisées ?

❒ oui ❒ non

Si non, pourquoi ? (difficultés techniques, coût….)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

49. Comment percevez-vous aujourd'hui le risque inondation vis-à-vis de votre camping ?

.....
.....
.....
.....
.....

Annexe 2

Questionnaire camping – Volet « comptables »

Nom du comptable et coordonnées : .....
.....
.....
.....
.....

Nom du camping : .....
.....

Date d'établissement du questionnaire : ...../...../.....

Veuillez remplir pour la même année d'activité les différents champs suivants.

Valeurs exprimées pour l'année :.....

4- CHIFFRE D'AFFAIRES en €, HT

HPA (Hôtel Plein Air, séjour camping et locatif, y compris Tour Opérateur, Résidentiel, forfait) .....

Commerce exploité en direct (bar, restaurant, snack,…) .....

Loyer gérances .....

Facultatif : Estimation du Chiffre d'Affaire .....

Vente de mobil homes .....

5- ÉLÉMENTS D'EXPLOITATION en €, HT

Masse salariale hors charge .....

Valeur ajoutée .....

Montant de la taxe de séjour .....

6- VALEUR NETTE AU BILAN en €, HT

Aménagement des terrains (code 212) .....

Constructions (codes 213 & 214) .....

Installations techniques, matériel et outillage (code 215) .....

Dont : Mobil homes, HLL .....

Autres immobilisations corporelles (code 218) .....

Matériel de transport (code 2182) .....

Matériel de bureau (code 2183) .....

Mobilier (code 2185) .....

Valeur d'acquisition des biens en leasing .....

Mobil homes, HLL.....

Autre : _____ .....

Stocks .....

7- INDEMNITÉS SUITE AUX INONDATIONS en €, HT

Indemnité versée suite aux inondations de 1996.....

Autre indemnité versée suite à une inondation (précisez la date).....

Montant du contrat d'assurance.....

Nous vous demandons, dans la mesure du possible, de nous fournir également sous forme de tableau à compléter ci-après :

- *le **chiffre d'affaire mensualisé** du camping,*
- *et le **taux de tarification par rapport au tarif maximum**, par mois également*

Chiffre d'affaire mensualisé

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Montant du Chiffre d'Affaire						
	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre

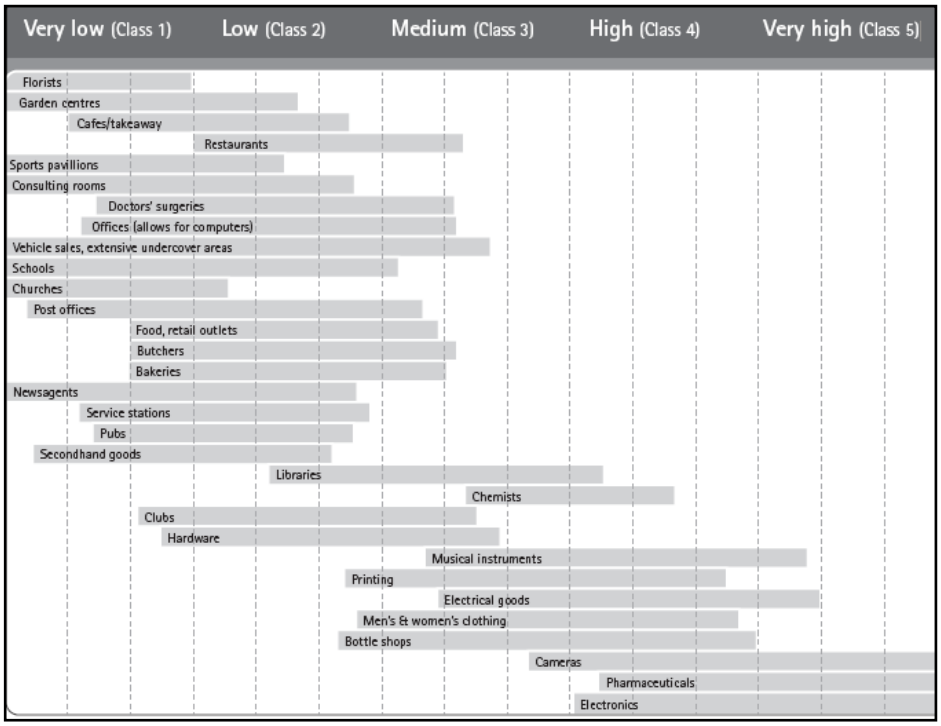
Taux de tarification par rapport au taux maximum

% du taux de tarification / taux maximum	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre

Annexe 3 : Annexe sur les courbes de dommages aux activités

CLASSES DE VULNÉRABILITÉ DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

Catégories d'activités commerciales



Relation dommages – hauteurs des activités commerciales (en $)

	h	0	0,25	0,75	1,25	2
Petites activités commerciales (< 186 m²) en $ / activité	**1**	0	2 202	5 506	8 258	9 726
	2	0	4 405	11 011	16 518	19 454
	3	0	8 809	22 023	33 034	38 907
	4	0	17 618	44 046	66 069	77 814
	5	0	35 237	88 092	132 137	155 628
Moyennes activités commerciales (186 – 650 m²) en $ / activité	**1**	0	6 975	16 884	25 693	30 281
	2	0	13 948	33 768	51 387	60 564
	3	0	27 896	67 537	102 773	121 126
	4	0	55 791	135 074	205 574	242 252
	5	0	111 583	270 147	411 094	484 504
Grandes activités commerciales (> 650 m²)* en $/m²	**1**	0	7	39	81	159
	2	0	15	78	162	318
	3	0	32	154	326	636
	4	0	61	308	649	1 272
	5	0	122	619	1 297	2 545

Annexe 4 : Annexe des résultats

Les dommages selon la méthode Patricova

Q010 **Actuel** **Q010**

10

Dommages				Typologie					
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	498 252 €	17 407 459 €	5 402 249 €	0 €	107 547 €	497 450 €	3 453 210 €	2 309 926 €	29 676 092 €
Portiragnes	0 €	1 014 301 €	0 €	0 €	0 €	876 220 €	20 398 €	450 260 €	2 361 178 €
Sauvian	0 €	5 472 061 €	192 900 €	0 €	0 €	272 471 €	2 868 309 €	1 359 108 €	10 164 848 €
Sérignan	0 €	37 526 637 €	0 €	32 306 186 €	0 €	1 094 862 €	33 555 470 €	2 843 253 €	107 326 408 €
Valras-Plage	0 €	13 299 715 €	0 €	0 €	0 €	7 859 €	0 €	0 €	13 307 574 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	5 958 683 €	17 074 €	0 €	0 €	682 137 €	0 €	2 276 120 €	8 934 015 €
Total	498 252 €	80 678 856 €	5 612 224 €	32 306 186 €	107 547 €	3 430 998 €	39 897 387 €	9 238 667 €	171 770 116 €

Q030 **Actuel** **Q030**

30

Dommages				Typologie					
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	849 171 €	30 284 648 €	6 940 126 €	0 €	942 864 €	598 818 €	3 626 846 €	2 716 626 €	45 959 099 €
Portiragnes	0 €	9 804 663 €	0 €	0 €	0 €	915 785 €	20 398 €	451 128 €	11 191 973 €
Sauvian	0 €	7 797 758 €	238 772 €	0 €	0 €	282 349 €	2 994 655 €	1 418 749 €	12 732 283 €
Sérignan	0 €	48 629 927 €	0 €	46 064 196 €	0 €	1 349 814 €	52 802 709 €	3 169 946 €	152 016 592 €
Valras-Plage	0 €	32 511 887 €	0 €	0 €	0 €	52 188 €	0 €	0 €	32 564 075 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	8 928 719 €	27 741 €	0 €	0 €	730 872 €	0 €	2 451 151 €	12 138 484 €
Total	849 171 €	137 957 602 €	7 206 639 €	46 064 196 €	942 864 €	3 929 827 €	59 444 607 €	10 207 600 €	266 602 506 €

Q050 **Actuel** **Q050**

50

Dommages	Typologie								
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	1 250 297 €	42 315 522 €	8 326 616 €	0 €	4 959 537 €	647 587 €	3 716 103 €	3 025 859 €	64 241 522 €
Portiragnes	0 €	11 982 259 €	0 €	0 €	0 €	926 535 €	20 695 €	451 441 €	13 380 930 €
Sauvian	0 €	9 498 165 €	279 028 €	0 €	0 €	297 128 €	3 025 316 €	1 437 736 €	14 537 373 €
Sérignan	0 €	54 620 652 €	0 €	47 371 480 €	0 €	1 396 064 €	58 419 693 €	3 226 184 €	165 034 072 €
Valras-Plage	0 €	34 787 422 €	0 €	0 €	0 €	53 864 €	0 €	0 €	34 841 286 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	11 554 589 €	52 803 €	0 €	0 €	762 351 €	0 €	2 631 136 €	15 000 880 €
Total	1 250 297 €	164 758 609 €	8 658 448 €	47 371 480 €	4 959 537 €	4 083 528 €	65 181 807 €	10 772 356 €	307 036 062 €

Q100 **Actuel** **Q100**

100

Dommages	Typologie								
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	1 692 267 €	47 220 592 €	11 225 871 €	0 €	8 399 718 €	666 479 €	3 760 904 €	3 155 736 €	76 121 567 €
Portiragnes	0 €	21 230 341 €	0 €	0 €	0 €	961 524 €	21 369 €	455 584 €	22 668 818 €
Sauvian	0 €	10 923 979 €	315 206 €	0 €	0 €	308 782 €	3 045 058 €	1 451 080 €	16 044 104 €
Sérignan	0 €	63 072 117 €	0 €	49 034 697 €	0 €	1 482 340 €	63 733 961 €	3 305 138 €	180 628 254 €
Valras-Plage	0 €	46 177 992 €	0 €	0 €	0 €	57 350 €	0 €	0 €	46 235 342 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	15 623 635 €	203 109 €	0 €	0 €	782 351 €	0 €	2 706 058 €	19 315 152 €
Total	1 692 267 €	204 248 656 €	11 744 185 €	49 034 697 €	8 399 718 €	4 258 825 €	70 561 292 €	11 073 597 €	361 013 237 €

Futur

Dommages	Typologie								
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	478 265 €	13 386 444 €	3 960 600 €	0 €	0 €	491 123 €	3 444 503 €	2 272 985 €	24 033 920 €
Portiragnes	0 €	268 674 €	0 €	0 €	0 €	685 451 €	20 355 €	447 913 €	1 422 393 €
Sauvian	0 €	265 227 €	198 163 €	0 €	0 €	260 723 €	2 860 157 €	1 332 383 €	4 916 653 €
Sérignan	0 €	2 594 968 €	0 €	34 330 222 €	0 €	1 014 018 €	39 328 886 €	2 743 407 €	80 011 501 €
Valras-Plage	0 €	156 141 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	156 141 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	47 611 €	18 253 €	0 €	0 €	753 828 €	0 €	2 165 915 €	2 985 607 €
Total	478 265 €	16 719 064 €	4 177 016 €	34 330 222 €	0 €	3 205 143 €	45 653 901 €	8 962 604 €	113 526 215 €

Futur

Dommages	Typologie								
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	789 939 €	28 924 859 €	5 293 985 €	0 €	563 183 €	599 042 €	3 632 420 €	2 704 295 €	42 507 723 €
Portiragnes	0 €	391 372 €	0 €	0 €	0 €	737 562 €	20 693 €	448 155 €	1 597 782 €
Sauvian	0 €	316 033 €	246 355 €	0 €	0 €	271 775 €	2 994 177 €	1 369 601 €	5 197 942 €
Sérignan	0 €	2 846 706 €	0 €	46 901 940 €	0 €	1 188 616 €	54 789 179 €	3 089 800 €	108 816 240 €
Valras-Plage	0 €	166 393 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	166 393 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	48 502 €	27 548 €	0 €	0 €	778 769 €	0 €	2 313 313 €	3 168 132 €
Total	789 939 €	32 693 864 €	5 567 888 €	46 901 940 €	563 183 €	3 575 764 €	61 436 469 €	9 925 165 €	161 454 212 €

Futur

Dommages	Typologie								
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	1 250 297 €	42 316 176 €	6 514 958 €	0 €	4 959 537 €	650 274 €	3 726 628 €	3 025 998 €	62 443 869 €
Portiragnes	0 €	449 631 €	0 €	0 €	0 €	757 121 €	20 714 €	448 324 €	1 675 791 €
Sauvian	0 €	337 423 €	288 063 €	0 €	0 €	283 779 €	3 027 574 €	1 383 053 €	5 319 893 €
Sérignan	0 €	3 046 126 €	0 €	48 059 840 €	0 €	1 248 040 €	60 650 814 €	3 183 124 €	116 187 943 €
Valras-Plage	0 €	168 515 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	168 515 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	125 134 €	51 644 €	0 €	0 €	787 460 €	0 €	2 467 539 €	3 431 777 €
Total	1 250 297 €	46 443 005 €	6 854 665 €	48 059 840 €	4 959 537 €	3 726 674 €	67 425 731 €	10 508 038 €	189 227 788 €

Futur

Dommages	Typologie								
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	1 692 267 €	47 225 171 €	7 379 945 €	0 €	8 399 718 €	668 908 €	3 772 045 €	3 155 033 €	72 293 087 €
Portiragnes	0 €	573 568 €	0 €	0 €	0 €	782 507 €	21 369 €	449 932 €	1 827 377 €
Sauvian	0 €	367 144 €	319 416 €	0 €	0 €	294 284 €	3 046 421 €	1 394 557 €	5 421 821 €
Sérignan	0 €	3 575 697 €	0 €	49 154 271 €	0 €	1 283 675 €	64 824 666 €	3 257 892 €	122 096 201 €
Valras-Plage	0 €	172 310 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	172 310 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	145 601 €	178 450 €	0 €	0 €	789 289 €	0 €	2 526 284 €	3 639 624 €
Total	1 692 267 €	52 059 490 €	7 877 811 €	49 154 271 €	8 399 718 €	3 818 663 €	71 664 501 €	10 783 698 €	205 450 419 €

Q010 **Q010**

10 ***Dommages Evités*** Typologie

Commune	Urbain dense	Urbain moyen	Z.A.C.	Camping	Loisirs	Culture irriguée	Culture sèche	Vignes	Total
Béziers	19 988 €	4 021 015 €	1 441 649 €	0 €	107 547 €	6 327 €	8 707 €	36 941 €	5 642 173 €
Portiragnes	0 €	745 627 €	0 €	0 €	0 €	190 769 €	43 €	2 347 €	938 785 €
Sauvian	0 €	5 206 834 €	-5 263 €	0 €	0 €	11 748 €	8 152 €	26 725 €	5 248 195 €
Sérignan	0 €	34 931 669 €	0 €	-2 024 036 €	0 €	80 844 €	-5 773 416 €	99 846 €	27 314 907 €
Valras-Plage	0 €	13 143 574 €	0 €	0 €	0 €	7 859 €	0 €	0 €	13 151 433 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	5 911 072 €	-1 179 €	0 €	0 €	-71 691 €	0 €	110 205 €	5 948 408 €
Total	19 988 €	63 959 791 €	1 435 208 €	-2 024 036 €	107 547 €	225 855 €	-5 756 514 €	276 063 €	58 243 901 €

Q030 **Q030**

30 ***Dommages Evités*** Typologie

Commune	Urbain dense	Urbain moyen	Z.A.C.	Camping	Loisirs	Culture irriguée	Culture sèche	Vignes	Total
Béziers	59 232 €	1 359 789 €	1 646 141 €	0 €	379 681 €	-224 €	-5 574 €	12 331 €	3 451 377 €
Portiragnes	0 €	9 413 291 €	0 €	0 €	0 €	178 223 €	-295 €	2 972 €	9 594 191 €
Sauvian	0 €	7 481 725 €	-7 583 €	0 €	0 €	10 574 €	478 €	49 147 €	7 534 341 €
Sérignan	0 €	45 783 221 €	0 €	-837 744 €	0 €	161 198 €	-1 986 470 €	80 147 €	43 200 352 €
Valras-Plage	0 €	32 345 494 €	0 €	0 €	0 €	52 188 €	0 €	0 €	32 397 683 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	8 880 217 €	193 €	0 €	0 €	-47 896 €	0 €	137 838 €	8 970 351 €
Total	59 232 €	105 263 738 €	1 638 751 €	-837 744 €	379 681 €	354 063 €	-1 991 861 €	282 436 €	105 148 294 €

Q050 **Q050**

50

Dommages Evités				Typologie					
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	0 €	-654 €	1 811 658 €	0 €	0 €	-2 688 €	-10 525 €	-139 €	1 797 652 €
Portiragnes	0 €	11 532 628 €	0 €	0 €	0 €	169 414 €	-20 €	3 117 €	11 705 139 €
Sauvian	0 €	9 160 742 €	-9 034 €	0 €	0 €	13 348 €	-2 258 €	54 683 €	9 217 480 €
Sérignan	0 €	51 574 526 €	0 €	-688 360 €	0 €	148 024 €	-2 231 121 €	43 060 €	48 846 129 €
Valras-Plage	0 €	34 618 907 €	0 €	0 €	0 €	53 864 €	0 €	0 €	34 672 771 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	11 429 456 €	1 159 €	0 €	0 €	-25 109 €	0 €	163 597 €	11 569 102 €
Total	0 €	118 315 604 €	1 803 783 €	-688 360 €	0 €	356 854 €	-2 243 924 €	264 318 €	117 808 274 €

Q100 **Q100**

100

Dommages Evités				Typologie					
Commune	**Urbain dense**	**Urbain moyen**	**Z.A.C.**	**Camping**	**Loisirs**	**Culture irriguée**	**Culture sèche**	**Vignes**	**Total**
Béziers	0 €	-4 579 €	3 845 925 €	0 €	0 €	-2 429 €	-11 141 €	704 €	3 828 480 €
Portiragnes	0 €	20 656 773 €	0 €	0 €	0 €	179 017 €	0 €	5 651 €	20 841 441 €
Sauvian	0 €	10 556 836 €	-4 211 €	0 €	0 €	14 498 €	-1 363 €	56 523 €	10 622 283 €
Sérignan	0 €	59 496 420 €	0 €	-119 574 €	0 €	198 665 €	-1 090 705 €	47 246 €	58 532 053 €
Valras-Plage	0 €	46 005 682 €	0 €	0 €	0 €	57 350 €	0 €	0 €	46 063 032 €
Villeneuve-lès-Béziers	0 €	15 478 034 €	24 659 €	0 €	0 €	-6 939 €	0 €	179 774 €	15 675 528 €
Total	0 €	152 189 166 €	3 866 374 €	-119 574 €	0 €	440 162 €	-1 103 209 €	289 899 €	155 562 817 €

Les dommages selon la méthode BCEOM-Cemagref (en €)

TOTAL Méthode BCEOM-Cemagref

janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
	Dommages état actuel			
Bâti	19 479 776	35 387 053	44 454 604	59 104 967
Routes	1 189 524	1 474 215	1 573 786	1 724 047
Campings	17 531 566	24 737 742	26 696 354	31 784 533
Agriculture	210 178	235 678	243 515	228 184
Activités	5 252 625	14 173 673	22 800 954	34 519 649
Total	43 663 668	76 008 361	95 769 214	127 361 379

	Q10	Q30	Q50	Q100
	Dommages état futur			
Bâti	6 897 755	11 548 661	17 286 935	21 621 261
Routes	1 001 948	1 144 561	1 231 564	1 321 383
Campings	14 959 735	20 905 113	22 715 833	24 284 140
Agriculture	198 940	237 184	225 559	229 301
Activités	1 783 472	5 269 493	17 347 071	21 380 514
Total	24 841 850	39 105 012	58 806 962	68 836 599

	Q10	Q30	Q50	Q100
	Différence état actuel - état futur			
Bâti	12 582 021	23 838 392	27 167 670	37 483 706
Routes	187 576	329 654	342 222	402 664
Campings	2 571 831	3 832 629	3 980 521	7 500 393
Agriculture	11 237	-1 506	17 956	-1 117
Activités	3 469 153	8 904 180	5 453 883	13 139 135
Total	18 821 818	36 903 349	36 962 252	58 524 780

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
	Dommages état actuel			
Bâti	19 479 776	35 387 053	44 454 604	59 104 967
Routes	1 189 524	1 474 215	1 573 786	1 724 047
Campings	17 994 266	25 479 659	27 527 565	32 823 915
Agriculture	884 385	991 684	1 024 662	960 152
Activités	5 252 625	14 173 673	22 800 954	34 519 649
Total	44 800 576	77 506 285	97 381 572	129 132 729

	Q10	Q30	Q50	Q100
	Dommages état futur			
Bâti	6 897 755	11 548 661	17 286 935	21 621 261
Routes	1 001 948	1 144 561	1 231 564	1 321 383
Campings	15 337 671	21 560 318	23 460 525	25 104 404
Agriculture	837 100	998 021	949 105	964 852
Activités	1 783 472	5 269 493	17 347 071	21 380 514
Total	25 857 946	40 521 054	60 275 201	70 392 414

	Q10	Q30	Q50	Q100
	Différence état actuel - état futur			
Bâti	12 582 021	23 838 392	27 167 670	37 483 706
Routes	187 576	329 654	342 222	402 664
Campings	2 656 595	3 919 341	4 067 040	7 719 511
Agriculture	47 285	-6 337	75 556	-4 700
Activités	3 469 153	8 904 180	5 453 883	13 139 135
Total	18 942 629	36 985 230	37 106 371	58 740 315

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
	Dommages état actuel			
Bâti	19 479 776	35 387 053	44 454 604	59 104 967
Routes	1 189 524	1 474 215	1 573 786	1 724 047
Campings	18 950 108	28 142 693	30 767 766	37 415 202
Agriculture	6 498 827	7 546 248	8 406 910	10 149 967
Activités	5 252 625	14 173 673	22 800 954	34 519 649
Total	51 370 860	86 723 882	108 004 020	142 913 832

	Q10	Q30	Q50	Q100
	Dommages état futur			
Bâti	6 897 755	11 548 661	17 286 935	21 621 261
Routes	1 001 948	1 144 561	1 231 564	1 321 383
Campings	16 253 114	24 352 161	26 864 207	29 022 836
Agriculture	6 308 924	8 420 935	8 585 301	10 452 065
Activités	1 783 472	5 269 493	17 347 071	21 380 514
Total	32 245 213	50 735 812	71 315 078	83 798 058

	Q10	Q30	Q50	Q100
	Différence état actuel - état futur			
Bâti	12 582 021	23 838 392	27 167 670	37 483 706
Routes	187 576	329 654	342 222	402 664
Campings	2 696 994	3 790 532	3 903 559	8 392 367
Agriculture	189 903	-874 688	-178 392	-302 097
Activités	3 469 153	8 904 180	5 453 883	13 139 135
Total	19 125 647	35 988 070	36 688 942	59 115 774

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
	Dommages état actuel			
Bâti	19 479 776	35 387 053	44 454 604	59 104 967
Routes	1 189 524	1 474 215	1 573 786	1 724 047
Campings	18 134 044	25 549 683	27 570 916	32 804 952
Agriculture	9 746 330	10 812 873	11 515 581	12 536 210
Activités	5 252 625	14 173 673	22 800 954	34 519 649
Total	53 802 299	87 397 497	107 915 841	140 689 824

	Q10	Q30	Q50	Q100
	Dommages état futur			
Bâti	6 897 755	11 548 661	17 286 935	21 621 261
Routes	1 001 948	1 144 561	1 231 564	1 321 383
Campings	15 434 889	21 564 500	23 433 775	25 051 944
Agriculture	9 470 681	10 967 582	11 401 150	12 402 100
Activités	1 783 472	5 269 493	17 347 071	21 380 514
Total	34 588 745	50 494 797	70 700 495	81 777 203

	Q10	Q30	Q50	Q100
	Différence état actuel - état futur			
Bâti	12 582 021	23 838 392	27 167 670	37 483 706
Routes	187 576	329 654	342 222	402 664
Campings	2 699 155	3 985 183	4 137 140	7 753 007
Agriculture	275 649	-154 709	114 431	134 110
Activités	3 469 153	8 904 180	5 453 883	13 139 135
Total	19 213 554	36 902 700	37 215 347	58 912 621

SYNTHESE PAR COMMUNE

Béziers

Dommages état actuel

janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	5 179 052	8 947 374	13 709 348	17 658 026
Routes	134 454	175 099	210 103	248 118
Campings	0	0	0	0
Agriculture	26 184	30 777	33 171	33 908
Activités	2 171 119	9 626 283	17 197 954	26 167 201
Total	7 510 810	18 779 533	31 150 575	44 107 252

Dommages état futur

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 033 012	8 021 103	13 300 621	16 918 796
Routes	117 954	162 297	210 103	232 847
Campings	0	0	0	0
Agriculture	25 863	30 806	33 309	33 882
Activités	1 710 617	5 120 375	17 197 954	21 210 295
Total	5 887 447	13 334 581	30 741 987	38 395 819

Dommages évités

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 146 040	926 271	408 727	739 229
Routes	16 500	12 802	0	15 271
Campings	0	0	0	0
Agriculture	321	-29	-138	26
Activités	460 502	4 505 907	0	4 956 906
Total	1 623 363	5 444 952	408 589	5 711 433

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	5 179 052	8 947 374	13 709 348	17 658 026
Routes	134 454	175 099	210 103	248 118
Campings	0	0	0	0
Agriculture	110 178	129 505	139 577	142 678
Activités	2 171 119	9 626 283	17 197 954	26 167 201
Total	7 594 804	18 878 261	31 256 981	44 216 023

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 033 012	8 021 103	13 300 621	16 918 796
Routes	117 954	162 297	210 103	232 847
Campings	0	0	0	0
Agriculture	108 827	129 625	140 157	142 569
Activités	1 710 617	5 120 375	17 197 954	21 210 295
Total	5 970 411	13 433 400	30 848 835	38 504 506

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 146 040	926 271	408 727	739 229
Routes	16 500	12 802	0	15 271
Campings	0	0	0	0
Agriculture	1 351	-120	-580	110
Activités	460 502	4 505 907	0	4 956 906
Total	1 624 393	5 444 860	408 146	5 711 517

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	5 179 052	8 947 374	13 709 348	17 658 026
Routes	134 454	175 099	210 103	248 118
Campings	0	0	0	0
Agriculture	1 305 291	1 751 861	2 016 826	2 245 808
Activités	2 171 119	9 626 283	17 197 954	26 167 201
Total	8 789 917	20 500 617	33 134 231	46 319 152

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 033 012	8 021 103	13 300 621	16 918 796
Routes	117 954	162 297	210 103	232 847
Campings	0	0	0	0
Agriculture	1 302 427	1 755 994	2 034 620	2 228 676
Activités	1 710 617	5 120 375	17 197 954	21 210 295
Total	7 164 011	15 059 770	32 743 298	40 590 614

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 146 040	926 271	408 727	739 229
Routes	16 500	12 802	0	15 271
Campings	0	0	0	0
Agriculture	2 864	-4 133	-17 793	17 132
Activités	460 502	4 505 907	0	4 956 906
Total	1 625 906	5 440 847	390 933	5 728 539

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	5 179 052	8 947 374	13 709 348	17 658 026
Routes	134 454	175 099	210 103	248 118
Campings	0	0	0	0
Agriculture	1 755 696	2 103 805	2 326 551	2 483 588
Activités	2 171 119	9 626 283	17 197 954	26 167 201
Total	9 240 322	20 852 561	33 443 956	46 556 932

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 033 012	8 021 103	13 300 621	16 918 796
Routes	117 954	162 297	210 103	232 847
Campings	0	0	0	0
Agriculture	1 750 927	2 100 816	2 334 460	2 471 455
Activités	1 710 617	5 120 375	17 197 954	21 210 295
Total	7 612 511	15 404 592	33 043 138	40 833 392

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 146 040	926 271	408 727	739 229
Routes	16 500	12 802	0	15 271
Campings	0	0	0	0
Agriculture	4 769	2 989	-7 908	12 133
Activités	460 502	4 505 907	0	4 956 906
Total	1 627 811	5 447 969	400 818	5 723 540

Portiragnes

Dommages état actuel

janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	894 485	3 022 048	3 876 103	6 464 785
Routes	113 358	140 654	146 283	164 663
Campings	2 545 732	4 438 367	4 783 563	7 371 342
Agriculture	44 196	46 191	46 733	48 491
Activités	36 940	254 014	317 818	630 732
Total	3 634 710	7 901 274	9 170 501	14 680 012

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	894 485	3 022 048	3 876 103	6 464 785
Routes	113 358	140 654	146 283	164 663
Campings	2 616 486	4 532 444	4 883 139	7 573 572
Agriculture	185 966	194 363	196 642	204 040
Activités	36 940	254 014	317 818	630 732
Total	3 847 234	8 143 523	9 419 986	15 037 791

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	894 485	3 022 048	3 876 103	6 464 785
Routes	113 358	140 654	146 283	164 663
Campings	2 697 561	4 631 342	4 994 514	8 377 132
Agriculture	534 809	594 297	752 447	1 252 609
Activités	36 940	254 014	317 818	630 732
Total	4 277 153	8 642 355	10 087 166	16 889 920

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	894 485	3 022 048	3 876 103	6 464 785
Routes	113 358	140 654	146 283	164 663
Campings	2 646 946	4 573 702	4 925 798	7 582 299
Agriculture	549 049	573 015	643 791	870 266
Activités	36 940	254 014	317 818	630 732
Total	4 240 777	8 563 433	9 909 794	15 712 745

Dommages état futur

Q10	Q30	Q50	Q100
500 743	619 718	679 329	843 979
89 836	98 691	102 093	112 024
240 998	956 162	1 185 027	1 796 577
34 576	56 506	38 190	39 365
6 026	6 026	6 026	15 072
872 179	1 737 104	2 010 664	2 807 018

Q10	Q30	Q50	Q100
500 743	619 718	679 329	843 979
89 836	98 691	102 093	112 024
255 171	978 908	1 210 710	1 850 644
145 488	237 767	160 695	165 640
6 026	6 026	6 026	15 072
997 264	1 941 111	2 158 853	2 987 359

Q10	Q30	Q50	Q100
500 743	619 718	679 329	843 979
89 836	98 691	102 093	112 024
273 517	1 021 666	1 262 977	2 100 830
482 792	1 641 271	798 523	1 286 728
6 026	6 026	6 026	15 072
1 352 914	3 387 372	2 848 947	4 358 634

Q10	Q30	Q50	Q100
500 743	619 718	679 329	843 979
89 836	98 691	102 093	112 024
260 948	986 511	1 218 780	1 848 453
541 237	1 024 801	677 680	893 742
6 026	6 026	6 026	15 072
1 398 790	2 735 748	2 683 908	3 713 271

Dommages évités

Q10	Q30	Q50	Q100
393 741	2 402 330	3 196 775	5 620 806
23 522	41 963	44 191	52 638
2 304 735	3 482 205	3 598 536	5 574 765
9 620	-10 315	8 543	9 126
30 913	247 988	311 792	615 660
2 762 531	6 164 170	7 159 836	11 872 995

Q10	Q30	Q50	Q100
393 741	2 402 330	3 196 775	5 620 806
23 522	41 963	44 191	52 638
2 361 315	3 553 536	3 672 429	5 722 928
40 478	-43 404	35 947	38 400
30 913	247 988	311 792	615 660
2 849 970	6 202 412	7 261 133	12 050 432

Q10	Q30	Q50	Q100
393 741	2 402 330	3 196 775	5 620 806
23 522	41 963	44 191	52 638
2 424 044	3 609 676	3 731 537	6 276 302
52 017	-1 046 974	-46 076	-34 119
30 913	247 988	311 792	615 660
2 924 238	5 254 982	7 238 218	12 531 287

Q10	Q30	Q50	Q100
393 741	2 402 330	3 196 775	5 620 806
23 522	41 963	44 191	52 638
2 385 998	3 587 190	3 707 018	5 733 845
7 812	-451 785	-33 889	-23 476
30 913	247 988	311 792	615 660
2 841 987	5 827 685	7 225 886	11 999 474

Sauvian

Dommages état actuel				
janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	895 377	1 412 912	1 792 885	2 130 029
Routes	75 978	87 311	93 503	100 076
Campings	502 020	594 666	632 925	660 353
Agriculture	15 258	15 776	16 535	17 130
Activités	144 321	190 363	334 417	418 401
Total	1 632 952	2 301 029	2 870 265	3 325 988

Dommages état futur				
Q10	Q30	Q50	Q100
287 261	376 624	430 769	478 135
65 643	69 837	70 899	71 251
0	0	0	0
14 664	15 242	15 862	16 308
0	0	0	0
367 568	461 702	517 530	565 694

Dommages évités			
Q10	Q30	Q50	Q100
608 116	1 036 289	1 362 116	1 651 894
10 334	17 474	22 605	28 826
502 020	594 666	632 925	660 353
594	534	673	821
144 321	190 363	334 417	418 401
1 265 384	1 839 327	2 352 735	2 760 295

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	895 377	1 412 912	1 792 885	2 130 029
Routes	75 978	87 311	93 503	100 076
Campings	521 731	617 624	657 229	685 609
Agriculture	64 201	66 382	69 575	72 078
Activités	144 321	190 363	334 417	418 401
Total	1 701 607	2 374 592	2 947 609	3 406 193

Q10	Q30	Q50	Q100
287 261	376 624	430 769	478 135
65 643	69 837	70 899	71 251
0	0	0	0
61 702	64 136	66 745	68 622
0	0	0	0
414 607	510 596	568 413	618 008

Q10	Q30	Q50	Q100
608 116	1 036 289	1 362 116	1 651 894
10 334	17 474	22 605	28 826
521 731	617 624	657 229	685 609
2 499	2 247	2 830	3 456
144 321	190 363	334 417	418 401
1 287 000	1 863 997	2 379 196	2 788 185

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	895 377	1 412 912	1 792 885	2 130 029
Routes	75 978	87 311	93 503	100 076
Campings	564 747	671 936	716 049	747 789
Agriculture	1 075 173	1 214 204	1 261 523	1 321 185
Activités	144 321	190 363	334 417	418 401
Total	2 755 595	3 576 727	4 198 378	4 717 480

Q10	Q30	Q50	Q100
287 261	376 624	430 769	478 135
65 643	69 837	70 899	71 251
0	0	0	0
1 056 723	1 162 497	1 214 313	1 298 058
0	0	0	0
1 409 627	1 608 957	1 715 981	1 847 443

Q10	Q30	Q50	Q100
608 116	1 036 289	1 362 116	1 651 894
10 334	17 474	22 605	28 826
564 747	671 936	716 049	747 789
18 450	51 707	47 211	23 128
144 321	190 363	334 417	418 401
1 345 968	1 967 770	2 482 397	2 870 037

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	895 377	1 412 912	1 792 885	2 130 029
Routes	75 978	87 311	93 503	100 076
Campings	526 702	622 851	662 586	691 036
Agriculture	1 631 323	1 744 700	1 781 104	1 818 501
Activités	144 321	190 363	334 417	418 401
Total	3 273 700	4 058 137	4 664 496	5 158 043

Q10	Q30	Q50	Q100
287 261	376 624	430 769	478 135
65 643	69 837	70 899	71 251
0	0	0	0
1 601 004	1 679 877	1 713 789	1 758 016
0	0	0	0
1 953 908	2 126 337	2 215 457	2 307 401

Q10	Q30	Q50	Q100
608 116	1 036 289	1 362 116	1 651 894
10 334	17 474	22 605	28 826
526 702	622 851	662 586	691 036
30 319	64 823	67 315	60 485
144 321	190 363	334 417	418 401
1 319 792	1 931 800	2 449 039	2 850 642

Sérignan

Dommages état actuel

janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	6 300 656	8 646 265	9 863 065	11 630 765
Routes	562 847	671 967	694 179	731 274
Campings	14 100 599	19 168 409	20 651 553	22 441 512
Agriculture	89 746	103 446	105 918	110 376
Activités	1 065 197	1 404 937	1 584 415	2 388 254
Total	22 119 045	29 995 025	32 899 129	37 302 181

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	6 300 656	8 646 265	9 863 065	11 630 765
Routes	562 847	671 967	694 179	731 274
Campings	14 445 524	19 757 619	21 320 941	23 204 216
Agriculture	377 633	435 279	445 680	464 439
Activités	1 065 197	1 404 937	1 584 415	2 388 254
Total	22 751 856	30 916 068	33 908 280	38 418 948

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	6 300 656	8 646 265	9 863 065	11 630 765
Routes	562 847	671 967	694 179	731 274
Campings	15 230 250	22 205 961	24 323 626	26 846 798
Agriculture	2 117 161	7 546 248	8 406 910	10 149 967
Activités	1 065 197	1 404 937	1 584 415	2 388 254
Total	25 276 110	40 475 379	44 872 194	51 747 058

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	6 300 656	8 646 265	9 863 065	11 630 765
Routes	562 847	671 967	694 179	731 274
Campings	14 541 193	19 769 883	21 304 558	23 155 361
Agriculture	3 246 404	3 622 887	3 733 248	4 043 559
Activités	1 065 197	1 404 937	1 584 415	2 388 254
Total	25 716 296	34 115 940	37 179 465	41 949 213

Dommages état futur

Q10	Q30	Q50	Q100
1 448 218	1 729 136	1 864 997	2 037 434
497 312	562 641	596 128	626 019
14 718 737	19 948 951	21 530 806	22 487 562
85 824	95 358	98 489	100 099
63 815	135 555	135 555	147 611
16 813 907	22 471 642	24 225 976	25 398 726

Q10	Q30	Q50	Q100
1 448 218	1 729 136	1 864 997	2 037 434
497 312	562 641	596 128	626 019
15 082 500	20 581 410	22 249 815	23 253 759
361 132	401 249	414 421	421 198
63 815	135 555	135 555	147 611
17 452 978	23 409 992	25 260 917	26 486 022

Q10	Q30	Q50	Q100
1 448 218	1 729 136	1 864 997	2 037 434
497 312	562 641	596 128	626 019
15 979 597	23 330 495	25 601 230	26 922 006
2 039 809	2 296 819	2 605 920	3 143 010
63 815	135 555	135 555	147 611
20 028 751	28 054 647	30 803 830	32 876 080

Q10	Q30	Q50	Q100
1 448 218	1 729 136	1 864 997	2 037 434
497 312	562 641	596 128	626 019
15 173 941	20 577 988	22 214 996	23 203 491
3 132 462	3 530 094	3 744 687	4 047 229
63 815	135 555	135 555	147 611
20 315 748	26 535 415	28 556 363	30 061 784

Dommages évités

Q10	Q30	Q50	Q100
4 852 437	6 917 129	7 998 068	9 593 331
65 534	109 326	98 051	105 255
-618 138	-780 542	-879 253	-46 051
3 921	8 087	7 429	10 276
1 001 382	1 269 382	1 448 859	2 240 643
5 305 138	7 523 383	8 673 153	11 903 455

Q10	Q30	Q50	Q100
4 852 437	6 917 129	7 998 068	9 593 331
65 534	109 326	98 051	105 255
-636 977	-823 791	-928 874	-49 543
16 501	34 030	31 258	43 240
1 001 382	1 269 382	1 448 859	2 240 643
5 298 878	7 506 076	8 647 363	11 932 926

Q10	Q30	Q50	Q100
4 852 437	6 917 129	7 998 068	9 593 331
65 534	109 326	98 051	105 255
-749 347	-1 124 534	-1 277 604	-75 207
77 352	5 249 428	5 800 990	7 006 957
1 001 382	1 269 382	1 448 859	2 240 643
5 247 359	12 420 731	14 068 364	18 870 978

Q10	Q30	Q50	Q100
4 852 437	6 917 129	7 998 068	9 593 331
65 534	109 326	98 051	105 255
-632 748	-808 105	-910 437	-48 130
113 942	92 793	-11 439	-3 670
1 001 382	1 269 382	1 448 859	2 240 643
5 400 548	7 580 526	8 623 102	11 887 429

Valras-Plage

Dommages état actuel

janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 283 303	10 830 252	11 822 840	16 386 529
Routes	61 235	128 078	135 008	153 035
Campings	14 471	118 884	190 167	845 516
Agriculture	396	2 632	2 716	2 892
Activités	1 719 734	2 532 830	3 032 316	4 516 633
Total	6 079 139	13 612 675	15 183 047	21 904 605

Dommages état futur

janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	85 893	144 052	149 302	172 715
Routes	11 841	12 897	13 227	13 559
Campings	0	0	0	0
Agriculture	0	0	0	0
Activités	3 013	7 536	7 536	7 536
Total	100 748	164 485	170 066	193 810

Dommages évités

janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 197 410	10 686 200	11 673 538	16 213 814
Routes	49 394	115 181	121 780	139 476
Campings	14 471	118 884	190 167	845 516
Agriculture	396	2 632	2 716	2 892
Activités	1 716 721	2 525 294	3 024 780	4 509 097
Total	5 978 391	13 448 190	15 012 981	21 710 795

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 283 303	10 830 252	11 822 840	16 386 529
Routes	61 235	128 078	135 008	153 035
Campings	30 053	140 832	213 529	878 619
Agriculture	1 668	11 074	11 429	12 168
Activités	1 719 734	2 532 830	3 032 316	4 516 633
Total	6 095 992	13 643 065	15 215 122	21 946 984

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	85 893	144 052	149 302	172 715
Routes	11 841	12 897	13 227	13 559
Campings	0	0	0	0
Agriculture	0	0	0	0
Activités	3 013	7 536	7 536	7 536
Total	100 748	164 485	170 066	193 810

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 197 410	10 686 200	11 673 538	16 213 814
Routes	49 394	115 181	121 780	139 476
Campings	30 053	140 832	213 529	878 619
Agriculture	1 668	11 074	11 429	12 168
Activités	1 716 721	2 525 294	3 024 780	4 509 097
Total	5 995 245	13 478 580	15 045 056	21 753 175

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 283 303	10 830 252	11 822 840	16 386 529
Routes	61 235	128 078	135 008	153 035
Campings	34 590	147 271	220 416	894 783
Agriculture	2 163	14 433	14 912	15 923
Activités	1 719 734	2 532 830	3 032 316	4 516 633
Total	6 101 025	13 652 863	15 225 492	21 966 904

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	85 893	144 052	149 302	172 715
Routes	11 841	12 897	13 227	13 559
Campings	0	0	0	0
Agriculture	0	0	0	0
Activités	3 013	7 536	7 536	7 536
Total	100 748	164 485	170 066	193 810

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 197 410	10 686 200	11 673 538	16 213 814
Routes	49 394	115 181	121 780	139 476
Campings	34 590	147 271	220 416	894 783
Agriculture	2 163	14 433	14 912	15 923
Activités	1 716 721	2 525 294	3 024 780	4 509 097
Total	6 000 277	13 488 379	15 055 426	21 773 095

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 283 303	10 830 252	11 822 840	16 386 529
Routes	61 235	128 078	135 008	153 035
Campings	37 844	151 773	225 152	894 783
Agriculture	247	1 675	1 735	1 869
Activités	1 719 734	2 532 830	3 032 316	4 516 633
Total	6 102 363	13 644 607	15 217 051	21 952 850

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	85 893	144 052	149 302	172 715
Routes	11 841	12 897	13 227	13 559
Campings	0	0	0	0
Agriculture	0	0	0	0
Activités	3 013	7 536	7 536	7 536
Total	100 748	164 485	170 066	193 810

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	4 197 410	10 686 200	11 673 538	16 213 814
Routes	49 394	115 181	121 780	139 476
Campings	37 844	151 773	225 152	894 783
Agriculture	247	1 675	1 735	1 869
Activités	1 716 721	2 525 294	3 024 780	4 509 097
Total	6 001 616	13 480 122	15 046 985	21 759 040

Villeneuve-lès-Béziers

Dommages état actuel

janvier	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 926 904	2 528 202	3 390 364	4 834 833
Routes	241 653	271 106	294 709	326 881
Campings	368 744	417 416	438 146	465 810
Agriculture	34 398	36 856	38 443	15 388
Activités	115 314	165 246	334 034	398 428
Total	2 687 012	3 418 825	4 495 697	6 041 340

Dommages état futur

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	542 627	658 028	861 917	1 170 203
Routes	219 362	238 199	250 237	265 684
Campings	0	0	0	0
Agriculture	38 013	39 271	39 709	39 646
Activités	0	0	0	0
Total	800 002	935 497	1 151 862	1 475 532

Dommages évités

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 384 277	1 870 174	2 528 447	3 664 631
Routes	22 291	32 908	44 473	61 197
Campings	368 744	417 416	438 146	465 810
Agriculture	-3 615	-2 415	-1 266	-24 258
Activités	115 314	165 246	334 034	398 428
Total	1 887 010	2 483 328	3 343 834	4 565 808

avril	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 926 904	2 528 202	3 390 364	4 834 833
Routes	241 653	271 106	294 709	326 881
Campings	380 473	431 141	452 727	481 898
Agriculture	144 739	155 081	161 759	64 749
Activités	115 314	165 246	334 034	398 428
Total	2 809 082	3 550 776	4 633 594	6 106 789

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	542 627	658 028	861 917	1 170 203
Routes	219 362	238 199	250 237	265 684
Campings	0	0	0	0
Agriculture	159 951	165 244	167 087	166 823
Activités	0	0	0	0
Total	921 939	1 061 471	1 279 241	1 602 709

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 384 277	1 870 174	2 528 447	3 664 631
Routes	22 291	32 908	44 473	61 197
Campings	380 473	431 141	452 727	481 898
Agriculture	-15 212	-10 164	-5 328	-102 074
Activités	115 314	165 246	334 034	398 428
Total	1 887 143	2 489 305	3 354 354	4 504 080

juin	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 926 904	2 528 202	3 390 364	4 834 833
Routes	241 653	271 106	294 709	326 881
Campings	422 959	486 183	513 161	552 584
Agriculture	1 464 230	1 589 448	1 832 503	2 235 256
Activités	115 314	165 246	334 034	398 428
Total	4 171 060	5 040 185	6 364 771	8 347 981

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	542 627	658 028	861 917	1 170 203
Routes	219 362	238 199	250 237	265 684
Campings	0	0	0	0
Agriculture	1 427 173	1 564 354	1 931 926	2 495 592
Activités	0	0	0	0
Total	2 189 162	2 460 581	3 044 079	3 931 478

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 384 277	1 870 174	2 528 447	3 664 631
Routes	22 291	32 908	44 473	61 197
Campings	422 959	486 183	513 161	552 584
Agriculture	37 057	25 094	-99 423	-260 336
Activités	115 314	165 246	334 034	398 428
Total	1 981 898	2 579 605	3 320 692	4 416 503

septembre	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 926 904	2 528 202	3 390 364	4 834 833
Routes	241 653	271 106	294 709	326 881
Campings	381 360	431 474	452 822	481 473
Agriculture	2 563 611	2 766 791	3 029 151	3 318 427
Activités	115 314	165 246	334 034	398 428
Total	5 228 841	6 162 819	7 501 080	9 360 042

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	542 627	658 028	861 917	1 170 203
Routes	219 362	238 199	250 237	265 684
Campings	0	0	0	0
Agriculture	2 445 051	2 631 994	2 930 534	3 231 658
Activités	0	0	0	0
Total	3 207 040	3 528 220	4 042 687	4 667 544

	Q10	Q30	Q50	Q100
Bâti	1 384 277	1 870 174	2 528 447	3 664 631
Routes	22 291	32 908	44 473	61 197
Campings	381 360	431 474	452 822	481 473
Agriculture	118 560	134 797	98 617	86 769
Activités	115 314	165 246	334 034	398 428
Total	2 021 802	2 634 599	3 458 393	4 692 497

Annexe 5 : Cartographies

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées

BEZIERS

VILLENEUVE-LES-BEZIERS

SAUVIAN

PORTIRAGNES

SERIGNAN

VALRAS-PLAGE

Corine Land Cover
- Tissu urbain continu
- Tissu urbain discontinu
- Zone industrielle ou commerciale
- Réseau routier, ferroviaire et espaces associés
- Chantier
- Equipement sportif et de loisirs
- Terre arable hors périmètre d'irrigation
- Vignoble
- Système cultural et parcellaire complexe
- Plage, dune, sable
- Marais maritime
- Lagune littorale

N

1 0 1 Kilometers

Source : Corine Land Cover, 2000, IFEN

Occupation du sol dans l'emprise de la zone inondable centennale, modélisée par SIEE, cartographiée par BCEOM

occupation du sol : Corine Land Cover

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées

BEZIERS

VILLENEUVE-LES-BEZIERS

SAUVIAN

PORTIRAGNES

SERIGNAN

VALRAS-PLAGE

0
1
2
3
4
5 m

Protection rapprochée

N

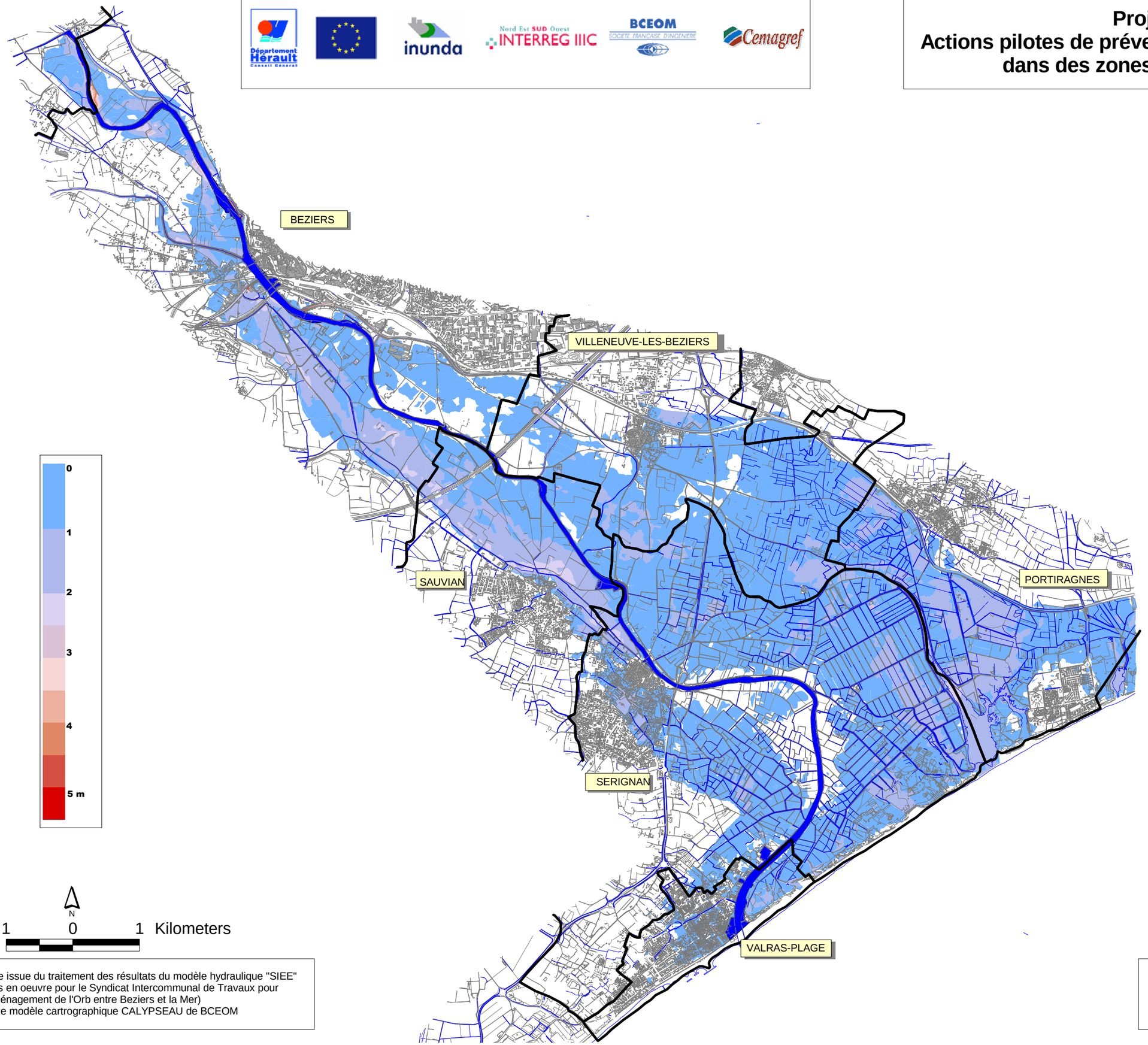
1 0 1 Kilometers

carte issue du traitement des résultats du modèle hydraulique "SIEE"
(mis en oeuvre pour le Syndicat Intercommunal de Travaux pour l'Aménagement de l'Orb entre Beziers et la Mer)
par le modèle cartographique CALYPSEAU de BCEOM

hauteurs d'eau pour la crue type 1996
Etat futur reconstitué

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées

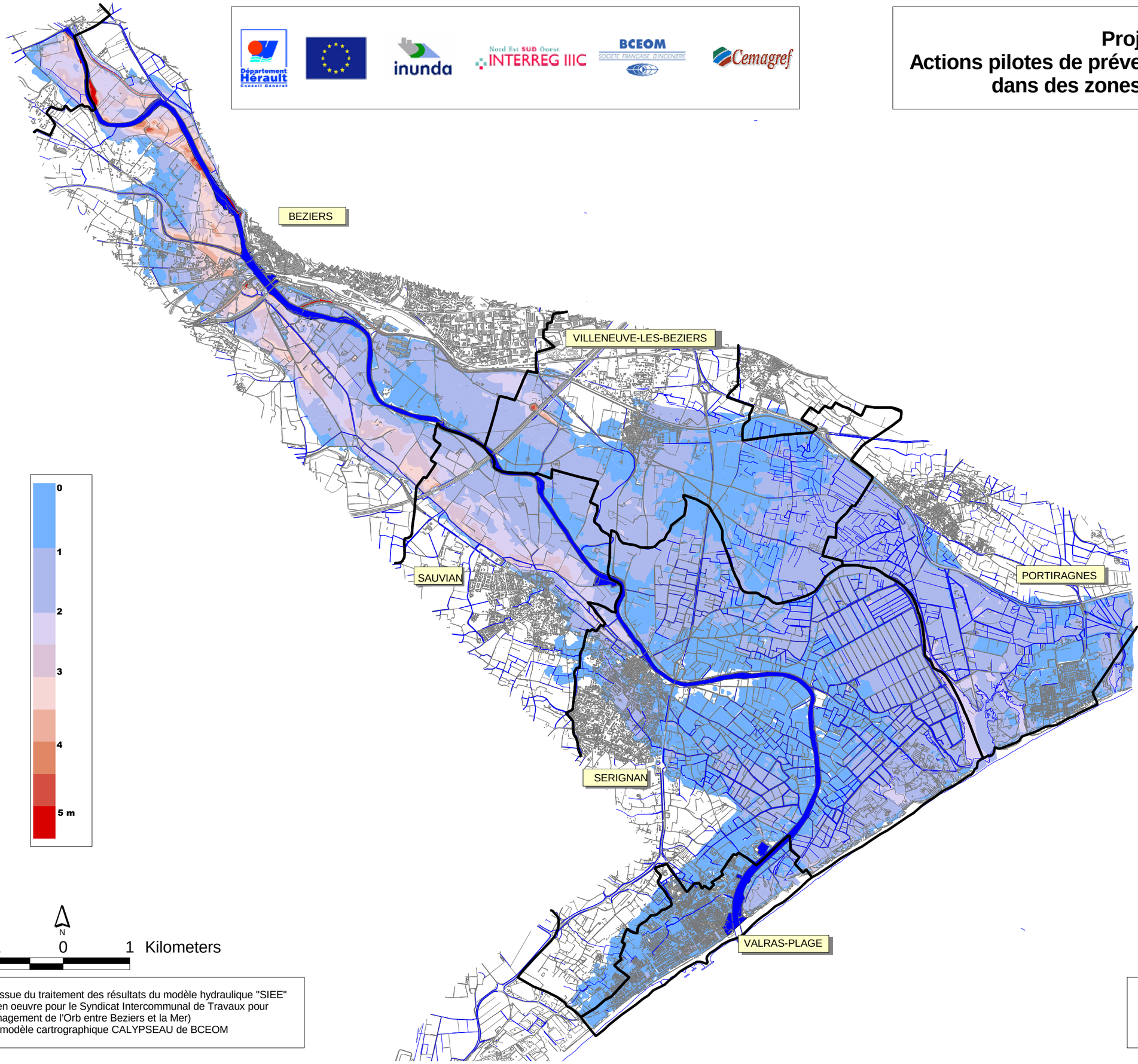


carte issue du traitement des résultats du modèle hydraulique "SIEE"
(mis en oeuvre pour le Syndicat Intercommunal de Travaux pour l'Aménagement de l'Orb entre Beziers et la Mer)
par le modèle cartrographique CALYPSEAU de BCEOM

hauteurs d'eau pour la crue Décennale
Etat actuel

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées



carte issue du traitement des résultats du modèle hydraulique "SIEE"
(mis en oeuvre pour le Syndicat Intercommunal de Travaux pour l'Aménagement de l'Orb entre Beziers et la Mer)
par le modèle cartrographique CALYPSEAU de BCEOM

hauteurs d'eau pour la crue centennale
Etat actuel

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées

BEZIERS

VILLENEUVE-LES-BEZIERS

SAUVIAN

PORTIRAGNES

SERIGNAN

VALRAS-PLAGE

0
1
2
3
4
5 m

Protection rapprochée

N

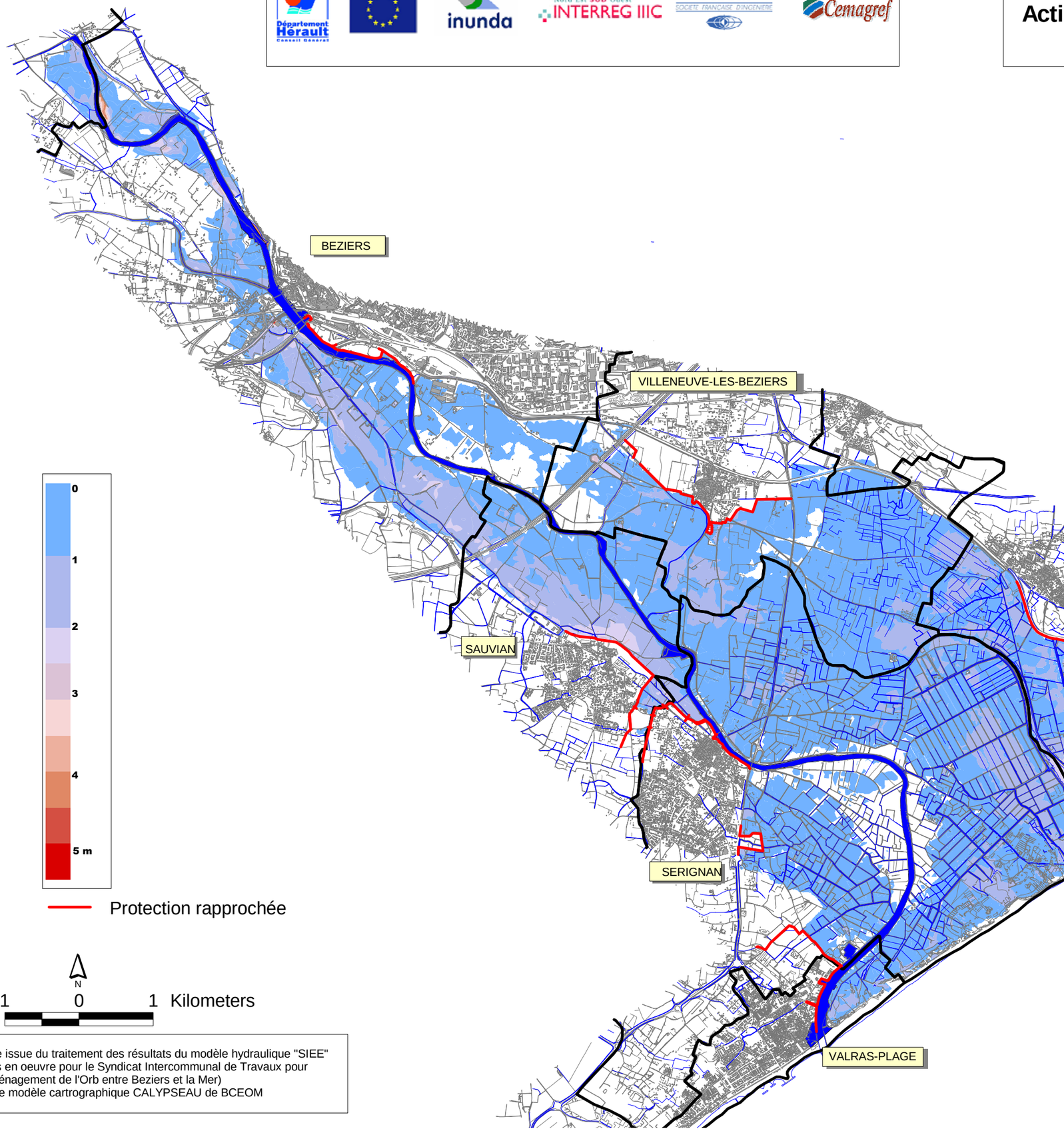
1 0 1 Kilometers

carte issue du traitement des résultats du modèle hydraulique "SIEE"
(mis en oeuvre pour le Syndicat Intercommunal de Travaux pour l'Aménagement de l'Orb entre Beziers et la Mer)
par le modèle cartographique CALYPSEAU de BCEOM

hauteurs d'eau pour la crue centennale
Etat futur reconstitué

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées



carte issue du traitement des résultats du modèle hydraulique "SIEE"
(mis en oeuvre pour le Syndicat Intercommunal de Travaux pour l'Aménagement de l'Orb entre Beziers et la Mer)
par le modèle cartographique CALYPSEAU de BCEOM

hauteurs d'eau pour la crue Décennale
Etat futur

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées

BEZIERS

VILLENEUVE-LES-BEZIERS

SAUVIAN

PORTIRAGNES

SERIGNAN

VALRAS-PLAGE

0
1
2
3
4
5 m

N

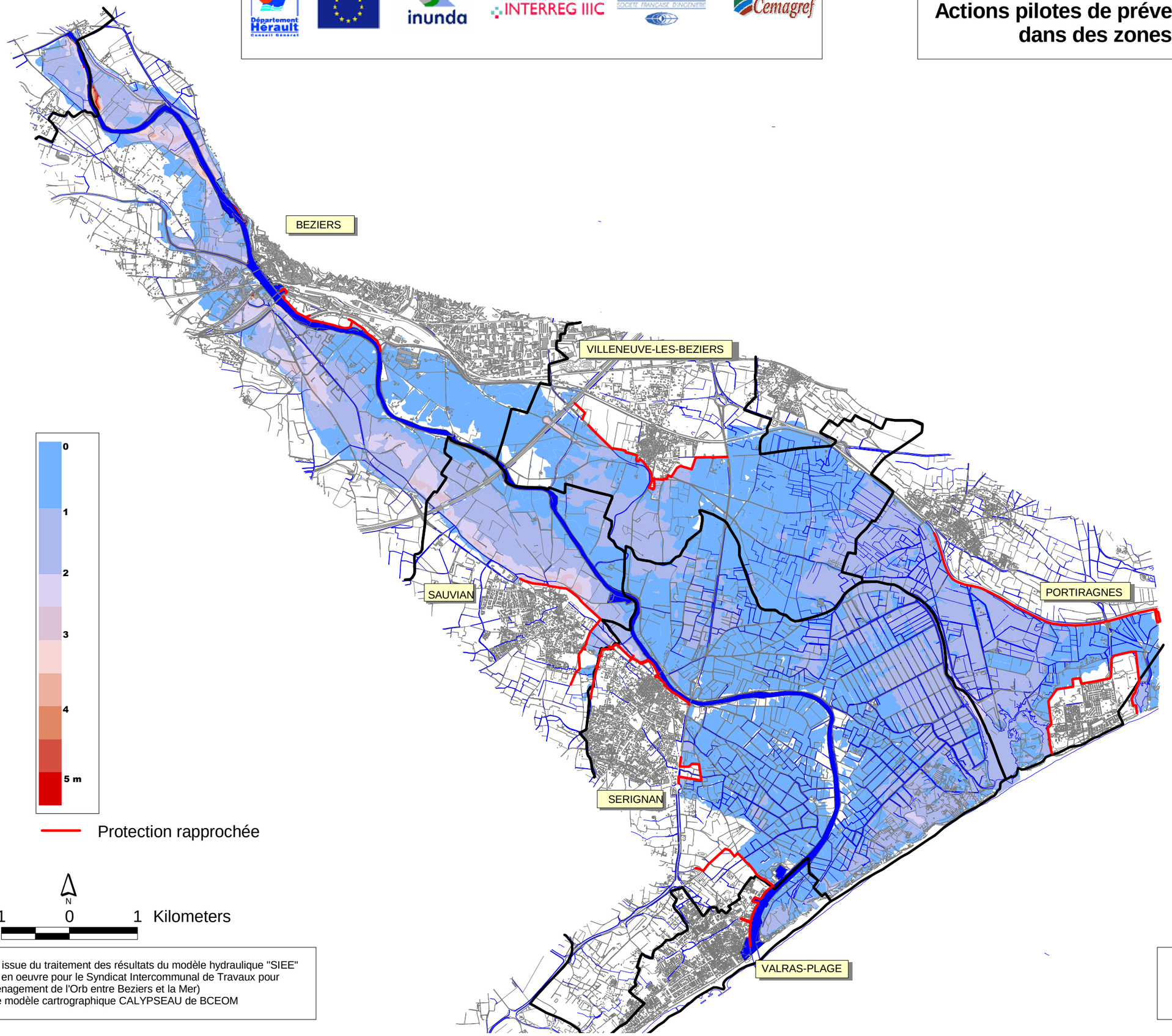
1 0 1 Kilometers

carte issue du traitement des résultats du modèle hydraulique "SIEE"
(mis en oeuvre pour le Syndicat Intercommunal de Travaux pour l'Aménagement de l'Orb entre Beziers et la Mer)
par le modèle cartrographique CALYPSEAU de BCEOM

hauteurs d'eau pour la crue type 1987
Etat actuel

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées

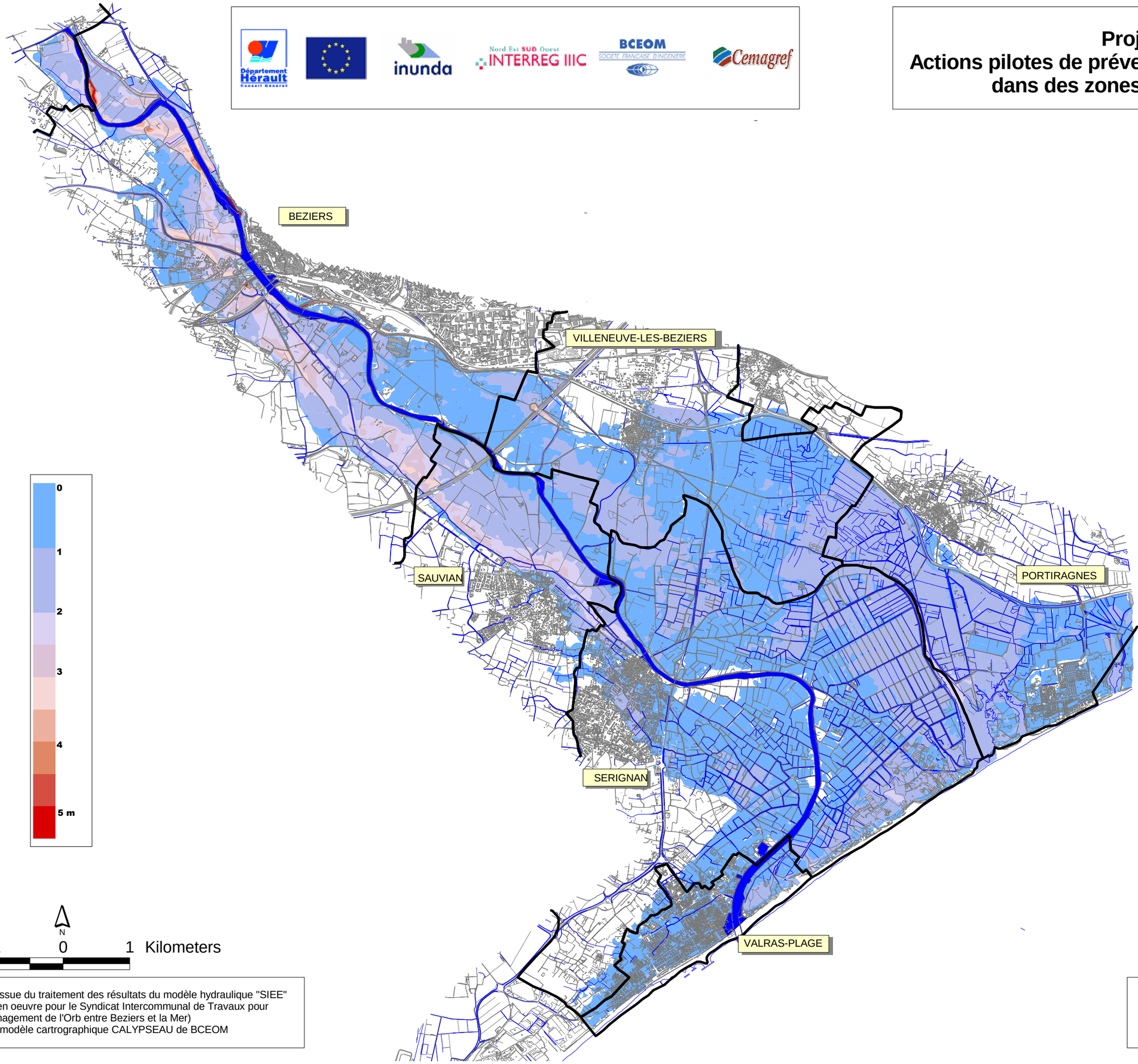


carte issue du traitement des résultats du modèle hydraulique "SIEE"
(mis en oeuvre pour le Syndicat Intercommunal de Travaux pour l'Aménagement de l'Orb entre Beziers et la Mer)
par le modèle cartographique CALYPSEAU de BCEOM

hauteurs d'eau pour la crue type 1987
Etat futur

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Projet INUNDA
Actions pilotes de prévention des risques d'inondation dans des zones fortement urbanisées



carte issue du traitement des résultats du modèle hydraulique "SIEE"
(mis en oeuvre pour le Syndicat Intercommunal de Travaux pour l'Aménagement de l'Orb entre Beziers et la Mer)
par le modèle cartrographique CALYPSEAU de BCEOM

hauteurs d'eau pour la crue type 1996
Etat actuel

gri 60306k - w_zi_a3.apr - egr

Annexe 6 : Compte rendu des réunions avec les professions

Département Hérault
Conseil Général

Direction générale
des services

Pôle environnement, eau,
cadre de vie et aménagement rural

Direction de l'eau et des milieux aquatiques

Montpellier, le 21 février 2007

Programme européen INTERREG IIIC - INUNDA

Etude socio-économique sur la basse vallée de l'Orb

COMPTE-RENDU DE LA RÉUNION DU 20 FÉVRIER 2007

Restitution des résultats auprès de la C.C.I de Béziers et représentants de la profession touristique

Dossier suivi par : Cécile Retailleau
Téléphone : 04 67 67 65 02
Télécopie : 04 67 67 70 54
e-mail : cretailleau@cg34.fr
Référence : Inunda/Suivi prest BCEOM/Réunion/CR1-Inunda 200207M-CCI+campings.doc

Présents :

M. Frédéric Grelot – CEMAGREF
M. Jacky Lautier – Camping Aloha Village Sérignan
Mme Cécile Retailleau– Département de l'Hérault
Mme Frédérique Roman - Syndicat mixte de la Vallée de l'Orb
Mme Katrin Erdlenbruch – CEMAGREF
Mme Pauline Brémond – CEMAGREF
M. Yvan Barthélémy – C.C.I Béziers
M. Jean-Guy Amat – C.C.I Béziers
M. Jean-Pierre Manresa – Camping les Sables Valras Plage
M. Thierry Payerols – Camping le Clos Virgile

Compte-rendu

Mme Retailleau expose le programme INUNDA. Cette réunion a pour objet la restitution des résultats de l'étude socio-économique d'INUNDA aux professionnels du secteur touristique ayant participé aux enquêtes.

Laurent Rippert précise que les projets contre les inondations engendrent des coûts importants mais qui ne sont jamais comparés aux coûts des inondations et des dommages évités.

Il est important de connaître le bénéfice pour la collectivité de ces aménagements. Il n'existe pas de méthode éprouvée, aussi le SMVO et le SBZM ont été intéressés par la proposition d'étude du CG34.

Pour réaliser l'étude, des données sur le coût des dommages étaient nécessaires sur les typologies d'activité et de construction :

- habitat,
- agriculture,
- tourisme...

M. Grelot présente les résultats. Il ne s'agit pas de chiffres absolus, il convient de critiquer les hypothèses et les résultats.

Les limites de l'exercice sont précisées :

- seule la hauteur d'eau est prise en compte ; d'après F. Grelot, dans le cas de l'Orb, les durées de submersion ne sont pas très longues, donc influent peu sur les dommages ; les professionnels font remarquer toutefois que :
    - la végétation peut souffrir d'une submersion trop longue
    - plus les hauteurs sont fortes, plus les durées sont importantes.

- L'impact des aménagements de la grande maïre et du grau du libron n'a pas été pris en compte, ni les digues autour de Sérignan-plage : les résultats sont donc « pessimistes » pour les campings.

Le calcul des dommages aux activités a été réalisé sur la base d'une étude australienne.

Quant aux campings, des courbes d'endommagement propres ont été établies sur la base d'un questionnaire distribué aux professionnels, auquel 10 personnes (sur 20 enquêtées) ont répondu.

Les professionnels indiquent que dans certains secteurs la crue de 1996 a eu un impact de type centennal notamment sur les campings (en raison de la fermeture d'exutoire).

Chalets :

Les professionnels indiquent que les chalets doivent être placés selon la norme imposée par la DDE à 2,2 NGF. Ils reposent sur des longrines en parpaings et sont moins vulnérables que les mobile homes.

Si un chalet est inondé, il est à changer, quelle que soit la hauteur (contient de la sciure agglomérée qui gonfle avec l'eau).

Coût d'un chalet neut : entre 20 et 30k€ HT y compris main d'œuvre et évacuation

Un chalet est changé tous les 10/12 ans.

Mobile homes (MH):

Les mobile homes sont posés sur roues + parpaings soit entre 50 voire 80 cm au-dessus du sol. La réglementation limite la surélévation à 60 cm.

A l'instar des chalets, un mobile home inondé destiné à la location doit être changé.

Le coût d'un MH neuf est de 15 k€ HT, l'ancien peut être revendu 1.500 € même s'il a subi des inondations.

Un particulier, propriétaire d'un mobile home, va le restaurer pour un coût de 8.000 €.

Sur les campings du secteur, environ 75 % des MH sont loués.

Les gestionnaires de camping font remarquer que l'activité MH tend à décliner.

Les mobile homes destinés à la location haut de gamme sont changés tous les 5 ans.

L'évacuation des MH reste un pb, il n'y a pas de filière. En cas d'inondation, il y peut y avoir de grandes quantités de MH à évacuer.

Emplacement nu (réservé au tente)

Les dégâts sont de type : voirie, éclairage, végétation, bornes électriques, clôtures.... Ils concernent aussi bien les emplacements nus que les secteurs occupés par chalets et MH.

Les dommages sur les emplacements sont chiffrés à :

- classe 2 (hauteur d'eau) : 750 € HT.
- classe 3+ (hauteur d'eau) : 1.500 € HT

Durée de perte d'exploitation

Les experts estiment à 2 mois la perte d'exploitation. Mais les fournisseurs de MH ne peuvent pas faire face à une demande importante sur une même période.

Les mobile homes sont renouvelés chaque année par tranche : la commande est établie en juin année n et la livraison est effectuée en mars année n + 1.

Dans le cas où l'inondation survient après décembre, il n'est pas possible de changer les MH. Les mobile homes seront réparés pour la période estivale, le changement des structures interviendra ultérieurement. Dans ce cas-là, le coût des dégâts s'élèvera à la réparation du MH + son changement.

De plus, les MH inondés/réparés seront loués 25% moins cher.

En cas de crue, la durée d'arrêt d'exploitation est de 12 semaines : 8 d'immobilisation (décrue + passage des assurances) + 4 semaines de réparation.

Occupation - remplissage des campings

Le remplissage varie en fonction de la situation géographique du camping (bord de mer et intérieur des terres).

	Occupation en bord de mer	Occupation à l'intérieur des terres
Avril	0 %	0
Mai	40 %	20 %
Juin	60 %	60 %
Juillet / août	100 %	100 %
septembre	30 %	30 %

Tarifs : OK avec ce qui est indiqué dans le rapport.

Dommages liés aux pertes d'exploitation

Chiffre d'affaire du camping :

- 80 % location,
- 20 % commerces annexes.

Autres points :

- le bâti lié aux campings restent à identifier
- **les gestionnaires demandent au BE d'isoler les coûts relatifs aux campings du secteur Sérignan Plage qui pourrait faire l'objet d'une protection rapprochée.**

Etabli par : Cécile Retailleau,

Chef du service hydraulique et barrages départementaux.

Département
Hérault
Conseil Général

Direction générale
des services

Pôle environnement, eau,
cadre de vie et aménagement rural

Direction de l'eau et des milieux aquatiques

Montpellier, le 21 février 2007

Programme européen INTERREG IIIC - INUNDA

Etude socio-économique sur la basse vallée de l'Orb

COMPTE-RENDU DE LA RÉUNION DU 20 FÉVRIER 200

Restitution des résultats auprès de la profession agricc

Dossier suivi par : Cécile Retailleau
Téléphone : 04 67 67 65 02
Télécopie : 04 67 67 70 54
e-mail : cretailleau@cg34.fr
Référence : Inunda/Suivi prest BCEOM/Réunion/CR2-Inunda 200207AM-agriculteurs.doc

Présents :

Mme Katrin Erdlenbruch - CEMAGREF
M. Frédéric Grelot - CEMAGREF
Mme Pauline Brémond - CEMAGREF
M. Arnaud Le Beuze - Chambre d'agriculture de l'Hérault
M. Pierre Enjalbert - Syndicat Béziers la Mer
M. Georges Noguès - ASA Plaine de l'Orb Sérignan
M. Bernard Cayrol - ASA Plaine Portiragnes
M. Nicolas Bernard - ASA Plaine St Pierre
Mme Cécile Retailleau - Département de l'Hérault

Excusée

Mme Alice Boscher - Chambre d'agriculture de l'Hérault (future remplaçante de A Le Beuze, qui rejoint le SAGE nappe astienne).

Compte-rendu

Mme Brémond informe du démarrage prochain d'une thèse sur la vulnérabilité des exploitations agricoles aux inondations.

Mme Retailleau expose le programme INUNDA. Cette réunion a pour objet la restitution des résultats de l'étude socio-économique d'INUNDA aux professionnels du

secteur agricole ayant participé aux enquêtes. L'objectif est d'échanger autour des hypothèses retenues et des résultats.

Mme Erdlenbruch présente les résultats. Elle précise que la durée limitée allouée pour réaliser l'étude n'a pas permis d'analyser en profondeur certains aspects de l'étude.

L'impact des aménagements de la grande maïre et du grau du libron n'a pas été pris en compte, les résultats sont donc globalement « pessimistes » pour la zone agricole.

L'impact des inondations a été étudié sur

- Le bâti agricole
- Les cultures.

Il est précisé que cette étude n'est pas en lien avec celle réalisée sur la vulnérabilité du bâti sur le delta dans le cadre des mesures compensatoires aux aménagements préconisés par le schéma BZLM.

Dommages agricoles

Pertes de fond :

M. Cayrol souligne que les pertes de fond ne sont pas prises en compte lors des indemnisations. L'alluvionnement, l'érosion et le ravinement rendent la terre inexploitable. Ces dégâts ne sont pas indemnisés.

L'alluvionnement peut être nettoyé selon l'épaisseur du dépôt. Par contre, la perte de terre arable causée par le ravinement peut être irréversible.

Lors des petites crues débordantes, les berges se surchargent d'alluvions. Les crues plus importantes (type 2006) viennent purger ces dépôts au droit de points faibles et éroder les berges. Ce fut le cas pendant l'inondation en 2006 chez M. Noguès (érosion de 30-40 m de profondeur).

M. Enjalbert ajoute qu'il est possible d'identifier les secteurs où les pertes de fond sont importantes. Les pertes de fond restent cependant marginales par rapport au reste des dégâts.

Vignes

Les dégâts ont été estimés à partir des données sur les rendements du Centre d'Economie Rurale (CER). Ces données sont cependant anciennes (1996).

Rendements : l'étude propose

- 80 hl/Ha de vin rouge
- 90 hl/ha de vin blanc

Les agriculteurs indiquent que sur la zone, 100% des productions sont à 90 hl/ha

Prix :

- Vin de pays d'Oc de Bayssan : environ 50 à 55 €/hl, sur la zone on compte 90 % de pays d'Oc
- Vin pays de l'Hérault : environ 40 à 45 €/hl, représentant 5 % sur la zone
- Vin de table : les prix sont en chute, représentant 5 % sur la zone.

Le vin rouge représente 90 % de la production et le vin blanc 10 %.

En terme de prix moyen, les sources de l'ONIVIN sont fiables.

Il est difficile d'avoir une vision prospective sur la viticulture, le marché s'est effondré depuis quelques années.

Lorsque le limon se dépose sur le rameau (type grosse crue de mai dans les années 1970), il est perdu quelle que soit la durée de submersion.

Le seuil à partir duquel on observe des dommages est 60 cm (sauf pendant la récolte où quelle que soit la hauteur, la récolte est perdue, on n'accède pas aux champs).

Si crues postérieures entre avril et octobre : dommages

De novembre à fin février : inondations bénéfiques

Le pic de crue (hauteurs d'eau maximales d'inondations dans les champs) a une durée inférieure à une semaine, ensuite l'eau stagne. Le temps de ressuyage est d'environ 3-4 semaines.

Il n'y a pas de risque d'asphyxie radiculaire (perte de fond), sauf a priori pour les plantiers (jeunes vignes, < 3 ans) (désaccord sur ce dernier point).

Blé, maïs :

La durée de ressuyage est déterminante pour ces cultures. Les limons sont peu ressuyants (cas de l'Orb) et causent l'asphyxie de la plante.

Le blé est semé de mi-octobre à mi-novembre, mais le semis peut éventuellement être décalé à mi-décembre en cas d'inondation.

Les rendements proposés dans l'étude pour le blé sont bons.

Il n'y a que du maïs semence sur le secteur, rendement variable, 4 T/ha maxi.

Vergers :

Pommiers : les inondations causent des dommages au-dessus d'une hauteur d'eau d'1 m.

Bétail :

Il n'est pas pris en compte dans l'étude. Sur la zone, il y a quelques taureaux et moutons.

Enfin on indique que certains secteurs profiteront de l'aménagement :

- Plaine St Pierre,
- entre Sérignan et Valras,
- autour de la brèche de Maussac.

.

Etabli par : Cécile Retailleau,

Chef du service Hydraulique et barrages départementaux

Annexe 7 : Guide pour une évaluation sommaire du coût moyen annuel des inondations

Méthode BCEOM CEMAGREF

Etape 1 : Évaluation des dommages au bâti

- cette évaluation concerne tout le bâti, qu'il s'agisse de l'habitat individuel, des bâtiments publics, de bâtis agricoles ou de bâtis relevants d'autres enjeux.
- les dommages à l'habitat individuel sont évalués à partir d'une fonction reliant hauteur de submersion et coût des dommages au m² de plancher habitable,
- il est à observer que ces relations ne prennent pas en compte les vitesses d'écoulement. Si ces vitesses sont à même ponctuellement de provoquer la destruction de bâtiments, l'endommagement a prendre en compte comprendra le coût de reconstruction à l'identique du bâti,
- il est recommandé de développer des fonctions d'endommagement adaptées aux conditions locales du site sur lequel une analyse coût – bénéfice est envisagée (prise en compte des dommages lors des crues passées…). Quand ceci n'est pas possible, les courbes suivantes, développées pour le Conseil Général de l'Hérault, dans le cas spécifique des inondations de la basse vallée de l'Orb sont présentées :

Tableau n°1 : coût brut des dommages au m² en fonction de la hauteur de submersion

h min (cm)	h max (cm)	Coût brut (€/m²)
0	0	100
0	0	112
50	100	136
100	150	160
150	200	184
200	250	208
250	300	232
300	350	256
350	400	280
400	450	304
450	500	328
500	550	352

Le tableau n°1 présente des valeurs brutes qui sont à corriger pour obtenir le **coût net** des dommages, en fonction des paramètres suivants :

- **position des niveaux de plancher des bâtis par rapport à l'altitude moyenne du terrain naturel** (dans l'étude de la basse vallée de l'Orb, les niveaux de plancher ont été pris 0.50 m au-dessus du terrain naturel),
- **occupation effective du premier niveau de l'habitation** (dans l'étude de la basse vallée de l'Orb, 50 % des premiers niveaux sont supposés effectivement habités).

L'étude précitée mis en évidence le poids important de ces deux paramètres dans l'évaluation des dommages.

Coût net (€/m²) = Cb [H – A] x B

avec **H** : hauteur de submersion du bâti, résultat de l'approche hydraulique,

A : surélévation moyenne du plancher des bâtis par rapport à l'altitude moyenne du terrain naturel

Cb : coût brut de la classe de hauteur correspondant à la hauteur de submersion diminuée de la valeur du paramètre A

B : taux d'occupation effective du premier niveau du bâti

Etape 2 : Évaluation des dommages aux activités et aux bâtiments publics

Les fonctions de dommages établissent le coût monétaire des dommages en fonction de la vulnérabilité de l'activité et de sa superficie.

De la même manière que pour l'habitat individuel, il est recommandé d'adapter les fonctions présentées ci-après au contexte local de l'analyse coût – bénéfice.

Tableau n°2 : Dommages aux activités en euros– Surface < 200 m²

Classes hauteur d'eau (cm)	1 – Petites activités (< 200 m²) classes de vulnérabilité				
	1 (1)	**2 (2)**	**3 (4)**	**4 (8)**	**5 (16)**
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

Tableau n°3 : Dommages aux activités en euros– Surface comprise entre 200 et 650 m²

Classes hauteur d'eau (cm)	2 – Moyennes activités (200 – 650 m²) classes de vulnérabilité				
	1 (1)	**2 (2)**	**3 (4)**	**4 (8)**	**5 (16)**
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

Tableau n°4 : Dommages aux activités en euros– Surface supérieure à 650 m²

Classes hauteur d'eau (cm)	4 – Grandes activités (> 650 m²) classe de vulnérabilité – Coût € au m²				
	1 (1)	**2 (2)**	**3 (4)**	**4 (8)**	**5 (16)**
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

Les dommages calculés correspondent aux dommages directs uniquement.

Les dommages totaux (directs et indirects) sont obtenus en multipliant les chiffres indiqués ci-dessus par un facteur correctifs, K = 1.55.

Le cas particulier des campings

Les valeurs du tableau n°4 présentent les dommages structurels aux équipements et les pertes d'exploitation en fonction de la date de crue, pour des mobils-home, des chalets et des tentes.

Tableau n°5 : Dommages totaux aux campings par type d'enjeu et type d'aléa (en €)

Aléa	**0 – 0.5 m**			**0.5 – 1 m**			**1 – 1.5 m**		
Equipement	Mobil Home	Chalet	Tente	Mobil Home	Chalet	Tente	Mobil Home	Chalet	Tente
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	49	98	35	98	392	70	392	392	105
Juin	91	210	35	182	3 080	70	2 842	3 080	105
Septembre	74	147	53	147	294	105	294	294	158

Etape 3 : Évaluation des dommages à l'agriculture

Les valeurs présentées sont valables pour des durées de submersion courtes (inférieures à la semaine) et ont été établies à partir des hypothèses suivantes :

- lorsque l'inondation survient hors des périodes de présence de la culture, les dégâts sont supposés inexistants,
- lorsque l'inondation survient pendant les périodes de récolte il est retenu que 100 % du produit brut potentiel est perdu,
- une relation linéaire a été établie pour les inondations survenant entre les périodes de présence de la culture et les périodes de récolte,
- deux types de cultures ont été retenues : la vigne et la catégorie « autre occupation du sol » dont les dommages unitaires ont été établis à partir des cultures suivantes : blé, maïs, tournesol, arboriculture…,
- le calcul des dommages unitaires agricole est fait en prenant en compte 4 saisons.

Tableau n°6 : Calcul des dommages unitaires agricoles en € par ha

		Autre occupation du sol	
Saison	**Vigne**	**h < 1.50 m**	**h > 1.50 m**
Janvier	0	141	141
Avril	0	592	592
Juin	2 561	767	7 866
Septembre	5 122	88	3 297

Etape 4 : Évaluation des dommages aux infrastructures routières

Les principaux dommages observés en période de crue sur les routes et les ouvrages de franchissement sont liés à leur **dégradation directe** du fait des caractéristiques de l'écoulement.

Après inondation, de nombreuses études ont mise en évidence une **diminution de la durée de vie** de ces infrastructures, ce qui constitue une deuxième source financière de dommages.

Enfin, les inondations peuvent conduire à des **impacts indirects** liés à une augmentation du coût de la circulation automobile.

Une évaluation des dégradations directes au km de voirie inondée est présentée dans le tableau n°7.

Ces valeurs ont été établies à partir des dégâts observés lors de la crue de 1996 sur les 6 communes de la basse vallée de l'Orb.

Tableau n°7 :

Type d'infrastructure	Dommage km de route (€/km)
Route départementale	18 100
Routes communales	9 100

La submersion induit une diminution de la portance de la couche d'assise des chaussées, et peut conduire à **une diminution de sa durée de vie.**

Dans la majorité des cas, la submersion entraîne :

- des irrégularités de la couche de roulement qui entraîne des vibrations et affecte le confort des usagers et augmente les coûts de maintenance de leur véhicule,
- des fissures de la couche de roulement qui ne sont généralement pas remarquées par l'usager, mais qui, en permettant l'infiltration, peuvent déclencher des problèmes structuraux nécessitant une reprise de la couche de roulement,
- des ornières ou des dépressions qui peuvent être provoquées par des tassements de l'assise de la chaussée nécessitant une reprise.

A noter qu'une étude menée par le Département Of National Resources and Environment d'Australie en mai 2000 sur un échantillon 6 routes inondées et portant au total sur 240 km à conduit à proposer de prendre en compte un coût équivalent à 50 % des réparations initiales pour caractériser l'impact de l'inondation sur la durée de vie des infrastructures.

Etape 5 : Évaluation du coût moyen annuel des inondations

- l'évaluation du coût des dommages doit être réalisé pour plusieurs occurrences de crue,
- la fréquence de la crue provoquant les premiers dommages est particulièrement importante à appréhender pour caler la courbe de dommages,
- de la même manière, les effets de seuils (digues, remblaiement du lit majeur…) doivent être identifiés en terme de fréquence de crue et intégrés à l'analyse,
- le coût moyen annuel de crues est ensuite évalué à partir de la formule :

$$CMA(Fm) = \sum_{i=l}^{m} (Fi - 1 + Fi) x \frac{Ci - 1 + Ci}{2}$$

Avec :

Fm : fréquence de la plus forte crue considérée

Fi : fréquence de crue de période de retour donné

Ci : Coût des dommages engendrés par la crue de fréquence Fi

TABLE DES MATIERES **1**

1. INTRODUCTION **1**

1.1. Contexte de l'appel d'offre 1

1.2. La zone d'étude : le delta de l'Orb 3

2. RAPPELS MÉTHODOLOGIQUES SUR L'ANALYSE COÛT–BÉNÉFICE 5

2.1. Précisions sur la démarche employée 5
2.2. Les étapes théoriques d'une analyse coût-bénéfice 5
2.3. Calcul et présentation des dommages évités 8

3. INVENTAIRE DES DONNÉES RECUEILLIES 12

3.1. Données hydrauliques 12
3.1.1. Données existantes 12
3.1.1.1. État actuel 12
3.1.1.2. État avec projet 12
3.1.2. Données établies au cours du projet 14
3.1.2.1. Etat actuel 14
3.1.2.2. Etat futur – scénario dit « Béziers léger » 14
3.2. Données sur l'occupation du sol 15
3.2.1. Données cartographiques 15
3.2.1.1. Données existantes 15
3.2.1.2. Données établies pendant l'étude 15
3.2.2. Données sur la typologie d'enjeu et leur vulnérabilité 15
3.2.2.1. Données existantes 15
3.2.2.2. Données établies pendant l'étude 16
3.3. Données sur les dommages 16
3.3.1.1. Données existantes 16
3.3.1.2. Données établies pendant l'étude 16

4. APPLICATION DE LA MÉTHODE PATRICOVA 17

4.1. Données utilisées 17
4.2. Typologie de l'occupation du sol et vulnérabilité 17
4.2.1. Typologie des enjeux et vulnérabilité dans PATRICOVA 17
4.2.2. Typologie des enjeux et vulnérabilité dans notre cas d'étude 19
4.2.3. Calcul du coefficient correcteur appliqué aux activités commerciales en zone résidentielle 20
4.3. Croisement de l'occupation du sol et de l'aléa hydraulique 20
4.3.1. Calcul des polygones élémentaires 20
4.3.2. Calcul de l'impact des inondations 20
4.4. Résultats : dommages évités et coûts moyens annuels 21
4.4.1. Résultats par commune 21
4.4.2. Résultats par secteur 23
4.4.3. Coût moyen annuel 26
4.5. Conclusions sur la méthode PATRICOVA 26

5. APPLICATION DE LA MÉTHODE BCEOM-CEMAGREF 28

5.1. Données utilisées 28
5.1.1. Données hydrauliques 28
5.1.2. Données sur l'occupation du sol 28
5.1.3. Données sur les dommages 28
5.1.3.1. Littérature 28

5.1.3.2. Entretiens et enquêtes 28
5.2. Occupation du sol et typologie des enjeux 29
5.2.1. Le bâti 29
5.2.2. L'agriculture 30
5.2.3. Les réseaux routiers 31
5.2.4. Les activités économiques 31
5.2.5. Les campings 31
5.3. Courbes de dommages 32
5.3.1. Le bâti 32
5.3.2. L'agriculture 34
5.3.2.1. Enquête des CA et entretiens individuels 34
5.3.2.2. La construction des courbes de dommages 34
5.3.3. Les réseaux routiers 36
5.3.4. Les activités économiques 37
5.3.4.1. L'enquête du SMVO 37
5.3.4.2. La construction des courbes de dommages 37
5.3.5. Les campings 39
5.3.5.1. L'enquête 39
5.3.5.2. Construction des courbes de dommage 40
5.3.6. Les établissements publics 42
5.4. Croisement de l'occupation du sol et de l'aléa hydraulique 43
5.4.1. Calcul des polygones élémentaires 43
5.4.2. Calcul des dommages par type d'enjeu 43
5.5. Résultats : dommages évités et coûts moyens annuels 43
5.5.1. Résultats par secteur 43
5.5.2. Résultats par commune et par secteur 45
5.5.3. Coût moyen annuel 45
5.6. Calcul de la valeur actuelle nette et application du critère de décision de l'ACB48
5.7. Analyse de sensibilité de différents paramètres. 49
5.7.1. Analyse de la VAN 49
5.7.2. Analyse introductrice 49
5.7.2.1. Importance de la durée de vie du projet 51
5.7.2.2. La VAN en fonction de la durée de vie du projet et des saisons 52
5.7.2.3. La VAN en fonction du taux d'entretien des ouvrages 52
5.7.3. Analyse de certains paramètre du calcul des DEMA 53
5.7.3.1. Analyse de la saison des crues 54
5.7.3.2. Analyse de la période de retour de la crue débordante 57
5.7.3.3. DEMA et nombre de crues pour le calcul 57
6. CONCLUSION ET PISTES D'AMELIORATION 59
7. RÉFÉRENCES 61