



EPTB AUDE
SMMAR
DES RIVIÈRES & DES HOMMES

PAPI

PROGRAMME D' ACTIONS DE PREVENTION DES INONDATIONS

PAPI 3 du Bassin de l'Aude et de la Berre 2023-2028

Avril 2022

Pièce 6-a : Note de synthèse des ACB et AMC des actions structurantes du PAPI

SOMMAIRE

1	PREAMBULE	4
1.1.	AVANT-PROPOS	5
1.2.	MODALITES DE REALISATION	6
2	ACB ET AMC DES ACTIONS STRUCTURELLES	8
2.1.	ACTION 6.1 : AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES SUR LE REC DE VEYRET	9
2.1.1.	Projet et méthodologie	9
2.1.2.	Estimation des dommages	12
2.1.3.	Résultats de l'analyse : protection de Montredon-Corbières et Narbonne	15
2.2.	ACTION 6.7 : AMENAGEMENT HYDRAULIQUE SUR LE RUISSEAU DU SERAUT	16
2.2.1.	Projet et méthodologie	16
2.2.2.	Estimation des dommages	19
2.2.3.	Résultats de l'analyse : protection de Villalier (Cabagnol)	19
2.3.	ACTION 6.8 : AMENAGEMENT HYDRAULIQUE - LUC SUR ORBIEU	20
2.3.1.	Projet et méthodologie	20
2.3.2.	Estimation des dommages	22
2.3.3.	Résultats de l'analyse : protection de Luc sur Orbieu	23
2.4.	ACTION 6.9 : GESTION DES ECOULEMENTS AU DROIT D'ENJEUX HABITES - SAINT-HILAIRE	24
2.4.1.	Projet et méthodologie	24
2.4.2.	Résultats de l'analyse : protection de Saint- Hilaire	26

2.5. ACTION 6.10 : GESTION DES ECOULEMENTS AU DROIT D'ENJEUX HABITES - CASTELNAUDARY	27
2.5.1. Projet et méthodologie	27
2.5.2. Estimation des dommages	29
2.5.3. Résultats de l'analyse : protection de Castelnaudary (Touzet)	30
2.6. ACTION 6.11 : GESTION DES ECOULEMENTS AU DROIT D'ENJEUX HABITES - VILLEGAILHENC	31
2.6.1. Projet et méthodologie	31
2.6.2. Estimation des dommages	34
2.6.3. Résultats de l'analyse : protection de Villegailhenc	35
2.7. ACTION 6.12 : GESTION DES ECOULEMENTS AU DROIT D'ENJEUX HABITES - TREBES	37
2.7.1. Projet et méthodologie	37
2.7.2. Estimation des dommages	39
2.7.3. Résultats de l'analyse : protection de Trèbes	40
2.8. ACTION 6.14 : MISE EN SERVICE DU CHENAL DE COURSAN	41
2.8.1. Projet et méthodologie	41
2.8.2. Résultats de l'analyse : protection de Coursan	42
2.9. ACTION 7.2 : REALISATION D'UN SYSTEME D'ENDIGUEMENT - CARCASSONNE LA PRADE	43
2.9.1. Projet et méthodologie	43
2.9.2. Estimation des dommages	45
2.9.3. Résultats de l'analyse : protection de Carcassonne (La Prade)	46



SMMAR

1 PREAMBULE

1.1. AVANT-PROPOS

La pertinence socio-économique des travaux d'aménagement et de confortement des ouvrages de protection hydraulique (aménagements hydrauliques et systèmes d'endiguements) et de gestion des écoulements, doit être démontrée pour les opérations des travaux structurants des axes 6 et 7 du PAPI 3.

Le cahier des charges national PAPI 3 impose la réalisation d'une Analyse Coût-Bénéfices (ACB) pour les opérations comprises entre 2 et 5 millions d'euros, et une Analyse Multi-Critères (AMC) au-delà de 5 millions d'euros. Pour les opérations d'un montant inférieur à 2 millions d'euros, une justification simple est attendue.

Le présent rapport expose une synthèse des AMC, ACB, et autres justifications économiques, réalisées sur les principales opérations structurantes des axes 6 et 7 du PAPI3 du bassin de l'Aude et de la Berre.

Les opérations structurantes des axes 6 et 7 du PAPI 3 présentées dans le présent document sont les suivantes:

Fiche action	Opérations structurantes des axes 6 et 7	Montant d'investissement
6.01	aménagements hydrauliques pour la protection de Montredon-Corbières et Narbonne contre les crues du rec de Veyret	Inv. > 5 M €
6.07	aménagement hydraulique pour la protection de Villalier contre les crues du Séraut	Inv. < 2 M €
6.08	aménagement hydraulique pour la protection de Luc sur Orbieu contre les crues du Tourrenc	2 M > Inv. > 5 M €
6.09	travaux de gestion des écoulements pour la protection de Saint-Hilaire contre les crues du Lauquet	Inv. < 2 M €
6.10	travaux de gestion des écoulements pour la protection de Castelnaudary "En Touzet" contre les crues du Tréboul	2 M > Inv. > 5 M €
6.11	travaux de gestion des écoulements pour la protection de Villegailhenc contre les crues du Trapel	2 M > Inv. > 5 M €
6.12	travaux de gestion des écoulements pour la protection de Trèbes contre les crues de l'Aude	Inv. < 2 M €
6.14	travaux de gestion des écoulements de mise en service du chenal de Coursan	Inv. < 2 M €
7.02	travaux de réalisation d'un système d'endiguement pour la protection de Carcassonne "La Prade" contre les crues de l'Aude	2 M > Inv. > 5 M €

1.2. MODALITES DE REALISATION

Les analyses coûts-bénéfices présentées ci-après ont été conduites suivant la méthodologie du guide national « Analyse multicritère des projets de prévention des inondations » du Ministère de la transition écologique et solidaire. La démarche classique pour ce type d'études comprend les grandes étapes suivantes :

- La délimitation précise du **périmètre d'étude** (correspond à la zone d'influence du projet d'aménagement),
- La définition des **situations de référence et de projet**,
- La caractérisation des **aléas inondation** pour différentes occurrences de crue,
- L'étude et l'analyse des différentes typologies d'**enjeux** présentes,
- L'évaluation de la **vulnérabilité du territoire** via l'estimation des dommages pour les différentes catégories d'enjeux impactées,
- L'analyse du projet qui correspond à la comparaison des coûts et des bénéfices des aménagements projetés via le calcul de plusieurs **indicateurs synthétiques** représentatifs.

A noter que bien que l'ensemble des études respectent cette méthodologie générale, ce type d'analyse se trouve indéniablement entaché d'un certain nombre d'**incertitudes**, liées notamment à l'absence d'exhaustivité de la connaissance des enjeux et de leurs caractéristiques (typologie, côte plancher...) ainsi qu'aux incertitudes des modèles hydrauliques (résultats théoriques parfois différents de la réalité des inondations). Des tests de sensibilité permettent d'évaluer la fiabilité des conclusions.

D'une manière générale, pour les analyses Coûts-bénéfices exposées dans le présent document, on peut noter que :

- Les crues considérées comprennent à minima une crue de premiers dommages, une crue de référence (crue de dimensionnement des aménagements) et une crue exceptionnelle ;
- Les enjeux ont été recensés en exploitant les bases de données disponibles auprès des services de l'état (BD TOPO, base SIRENE, données Majic) qui sont le plus souvent complétées de visites terrain en vue de fiabiliser le recensement ;
- Les indicateurs sont calculés à un horizon 50 ans et avec taux d'actualisation de 2.5%.
- Les montants retenus pour les frais d'entretien (coûts de maintenance) sont cohérents d'une ACB à l'autre. Ils ont été évalués selon la nature et la complexité des aménagements, rapportés, selon les cas de figures, au montant prévisionnel de l'opération ou des travaux. Les taux retenus sont les suivants : 1% pour les aménagements hydrauliques (Montredon/Narbonne ; Luc sur Orbieu) ; 1% pour les systèmes d'endiguements (Carcassonne) ; 0.5% pour des opérations de décaissements (Castelnaudary ; Villegailhenc).

GLOSSAIRE DES INDICATEURS CALCULÉS DANS LE CADRE D'UNE ANALYSE ACB / AMC

- **Indicateurs d'efficacité** : synthétisent l'information sur les principaux enjeux (population, emplois, biens) protégés par le projet
 - **DEMA** : dommages évités moyens annuels par le projet par rapport à la situation de référence
 - **NEMA habitants** : nombre évités moyens annuels d'habitants en zone inondable
 - **NEMA entreprises** : nombres évités moyens annuels d'entreprises en zone inondable
- **Indicateurs d'efficience** : synthétisent l'information en comparant les coûts aux bénéfices monétarisés
 - **VAN (Valeur Actualisée Nette) à 50 ans** : somme sur 50 ans des flux annuels actualisés entre les bénéfices (DEMA) et les coûts du projet (investissement initial et coûts annuels de maintenance et d'entretien)
 - **Ratio B/C à 50 ans** : rapport entre la somme des bénéfices actualisés et la somme des coûts actualisés sur 50 ans. A titre d'exemple, un ratio B/C de 2 signifie que, pour l'opération analysée, 1 € investi permet d'économiser 2 € de dommages.

Un projet est jugé économiquement pertinent si la VAN à 50 ans est positive ou le ratio B/C supérieur à 1. A noter qu'il ne s'agit que d'indicateurs financiers



SUMMAR

2 ACB ET AMC DES ACTIONS STRUCTURELLES

2.1. ACTION 6.1 : AMENAGEMENTS

HYDRAULIQUES SUR LE REC DE VEYRET

Opération d'un montant d'Investissement > 5 M €

 AMC

2.1.1. Projet et méthodologie

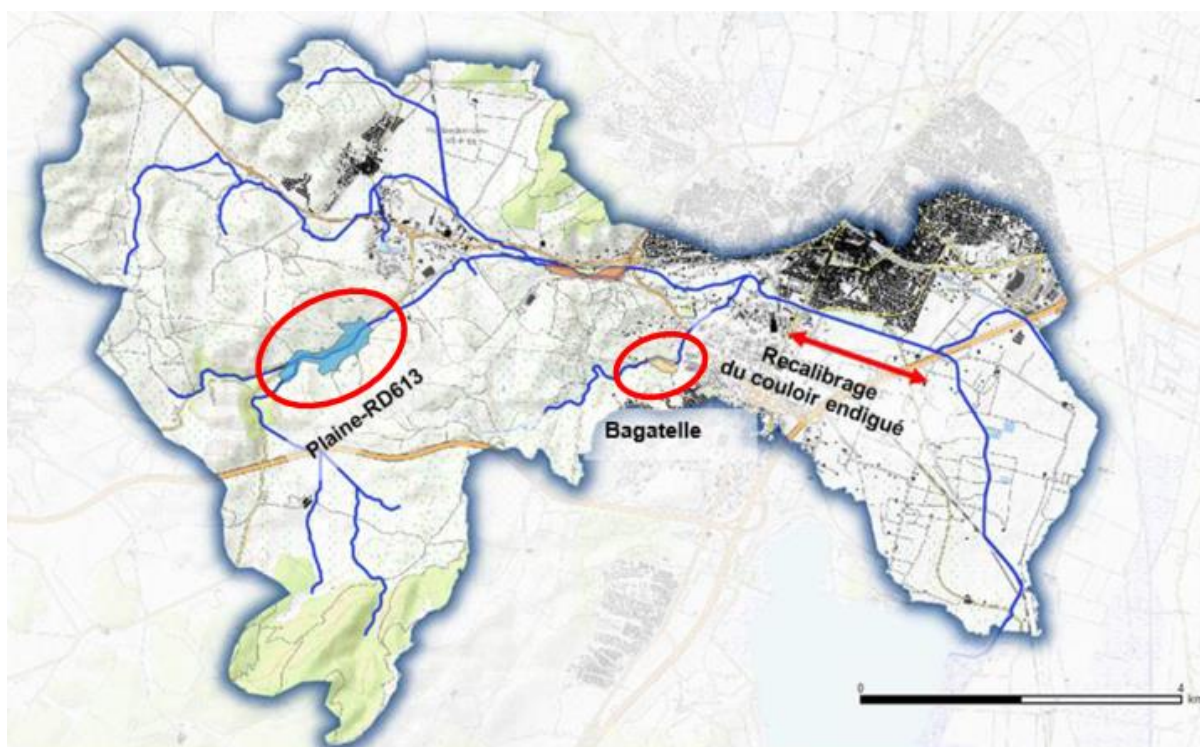
Description synthétique du projet

Le projet d'aménagement du bassin versant Rec de Veyret vise à protéger les enjeux habités et économiques des communes de Montredon-Corbières et de Narbonne contre des crues jusqu'à occurrence 100ale. Ce projet se compose de plusieurs aménagements :

- **Création du barrage écrêteur de la Plaine avec une déviation de la RD 613 sur 2 km :**
 - Barrage de classe B : Hauteur = 17.30 m ; Volume stocké avant surverse = 991 000 m³ ; Volume de matériaux nécessaire pour créer le barrage = 90 000 m³ ; Composition : matériaux limoneux et sablo-graveleux
 - Déviation de la RD613 : Volume de matériaux nécessaire = 100 000 m³ dont 80 % de matériaux rocheux
 - Zones d'emprunts potentielles délimitées dans la retenue du barrage sur environ 10 ha (principes de terrassements de ces zones : décapage sur 20 cm, terrassement des déblais meubles et rocheux, concassage, criblage et tri des matériaux, gestion de la teneur en eau puis transport vers lieu d'utilisation).

- **Création du barrage écrêteur de Bagatelle avec déviation de deux voies communales ;**
 - Barrage de classe C ; Hauteur = 12.5 m ; Volume stocké avant surverse = 180 000 m³ ; Volume de matériaux nécessaire pour créer le barrage = 28 000 m³ ; Composition : matériaux limoneux et sablo-graveleux
 - Dévoisement des voies communales
 - Zone d'emprunt potentielle délimitée dans la retenue du barrage sur environ 2.8 ha (principes de terrassements de cette zone : décapage sur 20 cm, terrassement des déblais meubles et rocheux, concassage, criblage et tri des matériaux, gestion de la teneur en eau puis transport vers lieu d'utilisation).

- **Recalibrage du lit mineur du couloir endigué sur 1,6 km de long (doublement de la largeur en base du lit) et reprise des ouvrages traversants (deux ponts, une passerelle, ...) + création d'un déversoir d'orage en rive droite (largeur 200 m).**



Localisation des
aménagements sur le
bassin versant étendu du
Rec de Veyret

Contenu de l'action inscrite au PAPI3 et parti d'aménagement retenu dans l'AMC

Dans le cadre du PAPI3 de l'Aude et de la Berre, il est programmé la réalisation d'une première tranche de travaux correspondant à l'aménagement des deux ouvrages écrêteurs de crues amont (barrage de la plaine et barrage de bagatelle – 22,35 M € HT).

La réalisation de la seconde tranche des travaux (recalibrage du couloir endigué à l'aval - - 7,65 M € HT) étant prévue dans un second temps, dans le cadre d'un futur PAPI4.

Cependant, comme détaillé dans le paragraphe précédent, c'est le parti d'aménagement dans sa globalité qui permettra la protection des enjeux de Montredon-Corbières et Narbonne pour l'objectif fixé d'une protection centennale.

Aussi, l'Analyse Multi-Critères porte sur le projet global dans son ensemble.

Les coûts d'Investissement de l'opération retenus dans l'AMC sont les suivants :

- ✓ Travaux 24,5 M €
- ✓ Maîtrise d'œuvre et foncier : 2,5 M €
- ✓ Investigations complémentaires et autres prestations : 3 M€

TOTAL : 30 M €

Méthodologie de l'AMC

- **Modélisation 2D (HEC-RAS2D) de l'ensemble du bassin versant en état actuel et projet avec cinq crues considérées (2, 5, 10, 30 et 100 ans) basées sur des pluies de projet (pluies type Kiefer) de durées 24 h.**

- **Enjeux en zone inondable considérés :**
 - **Habitats :** exploitation de la base de données SIG Bâtiment du cadastre 2017 – Investigations terrain pour qualifier le type de bâti (appartement ou maison) - Prise en compte d'une surélévation forfaitaire de 15 cm du 1^{er} niveau habitable (2700 logements en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)

 - **Population :** application d'un ratio moyen de 3.05 habitants / logement (8200 habitants en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)

 - **Entreprises :** exploitation de la BD SIRENE + bases de données de la CCI (530 entreprises situées en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)

 - **Etablissements publics :** exploitation des bases de données des acteurs locaux et départementaux (CD11 / Grand Narbonne) – 6 établissements publics

 - **Agriculture :** analyse du type de culture sur la base des photos aériennes

 - **Patrimoine :** aucun enjeu dans la zone inondable

- **Calculs de l'endommagement :**
 - **Habitats :** courbes de dommages surfaciques du guide national AMC (avec actualisation des coûts en euros 2018) / Durée d'inondation < 24 h

 - **Entreprises :** courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts en euros 2018) / Durée d'inondation < 24 h / approche par établissement

 - **Etablissements publics :** courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts en euros 2018)

 - **Agriculture :** méthodologie du Plan Rhône (moyenne des fonctions de dommage des mois de septembre et novembre)

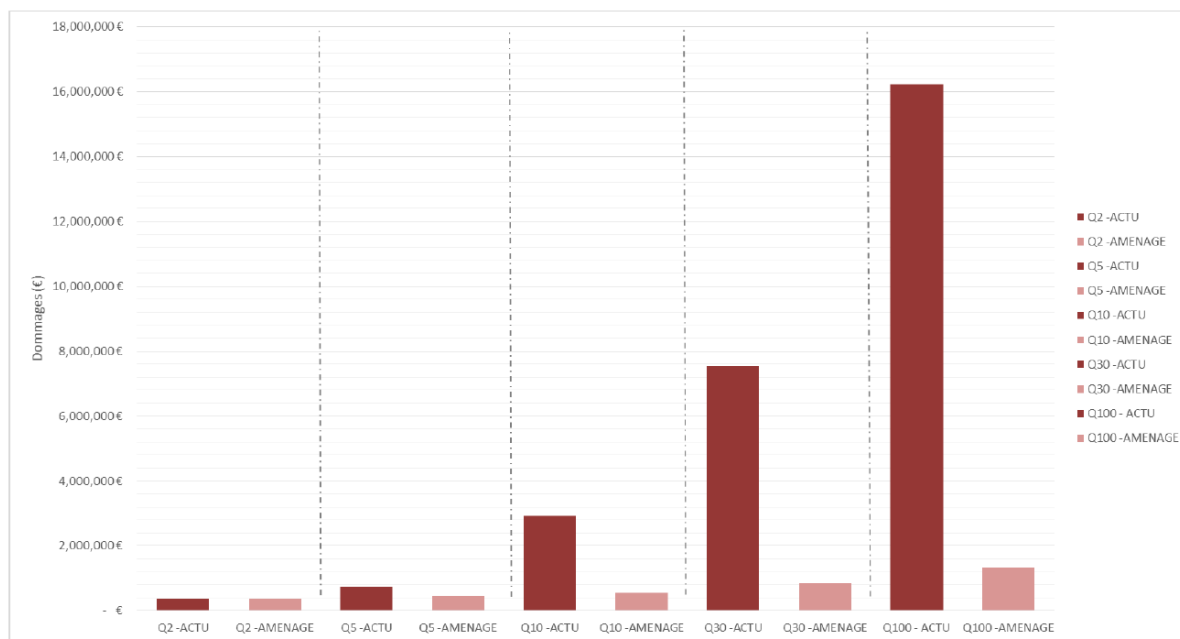
- **Coûts du projet**
 - **Investissement :** 30 M€ HT (dont 24.5 M€ HT de travaux incluant 5 % d'aléas)

 - **Coûts de maintenance :** 1 % du coût global de l'opération

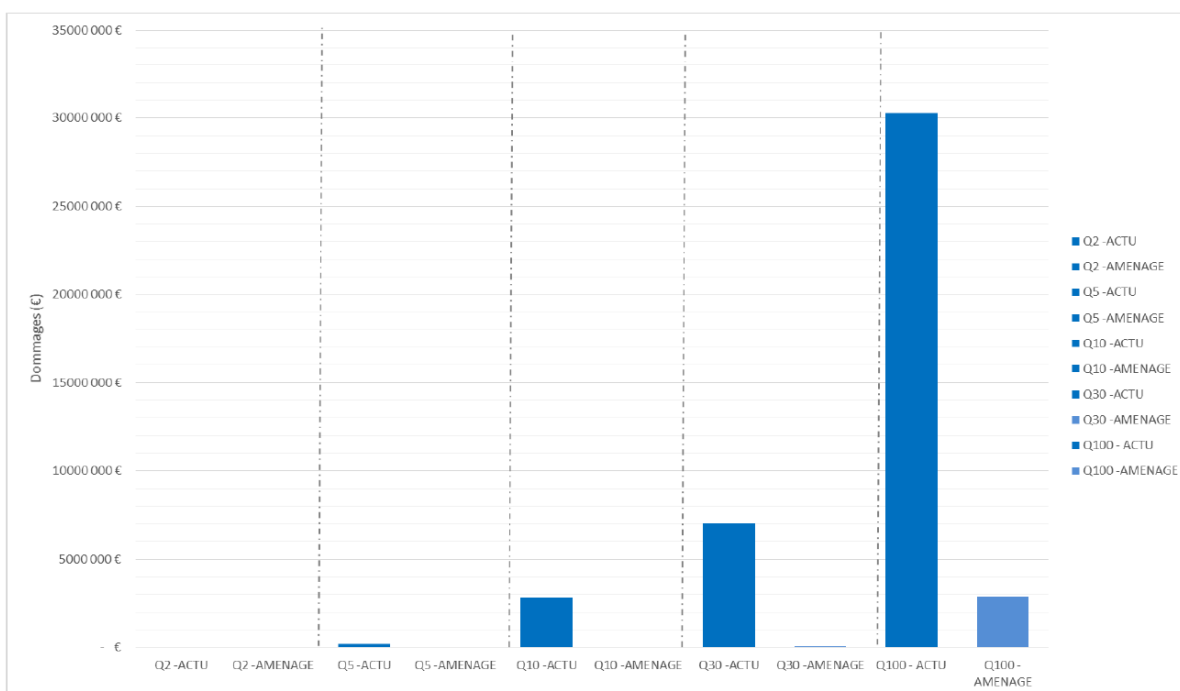
 - **Taux d'actualisation :** méthodologie du guide AMC

2.1.2. Estimation des dommages

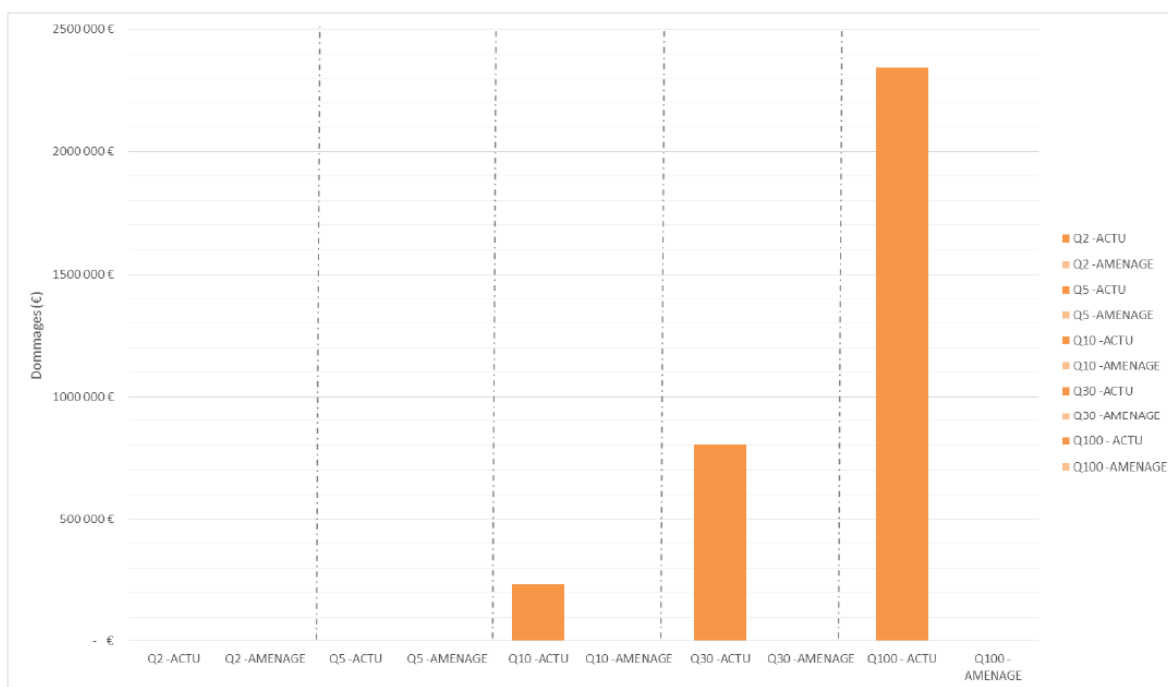
Dommages aux habitations pour les différentes occurrences en état actuel/aménagé :



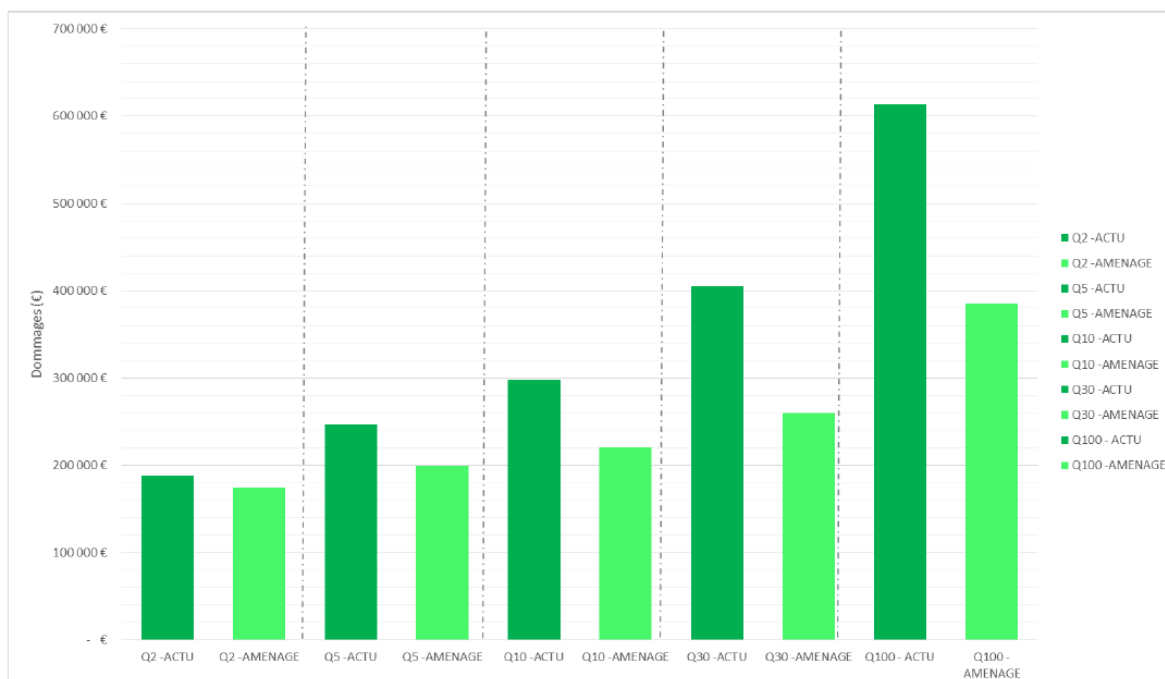
Dommages aux entreprises pour les différentes occurrences en état actuel/aménagé :



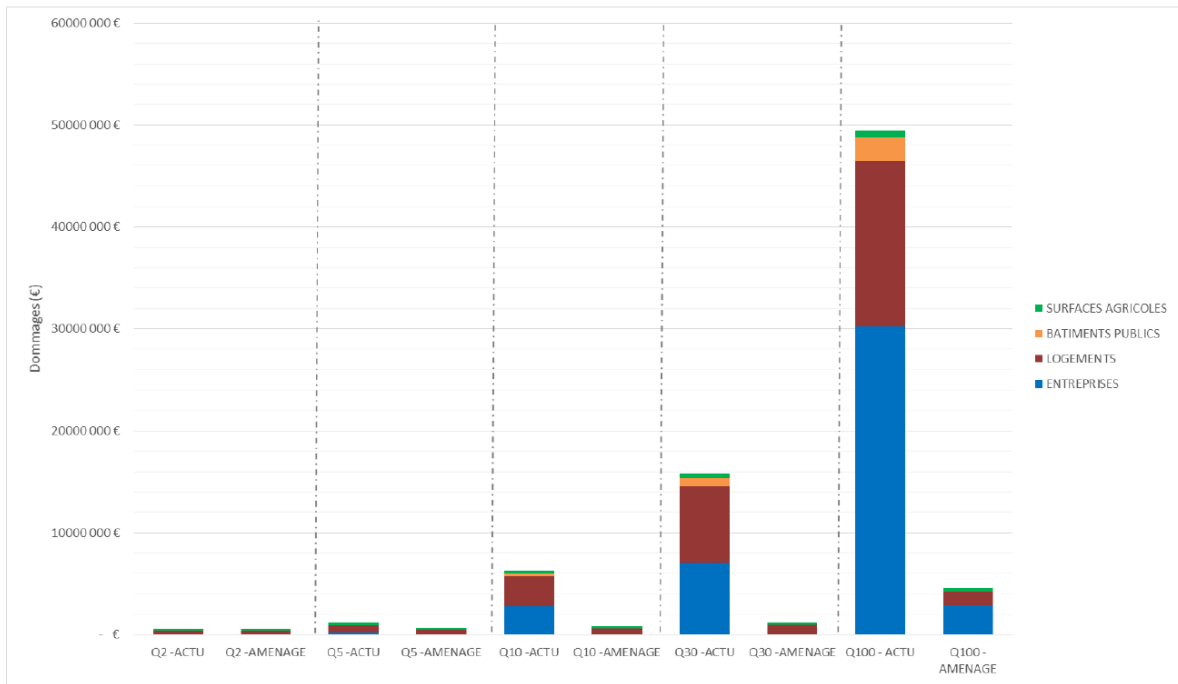
Dommmages aux bâtiments publics pour les différentes occurrences en état actuel/aménagé :



Dommmages aux parcelles agricoles pour les différentes occurrences en état actuel/aménagé :



Dommmages aux quatre types de domaines impactés pour les différentes occurrences en état actuel/aménagé :



Dommmages pour les crues étudiées selon les typologies d'enjeux

Pour une crue de type 100 ans, les dommmages évités s'élèvent à environ 45 M€.

Pour des événements de période de retour de 10 à 100 ans, le taux de réduction des dommmages est de l'ordre de 90 %.

Les DEMA s'élèvent à 2.32 M€ HT/an.

2.1.3. Résultats de l'analyse : protection de Montredon-Corbières et Narbonne

Les principaux indicateurs de l'analyse multicritère de ce projet sont synthétisés ci-après :

VAN à 50 ans	16.78 M€
Ratio B/C à 50 ans	1,4
Nombre d'années à partir duquel VAN>0	27 ans
NEMA habitants	787 habitants / an
NEMA entreprises	44 entreprises / an

Ce projet apparaît d'un point de vue socio-économique très favorable, avec un retour sur investissement à partir de 27 ans, un ratio euro économisé /euro investi de 1,4 à échéance 50 ans, et une mise hors d'eau significative d'habitants et d'entreprises sur ce territoire jusqu'à des occurrences de crues 100^{ale}.

Les tests de sensibilité réalisés montrent que la VAN varie fortement en fonction des paramètres testés, **mais qu'elle reste néanmoins positive dans tous les cas de figure**, hormis pour le cas extrêmement défavorable où le montant des dommages évités serait divisé par deux.

2.2. ACTION 6.7 : AMENAGEMENT HYDRAULIQUE SUR LE RUISSEAU DU SERAUT

Opération d'un montant d'Investissement < 2 M €

2.2.1. Projet et méthodologie

Description synthétique du projet

L'objectif des aménagements hydrauliques projetés est d'assurer la protection des enjeux habités du lotissement du Cabagnol, en rive droite et aval immédiat du franchissement de la RD620, et les enjeux agricoles de la CUMA (Coopérative Utilisation Matériel Agricole) de Villalier en rive gauche et aval immédiat du franchissement de la RD620, vis-à-vis d'une crue 100 ans du ruisseau du Séraut.

Le projet vise à l'aménagement d'un ouvrage écrêteur (aménagement hydraulique) dans la plaine en amont, constitué de 2 digues implantées sur chacun des bras du ruisseau du Séraut, qui se raccordent au centre sur une butte topographique.

Plus spécifiquement, l'aménagement hydraulique écrêteur de crues est de deux digues :

● L'aménagement d'une digue sans surverse en travers du bief Est (rive gauche):

- Longueur : 200 m
- Largeur : 16 m
- Hauteur : 2,5 m

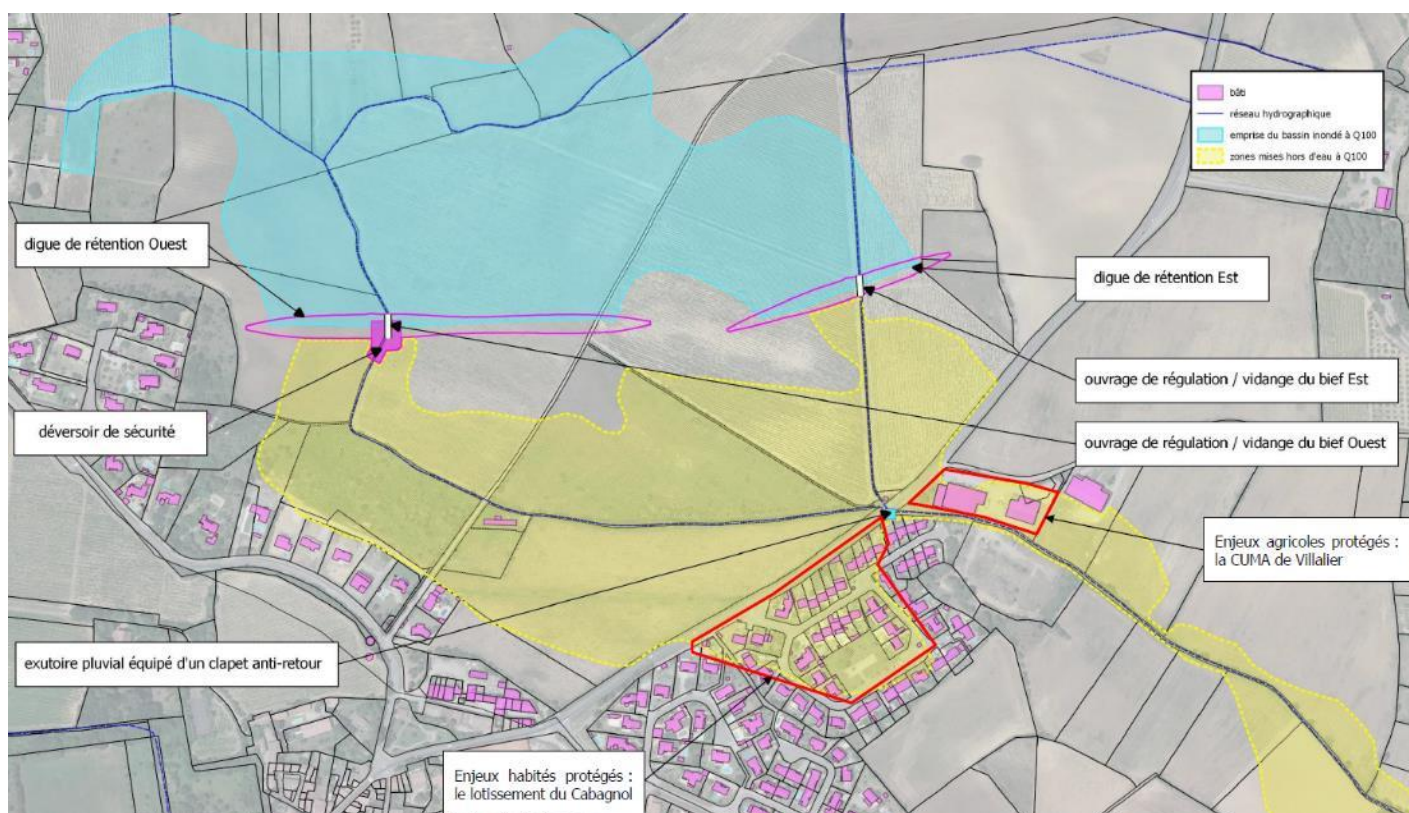
● L'aménagement d'une digue avec surverse en travers du bief Ouest (rive droite) :

- Longueur : 350 m
- Largeur : 12 m
- Hauteur : 2,0 m

Compte tenu de la nature du projet (création d'un aménagement hydraulique), une analyse coût-bénéfices simplifiée a été réalisée afin d'orienter le maître d'ouvrage et le comité de pilotage de l'opération à choisir un parti d'aménagement qui soit économiquement viable à une échelle temporelle de 50 ans.

L'ouvrage présentera les caractéristiques suivantes :

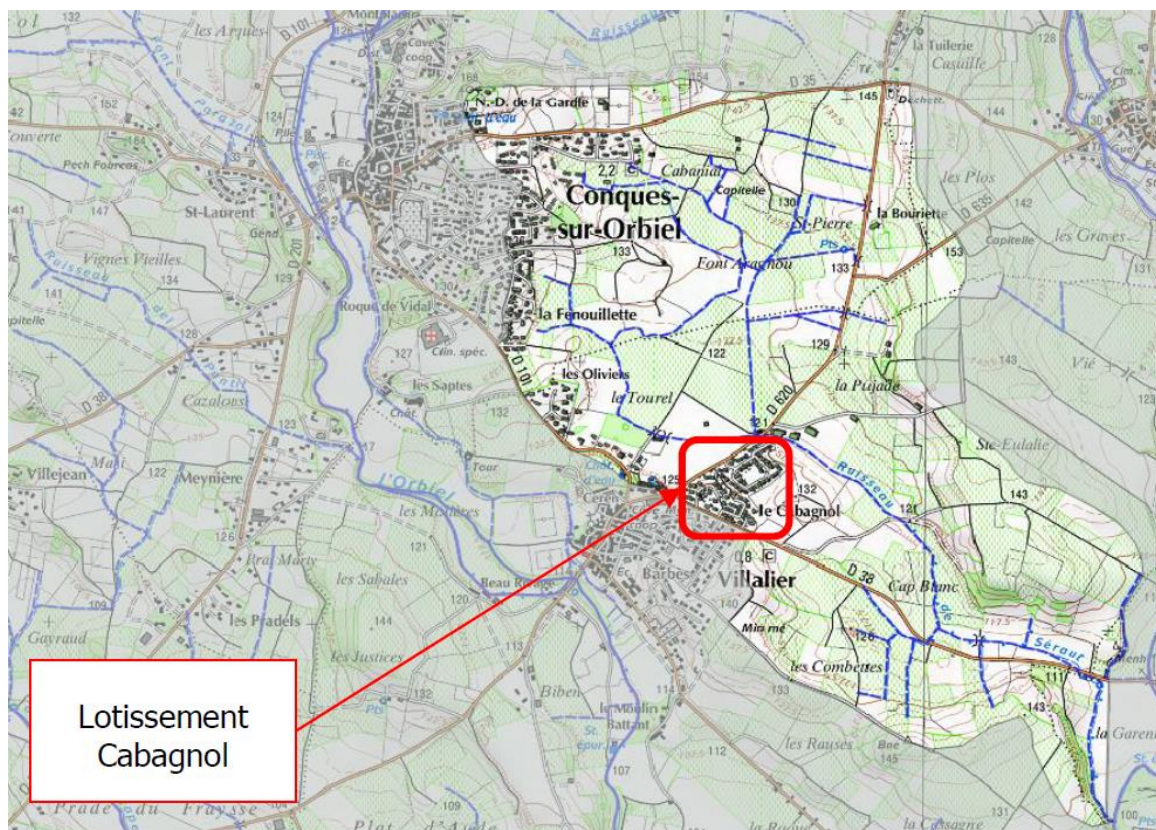
- Hauteur maximale entre le terrain naturel et la crête de l'ouvrage : 4 m
- Volume stocké avant surverse : 160 000 m³
- Volume de matériaux nécessaire pour créer l'ouvrage : 22 270 m³
- Zone d'emprunt potentielle délimitée dans la zone sur-inondée de l'ouvrage (matériaux de type limons argileux)
- Principe de terrassement : décapage sur 70 cm, dépôt par passe des couches successives compactées et de géotextiles filtrants jusqu' à la côte de crête de digue, remise en œuvre de la terre végétale en fine couche puis ensemencement de toute la surface
- En aval du Séraut, un pertuis sera également aménagé, dans l'ouvrage de traversée de l'exutoire pluvial existant, équipé d'un clapet anti-retour



Localisation des aménagements au droit du lotissement Cabagnol

Méthodologie de l'ACB simplifiée

- Modélisation 2D des deux ruisseaux en état actuel et projet avec 7 crues considérées (5 : crue de premiers dommages, 10, 20, 30, 50, 100 et 1000 ans)
- Périmètre : totalité du bassin versant du Séraut



Périmètre d'étude de l'analyse cout-bénéfice

- Enjeux en zone inondable considérés :
 - Habitat** : Investigations terrain pour qualifier le type de bâti
 - Entreprises** : Bâtiments de la CUMA
 - Agriculture** : analyse du type de culture sur le terrain (principalement du vignoble)

Pour une crue 100 ans, une trentaine d'habitations sont affectées par les débordements de ce cours d'eau.

Enjeux / hauteurs d'eau	< 25 cm	< 50 cm	> 50 cm
Q100 Séraut			
habitations lotissement Cabagnol	3	11	17
bâtiments CUMA rive gauche	2	1	-

Enjeux concernés par les débordements du Séraut

Calculs de l'endommagement : courbes d'endommagement du guide national AMC

Coûts du projet

- Investissement : 950 k€ HT (dont 610 k€ HT de travaux)**
- Coûts de maintenance : 1 % du coût travaux (6 100 € /an)**
- Taux d'actualisation : méthodologie du guide AMC**

2.2.2. Estimation des dommages

Les dommages estimés en situation actuelle et aménagée sont présentés dans le tableau suivant. **L'opération projetée permet d'éviter tout débordement du ruisseau en aval du projet et ce jusqu'à une crue 100 ans.**

SYNTHESE DE L'ACB		BASSIN D'ECRETEMENT DES CRUES DE VILLALIER																		
Activités	Q ₂₀				Q ₅₀				Q ₁₀₀				Q ₁₀₀₀							
	Etat initial	%	Etat projet	%	Etat initial	%	Etat projet	%	Etat initial	%	Etat projet	%	Etat initial	%	Etat projet	%				
Logement	96 200,00 €	78%	- €	-	247 400,00 €	67%	- €	-	299 100,00 €	69%	- €	-	448 500,00 €	76%	- €	-	531 800,00 €	77%	- €	-
Activités économiques	- €	0%	- €	-	90 741,88 €	24%	- €	-	90 869,90 €	21%	- €	-	98 905,20 €	17%	- €	-	108 750,69 €	16%	- €	-
Agriculture	26 419,97 €	22%	- €	-	33 532,36 €	9%	- €	-	40 644,75 €	9%	- €	-	45 893,74 €	8%	- €	-	51 142,73 €	7%	- €	-
Total	122 619,97 €	100%	- €	-	371 674,24 €	100%	- €	-	430 614,65 €	100%	- €	-	593 298,94 €	100%	- €	-	691 693,42 €	100%	- €	-

Dommages pour les crues étudiées selon les typologies d'enjeux

2.2.3. Résultats de l'analyse : protection de Villalier (Cabagnol)

Les principaux indicateurs de l'analyse économique de ce projet sont synthétisés ci-après :

VAN à 50 ans	71.5 k€
Ratio B/C à 50 ans	1.06
Nombre d'années à partir duquel VAN>0	45 ans

Ce projet apparaît d'un point de vue économique pertinent, avec un retour sur investissement à partir de 45 ans.

2.3. ACTION 6.8 : AMENAGEMENT HYDRAULIQUE - LUC SUR ORBIEU

Opération d'un montant d'investissement compris entre 2 M € et 5 M €

 **ACB**






2.3.1. Projet et méthodologie

Description synthétique du projet

Le projet d'aménagement vise à protéger la commune de Luc sur Orbieu des crues du Tourrenc et du Binasso jusqu'à une période de retour centennale au moyen d'un bassin écrêteur édifié en amont de l'autoroute A61.

Ces deux cours d'eau, affluents rive droite de l'Orbieu, traversent la commune et s'avèrent particulièrement dommageables vis-à-vis des enjeux bâtis du village en cas de fortes crues.

L'aménagement retenu consiste en :

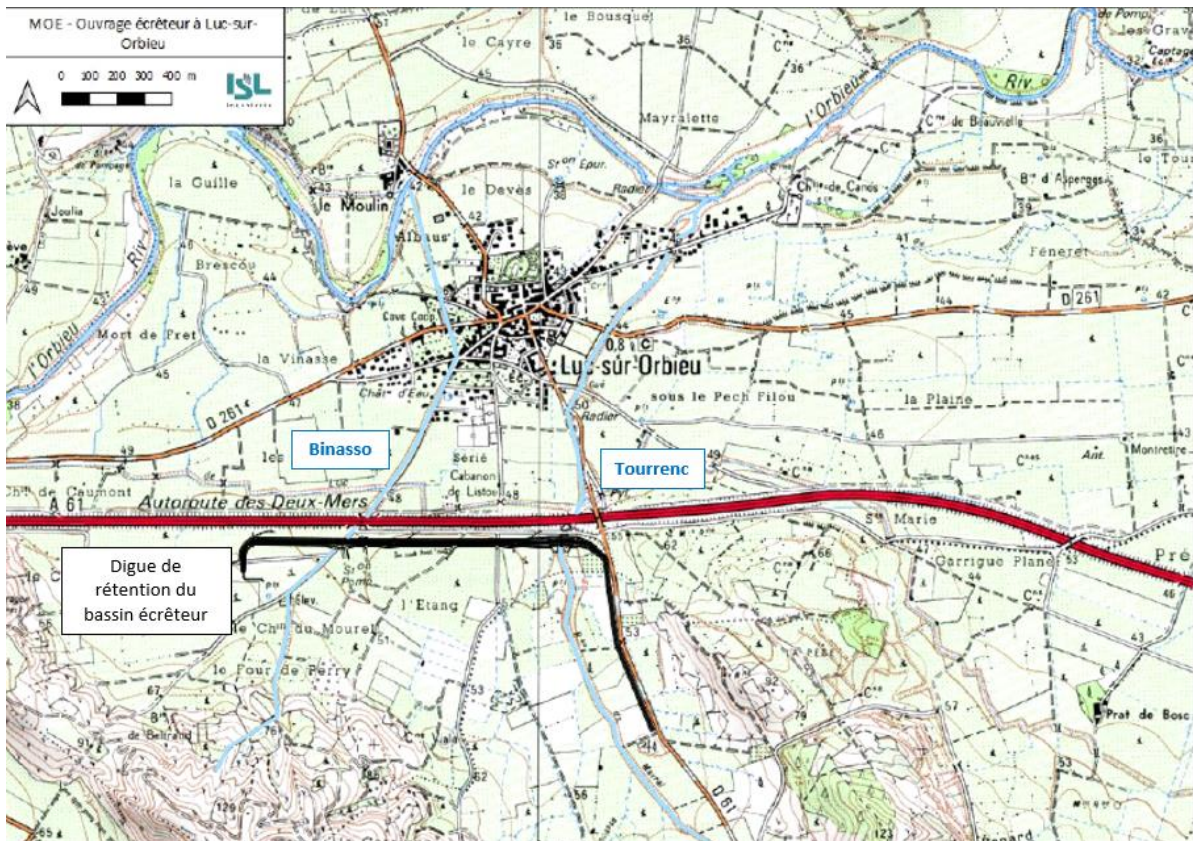
-  **La création d'un barrage écrêteur des ruisseaux de Tourrenc et de Binasso sur 2,1 km en amont de l'autoroute A61 :**
 -  Barrage de classe C
 -  Hauteur moyenne : 2.3 m le long de l'A61 et 1.6 m le long de la RD61
 -  Volume stocké avant surverse : 680 000 m³
 -  Niveau de protection : 100 ans

L'évacuation est assurée par deux pertuis de fond (et deux déversoirs à seuil libre en cas de crues exceptionnelles), situés respectivement sur le Tourrenc et le Binasso et dimensionnés pour évacuer, pour la crue centennale, des débits n'engendrant pas de dommages en aval.

A noter que trois scénarios d'aménagement ont été étudiés en vue de proposer plusieurs aménagements adaptés aux enjeux et aux contraintes du site pour protéger le bâti existant. Deux scénarios visant un objectif de protection 30 ans et un scénario dimensionné sur une occurrence 100 ans ont ainsi été étudiés.

L'analyse de la pertinence des projets, en termes de vulnérabilité du territoire, par rapport à la situation actuelle couplée à la comparaison économique des trois solutions a mis en évidence que le scénario assurant une protection 100 ans était le plus pertinent.

En situation aménagée et sous l'effet d'une crue 100 ans, le scénario d'aménagement retenu permet d'assurer la protection de l'ensemble des enjeux affectés par ce type de crue en situation actuelle.



Localisation de l'aménagement sur la commune de Luc sur Orbieu

Méthodologie de l'AMC

Crues considérées :

- **Crues 10, 30 et 100 ans** qui ont fait l'objet d'une simulation hydraulique
- **Crue 6 ans**, dite de 1ers dommages, correspondant aux 1ers dommages liés au débordement du Binasso dans la traversée du village
- **Crue exceptionnelle d'occurrence 500 ans** pour laquelle les dommages évités par le programme de travaux sont nuls.

Enjeux en zone inondable considérés :

- **Habitats** : exploitation de la base de données de l'INSEE – Prise en compte d'une surélévation forfaitaire de 15 cm (1 marche) pour les logements situés dans les lotissements (316 habitations en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)
- **Population** : application d'un ratio moyen de 2.4 habitants / logement (758 habitants en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)
- **Entreprises** : exploitation de la base de données des enjeux fournie par le SMMAR + visites terrain pour compléter et affiner le recensement des entreprises (7 entreprises en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)

- **Etablissements recevant du public** : 3 établissements recevant du public sur la commune (2 établissements en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)
- **Activités agricoles** : exploitation des données issues du RPG + analyse du type de culture sur la base des photos aériennes (174 h de parcelles agricoles en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)

- **Calculs de l'endommagement** :
 - **Habitats** : courbes de dommages surfaciques du guide national AMC (avec actualisation des coûts en euros 2018) / Durée d'inondation < 24 h
 - **Entreprises** : courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts en euros 2018) / Durée d'inondation < 48 h / approche par établissement
 - **Etablissements publics** : courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts en euros 2018)
 - **Agriculture** : courbes de dommages du guide national AMC (pertes directes aux cultures)

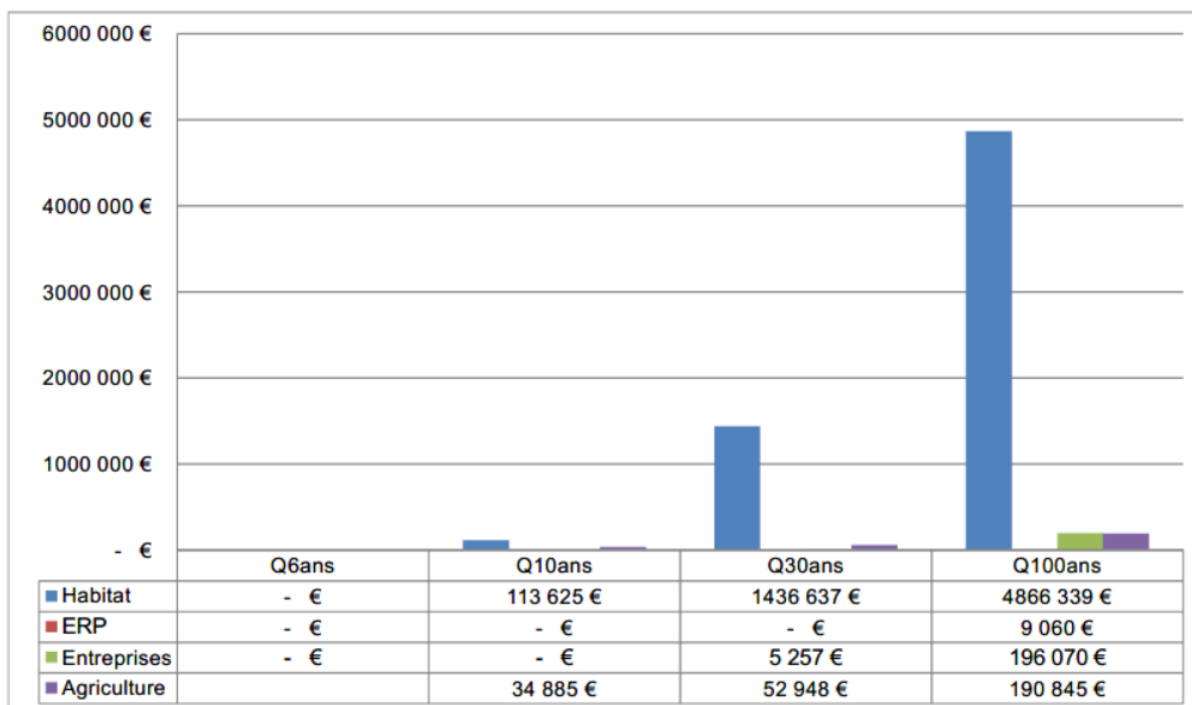
- **Coûts du projet**
 - **Investissement** : 3.44 M€ HT (dont 2.5 M€ HT de travaux)
 - **Coûts de maintenance** : 1 % du montant total investi (d'après les retours d'expérience de Maîtres d'Ouvrage (référence SMMAR) sur des ouvrages similaires) – Coûts de réparation négligés, ouvrage dimensionné jusqu'à la crue 10 000 ans (évacuateur).
 - **Taux d'actualisation** : 2.5% jusqu'en 2070, conformément au guide national AMC

2.3.2. Estimation des dommages

Les dommages estimés en situation actuelle sont synthétisés sur le graphique en page suivante :

- **L'ensemble du territoire apparaît très vulnérable pour l'évènement centennal**, pour lequel les dommages aux bâtis sont conséquents
- Les dommages aux habitations sont majoritaires pour les 3 crues étudiées
- Compte tenu du faible nombre d'entreprises en zone inondable, les dommages aux entreprises restent très faibles en proportion par rapport aux dommages liés aux bâtis.

Compte tenu du fait que l'aménagement est dimensionné pour stocker les crues jusqu'à la crue 100 ans sans causer de dommages en aval, aucun dommage n'est recensé pour les crues étudiées en situation aménagée. De ce fait, pour une crue de type 100 ans, les dommages évités s'élèvent à environ 5.3 M€. **Le DEMA s'élève à 159.6 k€ HT / an.**



Dommages en situation
actuelle pour les crues
étudiées

2.3.3. Résultats de l'analyse : protection de Luc sur Orbieu

Les principaux indicateurs de l'analyse cout-bénéfice de ce projet sont synthétisés ci-après :

VAN à 50 ans	268 k€ HT
Ratio B/C à 50 ans	1.06
Nombre d'années à partir duquel VAN>0	44 ans
NEMA habitants	25 habitants / an
NEMA emplois	0.5 emploi / an

Le projet présente une ACB favorable, avec un retour sur investissement à partir de 44 ans et une mise hors d'eau de l'ensemble des habitations jusqu'à la crue 100 ans.

Des tests de sensibilité ont été réalisés sur 8 scénarios en faisant varier l'occurrence de premiers dommages et les coûts de + ou – 30 %. Sur les 8 scénarios testés, 6 présentent une ACB positive.

L'efficacité à l'échelle du bassin de risque est très élevée puisque 88% des dommages en état de référence sont évités. Cette valeur très élevée est cohérente avec le principe retenu pour la définition du programme d'aménagement, à savoir rendre le territoire invulnérable aux crues fréquentes, de période de retour inférieure ou égale à 100 ans.

2.4. ACTION 6.9 : GESTION DES ECOULEMENTS AU DROIT D'ENJEUX HABITES - SAINT-HILAIRE

Opération d'un montant d'Investissement < 2 M €

2.4.1. Projet et méthodologie

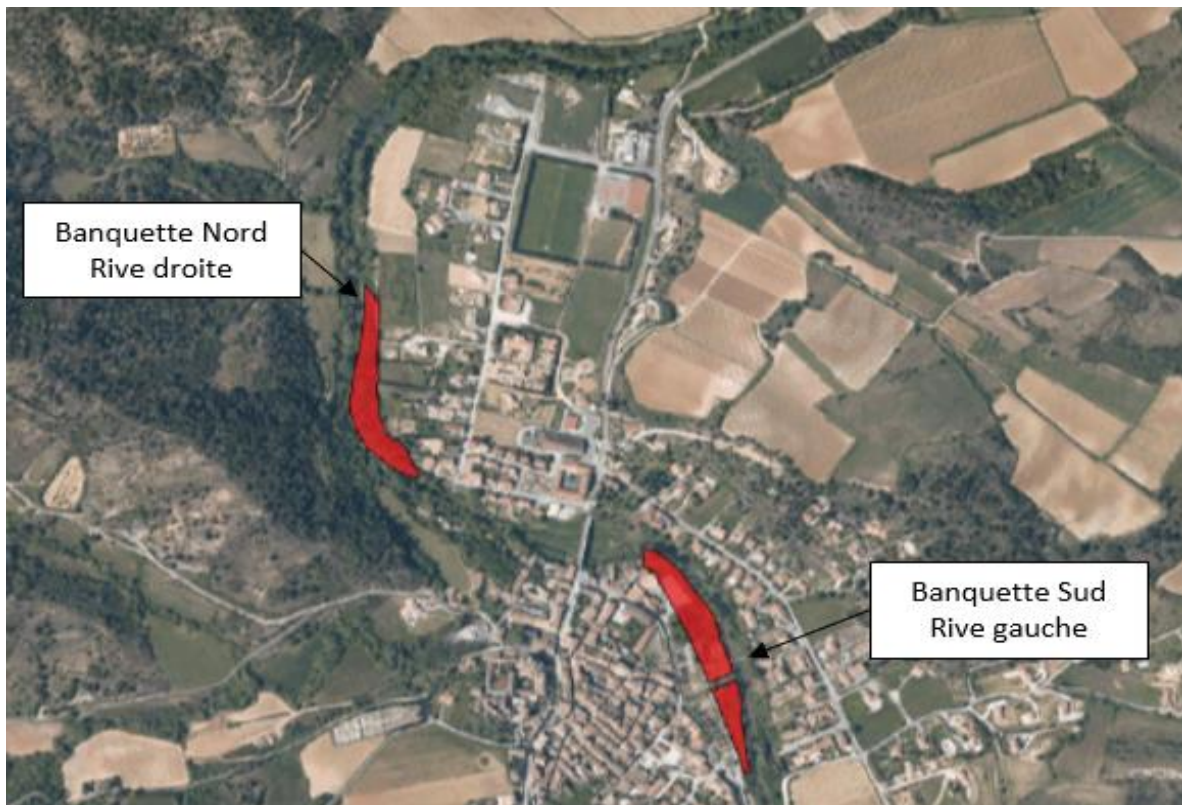
Description synthétique du projet

Le projet vise à aménager le cours du Lauquet, dans sa traversée de la commune de Saint-Hilaire, en vue de protéger les enjeux habités vis-à-vis des inondations de ce cours d'eau et de ses affluents.

Le scénario d'aménagement retenu consiste en :

- **La création d'un lit moyen (banquette) en rive droite du cours du Lauquet en aval du village sur 270 ml :**
 - Profondeur de décaissement : 2 m, côte de la risberme située environ 2 à 3 m au-dessus du fond du lit du Lauquet
 - Largeur décaissée : entre 10 et 20 m
 - Pente du talus : 2H/1V
 - Emprise mobilisable : 4 500 m²
 - Volume extrait : 4 700 m³

- **La création d'un lit moyen (banquette) en rive gauche du Lauquet, le long du centre ancien de St Hilaire, au droit du pont de la RD104 :**
 - Profondeur de décaissement : entre 1,5 et 4 m, côte de la risberme située environ 2 m au-dessus du fond du lit du Lauquet
 - Largeur décaissée : entre 10 et 40 m
 - Pente du talus : 2H/1V
 - Emprise mobilisable : 8 100 m²
 - Volume extrait : 15 000 m³



Localisation des aménagements sur la commune de St Hilaire

Plusieurs scénarios d'aménagement ont été étudiés en vue d'explorer toutes les pistes d'aménagement possibles sur la commune pour réduire l'aléa et la vulnérabilité des enjeux habités, en adéquation avec l'étude de recomposition urbaine engagée en parallèle par la ville.

En premier lieu, des aménagements complémentaires sur les trois affluents rive gauche du Lauquet, à savoir le Baris, le Molle et le Merdaous, ont été envisagés. Les conclusions de ces études ont démontré une efficacité hydraulique très limitée eu égard aux coûts des aménagements.

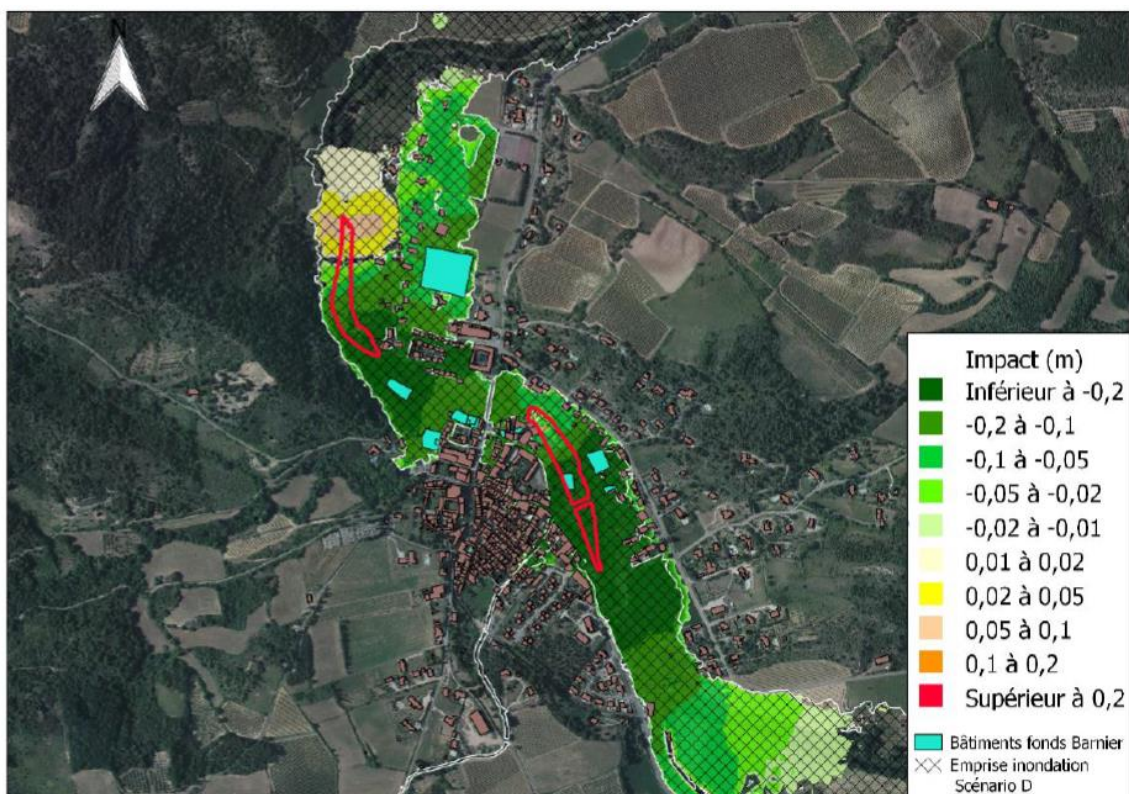
L'étude s'est alors recentrée sur la recherche d'aménagements sur le Lauquet avec la définition de 4 scénarios d'aménagement de décaissement du lit moyen du Lauquet.

Leur efficacité hydraulique a été testée sous diverses occurrences de crues, en particulier les crues 50 et 100 ans, et a été caractérisée en termes d'abaissement de la ligne d'eau et d'emprise inondée.

Pour les 4 scénarios, une analyse croisée des incidences hydrauliques, des ratios coûts/enjeux protégés, et les résultats des inventaires écologiques, ont ainsi orienté le maître d'ouvrage et le comité de pilotage de l'étude à retenir le parti d'aménagement comprenant une banquette peu étendue en rive droite du Lauquet en aval du village, et une banquette en rive gauche, en amont du pont de la RD104.

2.4.2. Résultats de l'analyse : protection de Saint-Hilaire

Globalement, le scénario d'aménagement retenu permet, pour une crue d'occurrence 100^{ale}, un abaissement moyen généralisé de la ligne d'eau de 10 à 20 cm dans les principales zones inondables du village.



De manière précise, le scénario d'aménagement retenu permet, pour une crue d'occurrence 100^{ale}, la mise hors d'eau d'une vingtaine d'habitations :

Enjeux	Aléa	Etat référence	Etat projet Scénario D	Gain
Nombre de logements en ZI (Majic / INSEE)	Q20	24	16	32%
	Q50	103	75	27%
	Q100	202	176	13%
	Q500	325	300	8%

2.5. ACTION 6.10 : GESTION DES ECOULEMENTS AU DROIT D'ENJEUX HABITES - CASTELNAUDARY




2.5.1. Projet et méthodologie

Opération d'un montant d'Investissement compris entre 2 M € et 5 M €







 **ACB**

Description synthétique du projet

Les aménagements projetés visent à protéger les enjeux habités du quartier En Touzet à Castelnaudary contre les débordements du Tréboul et les phénomènes de ruissellement. L'analyse du fonctionnement hydraulique du secteur a mis en évidence plusieurs problématiques responsables des inondations observées :

-  **Les ruissellements en amont qui empruntent la route de l'aérodrome (RD33),**
-  **Les ruissellements du secteur en Touzet qui favorisent le développement d'axes d'écoulement préférentiels et génèrent des débordements,**
-  **Les débordements du Tréboul qui affectent des enjeux dès l'occurrence décennale.**

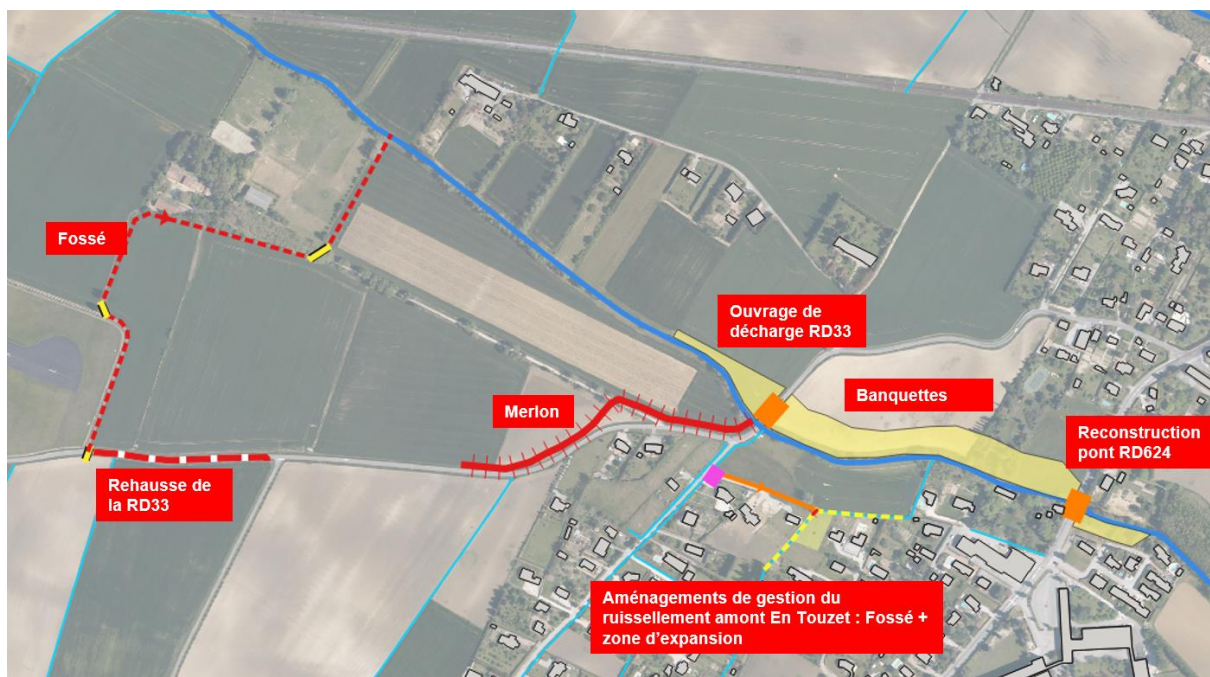
Ces problématiques (survenues lors de l'évènement exceptionnel d'avril 2011) étant très liées, le parti d'aménagement et l'ACB en résultat est donc global sur l'ensemble des actions visant à réduire le risque vis-à-vis de ces phénomènes :

-  **Actions de gestion des ruissellements en amont de l'aérodrome :**
 -  Réhausse du profil en long de la RD33 en aval de l'aérodrome, sur 170 ml, avec création d'un point topographique haut pour maîtriser et collecter les ruissellements dès l'aval de l'A61
 -  Aménagement d'un nouvel exutoire vers le Tréboul via la création d'un large fossé (largeur 1.5 m, talus 3H/2V, profondeur 1 m, pente 0.9%) sur 700 ml le long de la RD33, permettant de dévier les eaux ruisselées vers le milieu récepteur, hors du lotissement
-  **Actions de gestion des ruissellements sur le secteur En Touzet :**
 -  Création d'un merlon de protection de hauteur 50 cm sur 150 ml en amont de la zone, accompagné d'un contre-fossé permettant de dévier les ruissellements hors des zones à enjeux
 -  Création d'un dos d'âne et d'un fossé/noue le long d'un chemin privatif du quartier En Touzet sur 140 ml, pour dévier les ruissellements en provenance du Chemin d'En Touzet hors du chemin privatif

- Recalibrage du fossé central du quartier En Touzet sur 85 ml et renforcement de la buse limitante en un cadre de plus grande capacité pour favoriser les écoulements sur la partie centrale
- Décaissement du terrain en rive droite de ce fossé sur 1 300 m² pour favoriser l'expansion des eaux hors des zones à enjeux (zones habitées),
- Recalibrage du fossé aval du quartier En Touzet sur 115 ml pour améliorer les capacités d'évacuation du secteur vers le Tréboul.

● Actions de gestion des débordements du Tréboul :

- Création de banquettes en rives droite et gauche du Tréboul sur environ 700 ml, permettant d'abaisser la ligne d'eau et ainsi d'augmenter la capacité avant débordement du Tréboul
- Création d'un merlon (1 m max) le long de la RD33 couplé à la réhausse du chemin d'accès au centre équestre pour limiter les déversements en rive droite
- Création d'un ouvrage de décharge sous la RD33,
- Déconstruction du pont de la RD624 et reconstruction d'un nouveau pont sans pile dans le lit du Tréboul en vue de renforcer la capacité hydraulique au droit de l'ouvrage (doublement de la section).



Localisation des aménagements

Méthodologie de l'ACB

- **Modélisation 2D du secteur d'étude en état actuel et projet avec 5 crues considérées (2, 10, 30, 100 et 1 000 ans).**

- **Enjeux en zone inondable considérés :**
 - **Habitats :** Caractérisation sur le terrain et cotes plancher levées par géomètre (48 logements en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)

 - **Entreprises :** exploitation de la base de données Sirène + BD TOPO / 4 entreprises en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans

 - **Equipements publics :** visites sur site + digitalisation sur la base des photos aériennes / 1 établissement en zone inondable (lycée) pour la crue d'occurrence 100 ans

- **Calculs de l'endommagement :**
 - **Habitats :** courbes de dommages surfaciques du guide national AMC (avec actualisation des coûts) / Durée d'inondation < 24 h

 - **Entreprises :** courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts) / Durée d'inondation < 24 h / approche par établissement

 - **Etablissements publics :** courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts)

- **Coûts du projet**
 - **Investissement : 2.1 à 2.3 M€ HT** (dont environ 1.8 M€ HT de travaux) fonction du scénario du pont (le scénario privilégié en phase AVP est le moins onéreux)

 - **Coûts d'entretien et de maintenance :** 0.5 % des coûts travaux « hydraulique » (hors pont qui nécessitera même moins d'entretien que le pont actuel), les aménagements de type banquettes nécessitant très peu d'entretien

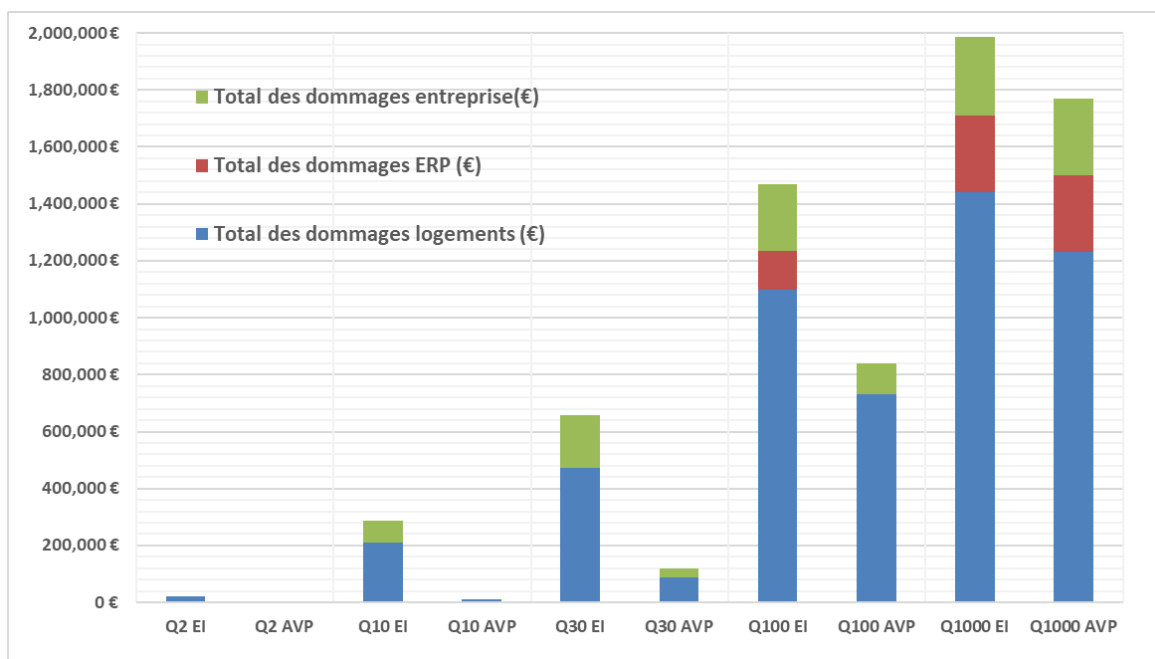
 - **Taux d'actualisation :** conforme au guide national AMC

2.5.2. Estimation des dommages

Les dommages estimés en situation actuelle et aménagée sont synthétisés sur le graphique en page suivante.

Pour une crue d'occurrence 100 ans, les dommages évités s'élèvent à environ 628 k€ HT.

Sous l'effet de ces aménagements, les DEMA s'élèvent à 103 k€ HT / an.



Dommmages en situation initiale (EI) et aménagée

Le projet permet de protéger 5 habitants en moyenne par an. Il réduit donc le nombre de personnes inondées en moyenne chaque année de 83 %. Il protège 1 emploi en moyenne par an. Les dommages monétaires moyens annuels sont réduits de 78 %.

L'objectif principal du projet est de protéger les habitants présents sur la zone ciblée. Cet objectif est atteint pour un coût de 4023 € par habitant protégé en moyenne par an.

2.5.3. Résultats de l'analyse : protection de Castelnaudary (Touzet)

Les principaux indicateurs de l'analyse multicritère de ce projet sont synthétisés ci-après :

Pour l'opération selon Investissement évalué en fourchette basse à 2,1 millions d'euros :

VAN à 50 ans	702 k€ HT
Ratio B/C à 50 ans	1.31
Nombre d'années à partir duquel VAN>0	31 ans

Pour l'opération selon Investissement évalué en fourchette haute à 2,3 millions d'euros :

VAN à 50 ans	503 k€ HT
Ratio B/C à 50 ans	1.21
Nombre d'années à partir duquel VAN>0	36 ans

Selon les deux hypothèses d'évaluation des coûts de l'opération (fourchette basse à 2,1M€ ou fourchette haute à 2,3M€), l'investissement demeure rentable dans tous les cas de figures.

Le scénario d'aménagement retenu permet une réduction significative des enjeux inondés pour les crues intermédiaires, un abaissement moyen de la ligne d'eau de 50 à 60 cm et des hauteurs d'eau inférieures à 1 m sur les enjeux résiduels, qui peuvent donc être protégés par des dispositifs de réduction de la vulnérabilité.

2.6. ACTION 6.11 : GESTION DES ECOULEMENTS AU DROIT D'ENJEUX HABITES - VILLEGAILHENC

Opération d'un montant d'Investissement compris entre 2 M € et 5 M €

 **ACB**

2.6.1. Projet et méthodologie

Description synthétique du projet

Les objectifs du projet sont multiples, il s'agit de protéger les enjeux habités du centre urbain de Villegailhenc contre les crues du Trapel en veillant à favoriser la réappropriation du cours d'eau par les riverains ainsi que l'atteinte du bon état écologique du milieu.

Pour cela, le projet vise la définition d'un gabarit pour le cours du Trapel (lit mineur + lit majeur) dans sa traversée de Villegailhenc permettant de laisser transiter 250 m³/s (débit 100 ans environ) sans débordements sur les secteurs à enjeux. Ce débit de 250 m³/s constitue donc un débit objectif (défini lors de l'étude Post-crue 2018 lancée par les services de l'Etat), pour la mission de reconquête de l'espace de bon fonctionnement et d'aménagement du Trapel en zone urbaine de Villegailhenc. Le parti d'aménagement retenu comprend les dispositions suivantes :

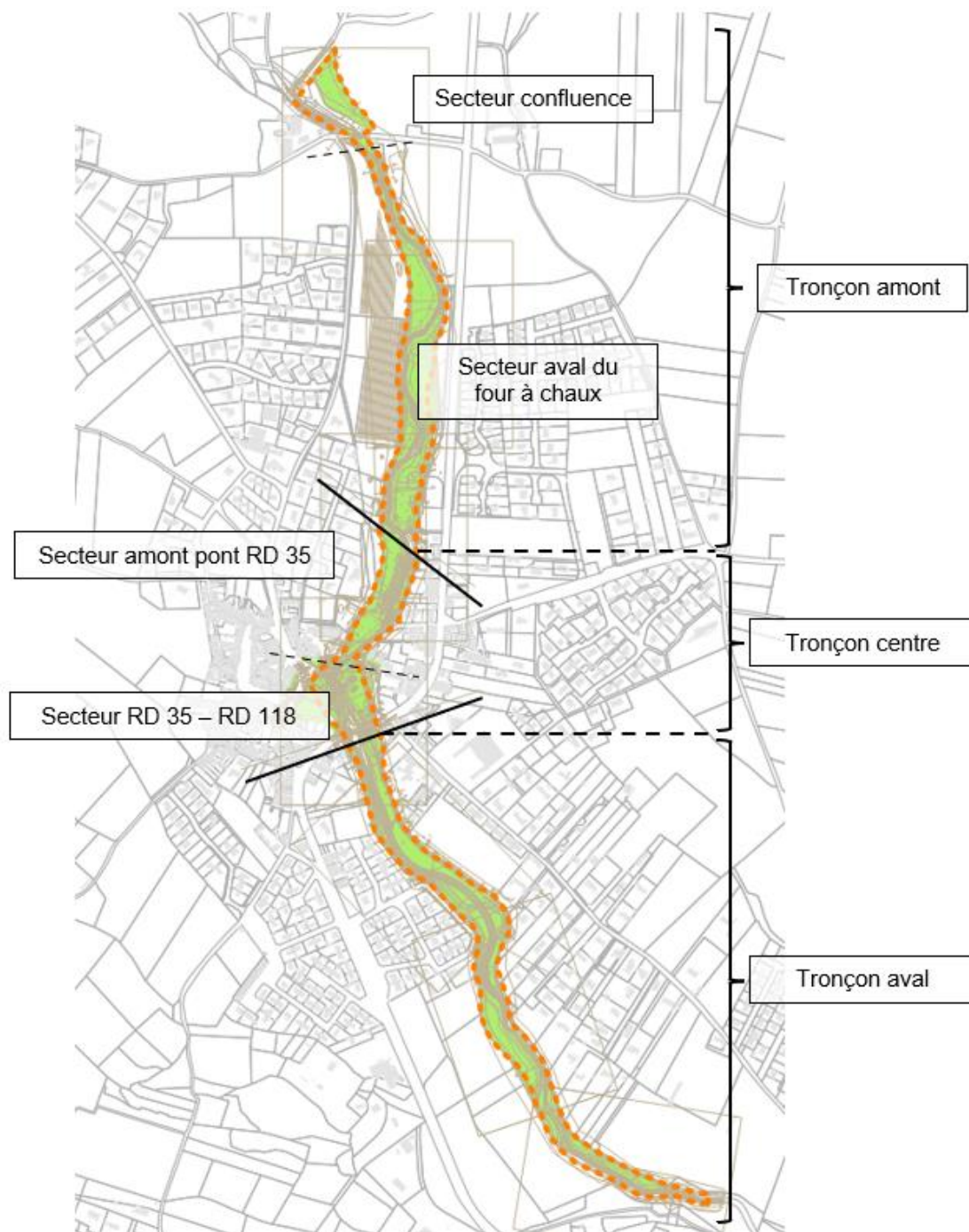
- **Création d'un lit « moyen » présentant le profil type suivant :**
 - Maintien du lit mineur actuel
 - Création d'une banquette d'environ 30 à 40 m de large, calée à environ 1 m au-dessus du fil d'eau du Trapel
 - Raccordement à 2H/1V voire 3H/1V au TN
 - Décaissement de 63 000 m³ de déblais, dont 8 500 m³ évacués dans ISDI et 54 500 m³ évacués sur des sites à proximité localisés hors zones inondables.

Cet aménagement permet de maintenir un lit mineur dégagé dans la traversée de Villegailhenc, ainsi que des banquettes enherbées avec peu d'obstacles afin de faciliter les écoulements. En lien avec les études de requalification urbaine en cours, les aménagements complémentaires suivants ont été intégrés au projet avec comme enjeu majeur la conservation du pont de la RD35 :

- **Arasement de la RD35 en rive gauche du Trapel (rue du Minervo)**
- **Maintien du pont de la RD35, avec confortement de la culée rive droite**
- **Ouverture d'un lit moyen en rive gauche au droit du pont**
- **Intégration du futur pont de la RD118.**

A noter (cf. figure suivante), que cette opération globale s'inscrit dans le cadre de la prévention des inondations et de la restauration de l'Espace de Bon fonctionnement, elle se décompose en 3 secteurs d'intervention :

- **Le tronçon amont relève d'une opération de restauration de l'espace de bon fonctionnement (Contrat de Bassin Versant), car peu de gains hydrauliques mais un réel intérêt hydromorphologique**
- **Les tronçons aval et centre relèvent de la prévention des inondations et sont donc ceux intégrés dans la présente ACB**



Localisation du linéaire aménagé dans la traversée de Villegailhenc

Méthodologie de l'ACB

Crues considérées :

- **Modélisation 2D du Trapel dans sa traversée de Villegailhenc en état actuel et projet avec cinq crues considérées (2, 10, 30, 100 et 1000 ans) sur le Trapel**
- La crue 2 ans correspond aux premiers dommages liés au débordement du Trapel dans la traversée du village
- La crue exceptionnelle d'occurrence 1000 ans correspond normalement à une occurrence pour laquelle les dommages évités par le programme de travaux sont nuls. Or, pour le présent projet, les gains engendrés par les aménagements restent significatifs même pour cette occurrence.

Enjeux en zone inondable considérés :

- **Habitats** : exploitation de la base de données SIG Bâtiment du cadastre 2017 – Investigations terrain pour qualifier le type de bâti (appartement ou maison) - Prise en compte d'une surélévation forfaitaire de 15 cm (1 marche) pour les logements situés dans les lotissements et d'une surcote pour les habitations du centre bourg avec garage en rez-de-chaussée (516 logements en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans). Démolitions au titre des « Fonds Barnier » intégrées (état actuel et aménagé)
- **Population** : exploitation et traitement des données de la base INSEE (751 habitants en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)
- **Entreprises** : exploitation de la base de données SIRENE et application d'un ratio moyen de 1 à 2 employés / entreprise (5 entreprises situées en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans)
- **Etablissements publics** : 11 établissements publics en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans
- **Agriculture** : exploitation des données issues du RPG + analyse du type de culture sur la base des photos aériennes (ampleur très limitée des dommages agricoles, **non pris en compte dans l'analyse**)
- **Réseaux** : exploitation des DT et DICT du territoire (réseaux d'assainissement structurants impactés par le projet, dévoiement des réseaux intégrés dans le coût global de l'opération, **non pris en compte dans l'analyse** et de plus les travaux permettent la mise en sécurité de ces réseaux)

● **Calculs de l'endommagement :**

- **Habitats :** courbes de dommages surfaciques du guide national AMC (avec actualisation des coûts) / Durée d'inondation < 24 h
- **Entreprises :** courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts) / Durée d'inondation < 24 h / approche par établissement
- **Etablissements publics :** courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts)

● **Coûts du projet**

● **Coûts d'investissement :**

- **Coûts de l'opération (Opération PAPI) sur le cours du Trapel :** 3.11 M€ HT (dont 2.7 M€ HT de travaux)
- **Surcoûts liés au surdimensionnement du pont de la RD118** (reconstruction d'un pont de dimension largement supérieur à celui d'origine afin d'assurer la continuité des écoulements amont / aval et la réussite globale du projet) : 1.74 M€ HT
- **Montant total d'investissement considéré dans l'analyse : 4.85 M€ HT**

- **Coûts d'entretien et de maintenance :** 0.5 % du coût global de l'opération (hors pont) (d'après les retours d'expérience du Maître d'Ouvrage sur des projets similaires)

- **Taux d'actualisation :** conforme au guide national AMC

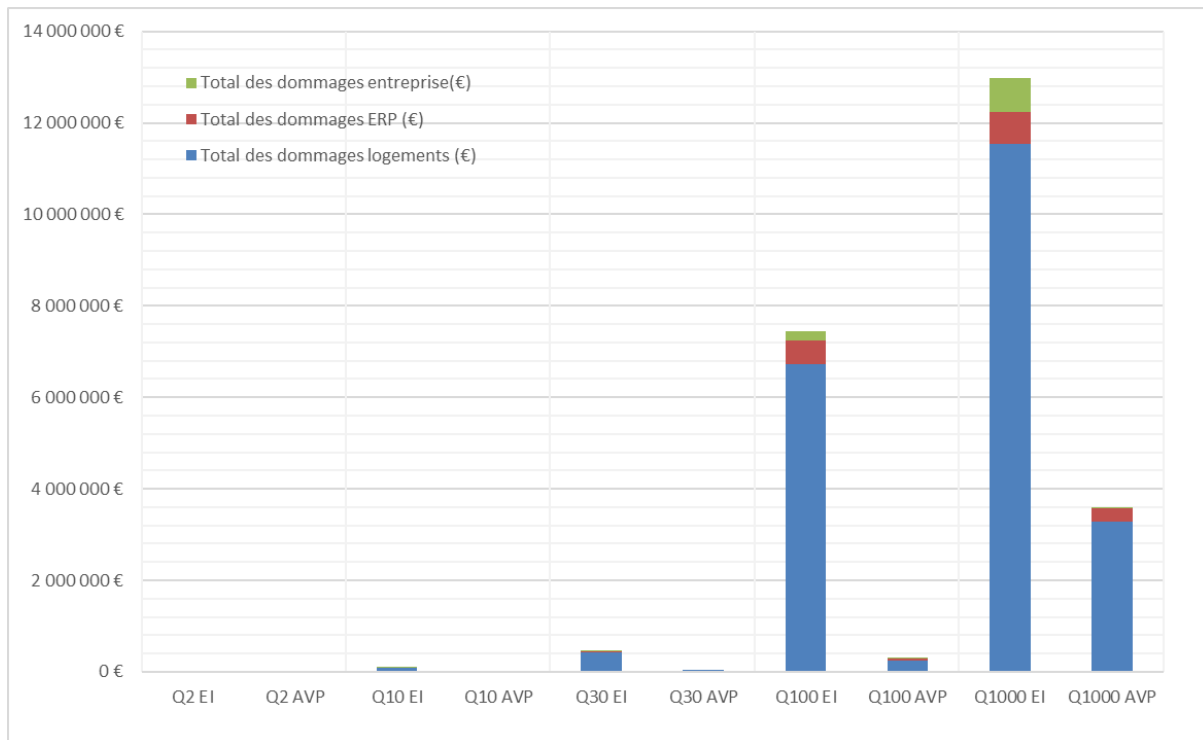
2.6.2. Estimation des dommages

Les dommages estimés en situation actuelle et aménagée sont synthétisés sur le graphique en page suivante.

Le graphique illustre le fait que les dommages liés aux logements représentent la part la plus importante des coûts induits par les inondations, largement supérieurs aux dommages liés aux entreprises et aux établissements publics.

Pour une crue de type 100 ans, les dommages évités s'élèvent à environ 7.2 M€.

Les DEMA s'élèvent à 201.5 k€ HT / an.



Dommmages en situations actuelle et future pour les crues étudiées selon les typologies d'enjeux

2.6.3. Résultats de l'analyse : protection de Villegailhenc

Les principaux indicateurs de l'analyse multicritère de ce projet sont synthétisés ci-après :

VAN à 50 ans	500 k€ HT
Ratio B/C à 50 ans	1.10
Nombre d'années à partir duquel VAN>0	42 ans
NEMA habitants	21 habitants / an
NEMA entreprises	1 entreprise / an

Le projet présente une analyse coûts / bénéfices favorable, avec un retour sur investissement à partir de 42 ans, un ratio euro économisé / euro investi de 1.1 à échéance 50 ans et une mise hors d'eau de la quasi-totalité des habitations jusqu'à la crue 100 ans.

Les tests de sensibilité réalisés confirment la pertinence socio-économique du projet à l'horizon 50 ans.

En situation aménagée et sous l'effet d'une crue 100 ans du Trapel, le projet d'aménagement permet d'assurer la protection de la quasi-totalité des habitations, dont celles de plain-pied (seulement 6 habitations restantes en zone inondable).

L'efficacité à l'échelle du bassin de risque est très élevée puisque 89% des dommages en état de référence sont évités. Cette valeur très élevée est cohérente avec le principe retenu pour la définition du programme d'aménagement, à savoir éviter l'exposition des enjeux pour un débit objectif de 250 m³/s, qui correspond à une période de retour proche de 100 ans.

A noter que sans l'intégration de la plus-value liée au pont de la RD118 (reconstruction, suite à sa destruction par la crue, qui aurait de toutes façons été entreprise et ce, en considérant un gabarit supérieur en raison de l'obstacle que constituait le pont initial vis-à-vis des écoulements en crues), la pertinence socio-économique du projet aurait été renforcée. En effet, dans ces conditions, la VAN devient positive dès la 21^{ème} année, sa valeur à 50 ans devient égale à 2 340 k€ HT et le rapport B/C égal à 1.7.

2.7. ACTION 6.12 : GESTION DES ECOULEMENTS AU DROIT D'ENJEUX HABITES -TREBES

Opération d'un montant d'Investissement < 2 M €

2.7.1. Projet et méthodologie

Description synthétique du projet

Les aménagements projetés visent à protéger les enjeux habités à Trèbes, notamment du quartier de l'Aiguille, contre les crues de l'Aude.

Ce secteur comprend de nombreux enjeux humains et matériels particulièrement vulnérables au risque inondation. De plus, sa configuration topographique (présence du lac de pêche surélevé en rive droite) et sa situation hydraulique (secteur de confluence Orbiel / Aude, présence du pont de Trèbes) sont autant de facteurs qui participent à l'aggravation du risque.

Les pistes de réflexion se sont orientées vers la **création d'un lit moyen en rive droite de l'Aude**, en vue d'augmenter la capacité du lit sur ce secteur.

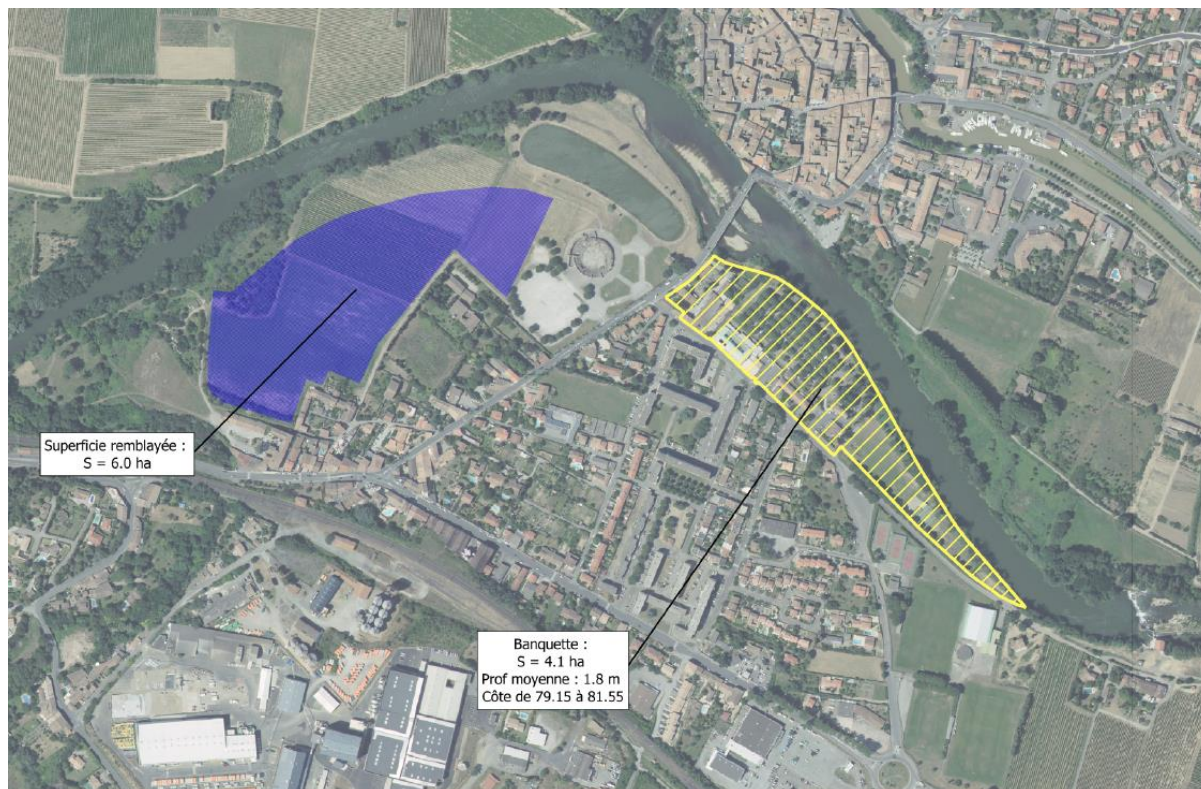
Le parti d'aménagement retenu comprend les travaux suivants :

- **Création d'un lit moyen (banquette) le long du lit moyen rive droite de l'Aude :**
 - Profondeur moyenne de décaissement : 1.8 m
 - Emprise mobilisable : 4.1 ha
 - Profilage des talus en pente douce, sur 2 niveaux
 - Végétalisation des berges
 - Volume de décaissement : 75 000 m³
 - Remblaiement des matériaux excavés sur la partie amont du lit moyen, sur le secteur des Arènes

Avant d'aboutir à ce parti d'aménagement, plusieurs scénarios comprenant la réalisation de banquettes en rives droite et gauche de l'Aude ainsi que l'aménagement du pont de Trèbes ont été étudiés. Les travaux à mettre en œuvre de ces scénarios se sont avérés très contraints (techniquement, économiquement et réglementairement) et les impacts fonciers, environnementaux et paysagers trop conséquents, avec des gains complémentaires sur l'inondabilité du quartier de l'Aiguille vis-à-vis des inondations, in fine, relativement limités.

Compte tenu de l'ampleur de l'aménagement (montant de l'ordre de 1,5M€), une analyse coût-bénéfices simplifiée a été réalisée afin d'orienter le maître d'ouvrage et le comité de pilotage de l'opération à choisir un parti d'aménagement qui soit économiquement viable à une échelle temporelle de 50 ans

Le scénario d'aménagement retenu permet de concilier une efficacité hydraulique significative tout en limitant les terrassements en lit majeur ainsi qu'une réelle insertion paysagère du projet, en accord avec le projet de recomposition urbaine de la ville de Trèbes.



Localisation des aménagements au droit du quartier de l'Aiguille à Trèbes

Méthodologie de l'ACB simplifiée

Crues considérées :

- **Modélisation 2D de l'Aude dans sa traversée de Trèbes en état actuel et projet avec 3 crues considérées (20 ans, 40 ans et octobre 2018) sur l'Aude**
- La crue de janvier 2020, caractérisée comme une crue d'occurrence 20 ans sur le secteur, qui s'apparente à une crue fréquente pour lesquels les premiers débordements apparaissent
- Une crue dite « intermédiaire », d'occurrence 40 ans,
- La crue d'octobre 2018, d'occurrence quasi centennale

Enjeux en zone inondable considérés :

- **Habitats** : exploitation de la BD TOPO + démolitions au titre des « Fonds Barnier » intégrées (état actuel et aménagé) / 370 logements en zone inondable pour la crue exceptionnelle
- **Entreprises** : exploitation de la base de données Sirène + BD TOPO / 33 entreprises en zone inondable pour la crue exceptionnelle
- **Equipements publics** : visites sur site + digitalisation sur la base des photos aériennes / 25 établissements en zone inondable pour la crue exceptionnelle

Calculs de l'endommagement :

- Habitats :** courbes de dommages surfaciques du guide national AMC (avec actualisation des coûts) / Durée d'inondation < 24 h
- Entreprises :** courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts) / Durée d'inondation < 24 h / approche par établissement
- Etablissements publics :** courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts)

Coûts du projet

- Investissement :** 1.5 M€ HT (dont 1.1 M€ HT de travaux)
- Coûts d'entretien et de maintenance :** pas d'entretien spécifique à prévoir sur la banquette
- Taux d'actualisation :** conforme au guide national AMC

2.7.2. Estimation des dommages

Les dommages estimés en situation actuelle et aménagée sont synthétisés sur le tableau suivant. Pour une crue exceptionnelle, type 2018, les dommages évités s'élèvent à environ 2,2 M€ HT. **Sous l'effet de ces aménagements, les DEMA s'élèvent à 56.9 k€ HT / an.**

	Etat initial			Scénario 5 - Variante n°2		
	Crue type 2020 - Q = 930 m ³ /s	Crue intermédiaire - Q = 1200 m ³ /s	Crue type 2018 - Q = 1630 m ³ /s	Crue type 2020 - Q = 930 m ³ /s	Crue intermédiaire - Q = 1200 m ³ /s	Crue type 2018 - Q = 1630 m ³ /s
Total des dommages (€)	418 843 €	4 284 653 €	9 229 761 €	145 594 €	2 304 363 €	7 067 281 €
Nombre d'enjeux	63	385	478	11	279	428
< 50 cm	57	125	81	9	99	89
0.5 - 1 m	3	90	131	0	165	118
1 - 2 m	2	167	218	1	13	216
> 2 m	1	3	48	1	2	5
Max des dommages	67 123 €	160 260 €	728 272 €	54 057 €	143 191 €	374 327 €
Max des hauteurs d'eau	3.7 m	4.6 m	5.3 m	3.8 m	4.7 m	5.3 m

Dommmages en situations
actuelle et future pour les
crues étudiées

2.7.3. Résultats de l'analyse : protection de Trèbes

Les principaux indicateurs de l'analyse multicritère de ce projet sont synthétisés ci-après :

VAN à 50 ans	116 k€ HT
Ratio B/C à 50 ans	1.1
Nombre d'années à partir duquel VAN>0	44 ans

A ce stade de l'ACB simplifiée, le projet présente une analyse coûts / bénéfices favorable, avec un retour sur investissement à partir de 44 ans. A noter, que cette ACB simplifiée sera affinée en phase AVP avec l'intégration d'autres crues (crues plus fréquentes (2 ans) et plus exceptionnelles (1000 ans) notamment, pour lesquelles le parti d'aménagement présentera également une efficacité certaine). L'ACB définitive tendra donc à être encore plus favorable.

Sous l'effet d'une crue exceptionnelle, de type 2018 (proche d'une crue 100 ans), le scénario d'aménagement retenu permet un abaissement moyen de la ligne d'eau de 40 à 60 cm ainsi que la mise hors d'eau d'une cinquantaine d'enjeux.

Au-delà des aspects purement économiques, les aménagements proposés présentent également l'avantage de concilier efficacité hydraulique et intégration paysagère, en proposant des usages récréatifs sur la banquette haute (hors d'eau pour les crues fréquentes) et sportifs sur les remblais.

2.8. ACTION 6.14 : MISE EN SERVICE DU CHENAL DE COURSAN

Opération d'un montant d'Investissement < 2 M €

2.8.1. Projet et méthodologie

Description synthétique du projet

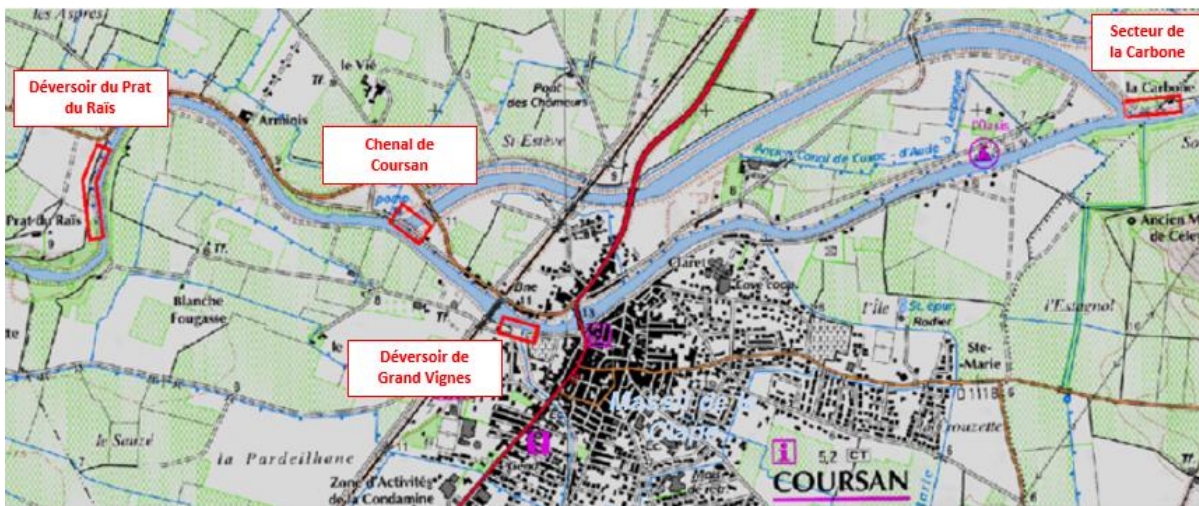
Le projet de mise en service du chenal de Coursan vise à améliorer la protection des enjeux habités et économiques présents sur la commune de Coursan via l'optimisation de son fonctionnement et l'abaissement de la ligne d'eau dans la traversée du village en période de crues. L'objectif de l'aménagement est de diminuer le risque de surverse à la traversée de Coursan, tout en garantissant l'absence d'impact hydraulique sur le reste des Basses Plaines de l'Aude.

A noter que des études détaillées relatives à la mise en service totale du chenal réalisées en 2013 ont démontré un montant de travaux et des impacts environnementaux rédhibitoires, empêchant la mise en œuvre du projet. Des solutions alternatives de sécurisation de la traversée de Coursan, moins onéreuses, respectant l'ensemble des enjeux environnementaux, maintenant les grands équilibres hydrauliques de la zone et répondant aux contraintes réglementaires, ont alors été recherchées.

Les solutions techniques finalement retenues par le SMDA maître d'ouvrage et l'ensemble du Comité de pilotage de l'opération, pour inscription au PAPI3, sont les suivantes :

- **L'ouverture du chenal sur 15 m supplémentaires :**
 - Largeur totale d'ouverture après aménagement de 25 m
 - Abaissement de l'entonnement du seuil de 80 cm

- **L'abaissement du déversoir du Prat du Raïs en rive gauche de l'Aude de 20 cm**
- **L'abaissement du déversoir de Grand Vignes en rive droite de l'Aude de 30 cm**
- **Le confortement de la berge rive gauche de l'Aude sur le secteur de la Carbone, depuis l'exutoire du chenal jusqu'à l'aval du Mas de la Carbone, sur environ 200 m, pour assurer sa stabilité sous l'effet de l'augmentation des vitesses d'écoulement liées à l'ouverture du chenal.**



Localisation des aménagements dans la traversée de Coursan

2.8.2. Résultats de l'analyse : protection de Coursan

Les travaux d'optimisation du chenal de Coursan répondent aux conditions suivantes :

- Abaissement de la ligne d'eau à la traversée de Coursan d'environ 30 cm,
- Pas d'impact significatif (i.e. pas d'impact supérieur à 5 cm) sur les niveaux d'eau maximaux en lit majeur ;
- Respect des grands équilibres quant aux volumes déversés en rive droite et rive gauche de l'Aude, et en amont et aval de Coursan.

Ces travaux concourent ainsi à la sécurisation des biens et personnes de la commune, par le renforcement du niveau de sécurité de 1500 logements.

2.9. ACTION 7.2 : REALISATION D'UN SYSTEME D'ENDIGUEMENT - CARCASSONNE LA PRADE

2.9.1. Projet et méthodologie

Opération d'un montant d'Investissement compris entre 2 M € et 5 M €



Description synthétique du projet

Les aménagements projetés visent à protéger les enjeux habités du quartier de La Prade à Carcassonne contre les crues du fleuve Aude jusqu'à l'occurrence 50 ans. Le quartier est actuellement « protégé » par un merlon d'environ 670 ml en rive gauche de l'Aude. Cependant, l'ouvrage a montré plusieurs points de faiblesses lors des dernières crues récentes et le lotissement, implanté au droit d'une cuvette topographique entourée de remblais (voie ferrée au Sud-Ouest, RD118 et Canal du Midi au Nord, le merlon et la voirie en remblai de l'Allée Plaine Saint Nazaire à l'Est), s'est retrouvé rapidement submergé.

Afin d'assurer la protection du secteur vis-à-vis des débordements de l'Aude, le parti d'aménagement retenu vise à sécuriser et homogénéiser le merlon existant en vue de constituer un système d'endiguement. Les travaux à mener sont les suivants :

- **En rive gauche de l'Aude, aménagement du remblai existant pour assurer une protection du lotissement de la Prade pour une crue 50 ans de l'Aude :**
 - Reprise altimétrique de la crête du merlon amont existant, sur environ 220 ml, avec une revanche fixée à 30 cm entre le niveau de la crue 50 ans de l'Aude et la crête de l'ouvrage, via la pose d'un rideau de palplanches.
 - Installation d'un déversoir de sécurité sur une largeur d'environ 20 m au droit du premier point de premier débordement et implantation d'une fosse de dissipation de largeur 3 m et de profondeur 0.5 m en aval permettant de freiner les premiers débordements dans un secteur sans enjeu proche.

A noter que conformément à l'Article R214-119-3 du Code de l'Environnement, l'aménagement sera alors classé sur l'ensemble de son linéaire comme « ouvrage hydraulique type système d'endiguement ».

- **En rive droite de l'Aude, compenser les impacts hydrauliques négatifs de la réhausse du merlon dans la plaine de la Fajeolle :**
 - Décaissement d'environ 60 000 m³ sur une superficie de 11.9 ha
 - Evacuation des déblais hors zone inondable à 10 km maximum du secteur de projet

Dans la configuration d'une crue 100 ans, le scénario d'aménagement retenu permet un abaissement moyen de la ligne d'eau de l'ordre de 20 cm, l'absence de submersion de la rive gauche et une mise hors d'eau du merlon amont.



Localisation des aménagements au droit du lotissement La Prade à Carcassonne

Méthodologie de l'ACB

Crues considérées :

- **Modélisation 2D de l'Aude depuis Rouffiac d'Aude au pont de Trèbes avec 6 crues considérées (10, 20, 30, 50, 100 et 500 ans) sur l'Aude**
- La crue 10 ans s'apparente à la crue de premiers dommages,
- La crue 50 ans constitue la crue de dimensionnement du projet,
- La crue 500 ans constitue la crue historique du secteur.

Enjeux en zone inondable considérés :

- **Habitats** : exploitation de la BDTOPO 2021 + données MAJIC de la DGFIP de 2021 / 1 136 logements en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans
- **Population** : exploitation des données INSEE carroyées de 2015 / 1 755 habitants en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans

- **Entreprises** : exploitation de la base de données Sirène 2022 / 195 entreprises en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans
- **Equipements publics** : exploitation de la BD TOPO 2021 + données Open data gouv 2022 / 4 établissements en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans
- **Parcelles agricoles** : exploitation des données du RPG 2020 / 7 parcelles, représentant 12 ha, en zone inondable pour la crue d'occurrence 100 ans
- **Calculs de l'endommagement** :
 - **Habitats** : courbes de dommages surfaciques du guide national AMC (avec actualisation des coûts) / Durée d'inondation < 24 h
 - **Entreprises** : courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts) / Durée d'inondation < 24 h / approche par établissement
 - **Etablissements publics** : courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts)
 - **Agriculture** : courbes de dommages du guide national AMC (avec actualisation des coûts en euros 2018)
- **Coûts du projet**
 - **Investissement** : 4.45 M€ HT (dont 3.62 M€ HT de travaux)
 - **Coûts d'entretien et de maintenance** : 1% du coût des travaux
 - **Taux d'actualisation** : conforme au guide national AMC

2.9.2. Estimation des dommages

Le projet permet de protéger en moyenne annuelle environ 23 personnes, ce qui permet de réduire de 34% le nombre d'habitants exposés. Les coûts totaux par habitant protégé sont de moins de 5 000 €, ce qui représente un coût « moyen » pour ce type de projet.

Ce projet permet également de protéger environ 5 emplois en moyenne annuelle. Le coût moyen est de l'ordre de 21 000€ par emploi protégé.

Les dommages moyens annuels sont réduits également de près de 30% de leur valeur et, sous l'effet de ces aménagements, les DEMA s'élèvent à 418 k€ HT / an.

2.9.3. Résultats de l'analyse : protection de Carcassonne (La Prade)

Les principaux indicateurs de l'analyse multicritère de ce projet sont synthétisés ci-après :

VAN à 50 ans	1,5 M€ HT
Ratio B/C à 50 ans	1.30
Nombre d'années à partir duquel VAN>0	31 ans
NEMA habitants	23 habitants / an
NEMA emplois	5 emplois / an

Le projet présente une analyse coûts / bénéfices favorable, avec un retour sur investissement à partir de 31 ans, un ratio euro économisé / euro investi de 1.3 à échéance 50 ans.

Les tests de sensibilité réalisés confirment la pertinence socio-économique du projet à l'horizon 50 ans.

Le projet est tout à fait pertinent vis-à-vis des objectifs de protection du lotissement de La Prade.



EPTB AUDE
SMMAR
DES RIVIÈRES & DES HOMMES

Hôtel du Département de l'Aude
Allée Raymond Courrière
11855 CARCASSONNE Cedex 9
04 68 11 63 02
contact@smmar.fr/ www.smmar.org