



Projet d'aménagement contre les inondations sur le secteur entrée sud de Cahors

Analyse Coûts-Bénéfices – Analyse Multi-critères

RAPPORT FINAL



Projet d'aménagement contre les inondations sur le secteur entrée sud de Cahors
ACB/AMC
Grand Cahors

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI PAR	APPROUVÉ PAR	DATE
V1		Adrien Méjean		20/07/2024
V2	Prise en compte des remarques du Grand Cahors	Adrien Méjean		12/05/2025
ARTELIA - EAMO				

SOMMAIRE

OBJET DU DOCUMENT	5
SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS	7
1. CONTEXTE DE L'OPÉRATION DE SÉCURISATION	8
1.1. L'entrée sud de Cahors, une zone d'activité commerciale menacée par le risque inondation du Lacoste.....	8
1.2. Enjeux du projet d'aménagements de l'entrée sud de Cahors .	11
1.3. Un projet conforté par des indicateurs économiques positifs ..	12
2. PRÉSENTATION DU PROGRAMME D'AMENAGEMENTS	13
2.1. Principe général	13
2.2. Programme de l'opération	14
2.2.1. Description du projet d'aménagements	14
2.2.2. Périmètre de l'opération et phasage.....	14
3. PÉRIMETRE D'ÉTUDE	17
3.1. La définition du scénario de référence.....	17
3.2. La portée de l'analyse.....	17
3.3. Le périmètre géographique	17
3.4. L'horizon temporel	18
4. CARACTERISER LES ALEAS.....	19
4.1. Sources.....	19
4.2. Nombre de scénarios.....	19
4.3. Paramètres.....	20
5. CARACTÉRISER L'OCCUPATION DU TERRITOIRE	21
5.1. Méthodologie.....	22
5.1.1. Population	22
5.1.2. Logements	22
5.1.3. Activités économiques : entreprises et emplois	23
5.1.4. Agriculture	24
5.1.5. Etablissements de santé	24

5.1.6.	Etablissements accueillant une population vulnérable	24
5.1.7.	Bâtiments de gestion de crise	24
5.1.8.	Administrations.....	25
5.1.9.	Axes routiers	25
5.1.10.	Installations sensibles du réseau d'eaux usées	25
5.1.11.	Sites potentiellement dangereux : Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)	25
5.1.12.	Patrimoine	26
5.2.	Résultats	26
6.	ANALYSE ÉLEMENTAIRE : LES COÛTS ET BÉNÉFICES DU PROJET 28	
6.1.	Les coûts associés au projet.....	28
6.1.1.	Coûts d'investissements	28
6.1.2.	Coûts environnementaux	29
6.1.3.	Coûts d'entretien	29
6.1.4.	Coûts de réparation.....	30
6.1.5.	Coûts liés à la surinondation.....	30
6.1.6.	Echéancier des investissements	30
6.1.7.	Synthèse des coûts	30
6.2.	Les bénéfices associés au projet	31
6.2.1.	Méthodologie	31
6.2.1.1.	L'évaluation des enjeux protégés grâce au projet	31
6.2.1.2.	La monétarisation des dommages évités grâce au projet	31
6.2.2.	Résultats	32
6.2.2.1.	Mise en sécurité des personnes	34
6.2.2.2.	Dommages aux biens	34
6.2.2.3.	Amélioration de la résilience du territoire.....	35
6.2.2.4.	Protection de l'environnement	35
7.	ANALYSE SYNTHÉTIQUE DES SCÉANRIOS	36
7.1.	Méthodologie.....	36
7.2.	Résultats	37
8.	ANALYSE DE ROBUSTESSE	41
8.1.	Analyse de sensibilité	41
8.2.	Analyse d'incertitudes	44

ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIES DE L'ÉVÉNEMENT CENTENNAL EN ÉTAT RÉFÉRENCE ET EN ÉTAT PROJET..... 46

TABLEAUX

Tableau 1 – Les indicateurs élémentaires de l'AMC	21
Tableau 2 – Données utilisées pour identifier et caractériser les enjeux	21
Tableau 3 – Tranches d'effectifs pour les entreprises	23
Tableau 4 – Enjeux recensés sur le périmètre d'étude	27
Tableau 5 – Synthèse des coûts	30
Tableau 6 – Synthèse des bénéfices.....	33
Tableau 7 – Indicateurs synthétiques de l'AMC	39
Tableau 8 – Paramètres de l'analyse de sensibilité	41
Tableau 9 – Résultats de l'analyse de sensibilité	42
Tableau 10 – Résultats de l'analyse d'incertitudes	45

FIGURES

Figure 1 – Les étapes des AMC.....	6
Figure 2 – Localisation de la zone économique de l'entrée sud de Cahors (image Google Maps).....	8
Figure 3 – Témoignages de la crue du Bartassec le 10 janvier 1996 (www.reperesdecruces.developpement-durable.gouv.fr).....	9
Figure 4 – Témoignages de la crue du Bartassec le 10 juin 2010 (www.reperesdecruces.developpement-durable.gouv.fr).....	10
Figure 5 : Indicateurs de rentabilité du projet (ARTELIA, mars 2018)	12
Figure 9 : Périmètre d'intervention et phasage des travaux	15
Figure 10 : Emprise du périmètre géographique de l'AMC.....	18
Figure 11 – Représentation de la courbe dommages-fréquences (CEREMA)	19
Figure 12 – Dommages aux entreprises selon la fréquence d'aléas	37
Figure 13 – Dommages aux logements selon la fréquence d'aléas.....	38
Figure 14 – Dommages aux parcelles agricoles selon la fréquence d'aléas	38
Figure 15 – Dommages totaux selon la fréquence d'aléas	39
Figure 16 – Représentation de la valeur actualisée nette (VAN)	40
Figure 17 – Analyse de la VAN	45

OBJET DU DOCUMENT

Ce rapport présente l'analyse multicritères (AMC) du projet d'aménagement contre les inondations du Lacoste sur le secteur de la zone commerciale de l'entrée sud de Cahors.

Ce projet est issu d'une démarche partenariale regroupant tous les acteurs concernés et rentre de la cadre de la mise en œuvre du PAPI complet du bassin du Lot ainsi que du Projet Partenarial d'Aménagement de l'entrée sud de Cahors.

Après de multiples réflexions et études hydrauliques associées, le Grand Cahors entreprend désormais la mise en œuvre d'un programme d'aménagements hydrauliques sur le ruisseau du Lacoste, dans un double objectif de reconquête urbaine et de réduction de la vulnérabilité du secteur aux inondations.

Ces aménagements doivent répondre aux objectifs suivants sur ce secteur :

- Mettre hors d'eau la RD820 et les zones à enjeu pour une crue centennale ;
- Limiter les débordements à l'aléa faible sur certaines zones à enjeu pour une crue centennale.

Les Etudes Préliminaires ont été réalisées début 2015. Les études d'Avant-Projet et de Projet faisant l'objet de l'AMC ont été menées en 2023-2024.

La méthodologie suivie est conforme aux recommandations nationales contenues dans le guide méthodologique d'analyse multicritères des projets de prévention des inondations¹ publié en mars 2018 par le CGDD (Commissariat Général au Développement Durable), et ses outils associés. Les différentes étapes de cette méthodologie présentées schématiquement sur la « Figure 1 – Les étapes des AMC » sont développées dans les paragraphes suivants.

Les résultats sont présentés comme indiqué dans le cahier des charges PAPI 3² et notamment l'annexe 4, le cahier des charges de l'analyse multicritères. Les points de vigilance identifiés par les experts³ sont clairement justifiés. Les éléments nécessaires à l'instruction^{4,5} sont mis en évidence dans le rapport.

Les montants d'investissements sont supérieurs au seuil de 5 M€, une AMC complète a donc été réalisée conformément aux recommandations méthodologiques du cahier des charges « PAPI 3 ».

¹ « Analyse multicritères des projets de prévention des inondations : le guide méthodologique, Thema, mars 2018 ».

² « Le troisième cahier des charges des programmes d'actions de prévention des inondations, Direction générale de la prévention des risques, 2017 ».

³ « AMC - Les points de vigilance pour la réalisation ACB ou AMC, CGDD/CEREMA/IRSTEA ».

⁴ « AMC - Grille d'aide à l'instruction des ACB à destination des DREAL ».

⁵ « AMC - Grille d'aide à l'instruction des AMC à destination des DREAL ».

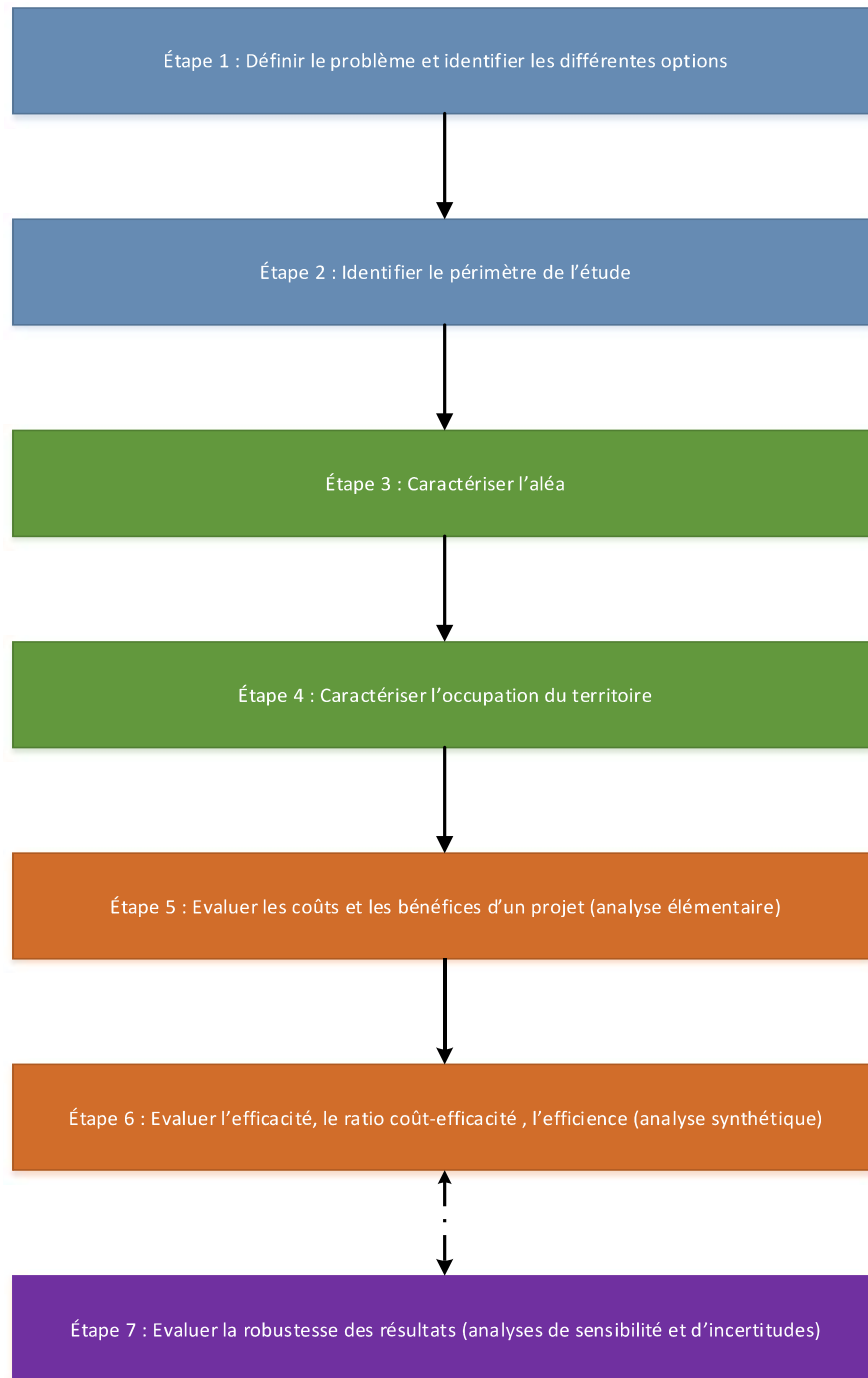


Figure 1 – Les étapes des AMC

SYNTHESE ET CONCLUSIONS

La zone commerciale de l'entrée sud de Cahors (46) est exposée au risque de débordement du ruisseau du Lacoste (ou du Bartasse). Les dernières inondations de 1996 et 2010 ont particulièrement impacté le secteur.

Afin de réduire la vulnérabilité de l'entrée sud, le PAPI complet du bassin du Lot a identifié une action de confortement et de rehausse du système d'endiguement, ainsi qu'une action ciblée de restauration du cours d'eau.

Quelles sont les bénéfices du projet ?

- Chaque année, en moyenne, 3 habitants et 49 emplois sont protégés
- 80% des habitants et 64 % des emplois de la zone inondable en situation de référence sont protégés chaque année
- 3,2 M€ de dommages sont évités chaque année
- 88 % dommages de la situation de référence sont évités chaque année

A quel coût le projet atteint-il ses objectifs de protection des enjeux ?

En moyenne chaque année

- Le projet coûte 31 M€
- Sortir un habitant de la zone inondable coûte : 257 601 €
- Sortir un emploi de la zone inondable coûte : 14 375 €

Le projet est-il rentable sur 50 ans ?

- Le projet est rentable à partir de la 18^{ième} année et la VAN (valeur actualisée nette) est de 43 M€ à 50 ans
- Pour 1 € investi, le projet permet d'éviter 2,2 € de dommages

Les indicateurs en termes d'efficacité montrent la pertinence du projet puisque celui-ci permet de réduire en moyenne annuelle 80 % des dommages.

Ainsi, le projet est tout à fait pertinent vis-à-vis de ses objectifs de protection des activités économiques de l'entrée sud de Cahors.

1. CONTEXTE DE L'OPERATION DE SECURISATION

L'aménagement étudié doit répondre à une problématique spécifique du territoire qu'il est nécessaire de bien caractériser.

1.1. L'ENTREE SUD DE CAHORS, UNE ZONE D'ACTIVITE COMMERCIALE MENACEE PAR LE RISQUE INONDATION DU LACOSTE

L'offre commerciale de l'Agglomération de Cahors est aujourd'hui organisée autour de trois pôles majeurs : le centre-ville de Cahors, la zone de Labéraudie à l'ouest et **l'entrée sud**.

La zone économique de l'entrée sud accueille aujourd'hui plus d'une centaine d'entreprises (parmi lesquelles Carrefour, Darty, But, Maison du Monde, Renault, Peugeot, Audi/Volkswagen...), générant environ 1 000 emplois. Empruntée par 19 000 véhicules par jour, elle se situe à 5 minutes du centre-ville de Cahors et bénéficie de tous les réseaux dispensés en limite de propriété (électricité, télécom, internet, eaux usées, eau potable, gaz de zone, éclairage public...).

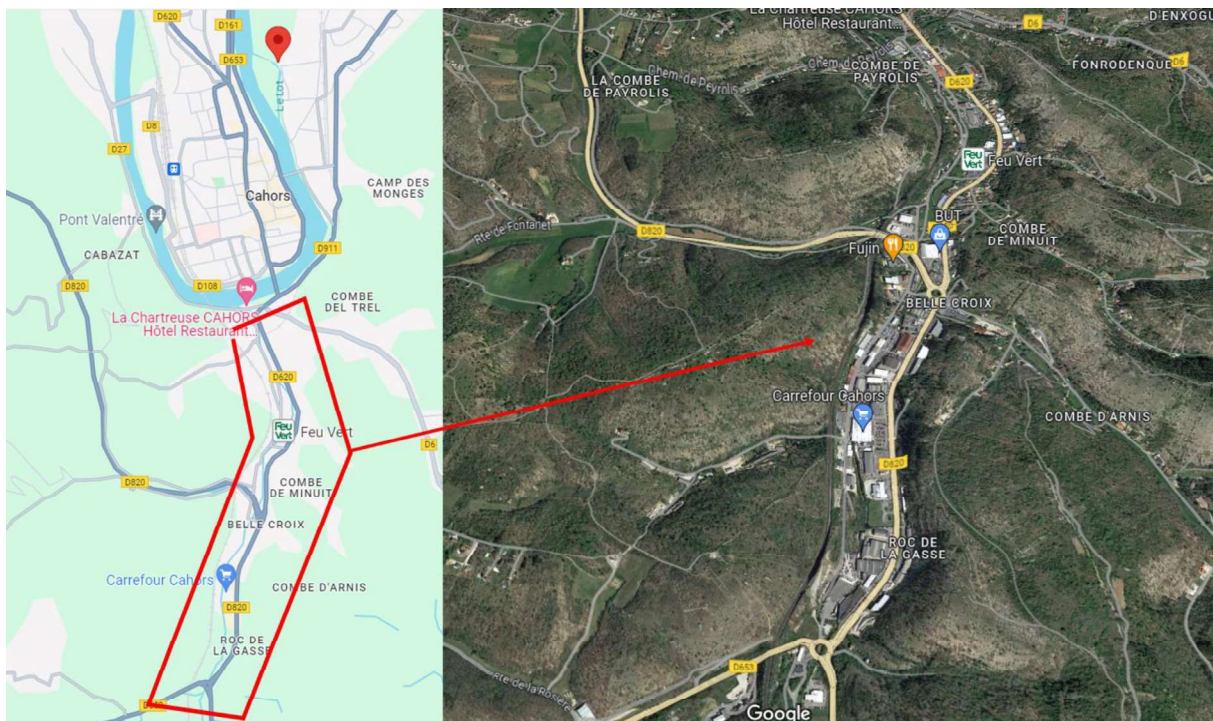


Figure 2 – Localisation de la zone économique de l'entrée sud de Cahors (image Google Maps)

Ce secteur qui s'est développé le long de la RD 820 durant plusieurs décennies sans véritable logique de composition urbaine, est depuis de nombreuses années également entravé dans son développement par les contraintes hydrauliques liées à la présence du ruisseau du Lacoste affluent du Lot, qui donne lieu à des crues soudaines ayant entraîné par le passé de nombreux dégâts sur les activités présentes, notamment en 1996, et plus récemment en 2010.

L'évènement de 1996 a été marqué par une intensité et une durée des précipitations remarquables, ceci dans un contexte de sols déjà saturés et de facteurs aggravants la concentration des eaux (pentes, sols dénudés). Il est tombé plus de 100 mm le 9 janvier à Montcuq, et la station du Montat sur le Bartassec a enregistré 5 mm/h pendant 10 heures, avec une pointe à 11,5 mm/h entre 19h et 20h.



Général

Vérifié par *Éric Valette*

Site : Bâtiment "Peintures Sud-Ouest" - angle Sud-Est

Commune : CAHORS

Cours d'eau/mer : Le ruisseau du Bartassec

Code : WEB_R_202212273649

Auteur : Éric Valette ⓘ

Date de mise à jour : 27/12/2022

Marque

Nature du repère : Laisse d'inondation

Date du repère : 10 Janvier 1996

État du repère : Disparu

Maximum de l'inondation : Oui

Événement

Nature de l'inondation : Débordement de cours d'eau



Général

Vérifié par *Éric Valette*

Site : Parking covoiturage

Commune : CAHORS

Cours d'eau/mer : Le ruisseau du Bartassec

Code : WEB_R_202212272257

Auteur : Éric Valette ⓘ

Date de mise à jour : 27/12/2022

Marque

Nature du repère : Laisse d'inondation

Date du repère : 10 Janvier 1996

État du repère : Disparu

Maximum de l'inondation : Oui

Événement

Nature de l'inondation : Débordement de cours d'eau

Figure 3 – Témoignages de la crue du Bartassec le 10 janvier 1996 (www.reperesdecrues.developpement-durable.gouv.fr)

L'évènement du 10 juin 2010 trouve des origines semblables à 1996, avec un phénomène d'une forte intensité en quelques heures, avec cette fois-ci 70 mm enregistrés.



auteur photo : DDT46

Marque

Nature du repère : Laisse d'inondation
Date du repère : 10 Juin 2010
État du repère : Disparu
Maximum de l'inondation : Oui

Général

Vérifié par Éric Valette

Site : Bâtiment "Peintures Sud-Ouest" - angle Sud-Est
Commune : CAHORS
Cours d'eau/mer : Le ruisseau du Bartassec
Code : WEB_R_202212260911
Auteur : Éric Valette ⓘ
Date de mise à jour : 26/12/2022

Évènement

Nature de l'inondation : Débordement de cours d'eau



auteur photo : DDT46

Marque

Nature du repère : Laisse d'inondation
Date du repère : 10 Juin 2010
État du repère : Disparu
Maximum de l'inondation : Oui

Général

Vérifié par Éric Valette

Site : Parking derrière l'ancien weldom
Commune : CAHORS
Cours d'eau/mer : Le ruisseau du Bartassec
Code : WEB_R_202212275944
Auteur : Éric Valette ⓘ
Date de mise à jour : 27/12/2022

Évènement

Nature de l'inondation : Débordement de cours d'eau

Figure 4 – Témoignages de la crue du Bartassec le 10 juin 2010 (www.reperesdecruces.developpement-durable.gouv.fr)

Le risque inondation et les règles d'utilisation des sols en découlant sont retranscrits dans un Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRi) approuvé en 2004 par les Services de l'Etat, qui a classé en aléa fort et donc en zone rouge inconstructible l'ensemble de la zone inondable associée à ce ruisseau dans l'entrée sud de la ville. Une révision partielle du PPRi incluant la zone d'étude a été prescrite par arrêté préfectoral le 19 avril 2023.

1.2. ENJEUX DU PROJET D'AMENAGEMENTS DE L'ENTREE SUD DE CAHORS

Après des opérations de modernisation de son centre-ville, la Communauté d'Agglomération du Grand Cahors souhaite désormais poursuivre cette redynamisation commerciale sur le secteur de l'entrée sud.

Le devenir de ce pôle commercial de l'entrée sud repose aujourd'hui sur trois grands enjeux :

➤ Un enjeu de requalification urbaine

La zone commerciale de l'entrée sud se trouve sur un axe structurant et majeur matérialisé par la RD 820 car il constitue la "porte d'entrée" de l'agglomération cadurcienne pour les visiteurs et usagers venant du sud et arrivant par l'Autoroute A20.

Cette entrée de ville devrait donc jouer un rôle de vitrine préalable à la découverte du patrimoine du centre-ville ; mais ce rôle est conditionné par une mise en valeur et une refonte très significative de l'aménagement de l'espace sur le fond de vallée (réorganisation des bâtiments commerciaux, harmonisation architecturale, valorisation d'espaces naturels autour du Bartassec, requalification des espaces publics à travers notamment la renaturation et l'apaisement des circulations...).

➤ Un enjeu de redynamisation économique et commerciale

Le PPRI contraint fortement, depuis près de 20 ans maintenant, les possibilités d'évolution de la zone commerciale de l'entrée Sud en interdisant toutes constructions nouvelles ou extensions significatives du bâti existant dans la zone rouge.

Ce pôle commercial s'essouffle et enregistre de plus en plus de friches sur tout le linéaire. Il nécessite une recomposition commerciale pour pérenniser et relancer la dynamique économique du secteur, par ailleurs vitale au sein de l'agglomération en termes d'emplois et de zone de chalandise notamment.

➤ Un enjeu d'intégration des contraintes hydrauliques

En regard des dégâts occasionnés par les crues passées, la réduction de la vulnérabilité locale et la mise en sécurité des biens et des personnes constituent des enjeux fondamentaux du secteur.

Au-delà de ces enjeux, la révision du PPRI est également un préalable indispensable à l'aboutissement d'un projet de réaménagement de la zone. Pour être envisageable et acceptable par les Services de l'Etat, le projet de recomposition urbaine doit, outre les aménagements hydrauliques projetés, permettre la réduction de la vulnérabilité de la zone vis-à-vis du risque inondation (selon les dispositions du décret du 5 juillet 2019).

Dans ce contexte difficile et complexe, après de multiples réflexions puis une démarche partenariale sans réel précédent ni équivalent sur le territoire national regroupant tous les acteurs concernés, le Grand Cahors présente un programme d'aménagements hydrauliques sur le ruisseau du Bartassec, avec pour objectif de réduire la vulnérabilité du secteur aux inondations.

➤ Un enjeu de renaturation du secteur :

Le projet hydraulique du Lacoste doit permettre au Grand Cahors et aux usagers de l'entrée Sud de se réapproprier un cadre de vie nettement plus favorable du point de vue architectural et paysager. Sur ce second volet les principaux enjeux et axes d'amélioration sont les suivants :

- La qualité environnementale du territoire, à commencer par la qualité de l'eau du ruisseau du Bartassec, en amont de la station d'eau potable de Cahors,
- La lutte contre la chaleur par la plantation d'arbres,
- La désartificialisation du sol, notamment via l'optimisation des parkings des concessionnaires automobiles,

- L'ouverture de nouvelles perspectives visuelles sur le Lacoste depuis les ouvrages traversants que constituent le futur pont au niveau de Carrefour, et celui du giratoire de la Beyne. Le ruisseau va passer de 5 mètres à 30 mètres de large sur certaines sections.

1.3. UN PROJET CONFORTE PAR DES INDICATEURS ECONOMIQUES POSITIFS

ARTELIA a réalisé une ACB (analyse coûts-bénéfices) en mai 2018 sur la base d'une première version du projet d'aménagements.

Les différents indicateurs synthétiques permettant de mesurer l'efficacité économique du projet se sont avérés largement positifs, avec une VAN positive à 8 ans.

à 30 ans	VAN	22 237 000 € HT
	B/C	2,29 € HT
à 50 ans	VAN	34 080 000 € HT
	B/C	2,81 € HT
DMA sans aménagement	1 936 000 € HT	
DMA avec aménagement	135 000 € HT	
DEMA	1 801 000 € HT	

DMA : Dommages moyens annuels ; DEMMA : Dommages évités moyens annuels (voir définition paragraphe 7.1)

Figure 5 : Indicateurs de rentabilité du projet (ARTELIA, mars 2018)

La mise à jour des indicateurs d'efficacité de l'ACB réalisée en 2018, la prise en compte d'indicateurs non monétaires et d'indicateurs synthétiques complémentaires font l'objet du rapport AMC.

Cette analyse s'appuiera sur :

- Les modélisations hydrauliques réalisées par ISL au stade de l'avant-projet, en états référence et projet (juillet 2024) ;
- Les ajustements du programme de travaux et de l'actualisation des coûts de projets (AVP mai 2024) ;
- Les dernières fonctions de dommages et recommandations issues du Guide AMC de mars 2018 (CGDD). A noter une évolution notable pour les entreprises avec un changement de méthode pour le calcul des dommages. Les fonctions de dommages « Plan Rhône » sont remplacées par celles du guide AMC et les pertes d'exploitations considérées comme un transfert sur le territoire ne sont plus prises en comptes.
- L'actualisation des bases de données sources : SIRENE (entreprise) et RPG (agricole)
- L'utilisation de la base MAJIC beaucoup plus fine que la BD Topo pour alimenter les fonctions de dommages aux logements.

2. PRESENTATION DU PROGRAMME D'AMENAGEMENTS

Le programme d'aménagements, au travers de son fonctionnement, permet d'éviter certains dommages liés aux inondations, engendre des coûts et d'autres impacts. Avant de les évaluer précisément, il est important de les décrire. Cette description doit permettre de comprendre pourquoi ce projet précis a été retenu pour prévenir les inondations.

Les détails du projet d'aménagement sont disponibles dans le rapport d'AVP d'ARTELIA (référence 4373002 – mai 2024).

2.1. PRINCIPE GENERAL

Le programme d'aménagements vise à améliorer la capacité hydraulique du Lacoste pour protéger les infrastructures et les zones à enjeux en cas de crue. Les études et les ajustements récents ont permis de peaufiner les aménagements pour assurer leur efficacité et conformité aux objectifs hydrauliques définis :

- Assurer la mise hors d'eau de la RD 820 en cas de crue de fréquence centennale du Lacoste dont le débit est fixé à 85 m³/s sur le linéaire à aménager ;
- Assurer la mise hors d'eau des zones à enjeu (au sens bâties) en cas de crue de période de retour 25 ans du Lacoste, dont le débit est fixé à 50 m³/s le long du linéaire à aménager ;
- Limiter l'aléa résiduel à une classe faible au droit des zones à enjeu en cas de crue de fréquence centennale du Lacoste, l'aléa faible étant localement défini par des hauteurs d'eau inférieures à 0,5 m et des vitesses d'écoulement inférieures à 0,25 m/s.

En outre et en cas de phasage tel qu'envisagé, les objectifs complémentaires suivants doivent être atteints :

- Ne pas aggraver l'aléa hydraulique résiduel par rapport à la situation actuelle ;
- Bénéficier d'une mise hors d'eau partielle de la RD 820.

Dans son compte-rendu de septembre 2022, le CEREMA au titre de sa mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage auprès du Grand Cahors a reformulé les objectifs de protection : « *Le niveau de protection choisi par le Grand Cahors a été relevé : l'objectif est maintenant de protéger la RD 820 contre la crue centennale et de mettre aussi hors d'eau les bâtiments commerciaux pour ce niveau de crue. Pour certaines zones précises et limitées, l'aléa pourra être limité à moins de 50 cm d'eau et des vitesses en crue de moins de 0,25 m/s (Q25 environ avec un débit de 50 m³/s)* ».

2.2. PROGRAMME DE L'OPERATION

2.2.1. Description du projet d'aménagements

A l'issue des différentes études hydrauliques menées⁶, le parti général d'aménagement consiste globalement à augmenter localement la capacité hydraulique du lit du Lacoste.

Cette augmentation de capacité ou de débitance est obtenue par :

- Le recalibrage du lit actuel du Lacoste dans sa partie centrale ;
- La création d'un canal de décharge en extrémité amont du linéaire aménagé, parallèlement au lit actuel du Lacoste, et permettant de transiter une partie des débits en présence ;
- La création de murs poids béton et de parois berlinoises destinés, selon l'ouvrage considéré, soit à contenir la ligne d'eau en crue centennale, soit à conforter les berges ;
- La suppression d'obstacles ponctuels aux écoulements de type ouvrages de franchissement et bâtiments, cette disposition permettant par ailleurs de :
 - libérer des emprises nécessaires aux aménagements ;
 - supprimer des enjeux exposés à un aléa résiduel trop important.

Ces éléments constitutifs sont détaillés dans le rapport d'avant-projet « aménagements hydrauliques de l'entrée sud de Cahors » (ARTELIA 4373002 – mai 2024)

2.2.2. Périmètre de l'opération et phasage

Le périmètre à aménager est globalement constitué du linéaire du Lacoste situé en entrée sud de Cahors le long de la RD 820 compris entre le giratoire du Roc de l'Agasse en amont et le giratoire de la Beyne en aval, soit 1 700 m environ.

⁶ Etude hydraulique réalisée en 2013 par le CETE dans le cadre de la démarche partenariale engagée par le Grand Cahors
Etude hydraulique réalisée en 2014 par ISL puis sa mise à jour en 2015, base du 1^{er} programme opérationnel

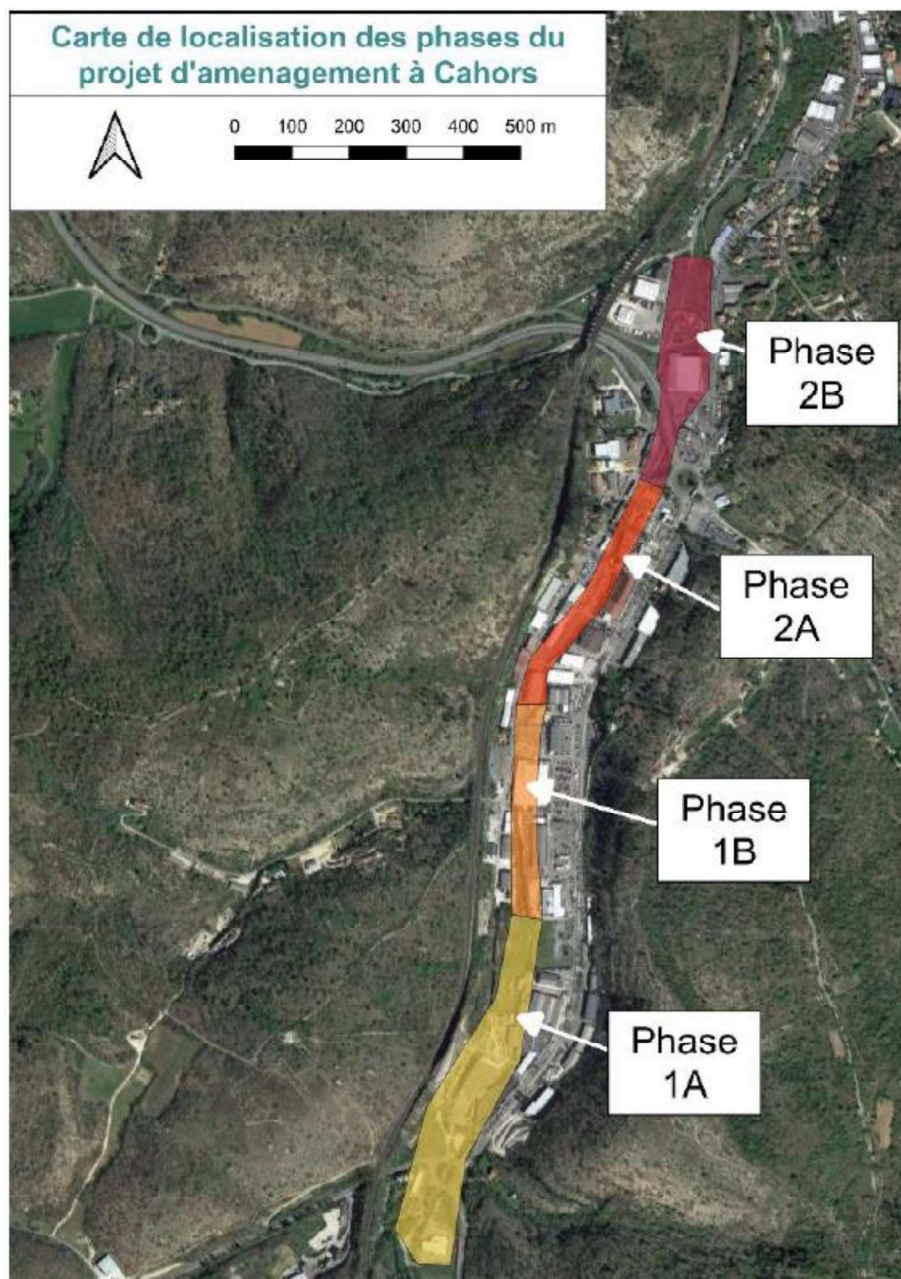


Figure 6 : Périmètre d'intervention et phasage des travaux

A noter que d'un point de vue fonctionnel et opérationnel l'aménagement est scindé en quatre phases :

- **Phase 1A** débute au bâtiment « Ford » et s'arrête au droit du magasin « Intersport », quelques mètres en aval du chenal hydraulique amont.
- **Phase 1B** s'étant depuis l'extrémité de la phase 1A jusqu'à au niveau du bâtiment « Mercedes », après le magasin « Carrefour ».
- **Phase 2A** s'étant depuis l'aval de la phase 1B jusqu'au Pont n°5, proche du magasin « Carglass ».
- **Phase 2B** s'étant depuis l'aval de la phase 2A et se termine quelques mètres après le magasin « But », au niveau duquel passe le chenal hydraulique aval.

Ce découpage est susceptible d'évoluer dans une optique de répartition d'échéancier d'investissement, et de nature de travaux. Dans tous les cas, la réalisation de la seule phase 1 n'engendrera pas d'impact hydraulique négatif en aval. Le découpage final phase 1 / phase 2 a fait l'objet d'une modélisation hydraulique par ISL, afin de valider ce point.

D'un point de vue réalisation, il est envisagé le planning opérationnel suivant :

- Projet (PRO) – Modélisations ISL – Dossier Autorisation Environnementale – EDD : Janvier à septembre 2025 ;
- Consultation des entreprises – Phase 1 : 2nd semestre 2026 ;
- Travaux de Phase 1 : Aout 2027 à janvier 2029 ;
- Consultation des entreprises – Phase 2 : courant 2027 ;
- Travaux de Phase 2 : Janvier 2029 à décembre 2029.

Remarque :

La notion de phasage évoquée ici n'implique pas une réalisation du projet étalée dans le temps avec des périodes d'interruption entre les différentes phases. Il s'agit d'un phasage ordonnancé des fronts de travaux prenant en compte les contraintes d'accès et de maintien de la zone en exploitation. De fait, aucun phasage n'est considéré dans la présente ACB. Les effets de travaux seront pris en compte dans l'analyse lorsque le projet sera entièrement finalisé, soit à partir de 2030.

A noter également la dimension "acquisition foncière" qui sera très impactante pour le calendrier opérationnel (négociations amiables en cours, parallèlement au montage de la DUP en vue de lancer des expropriations en dernier recours).

3. PERIMETRE D'ETUDE

3.1. LA DEFINITION DU SCENARIO DE REFERENCE

L'AMC permet de comparer plusieurs options. Le scénario de référence correspond à une option, et fixe le référentiel des différentes situations à comparer. C'est donc un scénario important à définir. Il ne correspond pas forcément à la situation initiale, ni à une absence totale d'investissement, mais correspond à une évolution possible du territoire sans projet.

La situation de référence correspond à la situation actuelle, avant aménagement.

3.2. LA PORTEE DE L'ANALYSE

L'analyse du projet de prévention présentée dans ce rapport est une analyse économique. L'analyse économique évalue par définition la contribution du projet au bien-être du territoire. L'OCDE rappelle que « la règle de base veut qu'il soit tenu compte des bénéfices et des coûts enregistrés par tous les ressortissants du pays concerné⁷ ».

« Elle est réalisée au nom de l'ensemble de la société et pas au nom du propriétaire de l'infrastructure ou au porteur du projet, comme dans l'analyse financière. » (CE, 2003). « Pour cela, l'analyse financière considère les valeurs financières associées aux biens et services rendus par le projet à son exploitant alors que l'analyse économique intègre la valeur économique totale générée par le projet. Cette valeur économique intègre « des coûts et avantages sociaux non considérés dans l'analyse financière parce qu'ils ne génèrent pas de dépenses ou de recettes financières réelles (par exemple les impacts sur l'environnement [...]). » (CE, 2003).

Dans le cadre de l'AMC, l'analyse économique s'appuie sur des indicateurs d'impacts monétarisés - dommages tangibles directs et indirects (dommages aux logements, ...) ou non monétarisés, mais tout aussi importants : nombre de personnes protégées, par exemple.

Nous avons considéré les indicateurs primaires (élémentaires et synthétiques) de l'AMC, calculés conformément aux recommandations. Il n'a pas été nécessaire de calculer d'indicateur secondaire, le projet ne montrant pas de spécificité particulière non traduite par les indicateurs primaires.

Certains impacts sont considérés comme des transferts et ne sont pas à intégrer dans l'AMC : c'est le cas des pertes d'exploitations des entreprises. Conformément à la nouvelle méthodologie de 2018, les pertes d'exploitation ne sont pas intégrées aux calculs. Il s'agit là d'une différence avec l'ACB réalisée au stade de l'AVP où les pertes d'exploitation avaient prises en compte.

3.3. LE PERIMETRE GEOGRAPHIQUE

Le périmètre géographique doit couvrir toute la zone d'effet du projet : impacts positifs et éventuellement négatifs afin que l'AMC prenne bien en compte l'ensemble des avantages et inconvénients. Mais il ne doit pas être trop large, c'est-à-dire au-delà de la zone d'effet sinon cela affecte artificiellement la mesure de l'efficacité du projet (% de réduction de dommages par exemple).

Les délimitations amont et aval du périmètre géographique doivent correspondre aux limites auxquelles l'impact hydraulique des aménagements est considéré nul (ou si faible qu'il n'est pas quantifiable).

⁷ OCDE, « Analyse coûts-bénéfices et environnement : Développements récents ».

Le **périmètre géographique** pris en compte dans l'AMC correspond à l'emprise maximale des aléas considérés et de l'effet des mesures étudiées.

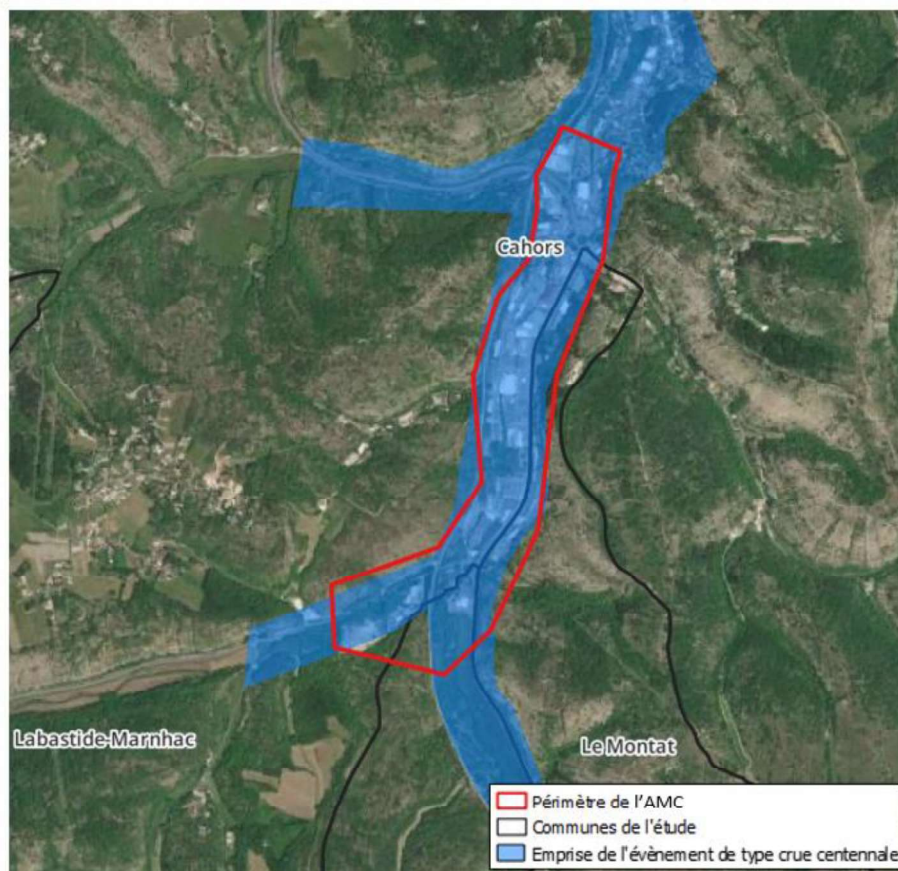


Figure 7 : Emprise du périmètre géographique de l'AMC

3.4. L'HORIZON TEMPOREL

L'horizon temporel est fixé à 50 ans : on prend en compte tous les coûts et les bénéfices du projet sur 50 ans au maximum. Il ne s'agit pas de la durée de vie de l'aménagement envisagé mais d'un pas de temps raisonnable au regard des hypothèses prises sur l'évolution de la situation (enjeux constants notamment).

Les flux économiques (bénéfices, coûts) s'échelonnant dans le temps, il convient de les ramener tous à la valeur actuelle pour les comparer. En effet, il faut traduire le prix relatif que nous attachons au présent et fixer la limite que nous sommes prêts à consentir pour l'avenir en appliquant un taux d'actualisation. Selon les recommandations de France Stratégie⁸, dans le cadre de l'analyse coût bénéfice des projets de gestion des risques naturels, le taux d'actualisation s'élève à 2,5 % jusqu'en 2070, puis il diminue à 1,5 %. [Attention, il ne s'agit pas d'inflation, ni d'actualisation des fonctions de dommages].

L'analyse considère la situation entre 2025 et 2075, soit sur 50 ans comme préconisé dans les recommandations nationales.

L'actualisation est basée sur le taux recommandé : 2,5% jusqu'en 2070, puis 1,5%.

⁸ France stratégie (ex- Commissariat général à la stratégie et au plan - CGSP), (2013). Évaluation socioéconomique des investissements publics. Rapport de la commission présidée par Emile Quinet

4. CARACTERISER LES ALEAS

4.1. SOURCES

Les aléas sont issus d'une modélisation réalisée par ISL ingénierie pour répondre spécifiquement au cahier des charges des AMC.

Les dernières simulations ont été réalisées en juillet 2024 avec un modèle TELEMAT 2D pour la définition des aménagements de gestion du risque inondation.

In fine la modélisation hydraulique a permis d'identifier les inondations en état référence et état projet pour les événements suivants :

- Scénario d'aléa d'une probabilité fréquente : Q 10 ;
- Scénario d'aléa d'une probabilité moyenne : Q50 ;
- Scénario d'aléa de dimensionnement de projet : Q100 ;
- Scénario d'aléa exceptionnel : Q500.

4.2. NOMBRE DE SCENARIOS

Pour mener l'AMC, il est nécessaire d'établir les courbes dommages – fréquence (Figure 9 – Représentation de la courbe dommages-fréquences (CEREMA) dans les différentes situations étudiées, afin de les comparer en tenant compte des différents scénarios de crues ou d'inondation potentiels.

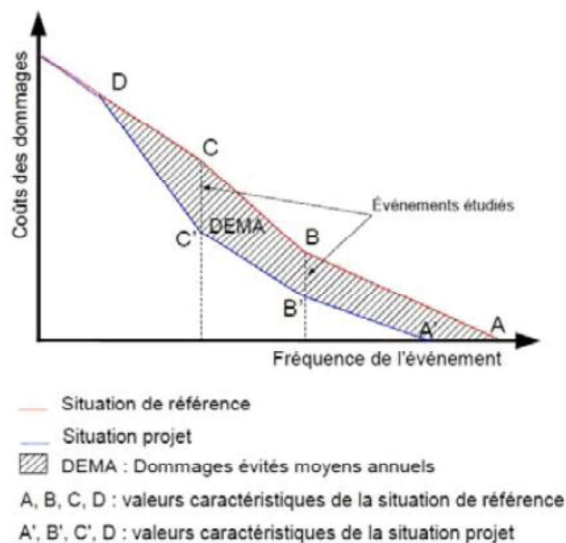


Figure 8 – Représentation de la courbe dommages-fréquences (CEREMA)

Pour construire ces courbes, plusieurs scénarios d'aléa sont à étudier, au minimum les quatre scénarios suivants :

- le scénario d'aléa de premiers dommages
- le scénario de dimensionnement du projet
- un scénario d'aléa pour lequel l'ouvrage ou le système a un impact hydraulique limité (point où les courbes en situation de référence et en situation de projet se rejoignent) ;
- un scénario d'aléa extrême, de période de retour au moins 1 000 ans.

Rapport final

PROJET D'AMENAGEMENT CONTRE LES INONDATIONS SUR LE SECTEUR ENTREE SUD DE CAHORS

Ces scénarios s'accordent avec ceux définis dans le cadre de la Directive Inondations⁹.

Les scénarios étudiés pour construire la courbe dommages-fréquences (avant et après projet) sont les suivants :

- Scénario d'aléa « 1^{ers} dommages générés par les 1^{ers} débordements » : Q2 ;
- Scénario d'aléa d'une probabilité fréquente : Q10 ;
- Scénario d'aléa d'une probabilité intermédiaire ou moyenne : Q50 ;
- Scénario d'aléa de dimensionnement de projet : Q100 ;
- Scénario d'aléa exceptionnel : Q500

Remarques :

R1 – Les modélisations mettent en évidence que la crue Q10 présente un caractère débordant marqué, et que la crue dite usuellement « de premier débordement » présente donc nécessairement une période de retour inférieure, vraisemblablement comprise entre 2 et 5 ans. Celle-ci n'ayant pas été recherchée de façon fine dans le cadre des modélisations elle est assimilée dans ce qui suit, et de façon usuelle également, à la crue de période de retour 2 ans. Ce paramètre a été testé dans l'analyse de sensibilité.

R2 - L'évènement extrême de période de retour supérieure ou égale à 1 000 ans n'a pas été modélisé. Nous avons appliqué un coefficient de 1,5 au scénario T500 afin de déterminer l'intersection avec l'axe des ordonnées (crue de probabilité « 0 ») dans la courbe fréquentielle de dommage. Ce paramètre de fin d'impact de l'aménagement a un relativement peu de poids dans l'analyse.

4.3. PARAMETRES

Le calcul des dommages par les fonctions de dommages préconisées nécessite de déterminer :

- La hauteur de submersion (pour tous les types de dommages) ;
- La vitesse d'écoulement exprimée en classe qualitative (pour les dommages aux activités agricoles) ;
- La durée de submersion exprimée en classe qualitative (pour tous les types de dommages) ;
- La saisonnalité de l'évènement (pour les dommages aux activités agricoles).

Les modélisations utilisées nous permettent de connaître les hauteurs et les vitesses de façon précise. Les fonctions de dommages par palier de 10 cm ont ainsi été utilisées.

La durée de submersion est considérée comme inférieure à 48H.

Pour la saisonnalité, des pourcentages de bon sens ont été pris en compte : les crues ont lieu majoritairement à l'hiver, mais ne peuvent pas être exclues le reste de l'année :

Printemps (semaines 14 à 26)	20 %
Été (semaines 27 à 39)	10 %
Automne (semaines 40 à 52)	20 %
Hiver (semaines 1 à 13)	50 %

Le poids de ces paramètres et des hypothèses afférentes est vérifié dans l'analyse de sensibilité.

⁹ Pour rappel, la Directive Inondations impose de caractériser trois scénarios d'aléas sur le territoire : un scénario d'inondation « fréquente », d'une période de retour entre 10 ans et 30 ans, un scénario d'inondation « moyenne », d'une période de retour entre 100 ans et 300 ans et enfin un scénario d'inondation « extrême », d'une période de retour supérieure ou égale à 1 000 ans

5. CARACTERISER L'OCCUPATION DU TERRITOIRE

Les enjeux permettant d'évaluer la situation du territoire en situation de référence (diagnostic) et en situation projet (AMC) ont été recensés et caractérisés afin de calculer les indicateurs pertinents prévus dans l'AMC (cf. tableau ci-dessous).

Tableau 1 – Les indicateurs élémentaires de l'AMC

Indicateurs	Définition	Présence sur le périmètre
P1	Nombre de personnes habitant en ZI	Oui
P2	Nombre de personnes habitant dans des logements de plain-pied en ZI	Oui
P3	Nombre d'établissements sensibles en ZI	Non
P4	Nombre de bâtiments participant directement à la gestion de crise situés en ZI	Non
M1	Dommages aux habitations (k€)	Oui
M2	Dommages aux entreprises (k€)	Oui
M3	Dommages agricoles (k€)	Oui
M4	Dommages aux établissements publics (k€)	Non
P5	Linéaire de route en ZI	Oui
P6	Part des entreprises aidant à la reconstruction	Non
P7	Nombre d'emplois en ZI	Oui
P8	STEP en ZI	Non
P9	Déchèterie en ZI	Non
P10	Site dangereux (ICPE) en ZI	Oui

Les sources de données utilisées sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 2 – Données utilisées pour identifier et caractériser les enjeux

Fonctions	Caractéristiques	Coûts associés	Données source
Fonction habitat	Maison individuelle : Maison de plain-pied Maison à étage Appartement / logement collectif : Appartements en RDC Appartements en étage	Endommagement en cas d'inondation Fonctions de dommages CGDD	BD TOPO V3 BD MAJIC (DGFIP) 2023 Données INSEE carroyées (population) 2015
Fonction activités économiques hors agriculture	Établissements selon catégorie d'activité (NAF) Emplois (tranche effectif) Etablissements potentiellement dangereux/ sites potentiellement pollués Déchèteries Routes	Endommagement en cas d'inondation Fonctions de dommages CGDD	Base SIRENE V3 Georisques ICPE 2020 SINOE 2024 BD Topo V3
Agriculture	Parcelles agricoles Culture dominante	Endommagement en cas d'inondation Fonctions de dommages CGDD	RPG
Services publics et patrimoine	Équipements publics suivant catégories : santé / scolaire / gestion de crise / sport & culture / administration Réseaux STEP Patrimoine : Musée / monuments historiques	Endommagement en cas d'inondation Fonctions de dommages CGDD	BD TOPO V3 FINESSE 2024 SANDRE 2024 Atlas du patrimoine

5.1. METHODOLOGIE

5.1.1. Population

Cet indicateur qualifie la vulnérabilité par rapport à la sécurité humaine notamment pour les territoires exposés à des événements à cinétique rapide ou à l'arrière des ouvrages. Pour les zones soumises à des aléas plus lents et prévisibles, les délais de prévenance facilitent la mise à l'abri ; mais les risques ne sont néanmoins pas nuls (chute, électrocution, etc.).

Cet indicateur renseigne également la prise en charge potentielle des collectivités, pendant la crise (évacuation et hébergement d'urgence) et le retour à la normale (hébergement à moyen terme voire long terme pour des logements). Si les infrastructures sont particulièrement endommagées, la remise en état peut être très longue (plusieurs mois).

Cet indicateur est calculé en affectant les données de population issues des données INSEE carroyées à 200 m (nombre de personnes sur un carré de 200 m, données INSEE) aux logements présents (voir paragraphe 5.1.2) de manière homogène.

Il s'agit de tous les personnes résidentes (au sens INSEE) situées dans l'emprise de la zone d'aléa. C'est-à-dire que l'indicateur ne concerne pas uniquement les habitants des logements directement inondés, mais également les habitants des logements en zone d'aléa au-dessus de la cote d'eau attendue (logements collectifs en étage, etc.). Ces derniers ne sont pas directement touchés ; en revanche, il est fortement probable que les personnes présentes soient évacuées (logements non habitables dans des conditions normales lors des inondations (accès/ isolement, coupure d'électricité, d'eau, insalubrité, dangerosité, etc.).

5.1.2. Logements

La base de données MAJIC a été utilisée pour le dénombrement des logements.

Il s'agit d'une base de données d'informations cadastrales (MAJIC : Mise A Jour des Informations Cadastreales) à vocation fiscale. Elle a récemment été mise à disposition des ayants droits pour d'autres usages.

Elle comporte notamment des informations importantes pour dénombrer le nombre et le type de logements :

- Type de local (maison, appartement, dépendances, local commercial ou industriel) ;
- Nombre de locaux par étage.

Cette base de données permet donc d'avoir un nombre précis et à jour de logements. Concernant la géolocalisation, les bâtiments sont représentés par des points sur la parcelle. Cette représentation ponctuelle génère 2 types d'incertitudes :

- Localisation du point par rapport au bâtiment : la correspondance point / bâti est globalement respectée.
- Lors du croisement avec la zone d'aléa, les logements ne seront comptabilisés comme exposés que si le point est dans la zone d'aléa – or le bâtiment peut être partiellement exposé, sans que le point soit dans la zone d'aléa et inversement le point peut être en zone d'aléa alors que le bâtiment ne l'est pas.

Grâce aux données contenues dans MAJIC, nous avons donc pu distinguer les logements collectifs (appartements) des logements individuels (maisons). Nous avons également pu déterminer le nombre de logements directement concernés par l'inondation en faisant l'hypothèse que les logements en étage n'étaient pas atteints.

5.1.3. Activités économiques : entreprises et emplois

Il s'agit de quantifier les impacts des inondations sur l'activité économique :

- Le nombre et type d'établissements permet d'évaluer les dommages aux entreprises ;
- Le nombre d'emplois concernés permet de quantifier les impacts à plus long terme et de façon plus globale pour le territoire.

Ces indicateurs ont été estimés à partir de la base de données SIRENE de l'INSEE géoréférencée. Les incertitudes dans l'utilisation de cette base sont liées à :

- La localisation comporte des incertitudes :

La géolocalisation de la BD SIRENE se fait par adressage (au numéro, à la rue, au centroïde de la commune suivant les informations disponibles dans la BD adresses). En milieu urbain, l'adressage est en général correct, ce qui est le cas du périmètre d'intervention sur Cahors. Cependant, le point est généralement localisé sur la rue et non au droit du bâtiment. Par ailleurs, les adresses des sièges des établissements, indiqués dans SIRENE, et les sites réels peuvent être également différents. Toutes ces incertitudes sur la localisation sont assez déterminantes dans le croisement avec la zone d'aléa. Nous avons donc effectué des vérifications de localisations à l'aide de l'outil Street-View.

- La base de données est mise à jour pour les créations - Toutes les entreprises ne sont pas obligées de se déclarer dans la base de données SIRENE (c'est un choix qui est posé lors de la création de son entreprise) ; mais les fermetures d'établissement sont moins régulièrement intégrées. Cette base surestime généralement le nombre d'établissements.

Les données suivantes ont été exploitées :

- Identification des codes NAF des types d'activités,
- Nombre d'emplois : tranche d'effectif

Tableau 3 – Tranches d'effectifs pour les entreprises

Tranche effectif	Liste des modalités (sirene.fr)	Effectif retenu
NN	Unités non employeuses (pas de salarié au cours de l'année de référence et pas d'effectif au 31/12). Cette tranche peut contenir quelques effectifs inconnus	1
'null'	Non renseigné	Tranche effectif médiane de l'activité
00	0 salarié (n'ayant pas d'effectif au 31/12 mais ayant employé des salariés au cours de l'année de référence)	1
01	1 ou 2 salariés	1
02	3 à 5 salariés	3
03	6 à 9 salariés	8
11	10 à 19 salariés	15
12	20 à 49 salariés	35
21	50 à 99 salariés	75
22	100 à 199 salariés	150
31	200 à 249 salariés	225
32	250 à 499 salariés	275
41	500 à 999 salariés	750
42	1 000 à 1 999 salariés	1500
51	2 000 à 4 999 salariés	3500

Tranche effectif	Liste des modalités (sirene.fr)	Effectif retenu
52	5 000 à 9 999 salariés	7500
53	10 000 salariés et plus	10 000

Les entreprises aidant à la reconstruction sont les entreprises travaillant dans le secteur du BTP, du commerce de matériaux, de la location d'engins, ... Ces entreprises sont identifiées au moyen de leur code APE.

Les administrations (voir gestion de crise, hébergement de population vulnérable et autres missions de services publics) traitées par ailleurs ont été exclues de cet indicateur.

Les hauteurs de premiers planchers fonctionnels ont été estimées à partir des levés topographiques réalisés dans le cadre des études de modélisations hydrauliques et AVP.

5.1.4. Agriculture

Les données utilisées sont issues du RPG (registre parcellaire graphique) contenant les contours des parcelles et les types de cultures principaux.

5.1.5. Etablissements de santé

Il s'agit de bâtiment hébergeant une population vulnérable à très vulnérable, qui nécessite généralement des transports adaptés, ainsi que pour certains une fonction potentielle de gestion de crise. Les établissements de santé sont recensés à partir de la base de données FINESS.

5.1.6. Etablissements accueillant une population vulnérable

Il s'agit des établissements suivants :

- Etablissements scolaires (y compris privés) ;
- Etablissements d'accueil de personnes âgées ou en situation de handicap (non médicalisés) – dont les hébergements type foyers logements ;
- Zones d'habitat légers : aire d'accueil des gens du voyage, camping ;
- Etablissement pénitentiaire (et bâtiment judiciaire relevant du pénal : cour d'assise, tribunal de police, ...) où des prisonniers peuvent se trouver.

La BD Topo V3 a été utilisée pour l'identification des établissements.

5.1.7. Bâtiments de gestion de crise

Il s'agit d'évaluer le nombre de bâtiments utiles à la gestion de crise en zone d'aléa :

- Centres techniques des collectivités territoriales
- Mairies / centres administratifs
- Etablissements d'incendie et de secours
- Commissariats de police / gendarmeries

Les établissements sont issus de la BD SIRENE pour l'essentiel.

5.1.8. Administrations

Les bâtiments abritant une autre mission de service public que celles vues ci-dessus ont également été recensés : ils peuvent influencer les délais de retour à la normale (prestations sociales, ...).

Les données sources utilisées est la BD SIRENE ; le tri a été effectué sur l'activité.

5.1.9. Axes routiers

Cet indicateur caractérise les potentielles interruptions de trafic routier.

Il est basé sur l'intersection entre le réseau de routes et la zone d'aléa. Il ne tient pas compte des surélévations, itinéraires de déviations, coupures de routes, etc. Il s'agit donc d'un linéaire maximal potentiellement impacté directement. Les ponts, qui sont par définition au-dessus des cours d'eau, intersectent par nature les zones inondables, alors qu'ils sont construits en hauteur et très souvent hors d'eau (même si ce n'est pas forcément le cas de leurs voies d'accès). Nous les avons donc extraits pour ne pas augmenter artificiellement les linéaires de routes en zone inondable.

La BD Topo subdivisant le réseau routier en tronçons, une analyse par tronçons exposés plutôt que par routes exposées aurait été possible. Néanmoins, les tronçons de la BD Topo ne correspondant pas à de vraies unités fonctionnelles (avec des possibilités de déviation, par exemple), cette possibilité a été jugée moins pertinente que l'exposition directe. L'analyse de l'indicateur est menée selon le statut administratif des routes ;

- Autoroutes ;
- Nationales ;
- Départementales.

Les routes « Autres » ne sont pas intégrées à l'analyse : il s'agit de desserte locale, qui sont peu susceptibles d'impacter le trafic global sur le plan économique.

L'indicateur calculé est le linéaire de routes inondées, par type d'axe.

5.1.10. Installations sensibles du réseau d'eaux usées

Le nombre de STEP en zone d'aléa permet d'avoir un renseignement sur la pollution organique potentielle. Les données sont issues de la BDERU de SANDRE. Pendant l'inondation ou la submersion, le facteur de dilution est important, c'est donc essentiellement après l'évènement, pendant la remise en service du réseau d'assainissement (collecte et traitement) qu'il peut y avoir des risques de pollution.

5.1.11. Sites potentiellement dangereux : Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Cet indicateur se base sur la base de données des sites classés au titre des ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement). Ces sites représentent des dangers potentiels du fait de la présence de produits ou de procédés dangereux pouvant provoquer lors d'une inondation des impacts importants et des effets dominos (pollutions, explosions, incendies, ...).

Il existe 4 régimes pour les ICPE : déclaration ; déclaration à contrôle périodique ; enregistrement ; autorisation (qui comprend les installations dites « Seveso » seuil bas, et seuil haut, ces dernières étant des ICPE soumises à autorisation avec servitude d'utilité publique).

Pour cibler les installations les plus à risques pour l'environnement et la sécurité des personnes, l'indicateur recense :

- Les ICPE soumises à autorisation et qui sont également classifiées en Seveso seuil bas
- Les ICPE soumises à autorisation avec servitude d'utilité publique, qui sont des sites Seveso seuil Haut
- Les ICPE soumise à la directive IED (anciennement IPPC)

Cet indicateur permet une première approche correcte mais il reste limité dans la mesure où l'on ne connaît pas la vulnérabilité réelle de l'établissement, et qu'il ne prend pas en compte d'autres sites potentiellement dangereux (par exemple les stations-services soumises à déclaration).

5.1.12. Patrimoine

Les espaces et sites remarquables sont :

- Les sites et immeubles classés / inscrits (Atlas du patrimoine)
- Les musées (BD TOPO)

5.2. RESULTATS

Les résultats sont présentés dans le tableau page suivante. A retenir que pour l'évènement de centennal en état référence :

- **39 personnes réparties dans 19 logements sont situées en zone inondable.** A noter que 56 % des habitants sont en résidences secondaires ou saisonnières.
- **63 entreprises** impactées représentant **414 emplois**.
- **RMS 46 est le plus gros employeur situé en zone inondable avec 137 salariés suivi de Sonova et Peugeot avec 69 salariés** (Base SIRENE). Pour la plupart des entreprises présentent un effectif d'un salarié, à l'exception des quelques établissements d'industrie manufacturière, de commerce ou réparation d'automobiles / de motocycles et d'hébergement / restauration.
- **La société Meloyan Mehr** est l'unique site potentiellement dangereux ou polluant (ICPE). *A noter un arrêté préfectoral du 14/04/2021 ordonnant la suppression d'activité et la remise en état du site et un dernier arrêté du 27/12/2023 ordonnant une astreinte administrative journalière afin de mettre fin à son activité. A date, cette activité est toujours enregistrée dans la base ICPE.*
- Seuls 100 m² de prairies permanentes ont été recensées en zone inondable. On peut considérer que la vulnérabilité agricole est nulle.
- Les enjeux suivants n'ont pas été recensés en zone inondable sur le périmètre d'étude :
 - Etablissement public
 - Déchetterie
 - STEP

Tableau 4 – Enjeux recensés sur le périmètre d'étude

	Q10			Q50			Q100			Q500		
	Nombre	Habitants (RS/RP) / emplois		Nombre	Habitants (RS/RP) / emplois		Nombre	Habitants (RS/RP) / emplois		Nombre	Habitants (RS/RP) / emplois	
Logements	9	9 (RP) / 8 (RS)	15	20 (RP) / 10 (RS)	15	23 (RP) / 8 (RS)	19	25 (RP) / 14 (RS)				
Appartement	6	9 (RP) / 4 (RS)	11	17 (RP) / 6 (RS)		20 (RP) / 4 (RS)	13	22 (RP) / 6 (RS)				
Appartement en RDC	2	4 (RP) / 0 (RS)	2	4 (RP) / 0 (RS)		9 (RP) / 0 (RS)	4	9 (RP) / 0 (RS)				
Appartement en étage	4	4 (RP) / 4 (RS)	9	13 (RP) / 6 (RS)		11 (RP) / 4 (RS)	9	13 (RP) / 6 (RS)				
Maison	3	1 (RP) / 4 (RS)	4	2 (RP) / 4 (RS)		2 (RP) / 4 (RS)	6	2 (RP) / 8 (RS)				
Maison avec étage	2	0 (RP) / 4 (RS)	3	2 (RP) / 4 (RS)		2 (RP) / 4 (RS)	4	2 (RP) / 6 (RS)				
Maison de plain-pied	1	1 (RP) / 0 (RS)	1	1 (RP) / 0 (RS)		1 (RP) / 0 (RS)	2	1 (RP) / 2 (RS)				
Entreprises	27	200	54	399	63	414	69	524				
Activités de services administratifs et de soutien	0	0	2	1		2	1	2		1		
Activités financières et d'assurance	1	1	3	2		3	2	4		10		
Activités immobilières	7	7	12	12		12	12	13		13		
Activités spécialisées, scientifiques et techniques	3	7	4	9		4	9	4		9		
Arts, spectacles et activités récréatives	1	2	1	2		1	2	1		2		
Autres activités de services	0	0	1	5		3	8	4		9		
Commerce ; réparation d'automobiles / motocycles	15	183	28	349		34	361	37		461		
Construction	0	0	1	5		2	5	2		5		
Hébergement et restauration	0	0	2	14		2	14	2		14		
Bâtiments publics	0	0	0	0		0	0	0		0		
Etablissement utile à la gestion de crise	0	0	0	0		0	0	0		0		
Etablissement recevant une population sensible	0	0	0	0		0	0	0		0		
autres missions de service publics	0	0	0	0		0	0	0		0		
Surfaces agricoles (ha)	0,1	0	0,1	0		0,1	0	0,1		0		
Sites potentiellement dangereux ou polluants	1	0	1	0		1	0	1		0		
ICPE	1	0	1	0		1	0	1		0		
STEP	0	0	0	0		0	0	0		0		
Déchetteries	0	0	0	0		0	0	0		0		

6. ANALYSE ELEMENTAIRE : LES COUTS ET BENEFICES DU PROJET

L'analyse élémentaire vise à évaluer les bénéfices et les coûts du projet. Les bénéfices sont évalués par les dommages évités selon la méthodologie recommandée par le CGDD. Cette méthode suppose l'application de fonctions de dommages établies au niveau national.

6.1. LES COUTS ASSOCIES AU PROJET

L'ensemble des coûts liés au projet pour les besoins de l'AMC sont synthétisés dans les paragraphes suivants. Ces coûts s'entendent en € HT.

6.1.1. Coûts d'investissements

Les coûts d'investissement comprennent :

- Les coûts des travaux et des équipements (incluant les coûts d'études et d'accompagnement de la mission de maîtrise d'ouvrage : assistance à maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, contrôles, ...) ;
- Les coûts du foncier et des démolitions ; Sont concernés par les démolitions :
 - ✓ 7 entreprises : Ford, Carrefour (hors réserve), Stock System, Pavan (bâtiment de stockage arrière), Banneton, Renault (parking uniquement) et But. Cette liste d'entreprises vient s'ajouter aux démolitions de Pôle Vert et d'un contrôle technique en 2021.
 - Enfin, le magasin Intersport sera démoli dans le cadre de la recomposition commerciale de la zone (hors coûts de projet).
 - ✓ 2 logements situés chemin de Mathieux (à proximité immédiate de But).

Les fiches suivantes présentent les montants d'investissements selon les différents postes.

Action n°617 - Terrassements et OA	Montant global d'opération (€ HT)
PAPI actuel + avenant	
Etudes	747 895
Mission maîtrise d'œuvre complète	519 244
AMC (analyse multi-critères)	11 000
Géotechnique	29 315
Modélisations hydraulique	19 750
Dossiers réglementaires (évaluation/autorisation environnementale, DIG, DUP,	67 412
Autres études connexes (géomètre...)	47 883
Diagnostic réseau d'assainissement	53 291
Acquisitions foncières et transfert fonds de commerce	1 893 288
Démolitions	482 372
Travaux	0
Sous-total	3 123 555
Prochain PAPI	
Travaux	9 645 000
Acquisitions foncières et transfert fonds de commerce	12 906 000
Démolitions	1 624 000
Sous-total	24 175 000
TOTAL FICHE 617	27 298 555

Action n°701 - Système d'endiguement		Montant global d'opération (€ HT)
PAPI actuel + avenant		
Etudes		612 056
	Mission maîtrise d'œuvre complète	383 406
	AMC (analyse multi-critères)	11 000
	Géotechnique	29 315
	Modélisations hydraulique	19 750
	Dossiers réglementaires (évaluation/autorisation environnementale, DIG, DUP,	67 412
	Autres études connexes (géomètre...)	47 883
	Diagnostic réseau d'assainissement	53 291
Travaux		0
	Sous-total	612 056
Prochain PAPI		
Travaux		3 295 000
	Sous-total	3 295 000
	TOTAL FICHE 701	3 907 056

Le montant global des investissements est de **31 205 611 € HT (avril 2025)**. Nous évaluerons les effets d'une variation des coûts d'investissements de +/- 25 % sur les résultats de la VAN dans l'analyse de sensibilité, notamment afin de prendre en compte les imprévus.

6.1.2. Coûts environnementaux

Les projets de gestion des inondations ont des impacts positifs ou négatifs sur l'environnement lors de leur mise en place et pendant leur fonctionnement. Ces impacts doivent être évités, réduits et/ ou compensés par des mesures correctives dans le cadre de la séquence ERC (éviter, réduire, compenser). Ces dernières sont définies au moment des études d'impact. Les coûts de ces mesures peuvent être appréhendés comme un proxy des coûts du projet pour l'environnement (CGDD¹⁰).

Les mesures de la séquence ERC n'étant pas identifiées, nous nous sommes appuyés sur la méthode proposée dans le guide qui propose des ratios des coûts d'investissement en fonction du type d'aménagement. Les aménagements du type « confortement et rehausse » ont un niveau d'impact moyen sur l'environnement et le ratio proposé est de 1 % à 3 % du montant des investissements. Nous retenons ici la valeur de 1 % du coût des travaux, soit : **129 400 €**

6.1.3. Coûts d'entretien

L'entretien et la surveillance des aménagements ont été évalués en prenant un ratio de 2 % par rapport aux coûts d'investissements de travaux, soit 258 800 €/an.

¹⁰ « Analyse multicritères des projets de prévention des inondations : le guide méthodologique, Thema, mars 2018 ».

6.1.4. Coûts de réparation

Compte tenu du fonctionnement de l'ouvrage, les probabilités de rupture apparaissent pour un aléa très supérieur au scénario de dimensionnement et restent minimes. On considère que les coûts de réparation sont négligeables.

6.1.5. Coûts liés à la surinondation

Des surinondations sont pour la quasi-totalité générées sur les entreprises et très faiblement sur les logements. Ils représentent seulement 1 096 € de dommages moyens annualisés.

6.1.6. Echancier des investissements

L'objectif de l'échancier est d'intégrer à l'analyse une estimation des décalages d'investissements afin de restituer une situation proche de la réalité.

Ainsi, après une période d'investissements et de travaux de 2025 à 2029, nous avons ainsi projeté la 1^{ère} année d'effet des ouvrages en 2030 (date à partir de laquelle les premiers bénéfices sont captés).

6.1.7. Synthèse des coûts

Le tableau suivant synthétise les coûts liés au projet.

Tableau 5 – Synthèse des coûts

		Coût (H.T.)	Source
		Scénario de projet	
1	Travaux (phase 1 et 2)	12 940 000 €	AVP Cahors
2	Etudes / AVP (MOE AVP PRO AOR, géotechnique ...) phase 1	1 359 951 €	AVP Cahors
3	Foncier / démolitions (phase 1 et 2)	16 905 660 €	AVP Cahors
	TOTAL H.T.	31 205 611 €	
4	Travaux d'entretien annuel 2%	258 800 €	Source : Guide AMC* (fourchette basse)
5	Coûts environnementaux 1%	129 400 €	Source : Guide AMC* cf. Catégorie 4 du Tableau 14 : Grille des ratios de coûts environnementaux préconisés en fonction du type de mesures mises en place. Source : CGDD
6	Surinondation	1096 €	Dommages moyens annuels

* Analyse multicritère des projets de prévention des inondations - Guide méthodologique 2018

6.2. LES BENEFICES ASSOCIES AU PROJET

6.2.1. Méthodologie

Les bénéfices associés au projet sont évalués suivant :

- L'évaluation des enjeux protégés grâce au projet ;
- La monétarisation des dommages évités grâce au projet.

6.2.1.1. L'évaluation des enjeux protégés grâce au projet

Les enjeux recensés dans le périmètre d'étude (cf. § 5) sont croisés avec les différents scénarios d'aléas (cf. § 4) avec et sans projet. Ces croisements permettent d'évaluer quels sont les enjeux protégés (ou non). Cette évaluation s'effectue suivant la typologie d'enjeux, reprise dans les indicateurs, et leur localisation pour les différentes périodes de retour – et notamment pour le scénario de dimensionnement du projet.

A noter que les enjeux concernés par les démolitions ne sont plus pris en comptes en état projet afin de capter les bénéfices de cette action.

6.2.1.2. La monétarisation des dommages évités grâce au projet

Les dommages sont évalués avant et après le projet : la différence de dommages entre la situation de référence et la situation de projet représente les bénéfices liés au projet.

Les dommages sont évalués pour les catégories d'enjeux pour lesquels il existe des fonctions de dommages :

- Logements ;
- Entreprises ;
- Equipements publics (non concernés sur le périmètre d'étude) ;
- Enjeux agricoles.

Les fonctions de dommages issues du guide sont en € 2016 ; elles ont été actualisées en € de l'année en cours en utilisant l'indice des prix à la consommation de l'INSEE.

- Concernant l'évaluation des dommages aux logements :

L'utilisation de la base de données MAJIC permet de recenser les logements par entité. Les fonctions de dommages par entité ont donc été utilisées suivant les recommandations du guide méthodologique pour une analyse à l'échelle communale.

Les paramètres utilisés sont :

- Aléas :
 - Hauteur d'eau par pas de 10 cm ;
 - Durée d'inondation : inférieure à 48h ;
- Logement :
 - Individuel
 - sans étage,
 - avec étage
 - Collectif : la base de données MAJIC permet de dénombrer le nombre de logements dans les immeubles collectifs ainsi que le niveau auxquels les logements sont situés

- Concernant l'évaluation des dommages aux entreprises :

L'utilisation de la base de données SIRENE permet d'utiliser les fonctions de dommages des entreprises par entité de bien suivant le nombre d'employé

Les paramètres utilisés sont :

- Aléas :
 - Hauteur d'eau par pas de 10 cm
 - Durée d'inondation : inférieure à 48h
- Entreprises :
 - Activité (code APE selon la nomenclature NAF)
 - Nombre d'emploi : milieu de la tranche d'effectif et au minimum 1 emploi / entreprise

Les dommages aux entreprises sont généralement estimés sur la base du type d'activité et de l'effectif – en prenant en compte la localisation du point situant l'entreprise.

- Concernant l'évaluation des dommages aux surfaces agricoles :

La base de données RPG (registre parcellaire graphique) avec les champs contenant les contours des parcelles et les types de cultures principaux a été utilisée afin de disposer des informations nécessaires sur les cultures.

Les fonctions de dommages établies pour 14 types de cultures distinctes 11 ont été appliquées suivant les cultures identifiées.

Les paramètres utilisés sont :

- Aléas :
 - Hauteur d'eau par pas de 10 cm
 - Durée d'inondation : inférieure à 24H
 - Vitesse du courant (0 à 0,5m/s ; 0,5 à 1 m/s ; 1 à 2 m/s)
- Paramètres agricoles :
 - Chaque parcelle de même type de culture est découpée en polygone homogène suivant les classes hauteur – vitesse – durée.
 - La saisonnalité des crues est prise en compte dans l'application de la fonction de dommages.

6.2.2. Résultats

Les résultats sont présentés ci-après.

¹¹ « Analyse multicritères des projets de prévention des inondations : le guide méthodologique, Thema, mars 2018 ».

Tableau 6 – Synthèse des bénéfices

Objectifs	Sous-objectifs	Axe de la DI	Indicateurs	Définition	Aléa	Etat référence	Etat projet	Gain
Générer des bénéfices	Mise en sécurité des personnes	Santé humaine	P1a	Nombre de personnes habitant en ZI	Q10	9	2	77,8%
					Q50	20	2	90,0%
			P1b	Part des personnes habitants en ZI par commune	Q100	23	2	91,3%
					Q500	25	2	92,0%
					Q10	0,05	0,01	80,0%
					Q50	0,09	0,01	88,9%
					Q100	0,11	0,01	90,9%
					Q500	0,12	0,01	91,7%
			P2a	Nombre de personnes habitant dans des logements de plein-pied en ZI	Q10	0	0	0,0%
					Q50	0,13	0	100,0%
					Q100	0,13	0	100,0%
					Q500	0,13	0	100,0%
	Réduction des dommages aux biens	Non monétaire	P2b	Part des personnes habitants dans des logements de plain-pied en ZI par commune	Q10	1	0	100,0%
					Q50	1	0	100,0%
					Q100	1	0	100,0%
					Q500	1	0	100,0%
			M1	Dommages aux habitations (€)	Q10	7,21	0,00	100,0%
					Q50	3,71	0,00	100,0%
					Q100	3,18	0,00	100,0%
					Q500	2,90	0,00	100,0%
			M2	Dommages aux entreprises (€)	Q10	84 328	16 928	79,9%
					Q50	135 002	26 288	80,5%
					Q100	175 006	33 374	80,9%
					Q500	224 878	45 630	79,7%
			M3	Dommages aux activités agricoles (€)	Q10	9 387 452	1 283 513	86,3%
					Q50	21 062 996	2 209 639	89,5%
					Q100	22 307 516	2 238 726	90,0%
					Q500	37 816 101	2 779 385	92,7%
Amélioration de la résilience du territoire	Economie	P5a	Linéaire (km) du réseau de transport en ZI	Q10	141	141	0,0%	
				Q50	153	153	0,0%	
				Q100	153	153	0,0%	
				Q500	153	117	23,5%	
		P7	Nombre d'emplois en ZI	Q10	1 290	300	76,7%	
				Q50	4 152	1 095	73,6%	
				Q100	4 370	1 021	76,6%	
				Q500	4 428	1 185	73,2%	
Protection de l'environnement	Non monétaire	P10	Nombre de sites dangereux en ZI	Q10	200	81	59,5%	
				Q50	399	88	77,9%	
				Q100	414	88	78,7%	
				Q500	524	100	80,9%	

6.2.2.1. Mise en sécurité des personnes

L'indicateur concernant le nombre de personnes en zone inondable (P1a) a été calculé en prenant en compte les habitants à l'année. On constate une efficacité importante du projet dès l'évènement fréquent où 78 % des personnes sont sorties de la zone inondable. Les effets des aménagements restent très positifs jusqu'à l'évènement exceptionnel (Q500).

Seul un logement de plain-pied a été recensé en zone inondable (chemin des Mathieux). Il fera l'objet d'une acquisition / démolition.

200 salariés sont localisés dans l'enveloppe de la crue décennale, le projet permet sortir 60 % des emplois. Pour l'évènement centennal, plus de 400 emplois sont concernés directement par une inondation, le projet permettant de sortir près de 80 % des salariés de la zone inondable.

Il n'y a aucun bâtiment utile à la gestion de crise recensé dans la zone inondable.

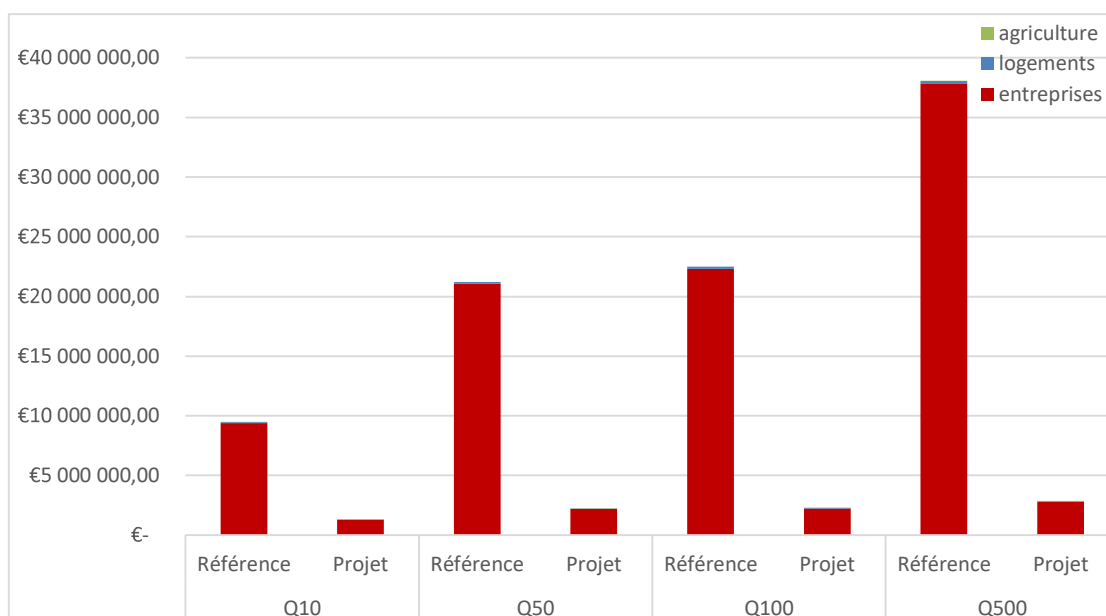
6.2.2.2. Dommages aux biens

En toute logique, les entreprises concentrent les plus de dommages, avec des l'évènement décennal plus de 9 M€ de dommages, et jusqu'à 22 M€ pour l'évènement centennal. Le projet permettra de réduire entre 85 et 95 % des dommages pour l'ensemble des événements étudiés.

Les dommages aux logements sont peu importants : ils représentent de 0,08 M€ en Q10 à 0,22 M€ en Q100. Le projet permet de réduire environ 80 % de dommages pour l'ensemble des événements étudiés.

Les dommages agricoles sont très faibles voir presque inexistant avec seulement 141 € de dommages en Q10, et 151 € en Q100.

Aucun dommage aux bâtiments publics.



6.2.2.3. Amélioration de la résilience du territoire

Le projet permet de réduire efficacement le nombre d'emplois concernés par la submersion jusqu'à Q100 (- 79 %).

Les entreprises aidant à la reconstruction sur la commune ne sont pas localisées en zone inondable.

La D820 est grande partie sortie de la zone inondable, à l'exception de points bas. Le retour à la normale et la durée de l'inondation devraient être limité par rapport à l'état de référence.

Globalement, le projet est nettement bénéfique en termes d'amélioration de la résilience du territoire.

6.2.2.4. Protection de l'environnement

Le secteur d'étude est concerné par une ICPE non Seveso (Meloyan Mehr) en zone inondable impactée dès l'évènement fréquent (Q10). Cette activité est concernée par un arrêté préfectoral ordonnant la session d'activité. En tout état de cause, le périmètre d'étude ne devrait plus être concerné par un risque caractérisé pour l'environnement.

7. ANALYSE SYNTHETIQUE DES SCEANRIOS

7.1. METHODOLOGIE

L'analyse synthétique a pour objectif de « rationaliser » les indicateurs, notamment en intégrant les probabilités des aléas étudiés, afin de comparer les situations entre elles indépendamment des scénarios de dimensionnement, etc.

Sur la base des coûts liés à l'exposition des enjeux aux aléas, des dommages moyens annuels (DMA) sont calculés. Ces dommages moyens annuels intègrent les coûts avec la probabilité d'occurrence des aléas étudiés. Les dommages moyens annuels représentent l'espérance mathématique de dommage :

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

$D(f)$ étant la fonction de dommages en fonction de la période de retour des évènements.

Les indicateurs de l'ACB, qui sont calculés à un horizon de 50 ans, sont les suivants :

- pertinence économique : comparaison des montants investis et des bénéfices espérés : VAN,
- efficience : ce qu'1 euro investi permet d'éviter comme montant de dommages : B/C,
- efficacité : ce que l'aménagement permet de réduire sur les coûts de dommages initiaux en état de référence.

Remarque : tous ces indicateurs sont calculés en considérant que chaque année est une année statistique moyenne avec $1/X$ risque de voir des évènements de période de retour X , ce qui revient à moyenner de l'ordre de 1000 ans au regard des aléas étudiés. En fonction des évènements qui se produiront réellement, la réalité sera différente.

Les formules appliquées pour calculer les indicateurs sont décrites ci-après.

- VAN : valeur actualisée nette, indique la pertinence économique, c'est-à-dire si les dommages évités sont supérieurs aux coûts

$$VAN = B - C = -CI + \sum_{i=1}^n \frac{DEMA - CE_i}{(1+r)^i}$$

Avec :

- CI les coûts initiaux du projet,
- CE_i les coûts annuels différés à l'année i ,
- DEMA les dommages évités moyens annuels
- n l'horizon temporel de la mesure⁶³
- r le taux d'actualisation (r est constant jusqu'en 2070)⁶⁴
- C les coûts totaux actualisés du projet
- Et B tel que :

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{DEMA}{(1+r)^i}$$

- B/C , ratio bénéfices / coûts qui exprime le montant de dommages évités par euro d'investissement

$$B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{DEMA_i}{(1+r)^i}}{CI + \sum_{i=1}^n \frac{CE_i}{(1+r)^i}}$$

Avec :

- CI les coûts initiaux du projet,
- CE_i les coûts annuels différés à l'année i ,
- $DEMA$ les dommages évités moyens annuels
- n l'horizon temporel de la mesure⁶⁵
- r le taux d'actualisation (r est constant jusqu'en 2070)⁶⁶

- Efficacité à réduire les dommages initiaux : $(DMA_{référence} - DMA_{projet}) / DMA_{référence} = DEMA / DMA_{référence}$

Les $DEMA$ représentant les bénéfices du projet c'est-à-dire dommages en état de référence – dommages en état aménagé.

Les $NEMA$ (nombre évités moyens annuels) d'habitant et d'emplois sont également calculés sur le même modèle.

7.2. RESULTATS

Les figures et tableau suivants présentent les résultats.

Les espaces entre les courbes avec et sans projet sont proportionnels aux dommages évités, pondérés par la probabilité des aléas considérés.

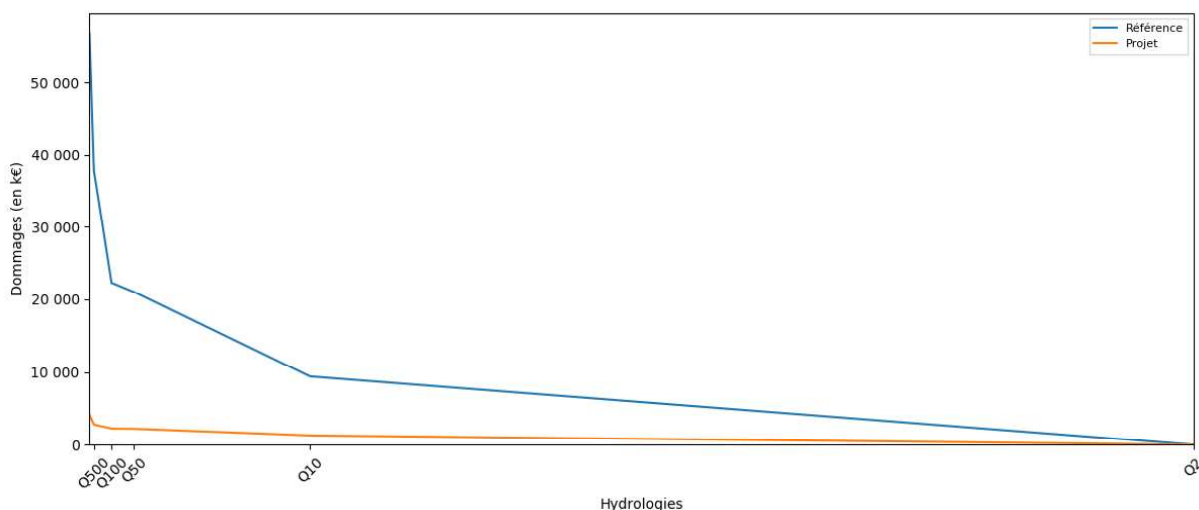


Figure 9 – Dommages aux entreprises selon la fréquence d'aléas

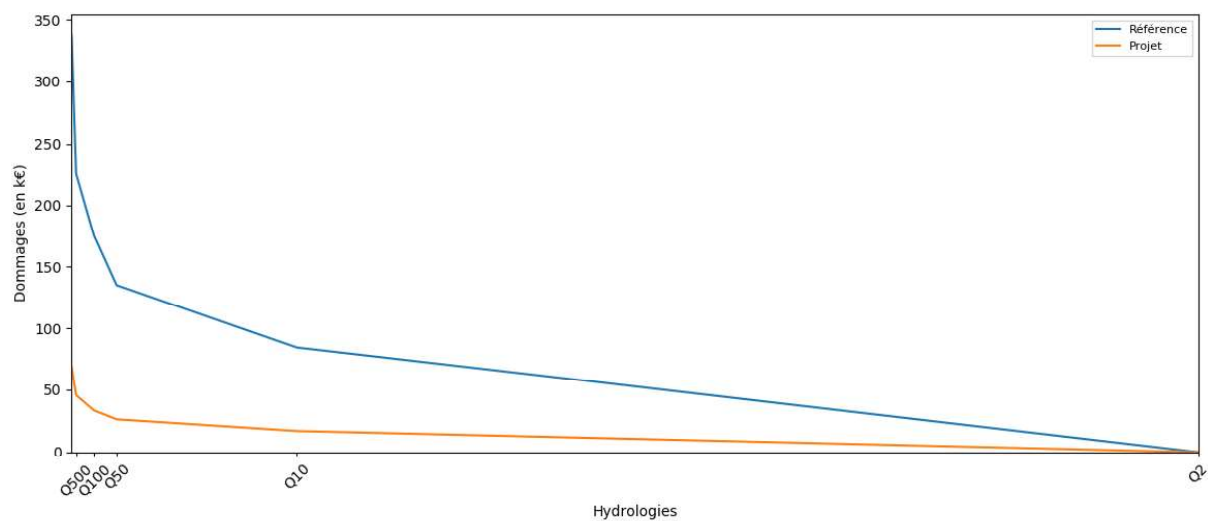


Figure 10 – Dommages aux logements selon la fréquence d'aléas

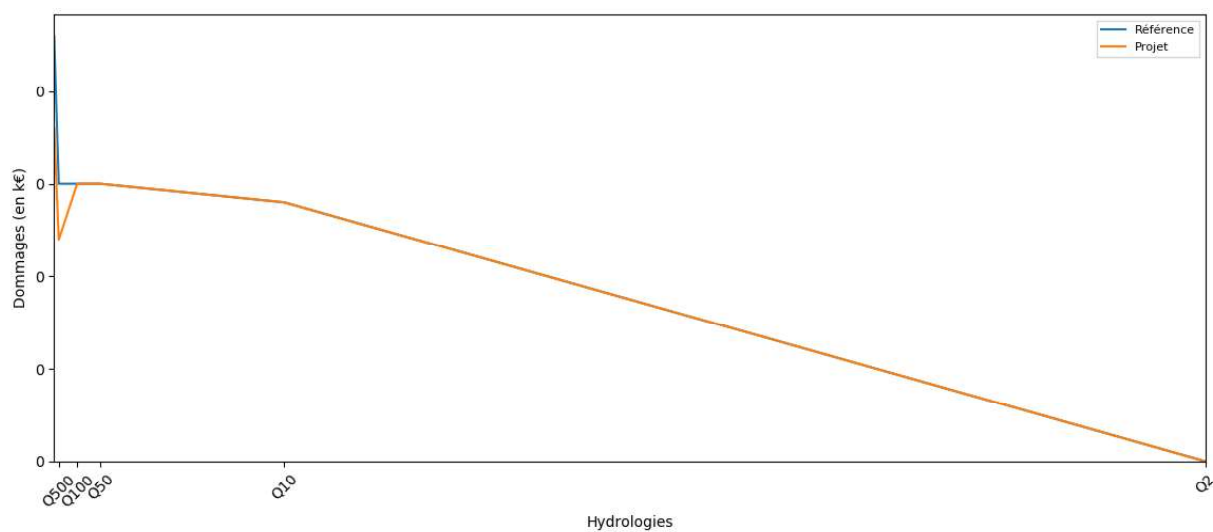


Figure 11 – Dommages aux parcelles agricoles selon la fréquence d'aléas

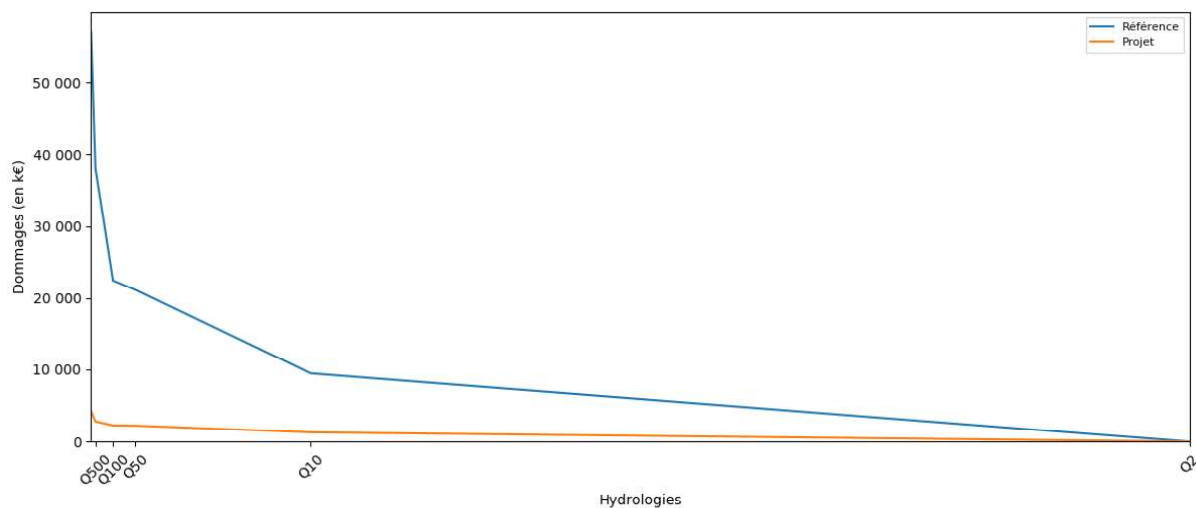


Figure 12 – Dommages totaux selon la fréquence d'aléas

Tableau 7 – Indicateurs synthétiques de l'AMC

Scénario de projet			
Efficacité	Nombre (moyen annuel) d'habitants protégés par le projet	NEMA habitants	2,75
	Ratio nombre (moyen annuel) d'habitants protégés par le projet / nombre (moyen annuel) d'habitants exposés en situation de référence	NEMA habitants/ NMA habitants Sref	80%
	Nombre (moyen annuel) d'emplois protégés par le projet	NEMA emplois	49,3
	Ratio (nombre moyen annuel) d'emplois protégés par le projet / nombre (moyen annuel) d'emplois exposés en situation de référence	NEMA emplois/ NMA emplois Sref	64%
	Ratio dommages évités (moyens annuels) / dommages (moyens annuels) en situation de référence	DEMA /DMA Sref	88%
Coût - efficacité	Coût (équivalent moyen annuel) du projet par habitant-e protégé-e	Cmoy/NEMA habitants	257 601 €
	Coût (équivalent moyen annuel) du projet par emploi protégé	Cmoy/NEMA emplois	14 375 €
Efficience	Valeur actualisée nette	VAN	43,1 M€
	Année où VAN > 0		2042
	Ratio bénéfices générés par le projet / surcoûts liés au projet	B/C	2,2
	Dommages liés à la surinondation / dommages évités	DMA si / DEMA	0,03%

Ce projet permet de protéger environ 49 emplois (moyenne annuelle) pour un coût moyen de l'ordre de 14 375 € par emploi protégé ; cela correspond à une **réduction de 64 % des emplois** exposés.

Le projet permet également de protéger en moyenne annuelle environ 3 personnes, ce qui permet de **réduire de 80% le nombre d'habitants exposés**. Les coûts totaux par habitants protégés sont de 250 770 €. Ces coûts élevés sont à relativiser au regard du projet qui vise à protéger une zone d'activité commerciale. (NB : les coûts par emploi et par habitant ne s'additionnent pas).

Les dommages moyens annuels sont réduits significativement de 88%.

Les dommages liés à la surinondation sont très limités (les estimations ne sont pas significatives au regard des incertitudes).

Les indicateurs synthétiques de l'AMC sont positifs :

- La VAN est positive la 18^{ième} année (43,1 M€ à 50 ans)
- Le rapport B/C indique qu'1€ investi permet d'économiser environ 2,2 € de dommages

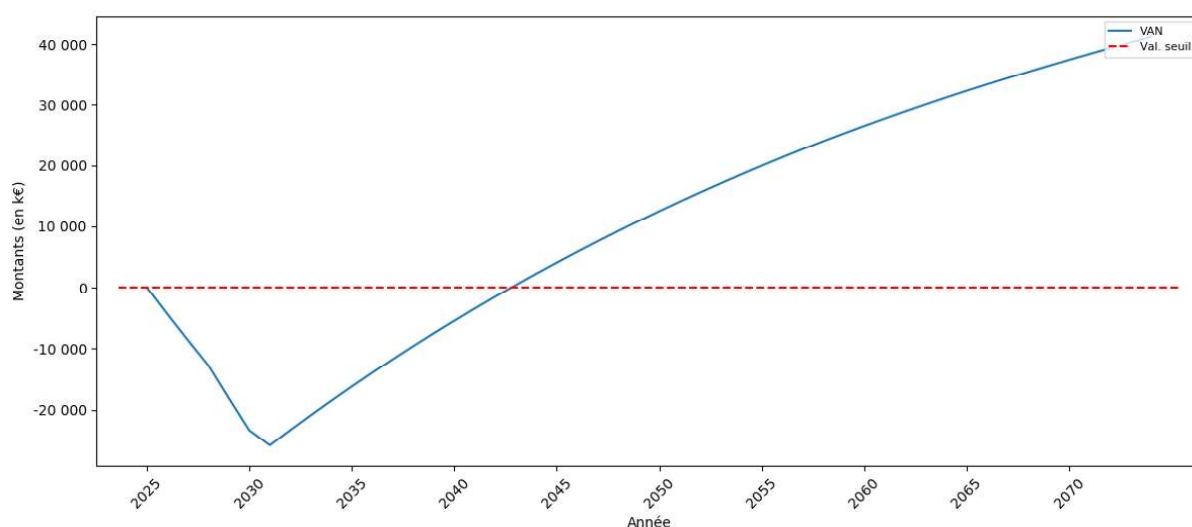


Figure 13 – Représentation de la valeur actualisée nette (VAN)

8. ANALYSE DE ROBUSTESSE

Les analyses de sensibilité visent à évaluer la robustesse des résultats de l'AMC, celle-ci étant basée sur des hypothèses et des modélisations / représentations de la réalité générant nécessairement des incertitudes.

8.1. ANALYSE DE SENSIBILITE

L'analyse de sensibilité consiste à faire varier les paramètres d'entrée pour observer les impacts sur les résultats de sortie du modèle. Cette analyse permet d'identifier les paramètres les plus influents sur les résultats. Les paramètres testés sont ceux qui conditionnent les résultats et ceux sur lesquels pèsent les plus fortes incertitudes.

Les paramètres testés sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 8 – Paramètres de l'analyse de sensibilité

Paramètres testés	Valeur retenue dans l'AMC	Valeur minimale testée	Valeur maximale testée	Commentaires
Périodes de retour des 1ers dommages	2 ans	1 ans	5 ans	Paramètre généralement très sensible ; incertitude sur les débordements et sur la fréquence associée
Période de retour des événements	Q10 : 10 ans Q50 : 50 ans Q100 : 100 ans Q500 : 500 ans	5 ans 40 ans 80 ans 300 ans	15 ans 60 ans 120 ans 700 ans	Périodes de retour plus incertaines lorsque la fréquence diminue
Hauteur d'eau	Résultats modélisation	- 20 cm	+ 20 cm	Incertaines liées au modèle – seule la hauteur est testée ; les paramètres vitesses et durée jouent essentiellement sur les dommages agricoles qui n'ont pas ou peu de poids dans le cas étudié (voir résultats de l'analyse de sensibilité)
Surélévation 1 ^{er} plancher	Observation de terrain	-20cm	+20cm	Incertaines liées aux observations de terrain
Dommages aux logements	Résultats de l'application des fonctions de dommages nationales	-25%	+ 25%	En l'absence de données sur les incertitudes, l'intervalle maximum recommandé est testé. Cet intervalle étant le même pour les 4 paramètres, on pourra comparer la sensibilité des résultats à ces différents paramètres pour des variations identiques.
Dommages aux entreprises		-25%	+ 25%	
Dommages aux équipements publics		-25%	+ 25%	
Coûts des investissements	Evaluation projet stade AVP	-25%	+ 25%	Au stade AVP, les incertitudes existent
Coûts entretien annuel	87 k€, 2% travaux	-25%	+ 25%	

Les résultats de l'analyse de sensibilité sont présentés ci-dessous :

Tableau 9 – Résultats de l'analyse de sensibilité

VAN

Paramètre	Valeur Min	Valeur Réelle	Valeur Max	% écart
Période de retour des premiers dommages	12 445 288	43 107 529	89 111 929	177.8 %
Période de retour des hydrologies	32 805 097	43 107 529	65 126 481	75.0 %
Probabilité de rupture	41 195 278	43 107 529	41 195 278	0.0 %
Hauteur [-0.2m ; +0.2m]	29 971 575	43 107 529	52 620 949	52.5 %
Vitesse [-0.5m/s ; +0.5m/s]	41 195 291	43 107 529	41 195 273	0.0 %
Durée [-5.0j ; +5.0j]	29 443 056	43 107 529	41 195 278	27.3 %
Hauteur de premier plancher [+0.2m ; -0.2m]	41 112 061	43 107 529	41 195 278	0.2 %
Dommages aux logements [-25.0% ; +25.0%]	41 057 435	43 107 529	41 333 136	0.6 %
Dommages aux entreprises [-25.0% ; +25.0%]	22 420 527	43 107 529	59 970 057	87.1 %
Dommages aux équipements publics [-25.0% ; +25.0%]	41 195 278	43 107 529	41 195 278	0.0 %
Dommages aux cultures [-10.0% ; +10.0%]	41 195 278	43 107 529	41 195 279	0.0 %
Dommages aux STEP s [-10.0% ; +10.0%]	41 195 278	43 107 529	41 195 278	0.0 %
Dommages aux enjeux personnalisés [-10.0% ; +10.0%]	41 195 278	43 107 529	41 195 278	0.0 %
Coût des investissements initiaux [+25.0% ; -25.0%]	34 043 295	43 107 529	48 347 262	33.2 %
Coût de l'entretien [+25.0% ; -25.0%]	39 733 468	43 107 529	42 657 088	6.8 %

B/C

Paramètre	Valeur Min	Valeur Réelle	Valeur Max	% écart
Période de retour des premiers dommages	1.361	2.217	3.584	100.3 %
Période de retour des hydrologies	1.952	2.217	2.887	42.2 %
Probabilité de rupture	2.195	2.217	2.195	0.0 %
Hauteur [-0.2m ; +0.2m]	1.866	2.217	2.525	29.7 %
Vitesse [-0.5m/s ; +0.5m/s]	2.195	2.217	2.195	0.0 %
Durée [-5.0j ; +5.0j]	1.853	2.217	2.195	15.4 %
Hauteur de premier plancher [+0.2m ; -0.2m]	2.192	2.217	2.195	0.1 %
Dommages aux logements [-25.0% ; +25.0%]	2.191	2.217	2.199	0.4 %
Dommages aux entreprises [-25.0% ; +25.0%]	1.650	2.217	2.739	49.1 %
Dommages aux équipements publics [-25.0% ; +25.0%]	2.195	2.217	2.195	0.0 %
Dommages aux cultures [-10.0% ; +10.0%]	2.195	2.217	2.195	0.0 %
Dommages aux STEP s [-10.0% ; +10.0%]	2.195	2.217	2.195	0.0 %
Dommages aux enjeux personnalisés [-10.0% ; +10.0%]	2.195	2.217	2.195	0.0 %
Coût des investissements initiaux [+25.0% ; -25.0%]	1.818	2.217	2.769	42.9 %
Coût de l'entretien [+25.0% ; -25.0%]	2.105	2.217	2.292	8.4 %

DEMA/DMAref

Paramètre	Valeur Min	Valeur Réelle	Valeur Max	% écart
Période de retour des premiers dommages	0.887	0.877	0.872	1.7 %
Période de retour des hydrologies	0.875	0.877	0.882	0.8 %
Probabilité de rupture	0.877	0.877	0.877	0.0 %
Hauteur [-0.2m ; +0.2m]	0.959	0.877	0.848	12.7 %
Vitesse [-0.5m/s ; +0.5m/s]	0.877	0.877	0.877	0.0 %
Durée [-5.0j ; +5.0j]	0.869	0.877	0.877	0.9 %
Hauteur de premier plancher [+0.2m ; -0.2m]	0.878	0.877	0.877	0.1 %
Dommages aux logements [-25.0% ; +25.0%]	0.878	0.877	0.877	0.1 %
Dommages aux entreprises [-25.0% ; +25.0%]	0.877	0.877	0.878	0.1 %
Dommages aux équipements publics [-25.0% ; +25.0%]	0.877	0.877	0.877	0.0 %
Dommages aux cultures [-10.0% ; +10.0%]	0.877	0.877	0.877	0.0 %
Dommages aux STEPs [-10.0% ; +10.0%]	0.877	0.877	0.877	0.0 %
Dommages aux enjeux personnalisés [-10.0% ; +10.0%]	0.877	0.877	0.877	0.0 %
Coût des investissements initiaux [+25.0% ; -25.0%]	0.877	0.877	0.877	0.0 %
Coût de l'entretien [+25.0% ; -25.0%]	0.877	0.877	0.877	0.0 %

Cmoy/habitant

Paramètre	Valeur Min	Valeur Réelle	Valeur Max	% écart
Période de retour des premiers dommages	403 285.1	257 601.5	153 932.5	96.8 %
Période de retour des hydrologies	283 615.5	257 601.5	189 608.2	36.5 %
Probabilité de rupture	250 770.0	257 601.5	250 770.0	0.0 %
Hauteur [-0.2m ; +0.2m]	419 279.6	257 601.5	251 021.1	65.3 %
Vitesse [-0.5m/s ; +0.5m/s]	250 770.0	257 601.5	250 770.0	0.0 %
Durée [-5.0j ; +5.0j]	251 140.0	257 601.5	250 770.0	0.1 %
Hauteur de premier plancher [+0.2m ; -0.2m]	250 759.5	257 601.5	250 770.0	0.0 %
Dommages aux logements [-25.0% ; +25.0%]	250 765.4	257 601.5	250 774.6	0.0 %
Dommages aux entreprises [-25.0% ; +25.0%]	250 727.9	257 601.5	250 812.1	0.0 %
Dommages aux équipements publics [-25.0% ; +25.0%]	250 770.0	257 601.5	250 770.0	0.0 %
Dommages aux cultures [-10.0% ; +10.0%]	250 770.0	257 601.5	250 770.0	0.0 %
Dommages aux STEPs [-10.0% ; +10.0%]	250 770.0	257 601.5	250 770.0	0.0 %
Dommages aux enjeux personnalisés [-10.0% ; +10.0%]	250 770.0	257 601.5	250 770.0	0.0 %
Coût des investissements initiaux [+25.0% ; -25.0%]	302 784.4	257 601.5	198 755.6	40.4 %
Coût de l'entretien [+25.0% ; -25.0%]	261 401.4	257 601.5	240 138.7	8.3 %

Cmoy/emploi

Paramètre	Valeur Min	Valeur Réelle	Valeur Max	% écart
Période de retour des premiers dommages	21 941.4	14 375.1	8 726.0	91.9 %
Période de retour des hydrologies	15 927.6	14 375.1	10 366.1	38.7 %
Probabilité de rupture	13 993.9	14 375.1	13 993.9	0.0 %
Hauteur [-0.2m ; +0.2m]	18 448.3	14 375.1	14 007.9	30.9 %
Vitesse [-0.5m/s ; +0.5m/s]	13 993.9	14 375.1	13 993.9	0.0 %
Durée [-5.0j ; +5.0j]	14 014.5	14 375.1	13 993.9	0.1 %
Hauteur de premier plancher [+0.2m ; -0.2m]	13 993.3	14 375.1	13 993.9	0.0 %
Dommages aux logements [-25.0% ; +25.0%]	13 993.6	14 375.1	13 994.1	0.0 %
Dommages aux entreprises [-25.0% ; +25.0%]	13 991.5	14 375.1	13 996.2	0.0 %
Dommages aux équipements publics [-25.0% ; +25.0%]	13 993.9	14 375.1	13 993.9	0.0 %
Dommages aux cultures [-10.0% ; +10.0%]	13 993.9	14 375.1	13 993.9	0.0 %
Dommages aux STEPs [-10.0% ; +10.0%]	13 993.9	14 375.1	13 993.9	0.0 %
Dommages aux enjeux personnalisés [-10.0% ; +10.0%]	13 993.9	14 375.1	13 993.9	0.0 %
Coût des investissements initiaux [+25.0% ; -25.0%]	16 896.5	14 375.1	11 091.3	40.4 %
Coût de l'entretien [+25.0% ; -25.0%]	14 587.1	14 375.1	13 400.6	8.3 %

Les indicateurs synthétiques restent positifs quelle que soit la variation du paramètre d'entrée.

La période de retour des premiers dommages est le paramètre le plus sensible sur les résultats de l'AMC (écarts le plus important par rapport à la valeur nominale).

Les autres paramètres ayant le plus d'influences sur les résultats sont :

- Les périodes de retour des hydrologies ;
- La variation des dommages aux entreprises ;
- Les hauteurs d'eau issues des modélisations ;
- La variation des coûts d'investissements.

Les autres paramètres ont une influence plus relative sur les résultats.

8.2. ANALYSE D'INCERTITUDES

L'analyse d'incertitudes consiste à générer un grand nombre de résultats à partir de paramètres d'entrée choisis aléatoirement mais dans les intervalles d'incertitude. Cette analyse permet d'observer la dispersion des résultats autour de la valeur « nominale » c'est-à-dire obtenue avec les paramètres fixés dans l'AMC, et d'en déduire la plus ou moins bonne fiabilité du résultat de l'AMC.

Les jeux de paramètres ont été tirés aléatoirement au sein des intervalles d'incertitudes, en respectant une loi de distribution triangulaire afin de mieux représenter leur distribution vis-à-vis de la valeur nominale, par rapport à une loi uniforme (plan d'échantillon type Monte-Carlo). Certains échantillons sont rejetés du fait de leur incohérence qui entraînerait des erreurs de calculs. 10 000 calculs ont été effectués pour chaque situation.

Tableau 10 – Résultats de l'analyse d'incertitudes

stat	van	b_c	dema_dmaref	cmoy_nemah	cmoy_nemae
Valeur nominale	43 107 529	2,22	0,88	257 602	14 375
Valeur moyenne	33 889 312	1,95	0,90	334 200	16 799
Valeur médiane	30 577 321	1,85	0,89	316 816	16 531
Valeur maximum	155 178 602	5,18	0,98	862 308	34 004
Valeur minimum	-12 055 008	0,74	0,84	108 066	5 201
Etendue relative	493,5%	227,5%	15,5%	225,7%	171,5%
Ecart absolu moyen relatif	46,8%	24,0%	3,2%	25,3%	22,8%
5ème percentile	6 790 027	1,17	0,86	190 436	9 517
95ème percentile	72 474 824	3,09	0,96	543 739	24 875
Proba < seuil	1,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%

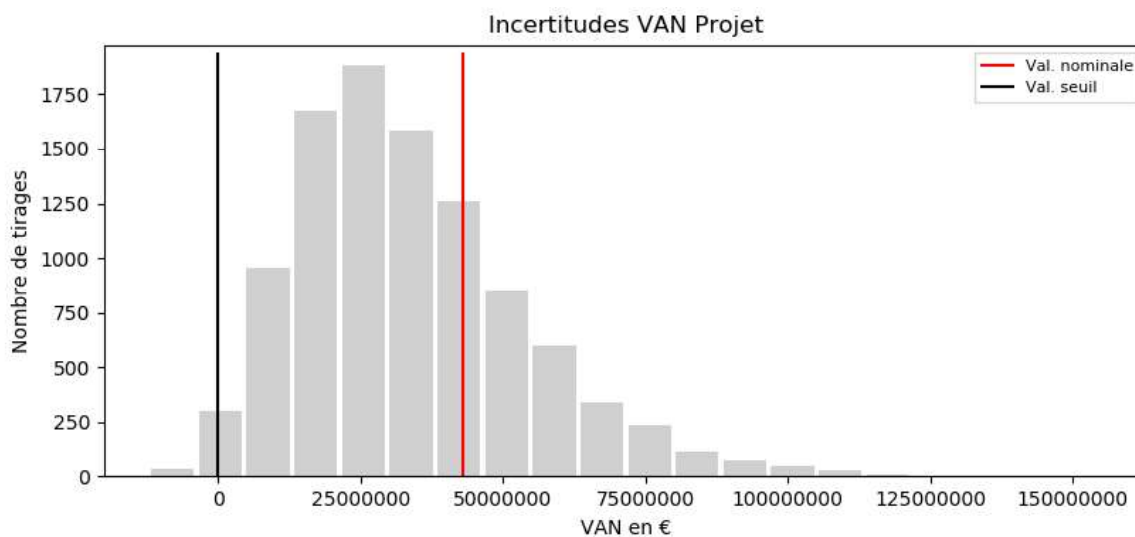


Figure 14 – Analyse de la VAN

La valeur moyenne et la médiane sont positives et inférieure à la valeur nominale pour la VAN. L'étendue relative très importante traduit une forte disparité entre les résultats min et mx. L'écart absolu moyen relatif est réduit indiquant une dispersion peu élevée des résultats.

90% des résultats de VAN se situe entre 6,7M€ et 72M€ et 1,17 et 3,09 pour le ratio B/C.

1,1 % des résultats obtenus sur les 10 000 tirages ne dépassent pas la valeur seuil de 0 pour la VAN et 1 pour B/C ; inversement 98,9 % sont au-dessus.

Les résultats de l'AMC présentent une bonne fiabilité et sont positifs.

ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIES DE L'ÉVÉNEMENT CENTENNAL EN ÉTAT RÉFÉRENCE ET EN ÉTAT PROJET

ETUDE DU PROJET D'AMENAGEMENT A CAHORS

Carte n°1 : Hauteurs d'eau maximales en état actuel pour une crue centennale

Légende

Emprise du modèle 2D

Hmax Q100 - Etat actuel

H < 0,50 m

0,50 m < H < 1,00 m

1,00 m < H < 1,50 m

1,50 m < H < 2,00 m

H > 2,00 m

Fond de plan : Ortho 50 cm

MM
GRAND
CAHORS

ISL
Ingénierie

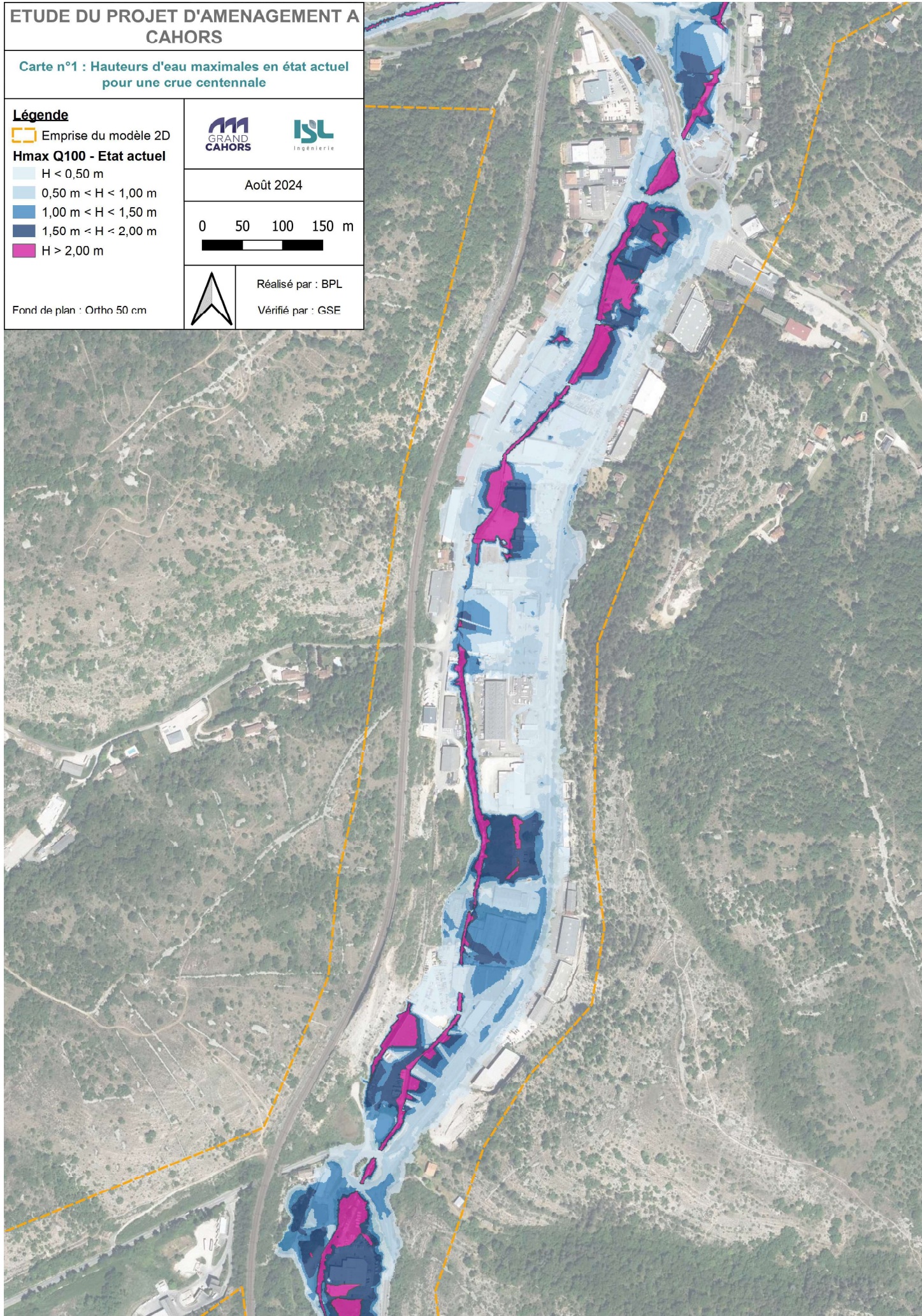
Août 2024

0 50 100 150 m



Réalisé par : BPL

Vérifié par : GSE



ETUDE DU PROJET D'AMENAGEMENT A CAHORS

Carte n°2 : Hauteurs d'eau maximales en état projeté pour une crue centennale

Légende

Emprise du modèle 2D

Zone inondable Q100 - Etat actuel

Hmax Q100 - Etat projeté

$H < 0,50$ m

$0,50 \text{ m} < H < 1,00$ m

$1,00 \text{ m} < H < 1,50$ m

$1,50 \text{ m} < H < 2,00$ m

$H > 2,00$ m

Fond de plan : Ortho 50 cm

MM
GRAND
CAHORS

ISL
Ingénierie

Août 2024

0 50 100 150 m



Réalisé par : BPL

Vérifié par : GSE

