

Programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) Bassin versant du lac du Bourget

Annexe 4b

Analyse multicritères (AMC) du projet de la Leysse aval



Crue du Sierroz le 16 juin 2016
(Aix-les-Bains)



Crue de la Leysse le 4 janvier 2018
(La Motte-Servolex)



Crue de l'Hyères le 14 février 1990
(Chambéry)

Mission de Maîtrise d'Œuvre pour les travaux de protection contre les inondations et de restauration de la Leysse aval

Analyse Multicritères du projet d'aménagement



Restauration des digues de la Leysse – photographie Chambéry Métropole ©

Affaire suivie par :

 Responsable d'affaire : Gurvan PEDEN Chargé d'étude : Hippolyte GRANADOS	 Responsables d'affaire : Yoann LAFFONT Chargé d'étude : Luc DURON
--	--

Version	Date	Rédaction	Validation	Commentaire
A	02/12/2020	SEPIA : HG CNR : ST/LD	SEPIA : GP CNR : YL	Eléments d'ACB comparative des différents projets envisagés
B	25/02/2021	SEPIA : HG CNR : ST/LD	SEPIA : GP CNR : YL	Rapport AMC complet

SEPIA CONSEILS

Siège : 53, rue de Turbigo-75003 PARIS France

Agence Chambéry : 19 rue du Lac Saint-André, BP503 – Savoie Technolac, 73370 LE-BOURGET-DU-LAC

☎ : +33 1 53 01 92 95 ○ fax : +33 1 42 71 85 24 ○ e-mail : sepia@sepia-uw.fr ○ <http://www.sepia-uw.fr>

S.A.S. au capital de 50 000€ - R.C.S. Paris B 382 310 761 - APE 742C ○ Siret 382 310 761 00038 ○ N°identification TVA : FR27382310761

Table des matières

LISTE DES FIGURES	6
LISTE DES TABLEAUX.....	6
LISTE DES ANNEXES.....	7
CHAPITRE 1 : METHODOLOGIE ET ELEMENTS D'ANALYSE GENERALE COMMUNS AUX DEUX PROJETS ENVISAGES	8
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	9
1.1. Contexte	9
1.2. Objectifs de l'étude et structure du rapport	9
1.3. Méthodologie suivie	9
2. ETAT INITIAL DES OUVRAGES ET AMENAGEMENTS ENVISAGES	10
2.1. Localisation du secteur concerné par les aménagements	10
2.2. Ouvrages de protection existants	11
2.2.1. Généralités	11
2.2.2. Système d'endiguement SE2 (rive droite).....	12
2.2.3. Système d'endiguement SE5 (rive gauche).....	12
2.3. Scénarios d'aménagements envisagés par le CISALB.....	13
3. PERIMETRE RETENU POUR L'ANALYSE SOCIOECONOMIQUE DES PROJETS	15
4. CARACTERISATION DES ALEAS.....	16
4.1. Scénarios d'inondation étudiés.....	16
4.1.1. Crue des premiers dommages	16
4.1.2. Scénarios d'inondation modélisés	16
4.1.3. Saisonnalité et durée des inondations.....	16
4.1.4. Hypothèses liées aux probabilités de rupture des ouvrages	17
4.2. Modélisation hydraulique.....	19
4.2.1. Modèle hydraulique	19
4.2.2. Dynamique de rupture	20
4.3. Impact hydraulique des projets d'aménagements	21
4.3.1. Scénario 1.....	21

4.3.2.	Scénario 3.....	22
5.	EVALUATION DES COÛTS DES SCENARIOS D'AMENAGEMENT	23
5.1.	Coûts initiaux.....	23
5.1.1.	Coûts d'investissement	23
5.1.2.	Coûts environnementaux.....	23
5.1.3.	Bilan des coûts initiaux.....	24
5.2.	Coûts annuels différés	25
5.2.1.	Coûts d'entretien	25
5.2.2.	Coûts de réparation	26
5.2.3.	Bilan des coûts annuels différés.....	26
5.3.	Bilan des coûts associés à chaque scénario d'aménagements.....	27
6.	CARACTERISATION DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE	28
6.1.	Catégories d'enjeux étudiées.....	28
6.2.	Caractérisation des enjeux.....	28
CHAPITRE 2 : ANALYSE COÛTS-BENEFICES SIMPLIFIEE DES 2 SCENARIOS D'AMENAGEMENT ENVISAGEABLES.....		
		29
1.	CALCUL DES MONTANTS DE DOMMAGES CAUSES PAR LES INONDATIONS	30
1.1.	Généralités sur le calcul des dommages.....	30
1.2.	Domages aux habitations	31
1.3.	Domages aux entreprises.....	32
1.4.	Domages aux établissements publics.....	33
1.5.	Domages aux activités agricoles	34
1.6.	Analyse qualitative des dommages pour chaque scénario de crue	35
1.6.1.	Situation initiale	35
1.6.2.	Situation aménagée	36
2.	ANALYSE COÛTS-BENEFICES COMPARATIVE ET SIMPLIFIEE DES DEUX SCENARIOS D'AMENAGEMENTS ENVISAGEABLES.....	37
2.1.	Evaluation des bénéfices associés à chaque scénario d'aménagement.....	37
2.2.	Hypothèses et méthodologie de calcul des indicateurs synthétiques	38
2.2.1.	Horizon temporel de l'analyse et taux d'actualisation appliqué.....	38
2.2.2.	Scénario de référence considéré pour l'analyse des projets	38

2.2.3.	Probabilité annuelle de rupture dans le scénario de référence.....	39
2.2.4.	Coûts annuels d'investissement dans le scénario de référence (Cl _{ref}).....	40
2.2.5.	Coûts annuels différés dans le scénario de référence	40
2.2.6.	Dommages Moyens Annuels de la situation de référence	41
2.3.	Résultats de l'analyse coûts-bénéfices comparative	42
CHAPITRE 3 : ANALYSE MULTICRITERE DU SCENARIO D'AMENAGEMENT RETENU		43
1.	PROJET D'AMENAGEMENT RETENU PAR LE CISALB.....	44
1.1.	Critères de choix du scénario retenu.....	44
1.2.	Rappel des coûts associés au scénario d'aménagement retenu	45
2.	ANALYSE ELEMENTAIRE DE LA VULNERABILITE DU TERRITOIRE AVANT ET APRES REALISATION DES AMENAGEMENTS	46
2.1.	Indicateurs liés aux montants de dommages	46
2.2.	Indicateurs non monétaires	46
2.2.1.	Indicateurs prioritaires du guide AMC	46
2.2.2.	Indicateurs secondaires du guide AMC.....	48
2.2.3.	Indicateur complémentaire : capacité d'accueil maximale totale de l'ensemble des établissements recevant du public en zone inondable	49
2.2.4.	Conclusions de l'analyse élémentaire	49
3.	ANALYSE SYNTHETIQUE DU PROJET D'AMENAGEMENTS	50
3.1.	Méthodologie.....	50
3.2.	Résultats.....	51
3.3.	Analyse d'incertitude.....	54
3.4.	Conclusion de l'analyse synthétique	54
4.	CONCLUSION GENERALE	55

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du tronçon de la Leysse concerné par les aménagements	10
Figure 2 : Localisation des systèmes d'endiguements concernés par l'étude par rapport aux systèmes d'endiguements de l'ensemble Leysse-Hyères	11
Figure 3 : Photographies des systèmes d'endiguement actuels (source CNR)	12
Figure 5 : Principe d'aménagement des 3 scénarios étudiés	14
Figure 4 : Vue d'ensemble des variantes du scénario d'aménagement n°3 envisagés au démarrage de l'étude	14
Figure 6 : Périmètre d'étude retenu pour l'analyse des projets d'aménagements et hauteurs de submersion modélisées pour la Q100 à l'état initial	15
Figure 7: Emprise du modèle hydraulique	19
Figure 8 : Analyse de l'impact hydraulique du scénario 1 pour la crue centennale	21
Figure 9 : Analyse de l'impact hydraulique du scénario 3 pour la crue centennale	22
Figure 10 : Localisation des principales zones de concentration d'enjeux dans le territoire d'étude	30
Figure 11: Exemple de fonctions de dommages nationales aux parcelles agricoles	34
Figure 12 : Représentation schématique du scénario conforté et du scénario de référence (SEPIA Conseils)	39
Figure 13 : Illustration d'une courbe des probabilités de rupture d'ouvrages en fonction de la fréquence de retour des événements étudiés (extrait des Annexes Techniques du guide AMC 2018)	39
Figure 14 : Critères et résultats de l'analyse des différents scénarios d'aménagements	44
Figure 15 : Principe d'aménagement du scénario retenu	44
Figure 16 : Courbes dommages-fréquences en état actuel (en bleu) et état aménagé (en rouge)	50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Bilan des scénarios de crue étudiés.....	18
Tableau 2: Coûts initiaux associés à chaque projet d'aménagement	24
Tableau 3 : Tableau de synthèse des ratios linéaires de coûts d'investissement, entretien et gestion proposés par le guide <i>Coûts de protections contre les inondations fluviales</i> , CEREMA 2018.....	25
Tableau 4 : Hypothèses de dégradation des ouvrages retenues pour chaque scénario d'inondation	26
Tableau 5: Coûts annuels différés associés à l'état initial et à chaque projet d'aménagement	27
Tableau 6 : Comparaison des coûts associés à l'état initial et à chaque scénario d'aménagement.....	27
Tableau 7 : Logements exposés et montant des dommages calculés pour chaque scénario de crue étudié (dommages donnés en € HT de l'année 2020)	31
Tableau 8 : Entreprises exposées et montant des dommages calculés pour chaque scénario de crue étudié (dommages donnés en € HT de l'année 2020)	32
Tableau 9 : Etablissements publics et ERP exposés et montant des dommages calculés pour chaque scénario de crue étudié (dommages donnés en € HT de l'année 2020)	33
Tableau 10 : Surfaces de parcelles agricoles exposées et montant des dommages calculés pour chaque scénario de crue étudié (dommages donnés en € HT de l'année 2020)	34
Tableau 11 : Bilan de la vulnérabilité du territoire en situation avant et après aménagement	37
Tableau 12 : Bilan de l'ensemble des indicateurs évalués pour chaque scénario d'aménagement	42
Tableau 13: Coûts initiaux associés au scénario d'aménagement n°3 (solution de base)	45
Tableau 5: Coûts annuels différés associés au scénario d'aménagement n°3 (solution de base)	45

Tableau 13 : Indicateurs liés aux montants de dommages causés par la crue de projet avant et après aménagement.....	46
Tableau 14 : Résultats de l'évaluation des indicateurs non monétaires prioritaires pour la crue de projet avant et après aménagement	47
Tableau 14 : Résultats de l'évaluation des indicateurs non monétaires prioritaires pour la crue de projet avant et après aménagement	48
Tableau 15 : Résultats de l'évaluation de la capacité d'accueil maximale totale de l'ensemble des établissements recevant du public en zone inondable pour la crue de projet avant et après aménagement.....	49
Tableau 16 : Indicateurs synthétiques liés aux dommages évités grâce aux aménagements (valeurs monétaires en € HT 2020, arrondies à 10 k€)	52
Tableau 17 : Indicateurs synthétiques liés aux enjeux protégés par les aménagements	53
Tableau 18 : Bilan des résultats des analyses d'incertitudes	54

Liste des annexes

- Annexe 1 : Note de cadrage de la méthodologie et des hypothèses transmise à la DREAL en juin 2020
- Annexe 2 : Cartographie des hauteurs de submersion issues des modélisations
- Annexe 3 : Tableau détaillé des montants de dommages calculés pour chaque scénario d'inondation étudié
- Annexe 4 : Indicateur P5 – carte des routes structurantes exposées pour la crue de projet avant et après réalisation des aménagements
- Annexe 5 : Indicateur P10 – carte des ICPE exposés pour la crue de projet avant et après réalisation des aménagements
- Annexe 6 : Tableau détaillé du calcul des indicateurs synthétiques financiers
- Annexe 7 : Tableau détaillé du calcul des indicateurs synthétiques liés aux enjeux

Chapitre 1 : Méthodologie et éléments d'analyse générale communs aux deux projets envisagés

1. Contexte et objectifs de l'étude

1.1. Contexte

Depuis 2005, l'agglomération de Grand Chambéry a initié un ambitieux programme de travaux de protection contre les inondations qui s'est traduit par des travaux sur la Leysse et l'Albanne au centre-ville de Chambéry de part et d'autre de leur confluence, la réalisation du bras de décharge de la Leysse et l'aménagement de Leysse depuis le pont des Allobroges jusqu'à l'aval de l'A41 (travaux dits confluence Leysse/Hyères).

Le CISALB est actuellement en cours d'élaboration d'un dossier PAPI à l'échelle de l'ensemble du bassin versant du lac du Bourget. Un des aménagements principaux des axes 6 et 7 du programme d'actions consiste à poursuivre ces travaux de l'aval du pont de l'A41 jusqu'au pont du Tremblay (systèmes d'endiguement n°2 et 5), avec pour double objectif d'assurer la protection des personnes et des biens contre les débordements et ruptures de digues (pour la crue centennale du PPRi), ainsi que la restauration écologique de la Leysse.

1.2. Objectifs de l'étude et structure du rapport

Cette étude d'inscrit dans la mission de maîtrise d'œuvre pour la définition des travaux.

Ses objectifs étaient les suivants :

- **Apporter des éléments d'analyse comparative de la pertinence socio-économique des différents scénarios d'aménagements envisagés par le CISALB, afin de permettre d'identifier le scénario final qui sera retenu et mis en œuvre (Phase 1 de l'étude),**
- **Réaliser l'Analyse Multicritères complète du projet d'aménagement retenu par le CISALB, conformément au cahier des charges PAPI 3 (Phase 2 de l'étude).**

Le présent rapport est donc organisé en cohérence avec ces objectifs :

- Présentation des éléments généraux relatifs au territoire et aux projets d'aménagement envisagés par le CISALB au lancement de l'étude,
- Eléments d'analyse coûts-bénéfices comparative simplifiée des 2 scénarios d'aménagements envisageables,
- Analyse Multicritères du projet retenu par le CISALB à l'issue de l'analyse coûts-bénéfices comparative.

1.3. Méthodologie suivie

La méthodologie appliquée dans le cadre de cette étude s'appuie largement sur celle décrite dans la dernière version du « *Guide méthodologique pour Analyses Multicritères des projets de prévention des inondations* » publiée par le Commissariat général au Développement Durable (CGDD)¹, au printemps 2018.

Les hypothèses et la méthodologie retenues dans cette étude ont été largement détaillées dans une note validée par le CISALB et présentée pour validation à la DREAL en juin 2020 (note présentée en **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** du présent rapport).

¹ Dans la suite de ce rapport, ce guide sera désigné comme le « guide méthodologique AMC 2018 » ou « guide AMC ».

2. Etat initial des ouvrages et aménagements envisagés

2.1. Localisation du secteur concerné par les aménagements

Le secteur concerné par le projet d'aménagement porte sur un linéaire de 2.8 km, entre le pont de l'A41, à l'amont (PKL6.250) et le pont du Tremblay à l'aval (PKL3.430), sur les communes de la Motte-Servolex et Voglans (73).

Au droit du secteur d'étude, la Leysse reçoit un affluent, le ruisseau des Marais, qui conflue en rive gauche au PKL3.8.



Figure 1 : Localisation du tronçon de la Leysse concerné par les aménagements

2.2. Ouvrages de protection existants

2.2.1. Généralités

La Leysse est endiguée en rive gauche de l'amont du secteur jusqu'à la confluence du ruisseau des marais (système d'endiguement SE5) et en rive droite sur la totalité du secteur d'étude (système d'endiguement SE2, sous-système SE2.2,).

Le projet intéresse :

- le lit de la Leysse et l'endiguement rive droite (partie aval du SE2.2) sur la totalité du linéaire d'étude,
- l'endiguement gauche (partie aval du SE5) du PKL5.65 (limite des travaux d'aménagement de la confluence Leysse-Hyères à Chambéry, cf. § 2.1.3.2) jusqu'à la confluence du ruisseau des marais.

La carte suivante localise les digues du secteur d'étude à l'échelle des systèmes d'endiguement de l'ensemble Leysse-Hyères.

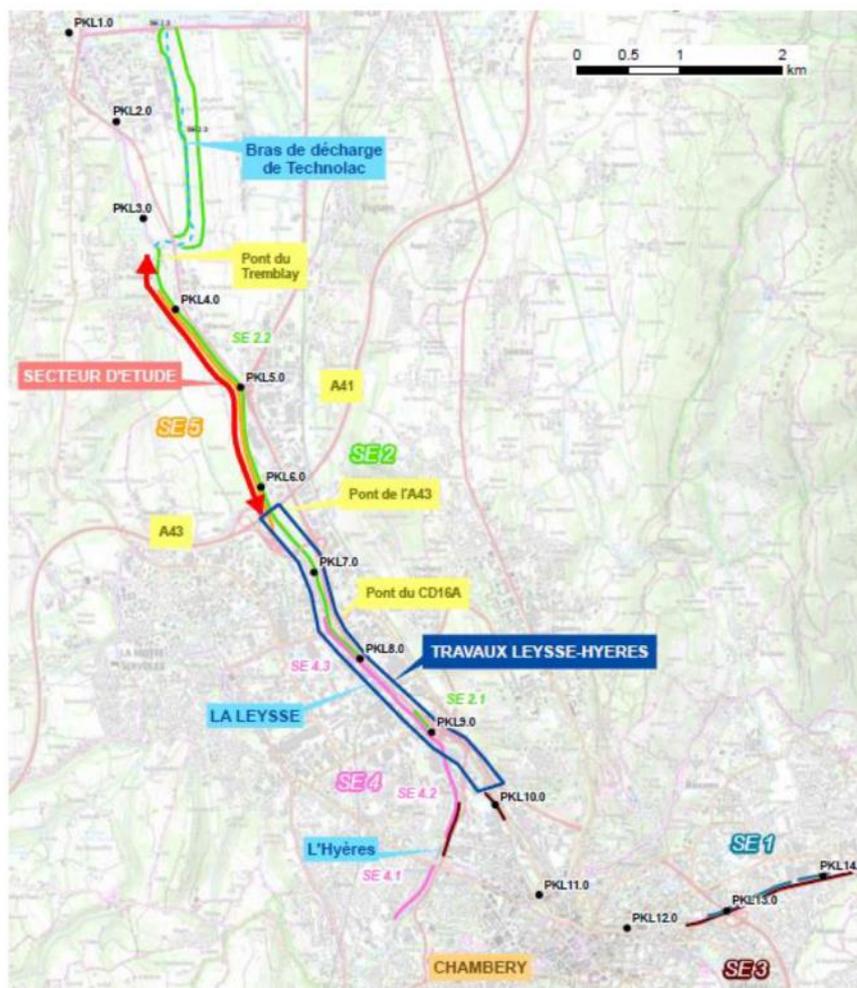


Figure 2 : Localisation des systèmes d'endiguements concernés par l'étude par rapport aux systèmes d'endiguements de l'ensemble Leysse-Hyères



A gauche : vue aérienne de la Leysse dans le sens amont aval (digue RG à gauche de l'image) ; à droite : talus amont de la rive gauche vue de la rive opposée.

Figure 3 : Photographies des systèmes d'endiguement actuels (source CNR)

2.2.2. Système d'endiguement SE2 (rive droite)

Le système d'endiguement SE2, en rive droite, débute en amont du secteur d'étude et s'étend plus à l'aval jusqu'au lac du Bourget, en rive droite du bras de décharge de Technolac. Le sous ensemble SE2.2 s'étend du PKL8.0 jusqu'à l'entrée du bras de décharge de Technolac, au PKL3.3. A l'amont du secteur d'étude le SE2.2 a fait l'objet de travaux de confortement qui se sont achevés en 2018. Ce système protège la plaine alluviale rive droite de la Leysse, comprenant notamment la zone d'activité des Landiers et la zone d'activité de la Prairie.

Les Etudes de Danger réalisées par le CISALB ont révélé que ces ouvrages anciens, marqués notamment par une végétation très importante, présentent un risque élevé de rupture. Le niveau de sûreté a été fixé à la crue décennale.

2.2.3. Système d'endiguement SE5 (rive gauche)

Le système SE5 s'étend en rive gauche du pont de l'A41 jusqu'à la confluence du ruisseau des marais, au PKL3.8. Il protège la plaine agricole de Pré-Marquis. A l'amont du PKL5.65, il a fait l'objet de travaux (élargissement, confortement et création du déversoir de Pré-Marquis).

Les Etudes de Danger réalisées par le CISALB sur ce système d'endiguement ont apporté les mêmes conclusions sur le niveau de dégradation des ouvrages que pour le SE2.

2.3. Scénarios d'aménagements envisagés par le CISALB

Étant donnée la présence d'un réseau d'assainissement dans le corps de la digue rive droite (émissaire des eaux usées Ø1200), une réfection intégrale de cet endiguement engendrerait des surcoûts très importants lié au dévoiement de cette infrastructure (coût estimée à plus de 9M€ pour les travaux de dévoiement uniquement).

En conséquence, trois scénarios d'aménagement sont envisagés par le CISALB, limitant les interfaces avec les réseaux :

- **Scénario n°1 : Réfection de la digue en rive droite sans emprise sur la section d'écoulement :**
 - Confortement de la digue rive droite par la mise en place d'un rideau de palplanche auto-stable sur l'essentiel du linéaire,
 - Utilisation de technique alternative (confortement par épaulement du talus amont) au droit de l'ancien lit de la Leysse (secteur dévié en 2018), ne participant pas à l'écoulement,
 - Pas d'intervention sur la digue rive gauche.
- **Scénario n°2 : Réfection de la digue en rive droite et élargissement minimal en rive gauche :**
 - Confortement par épaulement du talus amont de la digue rive droite,
 - Réfection et déplacement de la digue rive gauche de façon à compenser l'emprise du confortement de la digue rive droite sur la section d'écoulement.
- **Scénario n°3 : Réfection de la digue en rive droite et élargissement optimal en rive gauche.**
 - Confortement par épaulement du talus amont de la digue rive droite,
 - Réfection et déplacement de la digue rive gauche de façon à permettre des gains hydrauliques à la crue de projet (niveau et/ou vitesses) et une restauration écologique de la Leysse (élargissement de l'espace de liberté, diversification des habitats du lit mineur, restauration de boisements rivulaires, etc.). Ce scénario est conçu comme un compromis entre gains hydrauliques et environnementaux d'une part, et coût foncier, financier et interface avec les usages d'autres part.

Le scénario 2 engendre des impacts environnementaux temporaires très significatifs (déboisement des deux rives) qui ne sont pas compensés par des gains environnementaux significatifs (restitution d'une largeur de lit identique à l'actuelle, peu de marge de manœuvre pour des aménagements hydro-écologiques, intégration limitée à la végétalisation des enrochements). Il s'avère ainsi plus pénalisant sur le plan environnemental que le scénario 1 qui permet de conserver les boisements présents en rive gauche. De plus, le scénario 2 n'apporte pas de bénéfice hydraulique supplémentaire ni d'économie dans les coûts du projet, par rapport au scénario 3. Par conséquent, le scénario 2, bien que chiffré dans l'AVP, n'a pas été simulé hydrauliquement ni pris en compte dans cette étude comparative.

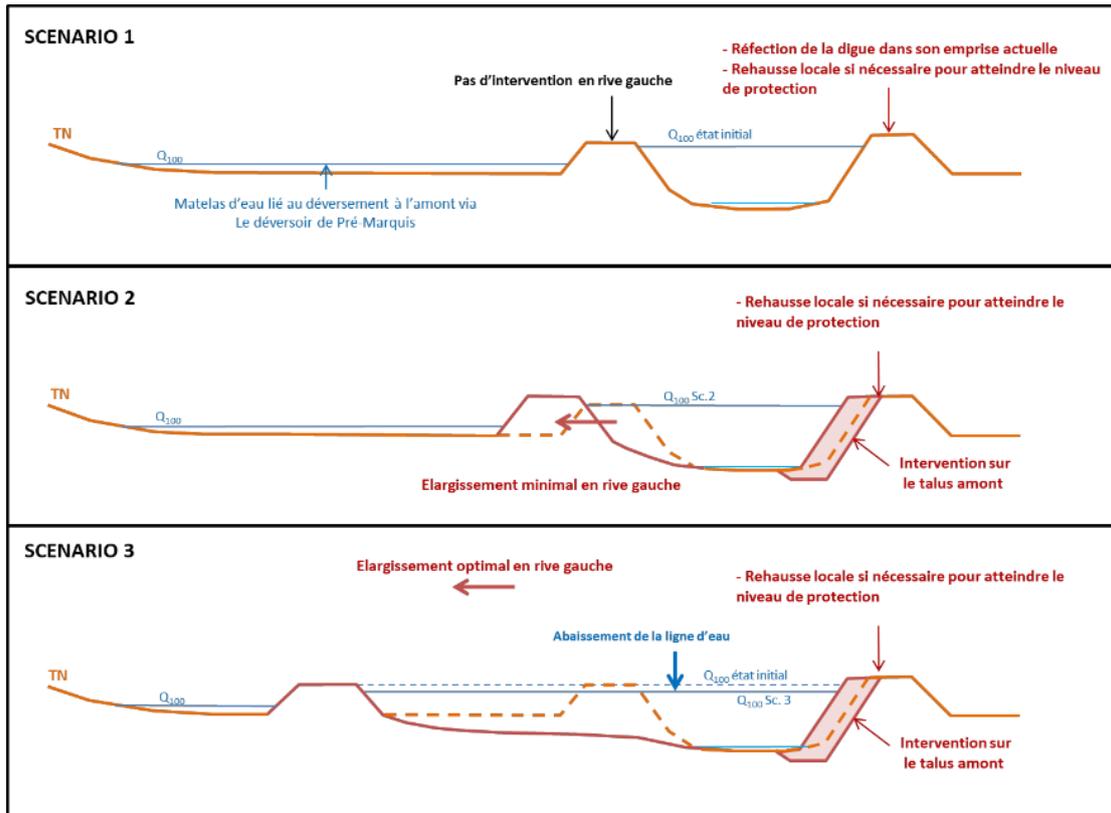


Figure 4 : Principe d'aménagement des 3 scénarios étudiés

En outre, une variante du scénario 3 est intégrée à l'Avant-Projet, caractérisé par un élargissement un peu plus important en rive gauche sur la partie aval. Les simulations réalisées pour la crue de projet indiquent que cette variante présente des incidences hydrauliques assez équivalentes à la solution de base, pour un coût (hors foncier) similaire. Cette variante n'a pas été analysée de manière spécifique dans cette étude comparative.

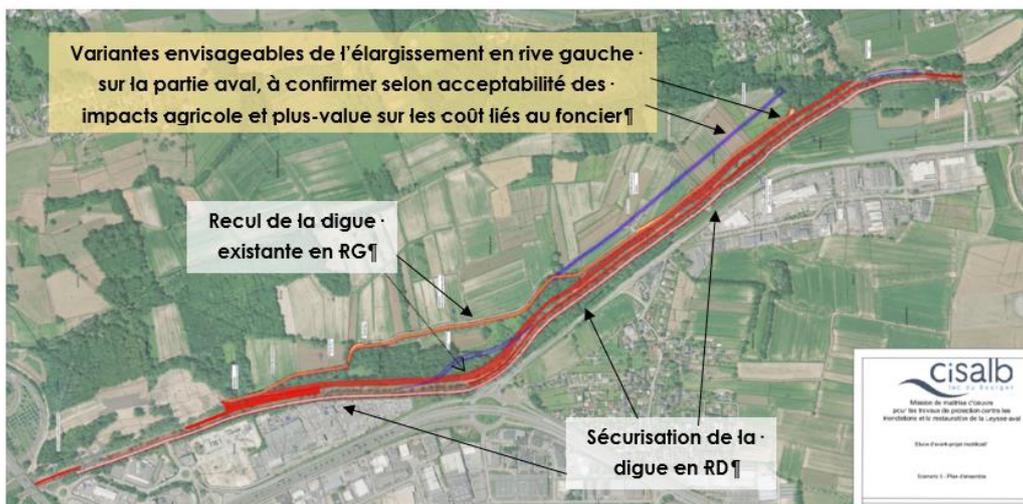


Figure 5 : Vue d'ensemble des variantes du scénario d'aménagement n°3 envisagés au démarrage de l'étude

L'analyse comparative présentée dans le Chapitre 2 porte donc uniquement sur les scénarios 1 et 3 (solution de base).

3. Périmètre retenu pour l'analyse socioéconomique des projets

A la différence des études de conception, le périmètre de l'analyse socioéconomique des projets d'aménagement ne se limite pas aux abords immédiats des aménagements : il correspond à l'emprise maximale à l'intérieur de laquelle la réalisation des aménagements des scénarios 1 et 3 entraîne un impact sur l'aléa inondation (présenté en détail au paragraphe suivant).

Il s'étend du pont de l'autoroute A43 au sud à l'entrée du bras de de décharge de la Leysse au nord-ouest et à la limite de la zone exposée aux inondations liées à la remontée du niveau du lac du Bourget au Nord-Est (aléa non impacté par les aménagements).

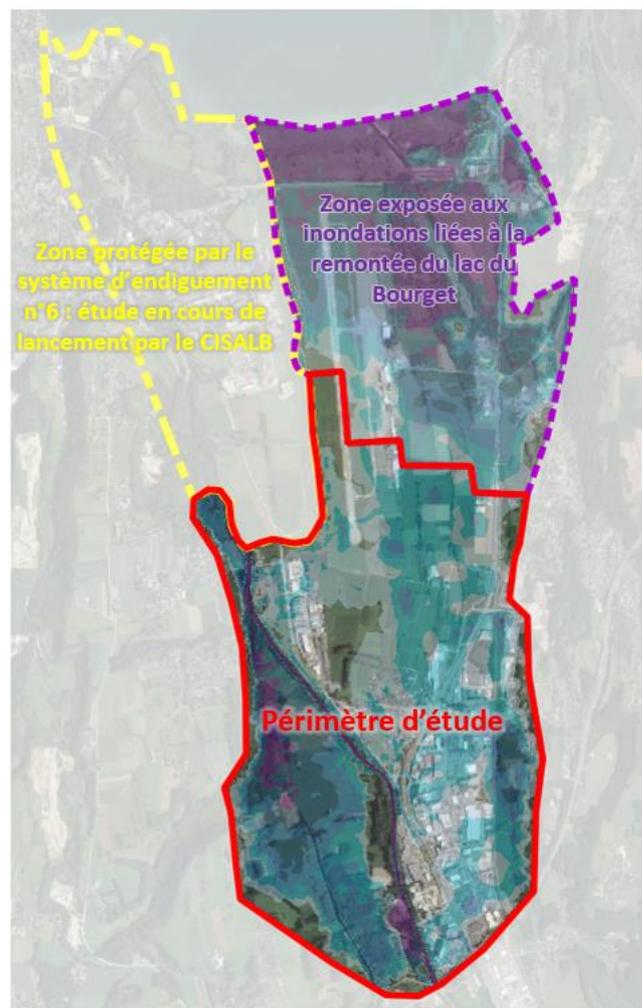


Figure 6 : Périmètre d'étude retenu pour l'analyse des projets d'aménagements et hauteurs de submersion modélisées pour la Q100 à l'état initial

Remarque : la réalisation des travaux entraîne une élévation de la ligne d'eau dans le lit mineur et le bras de décharge de la Leysse à l'aval du secteur d'étude. L'état actuel du modèle hydraulique et des connaissances sur les ouvrages du SE6 ne mettent en évidence aucune aggravation du risque (surverse ou aggravation du risque de rupture) dans ce secteur. Ce risque sera toutefois étudié plus en détail dans le cadre des Etudes de Danger qui seront réalisées par le CISALB en 2021 (procédure d'AO en cours à la date de rédaction du présent rapport).

4. Caractérisation des aléas

4.1. Scénarios d'inondation étudiés

4.1.1. Crue des premiers dommages

La crue désignée comme « crue des premiers dommages » dans le guide méthodologique AMC 2018 correspond la crue la plus forte n'engendrant pas de dommages (mais à la limite d'engendrer des dommages) sur le territoire, en situation initiale.

Cette crue n'a donc pas d'intérêt à être modélisée, les dommages évités par les aménagements pour cette crue étant nuls par définition. La détermination de sa période de retour est toutefois importante pour les résultats de l'analyse synthétique des aménagements.

En cohérence avec les EDD (niveau de protection de la digue fixée à un débit de 200 m³/s, proche de la crue quinquennale), cette valeur a été fixée à 5 ans.

4.1.2. Scénarios d'inondation modélisés

Trois occurrences de crue ont été modélisées, en situation actuelle et en situation projet, en tenant compte des ruptures potentielles de la digue :

- **La crue de période de retour 10 ans** (crue pour laquelle les premiers dommages significatifs sont susceptibles de se produire, à la différence de la « crue des premiers dommages » présentée au paragraphe suivant),
- **La crue de période de retour 30 ans** (crue intermédiaire permettant d'affiner l'analyse, correspondant par ailleurs à la crue de danger de la situation actuelle telle que définie dans les EDD),
- **La crue de période de retour 100 ans** (crue de protection).

Remarque : En complément de ces 3 crues modélisées, nous avons estimé les dommages causés par :

- *Une crue extrême (de période de retour « infinie ») : ratio de 1,5 fois le montant des dommages calculés pour la crue maximale modélisée.² (pour l'ACB comparative simplifiée et l'AMC complète du scénario retenu) ;*
- *Une crue supérieure à la crue de projet, et pour laquelle les aménagements projetés ont un impact hydraulique limité, par une interpolation linéaire de la crue extrême présentée au point précédemment et de la crue centennale (uniquement pour l'AMC complète du scénario retenu).*

4.1.3. Saisonnalité et durée des inondations

Les crues constatées dans le bassin versant de la Leysse sont des crues le plus souvent hivernales, et relativement rapides. Dans l'ensemble de l'analyse, **nous considérons donc des durées de submersion inférieures à 48 heures.**

² Préréconisation des Annexes Techniques du cahier des charges ACB de 2010, d'après Erdlenbruch et al., 2007

4.1.4. Hypothèses liées aux probabilités de rupture des ouvrages

La localisation et les probabilités de rupture ont été établies par la CNR dans le cadre des études de conception des ouvrages.

4.1.4.1. Localisation des ruptures et nombre de ruptures par scénario

En rive droite, les scénarios de ruptures intègrent deux brèches :

- Au PKL5.05 (secteur de Villarcher) : il s'agit du secteur présentant le plus fort risque de rupture (nombreux désordres apparents, raideur des talus, étroitesse de l'endiguement, importante mise en charge, fortes vitesses d'écoulement et localisation en extradoss) ;
- Au PKL6.12 (secteur « Jean Lain ») : il s'agit d'un secteur sensible à l'érosion externe (forte vitesse d'écoulement) et interne (notamment d'érosion de conduit avec la présence de nombreuses souches sur le talus amont) et présentant une mise en charge importante. Situé à l'amont de plaine des Landiers, cette brèche est susceptible de générer des dommages importants.

Pour l'état initial, le scénario de rupture par brèche au PKL5.05 est intégré dès la crue décennale. Pour la crue de projet (Q_{100}), la probabilité d'une combinaison de deux brèches a été vérifiée par la CNR en observant la diminution de la charge hydraulique lors occasionnée par la modélisation d'une brèche seule.

A l'état initial, aucun scénario de brèche n'est intégré en rive gauche. Pour le scénario de projet n°1, la probabilité de rupture par brèche en rive gauche est augmentée du fait de la suppression des ruptures en rive droite. Un scénario de rupture par brèche au PKL5.2 est intégré à partir de Q_{30} . Ce secteur présente des désordre important (végétation, signes d'érosion), il est par ailleurs identifié par le CISALB comme un point potentiel de rupture volontaire afin de soulager la rive droite en cas de nécessité.

4.1.4.2. Probabilités de rupture des ouvrages

En situation dégradée

Les probabilités de rupture associées à chaque évènement sont définies d'après les éléments issus des Etudes de Danger des systèmes d'endiguements.

La crue pour laquelle les premiers dommages se produisent correspond au niveau de sûreté. La réglementation relative aux Etudes de Danger définit ce niveau comme celui pour lequel la probabilité de rupture de la digue est bornée à 5%. Ce niveau est déterminé sur la base du retour d'expérience des crues observées, notamment celle de janvier 2018.

La probabilité de rupture pour la Q_{30} est définie sur la base du retour d'expérience de la crue de 1990 qui a occasionné une brèche pour la même fréquence de retour, et en cohérence avec les Etudes de Danger. Ce niveau correspond à la crue de danger en l'état actuel, soit la crue au-delà de laquelle la rupture de l'ouvrage est quasi-certaine (probabilité bornée à 50%).

En situation confortée

Pour la situation confortée, même si en toute rigueur, un ouvrage n'est jamais indestructible, le guide AMC préconise de considérer que la probabilité de rupture est négligeable pour toutes les crues inférieures ou égales à la crue de dimensionnement.

La probabilité de rupture en rive gauche dans le scénario de projet n°1 (intervention en rive droite uniquement) résulte de la charge hydraulique, en tenant compte de l'absence de brèche en rive droite, et par analogie avec les scénarios intégrés pour la rive droite.

Le Tableau 1 récapitule l'ensemble des scénarios de crue considérés pour l'analyse :

Tableau 1 : Bilan des scénarios de crue étudiés

Scénario de crue	Période de retour	Etat initial			Etat aménagé (scénario n°1)			Etat aménagé (scénario n°3)		
		Modélisation	Rupture(s)	Probabilité de rupture(s)	Modélisation	Rupture(s)	Probabilité de rupture(s)	Modélisation	Rupture(s)	Probabilité de rupture(s)
Crue la plus forte n'engendrant pas de dommages (« crue des premiers dommages »)	5 ans	X	Non	≈0%	X	Non	≈0%	X	Non	≈0%
Crue pour laquelle les premiers dommages significatifs se produisent	10 ans	✓	1 brèche rive droite (Villarcher)	5%	✓	Non	≈0%	✓	Non	≈0%
Crue intermédiaire permettant d'affiner l'analyse	30 ans	✓	1 brèche rive droite (Villarcher)	50%	✓	Brèche rive gauche PKL 5.2	50%	✓	Non	≈0%
Crue de projet	100 ans	✓	2 brèches rive droite Villarcher et Jean Lain	50%	✓	Brèche rive gauche PKL 5.2.	50%	✓	Non	≈0%
Crue supérieure à la crue de projet, pour laquelle les ouvrages projetés ont un impact hydraulique limité	500 ans	X	2 brèches rive droite Villarcher et Jean Lain	100%				X	2 brèches rive droite Villarcher et Jean Lain	100%
Crue extrême (non modélisée)	Infinie	X	Ruine générale de l'ouvrage	100%	X	Ruine générale de l'ouvrage	100%	X	Ruine générale de l'ouvrage	100%

4.2. Modélisation hydraulique

4.2.1. Modèle hydraulique

Le modèle hydraulique 2D utilisé est réalisé sous le logiciel Telemac 2D, développé par EDF – LNHE.

Ce logiciel utilise la méthode des éléments finis pour résoudre les équations de Saint Venant bidimensionnelles sur un maillage à base triangulaire : ce type de modélisation permet d'étudier de façon précise la dynamique des écoulements aussi bien dans le lit ordinaire que dans la plaine inondable, ainsi que de connaître en tout point du domaine modélisé la hauteur d'eau et la vitesse (moyennée sur la hauteur) en direction et en intensité. La comparaison directe des résultats fournis par deux calculs distincts (reposant sur le même maillage de calcul) permet une grande finesse d'analyse en termes d'impact.

Le maillage du modèle est issu du modèle hydraulique effectué pour les Etudes De Danger (EDD) des systèmes d'endiguement du bassin Chambérien. Il intègre le levé Lidar de 2013 (DREAL) pour la plaine et des levés topographiques de 2015 pour le lit mineur et les digues ; il intègre en outre les levés de récolement des travaux effectués à l'aval du pont de l'autoroute en 2018.

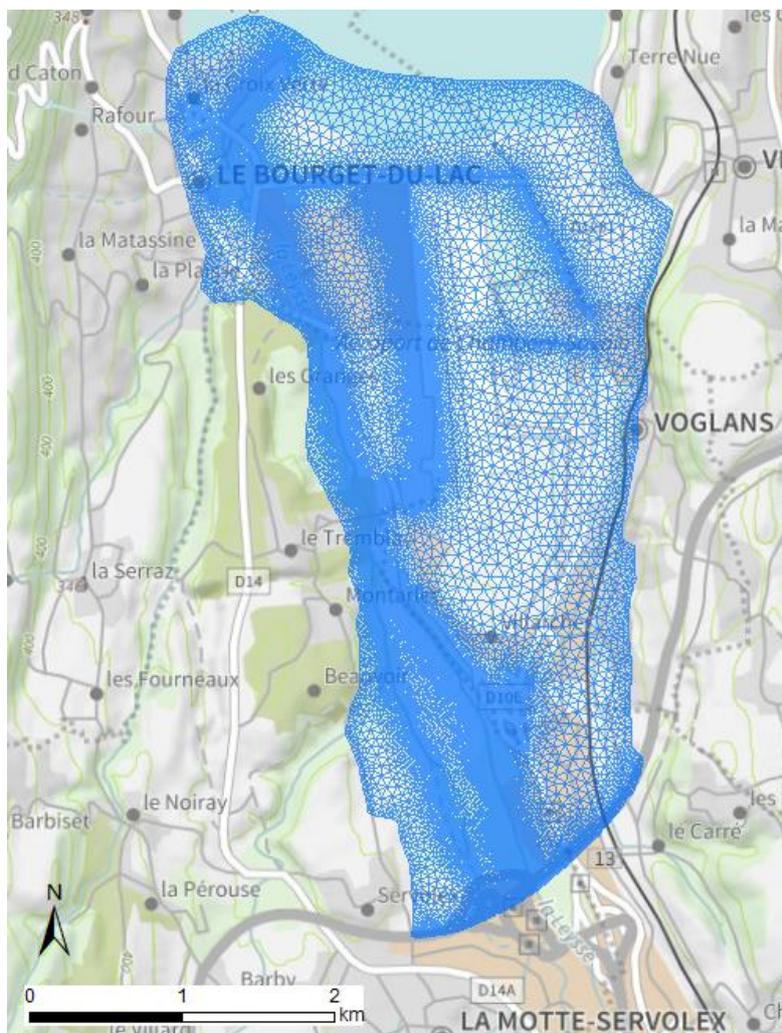


Figure 7: Emprise du modèle hydraulique

Le calage du modèle état actuel est effectué en intégrant notamment :

- les laisses de la crue de référence (1990) et les évolution du fond depuis cette date,
- les laisses de crue d'évènements plus récents (janvier 2018, mars 2019).

Pour chaque scénario et chaque occurrence de crue, en chaque point du maillage, le modèle renvoi plusieurs variables dont :

- la hauteur d'eau et l'altimétrie de la surface libre (plan d'eau),
- la vitesse d'écoulement.

Les modélisations sont menées en régime transitoire. Les hydrogrammes de crues sont issus de l'étude Hydrolac de 2013 et sont ceux utilisés dans le cadre des EDD des systèmes d'endiguements du bassin Chambérien.

4.2.2. Dynamique de rupture

Les scénarios de rupture sont modélisés par des brèches de 20 m de large, de l'ordre de grandeur de la largeur du cours d'eau. Une durée d'1h est intégrée entre le début de la rupture et la rupture totale (atteinte du niveau de la plaine).

Cette dynamique est identique à celle définie dans les études de dangers des systèmes d'endiguement du bassin Chambérien.

4.3. Impact hydraulique des projets d'aménagements

Une cartographie complète des hauteurs de submersion issues des modélisations (état initial et aménagé, avec et sans brèche) est présentée en

Annexe 1 du rapport. (Par souci de simplification, seuls les scénarios provoquant des débordements sont représentés.)

Ce paragraphe présente les principaux impacts des deux scénarios d'aménagements envisagés sur l'aléa pour la crue de projet (crue centennale).

4.3.1. Scénario 1

Le scénario 1 permet de supprimer les débordements en rive droite de la Leysse jusqu'à la crue centennale incluse. Toutefois, il augmente le risque de rupture des ouvrages en rive gauche (CF §4.1.4).

En cas de rupture en rive gauche à l'état projet, les hauteurs de submersion dans la plaine de Pré-Marquis peuvent dépasser celles modélisées à l'état actuel (écart le plus souvent compris entre 5 et 25 cm pour la Q100).

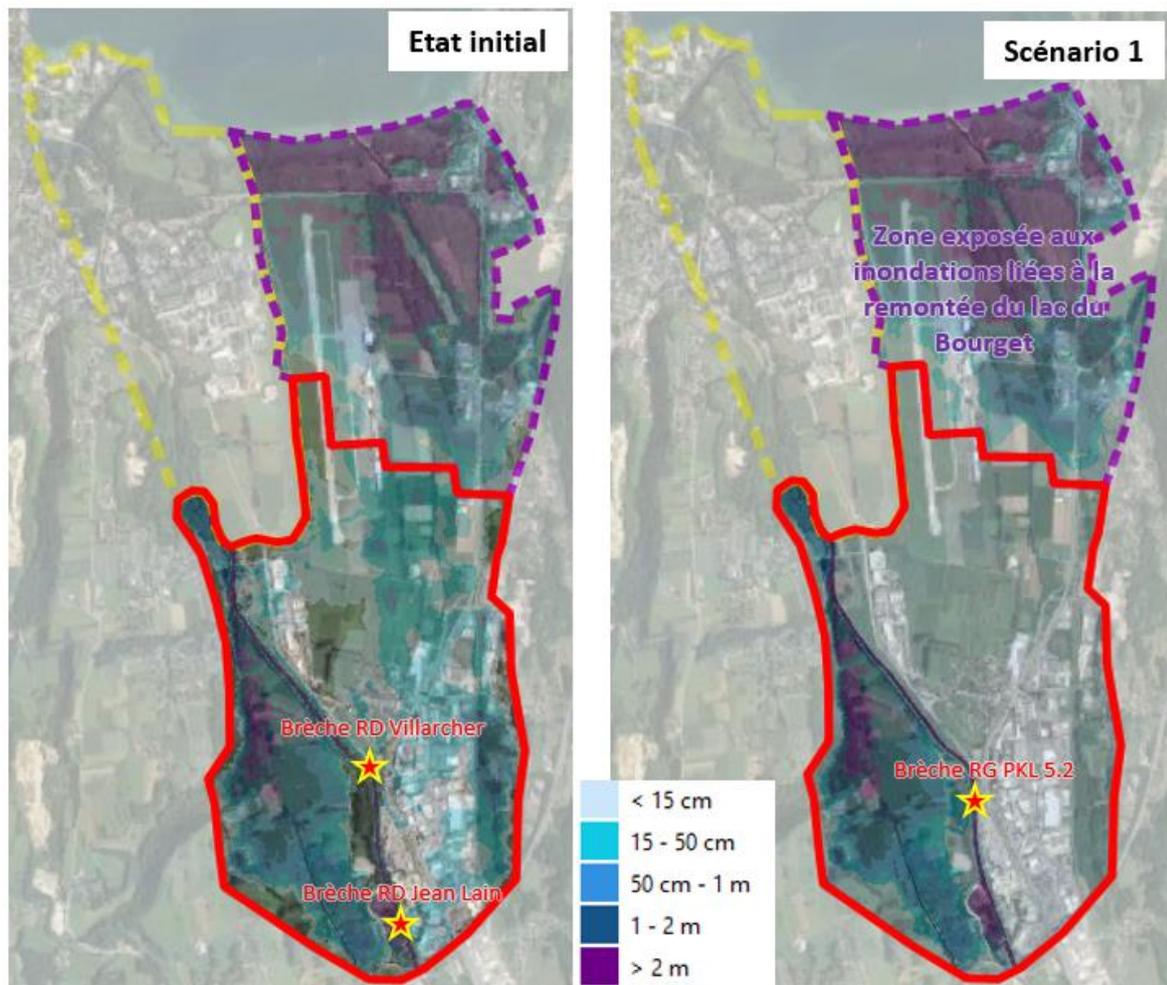


Figure 8 : Analyse de l'impact hydraulique du scénario 1 pour la crue centennale

4.3.2. Scénario 3

Le scénario 3 permet également de supprimer les débordements en rive droite de la Leysse jusqu'à la crue centennale incluse. L'élargissement des ouvrages en rive gauche permet également de diminuer la hauteur de submersion sur l'ensemble de la plaine de Pré-Marquis.

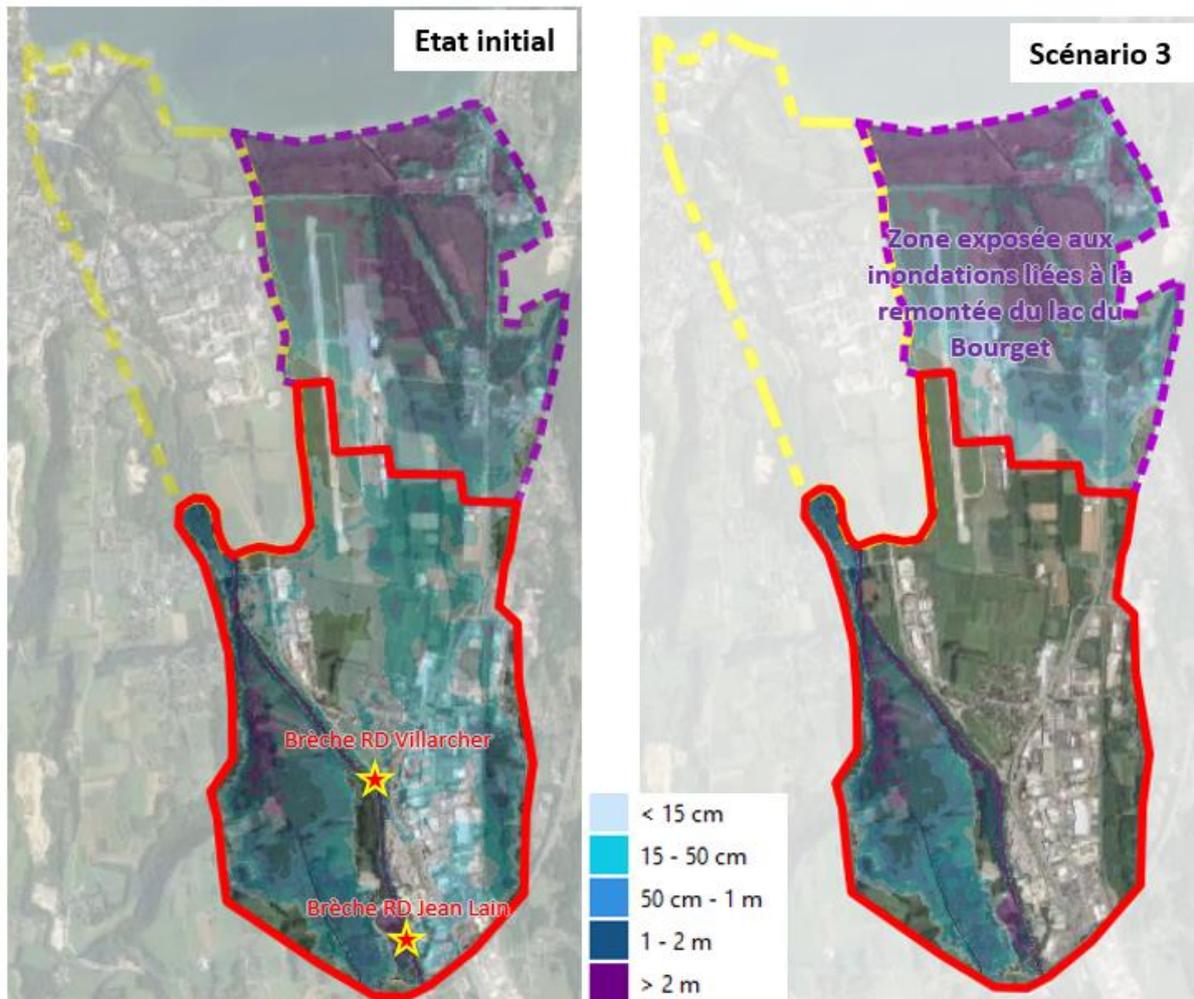


Figure 9 : Analyse de l'impact hydraulique du scénario 3 pour la crue centennale

5. Evaluation des coûts des scénarios d'aménagement

5.1. Coûts initiaux

5.1.1. Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement sont définis dans le guide AMC 2018 comme « l'ensemble des dépenses engagées par le maître d'ouvrage public, depuis l'origine du projet jusqu'à la conception, la réalisation et la mise en service de l'aménagement. Ils comprennent :

- les coûts du foncier (acquisition, indemnisation, démolition, dépollution, viabilisation),
- les coûts d'études et d'accompagnement de la mission de maîtrise d'ouvrage (assistance à maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, contrôles, études réglementaires, etc.),
- les coûts des travaux et les coûts d'équipement. »

Pour chaque scénario d'aménagement :

- Nous avons pris en compte les coûts de travaux hors taxe mentionnés dans le rapport AVP, arrondis à 10 k€,
- Nous avons estimé les coûts d'étude et maîtrise d'œuvre travaux sur la base d'un ratio de 3,5% du coût des travaux³,
- Nous avons estimé le coût des acquisitions foncières à partir des emprises mentionnées dans le rapport AVP et sur la base d'un ratio unique de 4900€ HT/ha⁴.

5.1.2. Coûts environnementaux

5.1.2.1. Recommandations du guide AMC

Le nouveau guide AMC introduit également une méthodologie permettant de réaliser une première approximation grossière du coût des mesures environnementales de la séquence ERC (éviter, réduire, compenser) des différents projets d'aménagements, dans le cas où ces mesures n'auraient pas été chiffrées au moment de l'analyse financière du projet.

Dans le cadre de confortement d'ouvrages de protections (digues, merlons...), le guide AMC recommande d'estimer ces coûts environnementaux via un ratio de 1 à 3% du coût d'investissement du projet.

5.1.2.2. Valeur retenue

Pour le scénario n°1, nous avons estimé les coûts environnementaux par un ratio de 3% du coût des travaux.

Le scénario d'aménagement n°3 inclut quant à lui d'importants travaux de restauration écologique. Au stade actuel de l'étude, les mesures ERC identifiées pour ce scénario sont donc limitées. **En conséquence, nous estimé les coûts environnementaux de ce projet par un ratio de 0,5% du coût d'investissement.**

³ Source : *Guide à l'intention des maîtres d'ouvrage publics pour la négociation des rémunérations de maîtrise d'œuvre*, MIQCP 2019.

⁴ Source : SAFER 2019 - <http://www.web-agri.fr/actualite-agricole/economie-social/article/tous-les-prix-2019-des-terres-en-auvergne-rhone-alpes-1142-170138.html>

5.1.3. Bilan des coûts initiaux

Les coûts initiaux associés à chaque projet sont récapitulés dans le Tableau 2.

Tableau 2: Coûts initiaux associés à chaque projet d'aménagement

		SCENARIO 1	SCENARIO 3
Coûts d'investissement	Travaux	12 670 000 €	7 370 000 €
	Etudes et MOE	445 000 €	255 000 €
	Acquisitions foncières	2 000 € (0,4 ha)	35 000 € (7,4 ha)
Coûts environnementaux		390 000 €	40 000 €
TOTAL HT, arrondi à 10 k€		13 510 000 €	7 710 000 €

5.2. Coûts annuels différés

5.2.1. Coûts d'entretien

Définition

Les coûts d'entretien comprennent l'ensemble des coûts de maintenance et d'exploitation des aménagements, pour le scénario initial et pour le scénario conforté. Ils comprennent, selon le guide AMC :

- les coûts de maintenance (entretien courant, maintenance préventive, maintenance curative, gros entretien et renouvellement des équipements) ;
- les coûts d'exploitation (consommation d'énergie et d'autres fluides, gestion des déchets, ...) ;
- le coût des travaux liés à des modifications fonctionnelles de l'aménagement ;
- le coût de pilotage de l'ensemble de l'exploitation.

Ce sont donc des coûts annuels qui vont s'appliquer tout au long de l'intervalle temporel considéré par l'AMC.

Recommandations du guide AMC pour l'estimation des coûts d'entretien

Dans le cas de digues et à défaut de retours d'expérience récents du maître d'ouvrage, le guide AMC propose d'estimer ces coûts annuels en s'appuyant sur le guide *Coûts de protections contre les inondations fluviales* publié par le CEREMA en 2014 et reposant sur des chiffres issus de l'étude de l'entretien et de la gestion des ouvrages sur le Delta du Rhône et sur le Drac, la Romanche et l'Isère.

Comme on peut le voir sur le Tableau 3 extrait du guide CEREMA, les dépenses moyennes annuelles observées sur les 3 territoires-témoins sont de l'ordre de 4 400 à 8 500€ HT par an et par kilomètre linéaire de digue.

	Dépenses linéaires annuelles observées (€/km/an HT)
Investissement	7 500<33 800<104 000
Entretien	4 400<6 300<8 500
Gestion	2 000<2 300<3 800
Total	18 000<40 000<114 000

Tableau 3 : Tableau de synthèse des ratios linéaires de coûts d'investissement, entretien et gestion proposés par le guide *Coûts de protections contre les inondations fluviales*, CEREMA 2018

La définition des coûts d'entretien du guide AMC incluant également les coûts liés au pilotage de l'ensemble de l'exploitation de la digue (désigné comme dépenses de « Gestion » dans le Tableau 3), le ratio à considérer est donc de 6 400 à 12 300€ HT par an et par kilomètre linéaire (kml) de digue.

Remarque : il semble que le guide AMC contienne une coquille en p.127 (coûts d'entretiens annuels moyens donnés en euros par mètre linéaire de digue au lieu d'en euros par kilomètre linéaire)

Par ailleurs, dans le cas d'une AMC de travaux de confortement d'ouvrages, le guide AMC considère que la nécessité de confortement est par défaut due à un défaut d'entretien dans la situation dégradée, et qu'ainsi les coûts d'entretien à prendre en compte pour la situation confortée devraient théoriquement être supérieurs à ceux considérés pour la situation dégradée.

Hypothèses retenues pour les situations dégradées et confortées

A la différence du postulat retenu dans le guide AMC, les retours d'expérience récents du CISALB sur les digues de la Leysse et l'Hyères (dignes anciennes et digues récemment confortées) montrent que **les coûts de maintenance annuels sont en réalité nettement plus élevés pour les digues anciennes que pour les digues récentes.**

En effet, sur les anciennes digues, les opérations de maintenance courante comprennent de l'abattage d'arbres anciens et du débroussaillage (complicé par la présence des arbres), tandis que pour les nouvelles digues, seul un fauchage des parements est nécessaire (de surcroît peu cher au mètre linéaire car sans obstacles et avec des accès en pied ou crête de digue facilitant les interventions).

Les valeurs des coûts de maintenance annuels constatés par le CISALB sont les suivants :

- 10 400 €HT/an/kml de digue pour les ouvrages dégradés,
- 3 100 €HT/an/kml de digue pour les ouvrages confortés.

En intégrant des coûts de gestion annuels de 2 300€ HT/kml de digues (valeur moyenne préconisée dans le guide AMC), nous avons donc retenu les valeurs suivantes pour les coûts d'entretien annuels totaux des ouvrages :

- **12 700 €HT/an/kml de digue pour les ouvrages dégradés,**
- **5 400 €HT/an/kml de digue pour les ouvrages confortés.**

5.2.2. Coûts de réparation

Définition

A la différence de la première version publiée en 2014, le guide AMC de 2018 distingue les coûts d'entretien annuels et les coûts de réparation des ouvrages.

En effet, en cas de survenue d'un évènement d'occurrence supérieur à l'évènement de dimensionnement des ouvrages, ceux-ci risquent de subir des dommages substantiels ne relevant pas de l'entretien courant, et impliquant donc des coûts de réparation supplémentaires pour le maître d'ouvrage.

Recommandations du guide AMC

Afin de tenir compte de la probabilité d'occurrence d'un évènement susceptible de générer ces dommages substantiels, le guide AMC préconise d'évaluer un coût moyen annuel correspondant à la somme des coûts de réparation pour chaque évènement pondéré par leur probabilité d'occurrence.

De plus, il est précisé que « Dans la mesure où il reste complexe d'évaluer les coûts de réparation associés aux différents scénarios d'aléa [...], il est possible de s'intéresser uniquement aux détériorations substantielles sur l'ouvrage, c'est-à-dire celles qui nécessitent une réparation conséquente qui se rapproche d'une reconstruction. Le coût des réparations substantielles pourra alors être approché par un coût de construction de l'ouvrage. L'évènement impliquant des réparations substantielles sera identifié au cas par cas en fonction du type d'ouvrage étudié : il pourra s'agir [...] du niveau de protection de l'ouvrage dans le cas de digues en terre ».

Hypothèses retenues pour les situations dégradées et confortées

Nous avons suivi les recommandations du guide AMC : le Tableau 4 récapitule les hypothèses de dégradation retenues pour chaque scénario d'inondation.

Tableau 4 : Hypothèses de dégradation des ouvrages retenues pour chaque scénario d'inondation

		Endommagement des ouvrages
Situation dégradée	Crue des premiers dommages	Négligeable
	Crues intermédiaires	
	Crue de projet	Dégradation généralisée
	Crue supérieure à la crue de projet	
Situation confortée	Crue des premiers dommages	Négligeable
	Crues intermédiaires	
	Crue de projet	Dégradation généralisée
	Crue supérieure à la crue de projet	

5.2.3. Bilan des coûts annuels différés

Les coûts annuels différés associés à chaque projet sont récapitulés dans le Tableau 5.

Tableau 5: Coûts annuels différés associés à l'état initial et à chaque projet d'aménagement

	ETAT INITIAL	SCENARIO 1	SCENARIO 3
Coûts annuels d'entretien	70 000 €	30 000 €	30 000 €
Coûts annuels de réparation		60 000 €	30 000 €
TOTAL HT, arrondi à 10 k€	70 000 €	90 000 €	60 000 €

5.3. Bilan des coûts associés à chaque scénario d'aménagements

Le Tableau 6 récapitule les différents coûts associés à chaque projet d'aménagement.

Tableau 6 : Comparaison des coûts associés à l'état initial et à chaque scénario d'aménagement

	ETAT INITIAL	SCENARIO 1	SCENARIO 3
Coûts initiaux		13 510 000 €	7 710 000 €
Coûts annuels différés	70 000 €	90 000 €	60 000 €

En particulier, on constate que :

- Le total des coûts d'investissement et des coûts environnementaux est supérieur de plus de 40% dans le scénario 1 par rapport au scénario 3,
- Les coûts annuels de réparation sont inférieurs de moitié dans le scénario 3 par rapport au scénario 1,
- Les coûts annuels différés totaux (entretien + réparation) du scénario 3 sont inférieurs à ceux estimés pour la situation actuelle (CF hypothèses rappelées au §5.2.1).

6. Caractérisation de l'occupation du territoire

6.1. Catégories d'enjeux étudiées

Conformément au guide AMC, nous avons étudié 4 types d'enjeux :

- Les logements,
- Les activités économiques,
- Les établissements publics et établissements recevant du publics,
- Les parcelles agricoles.

6.2. Caractérisation des enjeux

Nous avons exploité la base de données des enjeux mise au point dans le cadre de l'étude de diagnostic globale de la vulnérabilité aux inondations du bassin versant du lac du Bourget.

Cette base de données s'était notamment appuyée sur les bases de données suivantes :

- BD Topo v3 (2019), et base de données OpenStreetMap,
- Pour l'estimation du nombre d'habitants en zone inondable : carroyage INSEE à 200 mètres (populations 2016, données de carroyage les plus récentes disponibles),
- Pour le recensement des activités économiques : base SIRENE 2019,
- Pour la caractérisation des surfaces cultivées : RPG 2018,
- Pour la localisation des ICPE : base DREAL AURA,
- Pour la capacité d'accueil des ERP : base ERP du SDIS 73 et BD TOPO v3 2019
- Trafic journalier des routes non communales : bilan des déplacements routiers du Département de la Savoie (2019)⁵

Nous avons effectué des compléments à cette base de données à partir d'une **visite de terrain de l'ensemble du périmètre d'étude**, visant notamment à :

- Corriger localement les éventuelles imprécisions de la base de données existante,
- Positionner précisément les points de la base de données SIRENE sur le(s) bâtiment(s) occupé(s) par chaque entreprise (en particulier pour les entreprises situées au rez-de-chaussée),
- Recenser les entreprises visibles sur le territoire et ne figurant pas dans la base de données SIRENE (code APE et nombre d'employés renseignés *a posteriori* à partir des bases de données en ligne type SOCIETE.COM),
- Déterminer la hauteur du premier plancher habitable en dénombrant le cas échéant le nombre de marche d'accès visibles (en considérant une hauteur moyenne de 16 cm par marche),
- Déterminer la présence ou non d'un sous-sol.

⁵ https://www.savoie.fr/web/psw_43496/bilans-des-deplacements-routiers

Chapitre 2 : Analyse Coûts-Bénéfices simplifiée des 2 scénarios d'aménagement envisageables

1. Calcul des montants de dommages causés par les inondations

1.1. Généralités sur le calcul des dommages

Conformément aux prescriptions du guide AMC, nous avons appliqué exclusivement les fonctions de dommages nationales annexées à celui-ci pour l'évaluation des dommages à chaque catégorie d'enjeu.

Ces fonctions permettent d'évaluer un montant de dommages en fonction de la nature de l'enjeu et de l'aléa au droit de cet enjeu. La durée de submersion étant considérée comme inférieure à 48 heures pour tous les scénarios de crue considérés, le principal paramètre de caractérisation de l'aléa au droit de chaque enjeu bâti est la hauteur de submersion (sauf cas particulier des dommages aux parcelles agricoles, qui varient également selon la vitesse de l'écoulement).

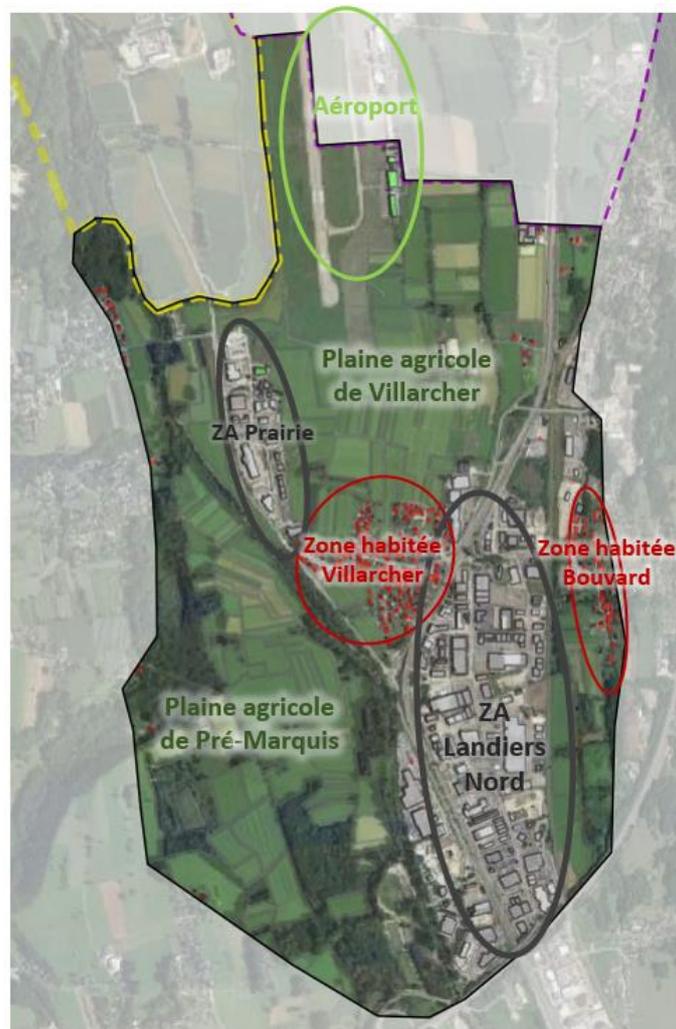


Figure 10 : Localisation des principales zones de concentration d'enjeu dans le territoire d'étude

Une cartographie détaillée des enjeux est présentée en Annexe 2 du rapport.

1.2. Dommages aux habitations

Pour chaque scénario hydraulique analysé, nous avons dénombré les logements collectifs, individuels de plain-pied et individuels avec étages exposés aux inondations et calculé les montants de dommages associés en utilisant les fonctions de dommages nationales à l'entité de bien annexées au guide AMC. Les valeurs indiquées par ces fonctions de dommages étant données en euros de l'année 2016, nous avons procédé à une actualisation sur la base de la valeur du 3^{ème} trimestre de 2020 de l'indice des coûts de la construction (ICC).

La valeur de hauteur de submersion prise en compte correspond à la valeur moyenne modélisée sur l'ensemble du bâtiment.

Enfin, nous avons évalué le nombre d'habitants exposés selon la méthodologie décrite dans les annexes techniques du guide AMC pour l'indicateur élémentaire P1.

Tableau 7 : Logements exposés et montant des dommages calculés pour chaque scénario de crue étudié (dommages donnés en € HT de l'année 2020)

PERIODE DE RETOUR		Q10				Q30					Q100				
		ETAT INITIAL		SCE 1	SCE 3	ETAT INITIAL		SCENARIO 1		SCE 3	ETAT INITIAL		SCENARIO 1		SCE 3
COMPOTEMENT DES OUVRAGES		Pas de rupture	1 brèche RD	Pas de rupture	Pas de rupture	Pas de rupture	1 brèche RD	Pas de rupture	1 brèche RG	Pas de rupture	Pas de rupture	2 brèches RD	Pas de rupture	1 brèche RG	Pas de rupture
Logements collectifs	Bâtiments en ZI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Habitants en ZI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dommages	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Logements individuels sans étage	Bâtiments en ZI	0	120	0	0	0	131	0	0	0	0	134	0	0	0
	Habitants en ZI	0	188	0	0	0	202	0	0	0	0	205	0	0	0
	Dommages	0 €	1 380 000 €	0 €	0 €	0 €	1 610 000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1 690 000 €	0 €	0 €	0 €
Logements individuels avec étage	Bâtiments en ZI	0	43	0	0	0	45	0	0	0	0	48	0	0	0
	Habitants en ZI	0	114	0	0	0	118	0	0	0	0	124	0	0	0
	Dommages	0 €	240 000 €	0 €	0 €	0 €	270 000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	320 000 €	0 €	0 €	0 €
Total des dommages (arrondi à 10 k€)		0 €	1 620 000 €	0 €	0 €	0 €	1 880 000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2 010 000 €	0 €	0 €	0 €
Nb total d'habitants exposés		0	302	0	0	0	320	0	0	0	0	329	0	0	0
<i>Domm. moyens par logement</i>			<i>10 000 €</i>				<i>11 000 €</i>					<i>11 000 €</i>			

1.3. Dommages aux entreprises

Pour chaque scénario hydraulique analysé, nous avons dénombré les entreprises exposées aux inondations (au rez-de-chaussée des bâtiments d'activité) et calculé les montants de dommages associés en utilisant les fonctions de dommages nationales recommandées par le AMC : fonction de dommages aux équipements et aux stocks par employé (fonction *equipement.stock.employe*) et fonction de dommages surfacique pour le bâti (fonction *batiment.surface*). Les valeurs indiquées par ces fonctions de dommages étant données en euros de l'année 2016, nous avons procédé à une actualisation sur la base des valeurs 2020 de l'indice des coûts de la construction (ICC) et de l'indice des prix à la consommation (IPC).

Nous avons évalué le nombre d'employés à prendre en compte dans le calcul à partir des « tranches d'effectifs » de la base SIRENE et du tableau de correspondance fourni en annexe des fonctions de dommages. Dans le cas d'entreprises occupant plusieurs bâtiments, le nombre d'employés a été ventilé selon le quote-part de la surface de chaque bâtiment. De plus, nous avons calculé la surface utile des bâtiments en déduisant 25% de la surface des entités de la BD TOPO, correspondant à la surface au sol des murs et parois. La valeur de hauteur de submersion prise en compte correspond à la valeur moyenne modélisée sur l'ensemble de chaque bâtiment.

Enfin, nous avons considéré que seules les entreprises dont plus de 20% de la surface au sol est située à l'intérieur de l'emprise inondable modélisée étaient véritablement exposées, et devaient donc être prises en compte dans le recensement et le calcul des dommages.

Tableau 8 : Entreprises exposées et montant des dommages calculés pour chaque scénario de crue étudié (dommages donnés en € HT de l'année 2020)

PERIODE DE RETOUR	Q10				Q30					Q100				
	ETAT INITIAL		SCE 1	SCE 3	ETAT INITIAL		SCENARIO 1		SCE 3	ETAT INITIAL		SCENARIO 1		SCE 3
COMPOTEMENT DES OUVRAGES	Pas de rupture	1 brèche RD	Pas de rupture	Pas de rupture	Pas de rupture	1 brèche RD	Pas de rupture	1 brèche RG	Pas de rupture	Pas de rupture	2 brèches RD	Pas de rupture	1 brèche RG	Pas de rupture
Nombre d'entreprises exposées (au RDC) en zone inondable	0	72	0	0	0	89	0	0	0	0	143	0	0	0
Nombre approximatif d'emplois exposés (entreprises au RDC uniquement)	0	1 260			0	1 520	0	0	0	0	2 340	0	0	0
Total des dommages aux entreprises (arrondi à 10 k€)	0 €	8 670 000 €	0 €	0 €	0 €	12 850 000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	44 430 000 €	0 €	0 €	0 €
Dommages moyens par entreprise (arrondi à 10 k€)		120 000 €				140 000 €					310 000 €			

1.4. Dommages aux établissements publics

Un seul établissement public est recensé à l'intérieur du périmètre d'étude : il s'agit de l'aéroport Chambéry Savoie Mont-Blanc. En plus de cet établissement, deux sites exposés ne sont pas pris en compte dans les fonctions de dommages nationales aux entreprises et peuvent être assimilés à des établissements publics : il s'agit du centre équestre de Voglans et du centre de loisirs KABANE.

Pour chaque scénario hydraulique analysé, nous avons dénombré les établissements exposés aux inondations et calculé les montants de dommages associés en utilisant la fonction de dommages surfaciques associée aux centres techniques municipaux (fonction *TECH*), considérée comme la plus proche au vu des caractéristiques des bâtiments concernés.

Les valeurs indiquées par cette fonction de dommages étant données en euros de l'année 2016, nous avons procédé à une actualisation sur la base de la valeur 2020 de l'indice des coûts de la construction (ICC).

La valeur de hauteur de submersion prise en compte correspond à la valeur moyenne modélisée sur l'ensemble du bâtiment.

Cas particulier de l'aéroport Chambéry Savoie Mont-Blanc : Il n'existe pas de fonction de dommages nationale permettant d'estimer les dommages causés aux avions et autres équipements spécifiques de l'aéroport. Aussi, les dommages calculés correspondent uniquement aux dommages aux bâtiments techniques exposés. Le montant des dommages réels en cas d'inondation des bâtiments de l'aéroport est donc potentiellement largement sous-estimé.

Tableau 9 : Etablissements publics et ERP exposés et montant des dommages calculés pour chaque scénario de crue étudié (dommages donnés en € HT de l'année 2020)

PERIODE DE RETOUR	Q10				Q30					Q100				
	ETAT INITIAL		SCE 1	SCE 3	ETAT INITIAL		SCENARIO 1		SCE 3	ETAT INITIAL		SCENARIO 1		SCE 3
COMPORTEMENT DES OUVRAGES	Pas de rupture	1 brèche RD	Pas de rupture	Pas de rupture	Pas de rupture	1 brèche RD	Pas de rupture	1 brèche RG	Pas de rupture	Pas de rupture	2 brèches RD	Pas de rupture	1 brèche RG	Pas de rupture
Nombre de sites en zone inondable	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0
Total des dommages aux équipements publics et ERP (arrondi à 10 k€)	0 €	200 000 €	0 €	0 €	0 €	210 000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	330 000 €	0 €	0 €	0 €

1.5. Dommages aux activités agricoles

Pour chaque scénario hydraulique analysé, nous avons mesuré les surfaces de parcelles agricoles exposées aux inondations et calculé les montants de dommages associés en utilisant les fonctions de dommages surfaciques annexées au guide AMC. Les valeurs indiquées par ces fonctions de dommages étant données en euros de l'année 2016, nous avons procédé à une actualisation sur la base de la valeur 2020 de l'indice des prix à la consommation (IPC).

Tableau 10 : Surfaces de parcelles agricoles exposées et montant des dommages calculés pour chaque scénario de crue étudié (dommages donnés en € HT de l'année 2020)

PERIODE DE RETOUR	Q10				Q30					Q100				
	SITUATION		ETAT INITIAL	SCE 1	SCE 3	ETAT INITIAL		SCENARIO 1		SCE 3	ETAT INITIAL		SCENARIO 1	
COMPORTEMENT DES OUVRAGES	Pas de rupture	1 brèche RD	Pas de rupture	Pas de rupture	Pas de rupture	1 brèche RD	Pas de rupture	1 brèche RG	Pas de rupture	Pas de rupture	2 brèches RD	Pas de rupture	1 brèche RG	Pas de rupture
Surface totale de parcelles agricoles en zone inondable (ha)	0	126	0	0	64	140	64	64	64	70	193	70	70	70
Total des dommages aux parcelles agricoles	30 000 €	70 000 €	0 €	0 €	40 000 €	80 000 €	40 000 €	40 000 €	40 000 €	50 000 €	80 000 €	50 000 €	50 000 €	50 000 €

La valeur de la hauteur de submersion et de la vitesse d'écoulement prises en compte correspondent aux valeurs moyennes modélisées sur chaque parcelle.

En effet, comme on peut le voir sur la Figure 11, les valeurs des fonctions de dommages varient globalement peu selon la valeur de la hauteur de submersion, et les valeurs de vitesses sont le plus souvent assez homogènes à l'intérieur d'une même parcelle.

Fort de ce constat, il n'est pas étonnant de retrouver des valeurs de dommages agricoles similaires selon les différents scénarios d'inondation. En effet, la surface des terres agricoles inondées varie peu et les hauteurs d'inondations varient de quelques cm à quelques dizaines de cm.

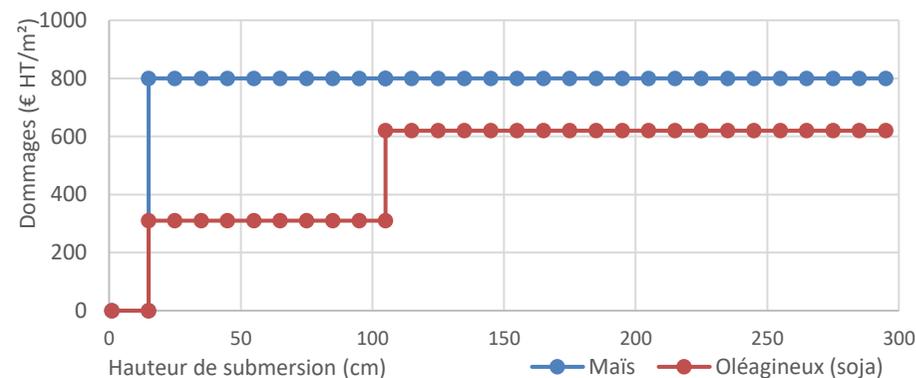


Figure 11: Exemple de fonctions de dommages nationales aux parcelles agricoles

1.6. Analyse qualitative des dommages pour chaque scénario de crue

1.6.1. Situation initiale

1.6.1.1. Crue décennale

Sans rupture

En cas de crue décennale sans rupture d'ouvrages, le débit surversant au niveau du déversoir de Pré-Marquis est nul ou très limité mais la remontée de la Leysse dans la plaine de Pré Marquis conjugué à la crue concomitante du ruisseau des Marais entraîne des dommages aux parcelles agricoles d'environ 30 k€.

Avec rupture (1 brèche – rond-point Villarcher)

Le montant total des dommages causés par les inondations dépasse 10,5 M€.

Ils correspondent pour l'essentiel à des dommages aux entreprises de la zone des Landiers Nord (>80% du total, dont 40% se concentrent sur 5 entreprises avec des montants de dommages supérieurs à 500 k€ : RECORD PORTES AUTOMATIQUES, A2P CONNECTIQUE, et les magasins BUT, AU JARDIN DES PLANTES ET CONFORAMA).

Du fait de l'exposition de la zone habitée de Villarcher, plus de 160 logements et 300 habitants sont également exposés aux inondations, dont une majorité dans des bâtiments de plain-pied (et donc particulièrement vulnérables car ne disposant pas d'espace refuge en étage). Les dommages aux logements représentent 15% du total.

Les dommages aux 3 établissements publics exposés représentent environ 2% du total, dont 70% correspondant aux seuls bâtiments de l'aéroport.

Enfin, plus de 120 hectares de parcelles agricoles sont exposées aux inondations, réparties pour moitié entre la plaine du Pré Marquis et la plaine agricole de Villarcher. On retrouve essentiellement des grandes cultures (maïs, blé, orge, soja – environ 100 ha), ainsi que des fruits, légumes et vergers (10 ha) et des prairies (10 ha). L'écart entre les valeurs des différents types de fonctions de dommages étant très fort, le montant total des dommages à ces parcelles agricoles est inférieur à 1% du total.

1.6.1.2. Crue trentennale

Sans rupture

En cas de crue trentennale sans rupture d'ouvrages, le débit surversant au niveau du déversoir de Pré-Marquis vient aggraver les inondations causées par la remontée de la Leysse conjugué à la crue concomitante du ruisseau des Marais dans la plaine de Pré Marquis. Seules des parcelles agricoles sont exposées, pour un montant total de dommages d'environ 40 k€.

Avec rupture (1 brèche – rond-point Villarcher)

Le montant total des dommages causés par les inondations dépasse 15 M€. La répartition entre les différents types d'enjeux est sensiblement la même que pour la crue décennale, avec une importance relative des dommages aux entreprises encore plus marquée (>85% du total).

Deux entreprises supplémentaires présentent des dommages supérieurs à 500 k€ : AXE AUTO et MITHIEUX. A elles seules, ces 7 entreprises représentent donc près de 50% du montant total des dommages.

320 habitants sont exposés aux inondations, dont 200 résidant dans des bâtiments de plain-pied.

Le montant des dommages aux établissements publics et aux parcelles agricoles exposés évolue très peu et représente toujours moins de 2% du total des dommages.

1.6.1.3. Crue centennale

Sans rupture

Le montant des dommages aux parcelles agricoles situées dans la plaine de Pré-Marquis est d'environ 50 k€.

Avec ruptures (2 brèches – rond-point Villarcher et concession Jean Lain)

La deuxième brèche modélisée entraîne l'exposition de l'intégralité de la zone des Landiers Nord, à partir des concessions PEUGEOT et CITROËN. Le montant total des dommages approche les 47 M€, dont 95% correspondent à des dommages aux activités économiques.

En particulier :

- 7 entreprises présentent un montant de dommages calculé supérieur (parfois largement) à la borne supérieure de l'intervalle de validité des fonctions de dommages nationales (1,5 M€) : il s'agit des concessions et agences de location automobiles PEUGEOT BERNARD, CITROËN, ALPES EVASION, SIV73, JEAN LAIN NIPPON et CAR'GO, ainsi que du magasin CASTORAMA. Pour ces entreprises, et après avoir effectué les vérifications recommandées par le guide AMC, nous avons fixé le montant des dommages à 1,5 M€.
- 3 autres entreprises présentent des montants de dommages calculés supérieurs à 1 M€ : la société RECORD PORTES AUTOMATIQUES et les concessions CARAVANING DU MARAIS et AXE AUTO.

Ces 10 entreprises représentent à elles seules 35% du montant total des dommages.

L'exposition des autres types d'enjeux évolue peu par rapport à la crue trentennale.

1.6.2. Situation aménagée

En situation aménagée, aucun débordement ni aucune rupture ne sont envisagés en rive droite de la Leysse. Les inondations concernent donc uniquement la plaine agricole du Pré Marquis, au-delà de la crue décennale.

Les dommages calculés pour ces parcelles agricoles pour les crues trentennale, avec et sans rupture d'ouvrages sont d'environ 40 k€ pour les deux scénarios d'aménagement. De même ces dommages s'élèvent à environ 50 k€ pour la crue centennale, que ce soit avec ou sans rupture, pour les deux scénarios.

2. Analyse coûts-bénéfices comparative et simplifiée des deux scénarios d'aménagements envisageables

2.1. Evaluation des bénéfices associés à chaque scénario d'aménagement

Le détail des enjeux exposés et des montants de dommages calculés pour chaque scénario d'inondation est récapitulé en Annexe 3 du présent rapport.

Le Tableau 11 récapitule les principaux indicateurs de vulnérabilité du territoire pour chaque scénario étudié.

Tableau 11 : Bilan de la vulnérabilité du territoire en situation avant et après aménagement

	ETAT INITIAL	SCENARIO 1	SCENARIO 3
Nombre d'habitants exposés pour la crue de projet (avec rupture(s)/ sans rupture)	143 / 0	0 / 0	0 / 0
Nombre d'emplois exposés pour la crue de projet (avec rupture(s) / sans rupture)	143 / 0	0 / 0	0 / 0
Dommages Moyens Annuels	1 100 000 €	350 000 €	350 000 €

Les bénéfices calculés sont les mêmes pour les deux scénarios d'aménagement : les travaux permettent de faire diminuer de 70% le montant des Dommages Moyens Annuels, de 1,1 M€ en état initial à 350 k€ en état projet, et de protéger l'ensemble des habitants et des emplois exposés aux inondations en situation initiale.

Pour rappel, le scénario 3 permet également de diminuer d'en moyenne 10cm la hauteur de submersion des parcelles agricoles de la plaine du Pré Marquis pour la crue de projet (par rapport à l'état initial). Cette différence n'est pas visible dans l'estimation des dommages moyens annuels, mais cela apporte tout de même des améliorations hydrauliques, notamment pour faciliter le ressuyage

2.2. Hypothèses et méthodologie de calcul des indicateurs synthétiques

2.2.1. Horizon temporel de l'analyse et taux d'actualisation appliqué

Conformément aux prescriptions du guide AMC, nous avons réalisé l'analyse sur une période de 50 ans, en considérant un taux d'actualisation de 2,5% constant jusqu'à 2070.

2.2.2. Scénario de référence considéré pour l'analyse des projets

2.2.2.1. Avertissement : distinction entre situation initiale et scénario de référence

La nouvelle méthodologie décrite dans la version 2018 du guide AMC introduit la notion de scénario de référence dans l'analyse synthétique des projets d'aménagements (comparaison des coûts et des bénéfices entre ce scénario et le scénario avec aménagements).

Le scénario de référence est différent de la « situation initiale » qui constitue toujours le support de comparaison pour la réalisation des analyses élémentaires des AMC.

En effet, « *La situation initiale est une photographie à l'instant t d'un territoire caractérisé par une exposition à l'inondation et une vulnérabilité* », tandis que « *le scénario de référence correspond à une évolution prévisible du territoire sans nouveau projet.* » (guide AMC 2018, p. 31).

L'analyse des mesures de sécurisation d'ouvrages de protection hydraulique (type digues, merlons...) constitue un cas particulier d'Analyse Coûts-Bénéfices ou Multicritères. Nous reproduisons ci-dessous le paragraphe définissant les différents scénarios de référence envisageables pour l'analyse de cette catégorie de projets :

« *À la différence des autres mesures structurelles, les mesures de sécurisation d'ouvrages n'ont pas d'effet sur la ligne d'eau lors de la submersion. Seules les probabilités de rupture de l'ouvrage diffèrent entre le scénario de référence et le scénario d'aménagement. Ainsi, sur l'ensemble de l'horizon temporel, pour chaque évènement d'aléa, l'ouvrage a un risque de rompre. Le scénario de référence se définit alors par la réaction du gestionnaire face à cette rupture. Ces options définissent plusieurs scénarios de référence possibles :*

- *Scénario de référence 1 : lors de la rupture de l'ouvrage, des mesures d'urgence seront réalisées au coup par coup. Ces mesures ne permettent pas de réduire les probabilités de rupture qui restent identiques avant et après la rupture,*
- *Scénario de référence 2 : lors de la rupture de l'ouvrage, celui-ci est conforté, les probabilités de rupture de l'ouvrage sont réduites voire négligeables jusqu'au niveau de protection,*
- *Scénario de référence 3 : lors de la rupture de l'ouvrage, l'ouvrage est abandonné et les enjeux présents sont relocalisés.* » (guide AMC 2018, p.32)

Le guide AMC préconise, sauf cas particulier, d'appliquer le scénario de référence n°2.

2.2.2.2. Scénario de référence retenu

Conformément aux préconisations du guide AMC 2018, nous avons retenu le scénario de référence n°2 pour l'évaluation du projet de réfection des digues de la Leysse.

En effet, au vu des nombreux enjeux humains et matériels situés immédiatement en retrait des digues et de leur état de dégradation, ni le scénario 1 (actions ponctuelles au coup par coup), ni le scénario 3 (relocalisation des enjeux), ne seraient envisageables.

Ce scénario correspond donc à la modélisation d'une situation dans laquelle :

- les ouvrages sont laissés dans leur état dégradé, jusqu'au jour où un évènement entraîne une rupture ;

- à l'issue de cet évènement, l'ensemble du programme de réfection de la digue concernée par la rupture est mis en œuvre.

Il s'agit donc d'un scénario « statistique » dépendant des probabilités de ruptures des ouvrages pour chacun des évènements d'inondations considérés. La Figure 12 permet de comparer le scénario « conforté », dans lequel les travaux de réfection de la digue sont engagés dès le commencement de l'intervalle temporel de l'AMC, et le scénario de référence.

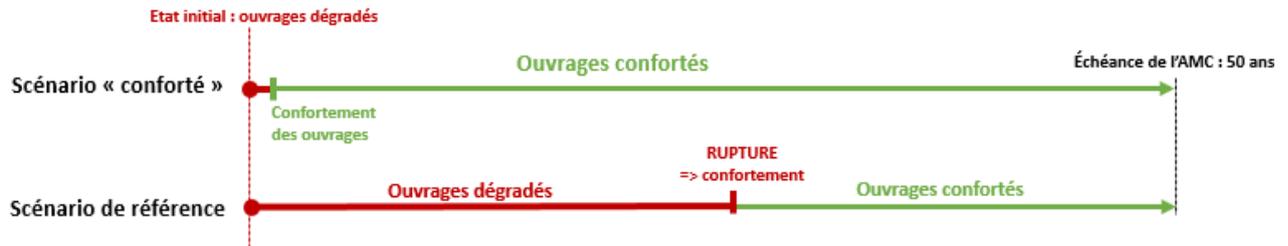


Figure 12 : Représentation schématique du scénario conforté et du scénario de référence (SEPIA Conseils)

2.2.3. Probabilité annuelle de rupture dans le scénario de référence

2.2.3.1. Définition

« La probabilité moyenne annuelle de rupture correspond au risque de défaillance de l'ouvrage en tenant compte de l'ensemble des crues possibles sur une année » (Annexes Techniques du guide AMC, p.75).

Cette probabilité, notée $(1-q_0)$, ne correspond pas à une réalité physique. Elle se calcule en réalisant l'intégrale de la courbe des probabilités de rupture d'ouvrages en fonction de la fréquence d'occurrence des scénarios d'inondations considérés (aire sous la courbe représentée sur la Figure 13).

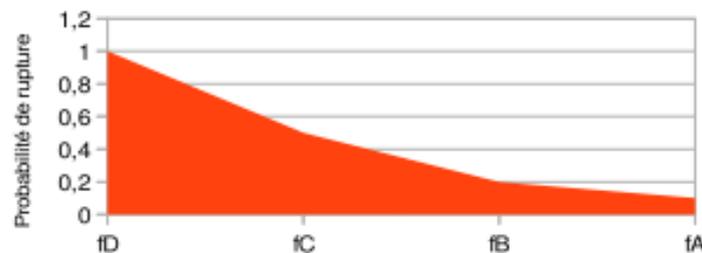


Figure 13 : Illustration d'une courbe des probabilités de rupture d'ouvrages en fonction de la fréquence de retour des évènements étudiés (extrait des Annexes Techniques du guide AMC 2018)

2.2.3.2. Valeurs retenues

Les probabilités de ruptures de digue correspondant à chaque scénario de crue étudié ont été présentées dans le Tableau 1.

La probabilité moyenne annuelle de rupture résultante pour le scénario de référence est de 4%.

2.2.4. Coûts annuels d'investissement dans le scénario de référence (CI_{ref})

Interprétation

Ces coûts représentent les coûts annuels statistiques lié à la probabilité pour le pétitionnaire d'avoir à réaliser les travaux de réfection des ouvrages faisant suite à une rupture.

Méthodologie d'évaluation

Pour une année k , ils sont donnés par la formule suivante dans les annexes techniques du guide AMC :

$$CI_{ref}(k) = q_0^k \cdot (1 - q_0) \cdot CI$$

Où $1 - q_0$ représente la probabilité moyenne annuelle de rupture des ouvrages (cf § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et CI le coût d'investissement total nécessaire à la réalisation du projet (tel que défini au § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les coûts d'investissement totaux du scénario de référence correspondent à la somme des coûts annuels statistiques actualisés sur 50 ans.

2.2.5. Coûts annuels différés dans le scénario de référence

2.2.5.1. Coûts annuels d'entretien (CE_{ref})

Interprétation

Ces coûts représentent les coûts annuels statistiques d'entretien des ouvrages durant le scénario de référence, en considérant :

Les coûts d'entretien annuels de la situation dégradée (CE_0) jusqu'à la rupture des ouvrages,
Les coûts d'entretien annuels de la situation confortée (CE_c) à partir des travaux de confortement réalisés après la rupture des ouvrages.

Méthodologie d'évaluation

Pour une année k , ils sont donnés par la formule suivante dans les annexes techniques du guide AMC :

$$CE_{ref}(k) = q_0^k \cdot CE_0 + (1 - q_0^k) \cdot CE_c$$

Les coûts d'entretien totaux du scénario de référence correspondent à la somme des coûts annuels statistiques actualisés sur 50 ans.

2.2.5.2. Coûts annuels de réparation (CR_{ref})

Interprétation

Au vu de la définition du scénario de référence (réfection de l'ensemble des ouvrages dès l'apparition d'une rupture, même ponctuelle), la question des coûts de réparation ne se pose que pour la période « post-rupture » dans laquelle les ouvrages ont déjà fait l'objet d'un confortement.

Les coûts de réparation de la situation de référence représentent donc les coûts annuels statistiques des travaux de réparation à effectuer en cas d'évènement entraînant des dommages substantiels sur les ouvrages ayant déjà été confortés à la suite d'une première rupture (évènement ayant donc statistiquement peu de chance de se produire durant l'intervalle temporel de l'AMC).

Le schéma présenté en Figure 14 représente la comparaison entre le scénario conforté et le scénario de référence en prenant en compte l'occurrence d'un évènement provoquant des dommages substantiels sur les ouvrages durant l'intervalle temporel de l'étude.

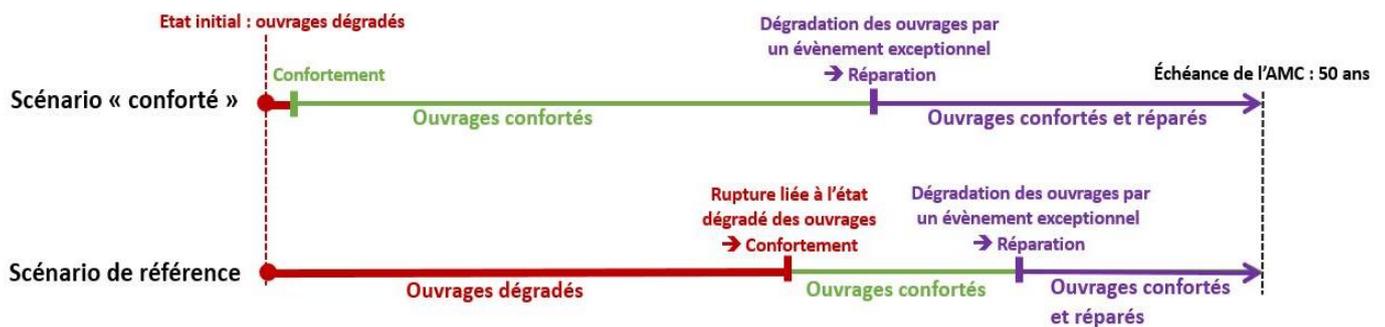


Figure 14 : Représentation schématique du scénario de référence et du scénario conforté prenant en compte l'occurrence d'un évènement provoquant des dommages substantiels sur les ouvrages durant l'intervalle temporel de l'étude (SEPIA Conseils).

Méthodologie d'évaluation

Pour une année k et en nous basant sur la formule donnée dans les annexes techniques pour l'évaluation des coûts d'investissements liés au scénario de référence, nous calculerons ces coûts par la formule suivante :

$$CR_{\text{ref}}(k) = q_0^k \cdot (1 - q_0) \cdot CR_c$$

Où CR_c représente les coûts de réparation en situation confortée

Les coûts de réparation totaux du scénario de référence correspondent à la somme des coûts annuels statistiques actualisés sur 50 ans.

2.2.6. Dommages Moyens Annuels de la situation de référence

Nous avons évalué les DMA dans la situation de référence selon la formule indiquée dans les annexes techniques du guide AMC : $DMA_{\text{REF}}(k) = q_0^k \cdot DMA_0 + (1 - q_0^k) \cdot DMA_c$.

2.3. Résultats de l'analyse coûts-bénéfices comparative

L'analyse coûts-bénéfices est largement positive pour les deux scénarios d'aménagement étudiés :

- **Pour le scénario 1** : les indicateurs montrent que le projet passe le seuil de rentabilité au bout de 13 ans. A l'échéance de l'analyse (50 ans), le rapport Bénéfices/Coûts (B/C) est de 13 et la Valeur Actualisée Nette (VAN) est de plus de 9,8 M€.
- **Pour le scénario 3** : les indicateurs montrent que le projet passe le seuil de rentabilité au bout de 8 ans. A l'échéance de l'analyse (50 ans), le rapport Bénéfices/Coûts (B/C) est de 33 et la Valeur Actualisée Nette (VAN) est de près de 10,3 M€.

Les deux scénarios d'aménagement analysés apportent des bénéfices globalement très proches sur l'exposition aux inondations des enjeux du périmètre d'étude : la quasi-totalité des enjeux exposés en état initial est protégée grâce aux aménagements (à l'exception des parcelles agricoles de la plaine du Pré Marquis).

Les indicateurs d'analyses coûts-bénéfices sont très largement positifs pour les deux scénarios. Toutefois, les coûts associés au scénario 3 étant largement inférieurs à ceux du scénario 1, les indicateurs d'efficacité et de rentabilités y sont logiquement plus élevés.

Tableau 12 : Bilan de l'ensemble des indicateurs évalués pour chaque scénario d'aménagement

		ETAT INITIAL	SCENARIO 1	SCENARIO 3
Coûts associés aux projets d'aménagement	Coûts initiaux		13 510 000 €	7 710 000 €
	Coûts annuels différés	70 000 €	90 000 €	60 000 €
Vulnérabilité du territoire d'étude	Nombre d'habitants exposés pour la crue de projet (avec rupture(s)/ sans rupture)	143 / 0	0 / 0	0 / 0
	Nombre d'emplois exposés pour la crue de projet (avec rupture(s) / sans rupture)	143 / 0	0 / 0	0 / 0
	Dommages Moyens Annuels	1 100 000 €	350 000 €	350 000 €
Bénéfices apportés par les projets d'aménagements	Dommages Evités Moyens Annuels (DEMA)		750 000 €	750 000 €
	soit ...% des DMA à l'état initial		70%	70%
	Nombre évité moyen annuel (NEMA) d'habitants/d'emplois exposés		11 / 4	11 / 4
	soit ...% du nombre moyen annuel d'habitants/d'emplois exposés en état initial		100% / 100%	100% / 100%
Synthèse	Valeur Actualisée Nette (VAN) à 50 ans		9 830 000 €	10 280 000 €
	Rapport Bénéfices/Coûts à l'échéance 50 ans		14	33
	Analyse positive au bout de...		13 ans	8 ans

Chapitre 3 : Analyse Multicritère du scénario d'aménagement retenu

1. Projet d'aménagement retenu par le CISALB

1.1. Critères de choix du scénario retenu

Le choix du scénario d'aménagement finalement retenu par le CISALB s'est basé sur :

- Les conclusions de l'analyse coûts-bénéfices comparative des scénarios 1 et 3 (cf Chapitre 2),
- Une analyse multicritères de l'ensemble des scénarios initialement envisagés, menée en parallèle dans le cadre de l'étude AVP (critères et résultats présentés ci-dessous).

Critères	Sous critères
Financier	Coût total des travaux
	Eligibilité aux financements ETAT et Agence de l'eau
Foncier	Emprise sur les terrains privés agricoles
	Emprise sur autres terrains privés
Hydraulique	Optimisation en termes de niveaux
	Incidences sur l'inondabilité et le fonctionnement de la plaine rive gauche
Ecologique et environnement	Gains hydro-écologiques dans le lit-mineur
	Incidence sur la ripisylve et la trame verte en phase travaux/court-terme
	Incidence sur la ripisylve et la trame verte à moyen/long-terme
	Intégration environnementale des talus
	Incidence sur les échanges Leysse/nappe
	Incidence sur les habitats patrimoniaux et espèces protégées
Complexité en phase chantier	Incidence sur le paysage
	Exposition à l'aléa hydrologique
	Interface avec les réseaux
Technique	Interface avec les usages (piste cyclable, etc.)
	Caractère novateur / prises de risque
	Fonctionnement en économie circulaire

Critère	Poids supplémentaire : foncier et environnement		Notes ramenées /20				
	Note max	Coef.	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3 Solution de base	Scénario 3 Variante 1	Scénario 3 Variante 2
critère financier	10	1	4.0	14.0	16.0	18.0	14.0
Critère foncier	10	3	16.0	16.0	12.0	8.0	14.0
Critère hydraulique	10	1	4.0	10.0	16.0	16.0	14.0
Critère écologique et environnemental	36	3	9.1	7.4	14.3	17.1	13.1
Critère de complexité en phase chantier	15	1	13.3	9.3	10.7	10.7	9.3
Critère technique	10	1	8.0	10.0	12.0	12.0	12.0
Total	-	-	104.8	113.6	133.5	132.1	130.8

Figure 15 : Critères et résultats de l'analyse des différents scénarios d'aménagements

Ces deux analyses ont toutes les deux désigné le scénario n°3 (solution de base) comme le plus pertinent ; c'est donc celui-ci qui a été retenu par le CISALB.

Le principe d'aménagement est rappelé ci-dessous :

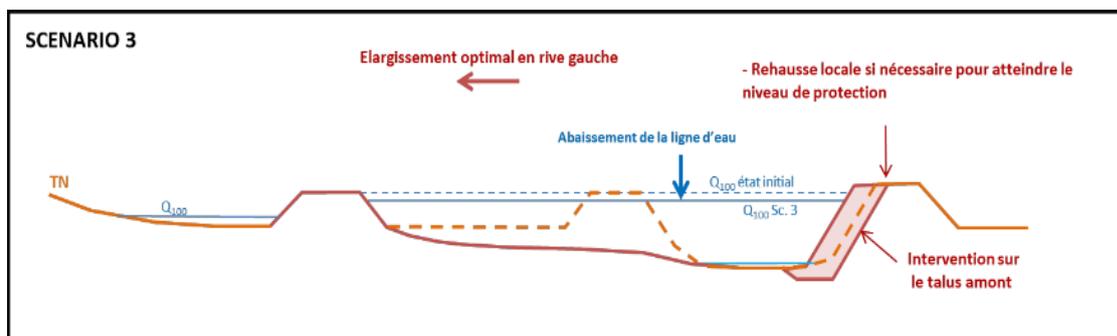


Figure 16 : Principe d'aménagement du scénario retenu

1.2. Rappel des coûts associés au scénario d'aménagement retenu

Les coûts initiaux et les coûts annuels différés associés au scénario d'aménagement n°3 (solution de base) sont rappelés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 13: Coûts initiaux associés au scénario d'aménagement n°3 (solution de base)

Coûts d'investissement	Travaux	7 370 000 €
	Etudes et MOE	255 000 €
	Acquisitions foncières	35 000 € (7,4 ha)
Coûts environnementaux		40 000 €
TOTAL HT, arrondi à 10 k€		7 710 000 €

Tableau 14: Coûts annuels différés associés au scénario d'aménagement n°3 (solution de base)

Coûts annuels d'entretien	30 000 €
Coûts annuels de réparation	30 000 €
TOTAL HT, arrondi à 10 k€	60 000 €

2. Analyse élémentaire de la vulnérabilité du territoire avant et après réalisation des aménagements

2.1. Indicateurs liés aux montants de dommages

Par souci de simplification du rapport, nous ne rappellerons pas ici le détail de la méthodologie et des résultats des calculs de dommages, présentés au Chapitre 21 et dans l'Annexe 3. Le tableau suivant rappelle uniquement les résultats des calculs de dommages réalisés pour la crue de projet (indicateurs élémentaires M1 à M4).

Tableau 15 : Indicateurs liés aux montants de dommages causés par la crue de projet avant et après aménagement

N°	Indicateur	ETAT INITIAL (avec / sans ruptures)	SCENARIO 3 (sans ruptures)
M1	Dommages aux habitations	2 010 000 € / 0 €	0 €
M2	Dommages aux entreprises	44 430 000 € / 0 €	0 €
M3	Dommages aux activités agricoles	80 000 € / 50 000 €	50 000 €
M4	Dommages aux établissements publics	330 000 € / 0 €	0 €

2.2. Indicateurs non monétaires

2.2.1. Indicateurs prioritaires du guide AMC

Nous avons évalué l'ensemble des indicateurs non monétaires prioritaires en suivant strictement les recommandations des Annexes techniques du guide AMC 2018.

Remarque : en l'absence de ruptures d'ouvrages, aucun enjeu associé à l'un des indicateurs prioritaires n'est exposé aux inondations. Pour l'état initial, le tableau ci-dessous présente donc uniquement les indicateurs calculés avec ruptures. Pour l'état projet, aucune rupture n'est envisagée jusqu'à la crue de projet incluse.

Tableau 16 : Résultats de l'évaluation des indicateurs non monétaires prioritaires pour la crue de projet avant et après aménagement

Vulnérabilité...	N°	Indicateur	ETAT INITIAL (avec ruptures)		SCENARIO 3 (sans rupture)
			Recensement	Commentaire	
Humaine	P1	Nombre de personnes habitant en zone inondable et part communale	Chambéry : 0	0% de la population communale	0
			Voglans : 327	17% de la population communale	0
			La-Motte-Servolex : 2	0,02% de la population communale	0
	P2	Nombre de personnes habitant en zone inondable dans des bâtiments de plain-pied et part communale	Chambéry : 0	0% de la population communale	0
			Voglans : 205	11% de la population communale	0
			La-Motte-Servolex : 0	0% de la population communale	0
P3	Capacités d'accueil des établissements sensibles	0	Aucun établissement sensible dans le périmètre d'étude	0	
P4	Part de bâtiments participant directement à la gestion de crise hors et en zone inondable (à l'échelle de la commune)	0	Aucun établissement de gestion de crise dans le périmètre d'étude	0	
Economique	P5	Trafic journalier des réseaux de transport en zone inondable	45 712	Routes concernées : N201, D1504, D1201	0
	P6	Part d'entreprises aidant à la reconstruction après une inondation dans les communes exposées	0 %	Aucune entreprise avec les codes NAF 43.11, 43.12, 43.99, 46.63Z, 49.41B, 49.41C, 77.12Z, 77.32Z	0 %
	P7	Nombre d'emplois en zone inondable	2 340	Valeurs moyennes de la base SIRENE	0
Environnementale	P8	Charge journalière entrante moyenne annuelle des stations de traitement des eaux usées en zone inondable	0	Aucune station d'épuration dans le périmètre d'étude	0
	P9	Capacités de traitement et de stockage de déchets en zone inondable	0	Aucun site de traitement et de stockage de déchets dans le périmètre d'étude	0
	P10	Nombre de sites dangereux en zone inondable	3	AXE AUTO, ALPIColor, MITHIEUX	0
Patrimoniale	P11	Nombre de bâtiments patrimoniaux et sites remarquables en zone inondable	0	Aucune site dans le périmètre d'étude	0

Des cartes spécifiques relatives aux indicateurs P5 et P10 sont présentées en Annexe 4 et Annexe 5.

Remarque pour l'indicateur P6 : aucune entreprise associée aux codes NAF mentionnés dans la fiche-indicateur des annexes techniques du guide AMC n'est située en zone inondable. En revanche, 3 entreprises en ZI nous semblent pouvoir être mobilisées pour la reconstruction post-crise : BLONDET (5M matériaux), MICHELIER et CASTORAMA.

2.2.2. Indicateurs secondaires du guide AMC

Nous avons évalué qualitativement les différents indicateurs secondaires du guide AMC, selon les données disponibles.

Tableau 17 : Résultats de l'évaluation des indicateurs non monétaires prioritaires pour la crue de projet avant et après aménagement

Vulnérabilité...	N°	Indicateur	ETAT INITIAL (avec ruptures)		SCENARIO 3 (sans rupture)
			Recensement	Commentaire	
Humaine	S1	Alimentation en eau potable : nombre de personnes desservies par des captages situés en zone inondable	0	Aucun captage AEP dans le périmètre d'étude	0
	S2	Capacités d'hébergement communales hors ZI en cas de nécessité d'évacuation	A Voglans, seule commune potentiellement concernée par une nécessité d'évacuation d'habitations, l'ensemble des infrastructures communales potentiellement mobilisables pour reloger les habitants évacués est situé au niveau du chef-lieu, loin de la zone inondable (mairie, gymnase, écoles...).		
Economique	S3	Nombre de postes « énergie et télécommunication » en zone inondable	Aucun poste source 18 postes HTA/BT 1 poste de détente GRT	Poste de détente en arrière immédiat de la digue : https://goo.gl/maps/3dgrvFR45hAdtxs3A	0
Environnementale	S4	Espaces naturels protégés : superficie d'espaces protégés en zone inondable.	L'ensemble de la plaine de Pré Marquis (également exposée avant et après réalisation des aménagements) est couvert par une ZNIEFF de type 2. Environ 50% est couvert par une ZNIEFF de type 1.		
Patrimoniale	S5	Nombre annuel de visiteurs dans les musées situés en zone inondable	0	Aucune musée dans le périmètre d'étude	0

2.2.3. Indicateur complémentaire : capacité d'accueil maximale totale de l'ensemble des établissements recevant du public en zone inondable

2.2.3.1. Définition et méthodologie

En complément des indicateurs du guide AMC, il nous a semblé pertinent de quantifier la capacité d'accueil des très nombreux établissements recevant du public de la zone d'activités des Landiers Nord (en particulier les nombreux commerces).

Pour cela, nous avons étudiés les estimations des capacités d'accueil maximale mentionnées dans les bases de données utilisées (chiffres basés sur des diagnostics individuels ou des ratios surfaciques dépendant de la typologie d'ERP – disponibles pour seulement une partie des principaux établissements de la zone des Landiers Nord et de la zone de la Prairie).

A la différence des nombres d'habitants ou d'emplois en zone inondable calculés dans les indicateurs P1 et P7, cet indicateur ne permet pas de représenter un nombre de personnes présentes de façon certaine à l'intérieur de la zone inondable, mais apporte une information sur le nombre maximum de personnes potentiellement présentes à un moment donnée (fin de journée, samedi...).

2.2.3.2. Résultat

Tableau 18 : Résultats de l'évaluation de la capacité d'accueil maximale totale de l'ensemble des établissements recevant du public en zone inondable pour la crue de projet avant et après aménagement

Vulnérabilité...	Indicateur	ETAT INITIAL (avec ruptures)		SCENARIO 3 (sans rupture)
		Recensement	Commentaire	
Humaine	Capacité d'accueil maximale totale de l'ensemble des établissements recevant du public en zone inondable	18 430 personnes	Dont 6 100 pour le seul magasin CASTORAMA	0

La population susceptible d'être présente dans les différents ERP est en réalité nettement inférieure à cette capacité maximale cumulée. On peut tout de même considérer que plusieurs milliers de personnes peuvent être présentes dans ces établissements en période de forte affluence.

2.2.4. Conclusions de l'analyse élémentaire

Les aménagements permettent de protéger l'ensemble des enjeux actuellement exposés aux inondations en cas de crue centennale de la Leysse avec ruptures d'ouvrages, à l'exception des parcelles agricoles de la plaine de Pré Marquis.

Parmi ces enjeux, on peut noter en particulier :

- Dans les secteurs de Villarcher et Bouvard, à Voglans : plus de 15% de la population communale de Voglans, dont 11% correspondant à des personnes résidant dans des bâtiments de plain-pied
- Dans la zone d'activités des Landiers Nord : Plus de 2 000 emplois, de très nombreux commerces comptabilisant une capacité d'accueil maximale totale de plus de 18 000 personnes, 3 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

3. Analyse synthétique du projet d'aménagements

3.1. Méthodologie

Nous avons suivi les mêmes hypothèses que pour l'analyse comparative simplifiée présentée au Chapitre 2.

Toutefois, comme évoqué précédemment, nous avons consolidé l'analyse du scénario d'aménagement n°3 (présentée au Chapitre 2), en estimant les dommages totaux causés par une crue cinquantennale, pour laquelle les aménagements ont un impact très limité (apparition de ruptures d'ouvrages y compris en état projet).

Pour cela, nous avons réalisé une interpolation entre le montant des dommages calculés pour la crue centennale avec rupture et la valeur estimée pour une crue extrême (de période de retour « infinie »).

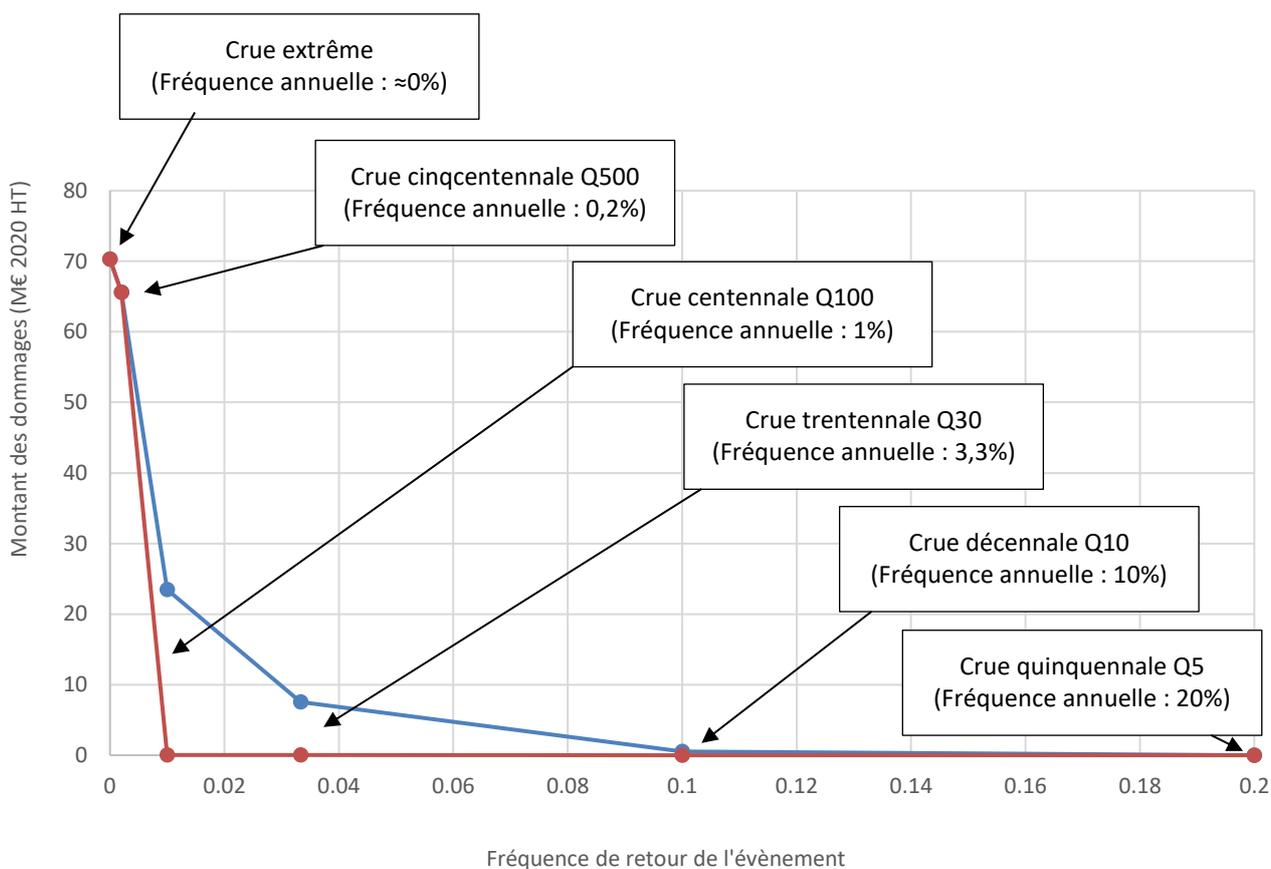


Figure 17 : Courbes dommages-fréquences en état actuel (en bleu) et état aménagé (en rouge)

3.2. Résultats

Les résultats de l'application des indicateurs synthétiques évalués à l'échéance 50 ans sont donnés dans le Tableau 19 et le

Tableau 20 ci-après (détail de l'évolution des flux visibles en Annexe 6 et Annexe 7) :

Tableau 19 : Indicateurs synthétiques liés aux dommages évités grâce aux aménagements
(valeurs monétaires en € HT 2020, arrondies à 10 k€)

Indicateur	Définition/explicitation	Résultat
DMA₀	Dommages Moyens Annuels en situation initiale (digues dégradées)	1 120 000 €
DMA_c	Dommages Moyens Annuels en situation aménagée (digues confortées)	400 000 €
DMA₀ - DMA_c	Différence entre les DMA en situation initiale et en situation aménagée (ancienne définition des DEMA)	720 000 €
B	Bénéfices totaux apportés par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" <u>par rapport au scénario de référence</u>	10 790 000 €
B/ΣDMA_{ref}	Rapport entre les bénéfices totaux apportés par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence et la somme des dommages moyens annuels dans le scénario de référence sur 50 ans	30%
C	Surcoût total représenté par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (investissement + coûts annuels différés, sur 50 ans)	360 000 €
C_{moy}	Surcoût moyen annuel actualisé représenté par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (investissement + coûts annuels différés, sur 50 ans)	12 000 €
B/C	Rapport entre le total des bénéfices et le total des surcoûts correspondant à la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence	30
VAN	Valeur Actualisée Nette du projet à 50 ans	10 420 00 €
Analyse coûts-bénéfice positive au bout de...		9 ans

Tableau 20 : Indicateurs synthétiques liés aux enjeux protégés par les aménagements

Indicateur	Définition/explicitation	Résultat
NMA(emplois)₀	Nombre Moyens Annuels d'emplois exposés en situation initiale (digues dégradées)	62
NMA(emplois)_c	Nombre Moyens Annuels d'emplois exposés en situation aménagée (digues confortées)	0
NMA(emplois)₀ – NMA(emplois)_c	Différence entre les NMA(emplois) en situation initiale et en situation aménagée (ancienne définition des NEMA)	62
NEMA(emplois)	Nombre moyen annuel d'emplois supplémentaires protégés par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (à l'échéance 50 ans)	27
∑ NEMA(emplois)	Nombre total d'emplois supplémentaires protégés par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (à l'échéance 50 ans)	1 374
C_{moy}/∑NEMA(emplois)	Surcoût moyen annuel actualisé correspondant à chaque emploi supplémentaire protégé par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (à l'échéance 50 ans) (€/emploi/an)	9
NMA(habitants)₀	Nombre Moyens Annuels d'habitants exposés en situation initiale (digues dégradées)	11
NMA(habitants)_c	Nombre Moyens Annuels d'habitants exposés en situation aménagée (digues confortées)	0
NMA(habitants)₀ – NMA(habitants)_c	Différence entre les NMA(habitants) en situation initiale et en situation aménagée (ancienne définition des NEMA)	11
NEMA(habitants)	Nombre d'habitants supplémentaires protégés en moyenne chaque année par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (à l'échéance 50 ans)	5
∑ NEMA(habitants)	Nombre total d'habitants supplémentaires protégés par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (à l'échéance 50 ans)	230
C_{moy}/∑NEMA(habitants)	Surcoût moyen annuel actualisé correspondant à chaque habitant supplémentaire protégé par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (à l'échéance 50 ans) (€/habitant/an)	56

3.3. Analyse d'incertitude

Nous avons réalisé une analyse d'incertitude des résultats en effectuant les calculs avec une variation des principales valeurs d'entrées de l'ACB.

Tableau 21 : Bilan des résultats des analyses d'incertitudes

Indicateur	Définition	Résultat de la première application	Test de sensibilité à la période de retour des 2 premiers scénarios d'inondation		Test de sensibilité à la période de retour du scénario d'inondation supérieur à la crue de projet		Test de sensibilité à la probabilité de rupture d'ouvrages pour chaque scénario de crue		Test de sensibilité au montant total des dommages associés à chaque scénario d'inondation		Test de sensibilité au coût d'investissement nécessaire à la réalisation du projet d'aménagement		Test de sensibilité aux coûts annuels d'entretien	
			- 50% (3 ans/8 ans)	+ 50% (8 ans/15 ans)	- 50% (250 ans)	+ 50% (750 ans)	/2	100% pour tous les scénarios	- 50%	+ 50%	- 50%	+ 50%	- 50% (env. 0,5% des coûts d'investissement)	5% du coûts d'investissement
B	Bénéfices totaux apportés par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence	10 790 000 €	11 560 000 €	10 300 000 €	10 590 000 €	10 850 000 €	7 220 000 €	8 660 000 €	5 390 000 €	18 180 000 €	10 790 000 €	10 790 000 €	10 790 000 €	10 790 000 €
B/ΣDMaref	Rapport entre les bénéfices totaux apportés par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence et la somme des dommages moyens annuels dans le scénario de référence sur 50 ans	30%	32%	29%	28%	31%	23%	29%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
C	Surcoût total représenté par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence	360 000 €	200 000 €	560 000 €	380 000 €	360 000 €	810 000 €	370 000 €	360 000 €	360 000 €	150 000 €	570 000 €	490 000 €	620 000 €
Cmoy	Surcoût moyen annuel représenté par la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence (investissement, coûts annuels différés sur 50 ans)	13 000 €	7 000 €	20 000 €	13 000 €	13 000 €	28 000 €	13 000 €	13 000 €	13 000 €	5 000 €	20 000 €	17 000 €	22 000 €
B/C	Rapport entre le total des bénéfices et le total des surcoûts correspondant à la réalisation du projet "dès aujourd'hui" par rapport au scénario de référence	30	58	18	28	30	9	23	15	45	70	19	22	17
VAN	Valeur Actualisée Nette du projet	10 420 000 €	11 360 000 €	9 740 000 €	10 220 000 €	10 490 000 €	6 410 000 €	8 290 000 €	5 030 000 €	15 820 000 €	10 630 000 €	10 220 000 €	10 300 000 €	10 170 000 €
	ACB positive au bout de...	9 ans	6 ans	11 ans	8 ans	9 ans	16 ans	4 ans	14 ans	7 ans	5 ans	12 ans	9 ans	8 ans

Les résultats des indicateurs d'analyse coûts-bénéfices du projet sont largement positifs pour chacun des 12 scénarios testés dans le cadre de l'analyse d'incertitude.

3.4. Conclusion de l'analyse synthétique

L'analyse synthétique met en évidence une très forte rentabilité du projet d'aménagement envisagé, avec une Valeur Actualisée Nette à l'échéance 50 ans de plus de 10,4 M€ et un seuil de positivité de l'Analyse Coûts-Bénéfices atteint en seulement 9 ans.

De plus, l'analyse d'incertitude réalisée met en évidence la bonne fiabilité de l'analyse.

4. Conclusion générale

L'analyse comparative des deux projets d'aménagements envisagés par le CISALB a montré qu'ils apportent des bénéfices globalement proches en termes de protection des enjeux actuellement exposés.

Le scénario n°3 a été privilégié à la suite d'une réflexion élargie tenant compte à la fois des résultats de l'analyse coûts-bénéfices comparative menée dans la première partie de cette étude et de nombreux autres critères analysés dans le cadre de l'étude AVP (faisabilité technique, impact environnementale...).

Les aménagements permettent de protéger l'ensemble des enjeux actuellement exposés aux inondations en cas de crue centennale de la Leysse avec ruptures d'ouvrages, à l'exception des parcelles agricoles de la plaine de Pré Marquis. Ils permettent donc de protéger de plusieurs milliers de personnes résidant, travaillant ou fréquentant les ERP présents dans le périmètre d'étude.

L'analyse coûts-bénéfices de ce scénario permet de mettre en évidence que ce projet présente une très forte rentabilité, avec une Valeur Actualisée Nette à l'échéance 50 ans de plus de 10,4 M€ et un seuil de positivité de l'Analyse Coûts-Bénéfices atteint en seulement 9 ans.

Annexes

Annexe 1 : Cartographie des hauteurs de submersion issues des modélisations



Direction Ingénierie et Grands Projets - DIGP

AMC Leysse aval

Annexe 1

Cartographies des hauteurs d'eau



Restauration des digues de la Leysse – photographie Chambéry métropole ©

Liste des figures

Figure 1 : Etat actuel (avec ruptures) – Q10.....	3
Figure 2 : Etat actuel (avec ruptures) - Q30.....	4
Figure 3 : Etat actuel (avec ruptures) – Q100.....	5
Figure 4 : Etat projet (sans ruptures) – Q30	6
Figure 5 : Etat projet (sans ruptures) – Q100	7

1 Cartographies état actuel

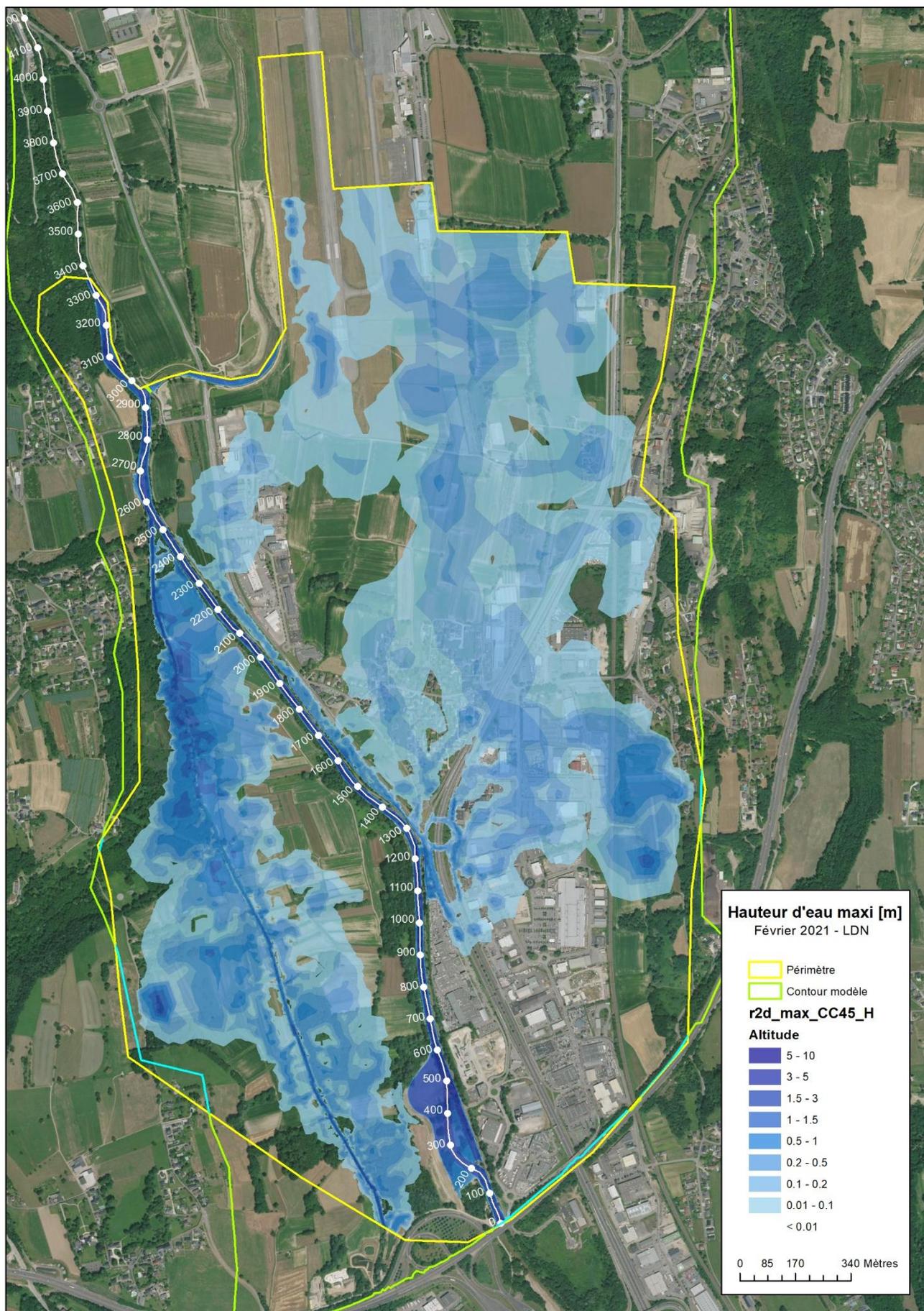


Figure 1 : Etat actuel (avec ruptures) – Q10

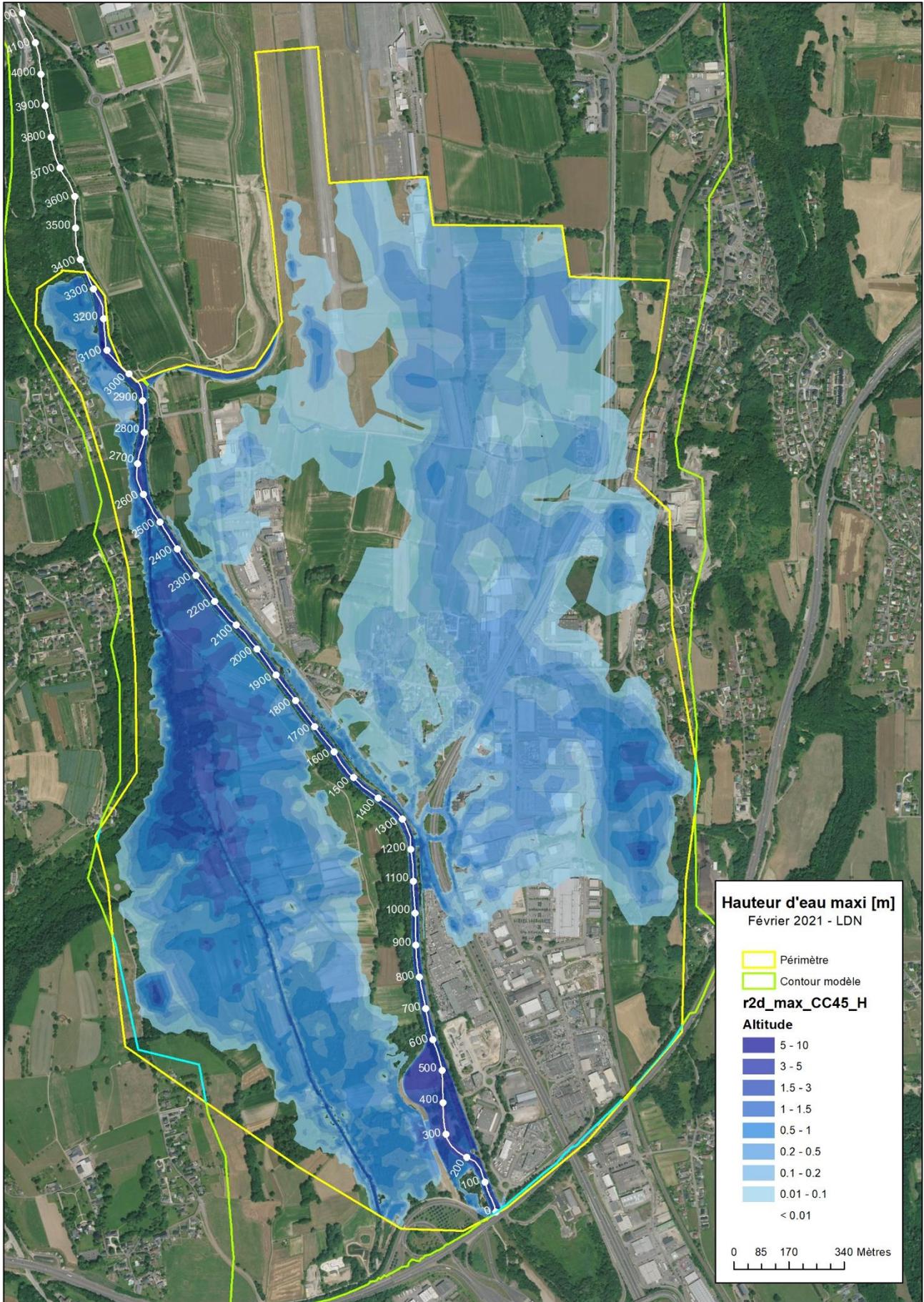


Figure 2 : Etat actuel (avec ruptures) - Q30

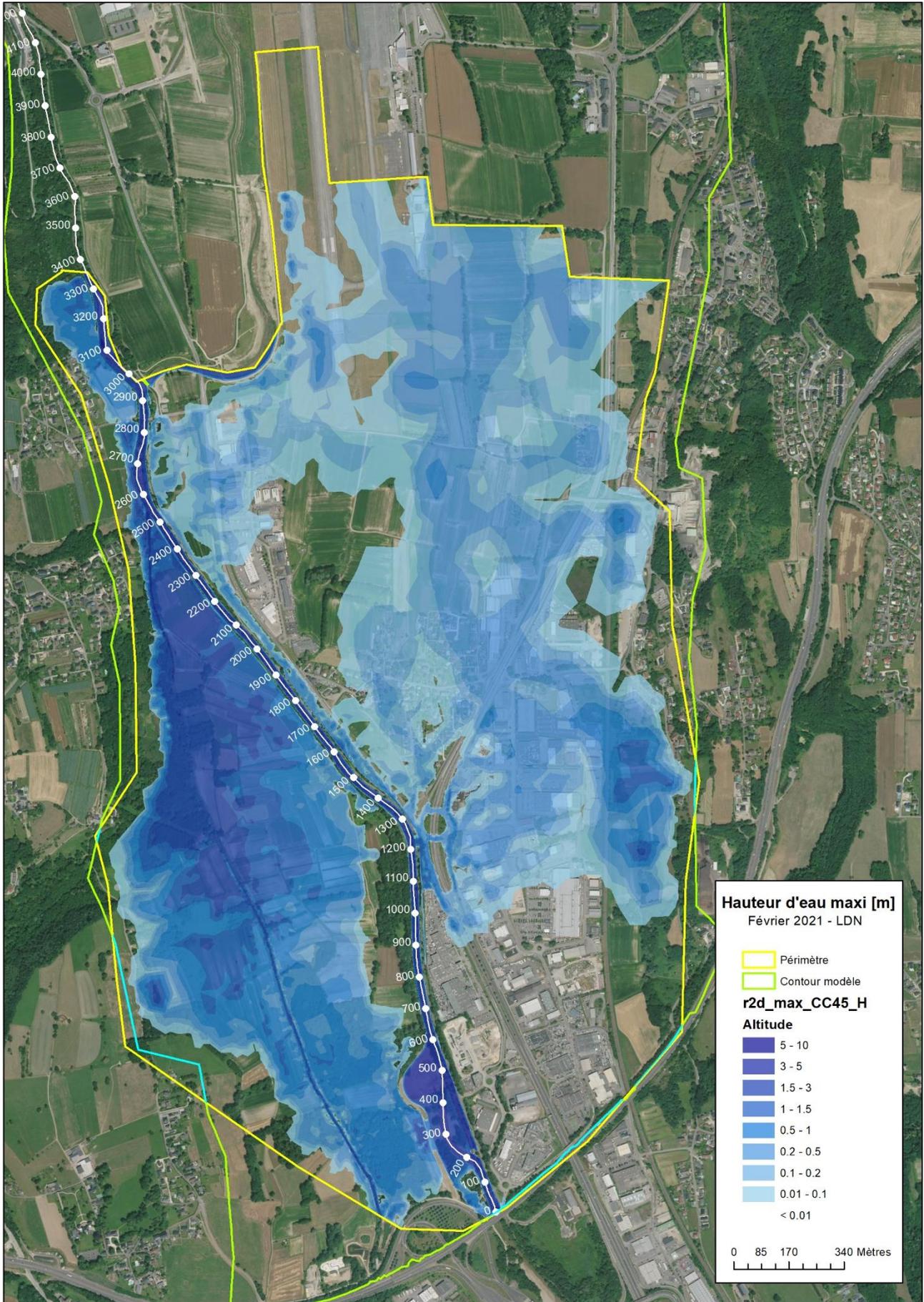


Figure 3 : Etat actuel (avec ruptures) – Q100

2 Cartographies état projet

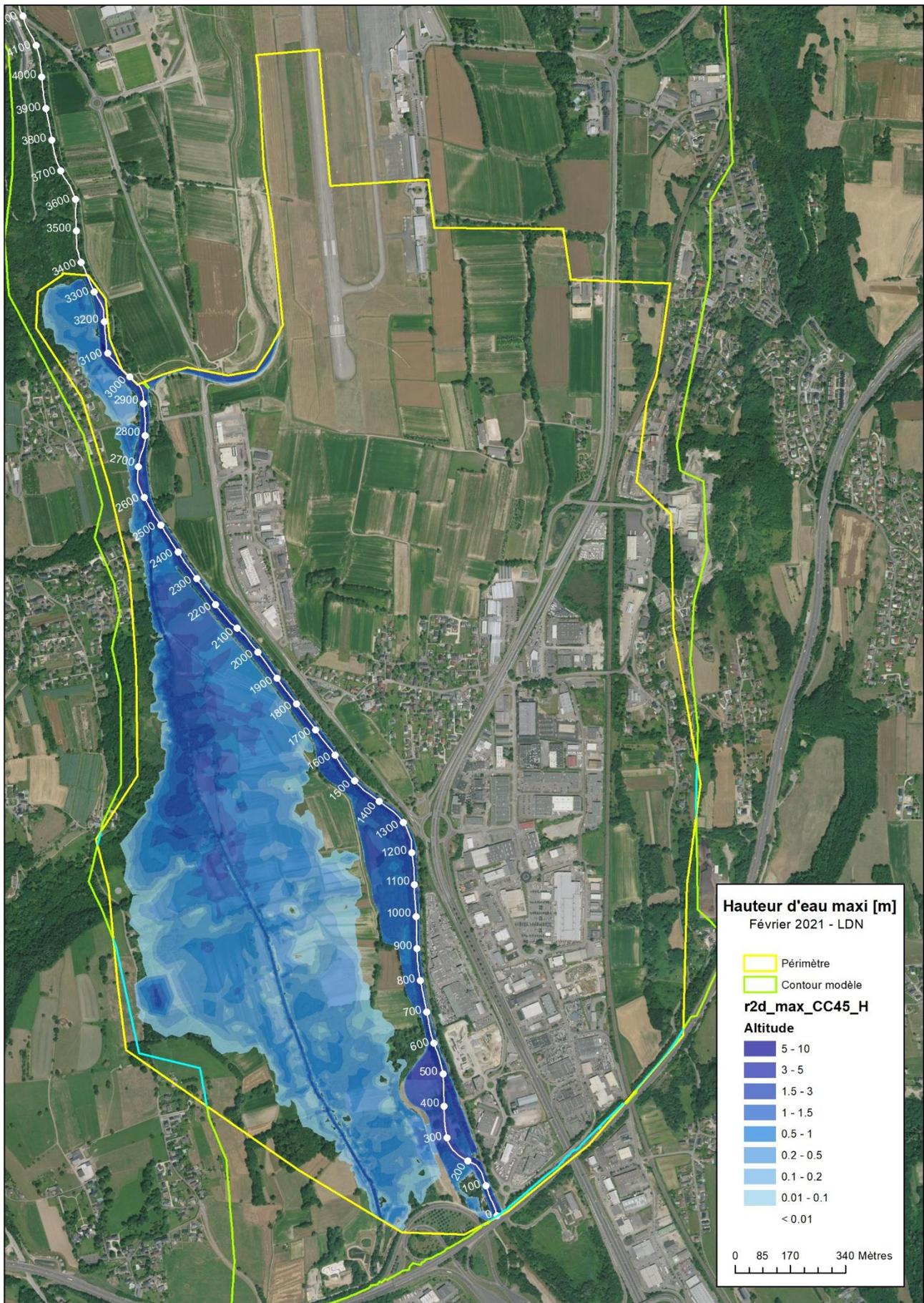


Figure 4 : Etat projet (sans ruptures) – Q30

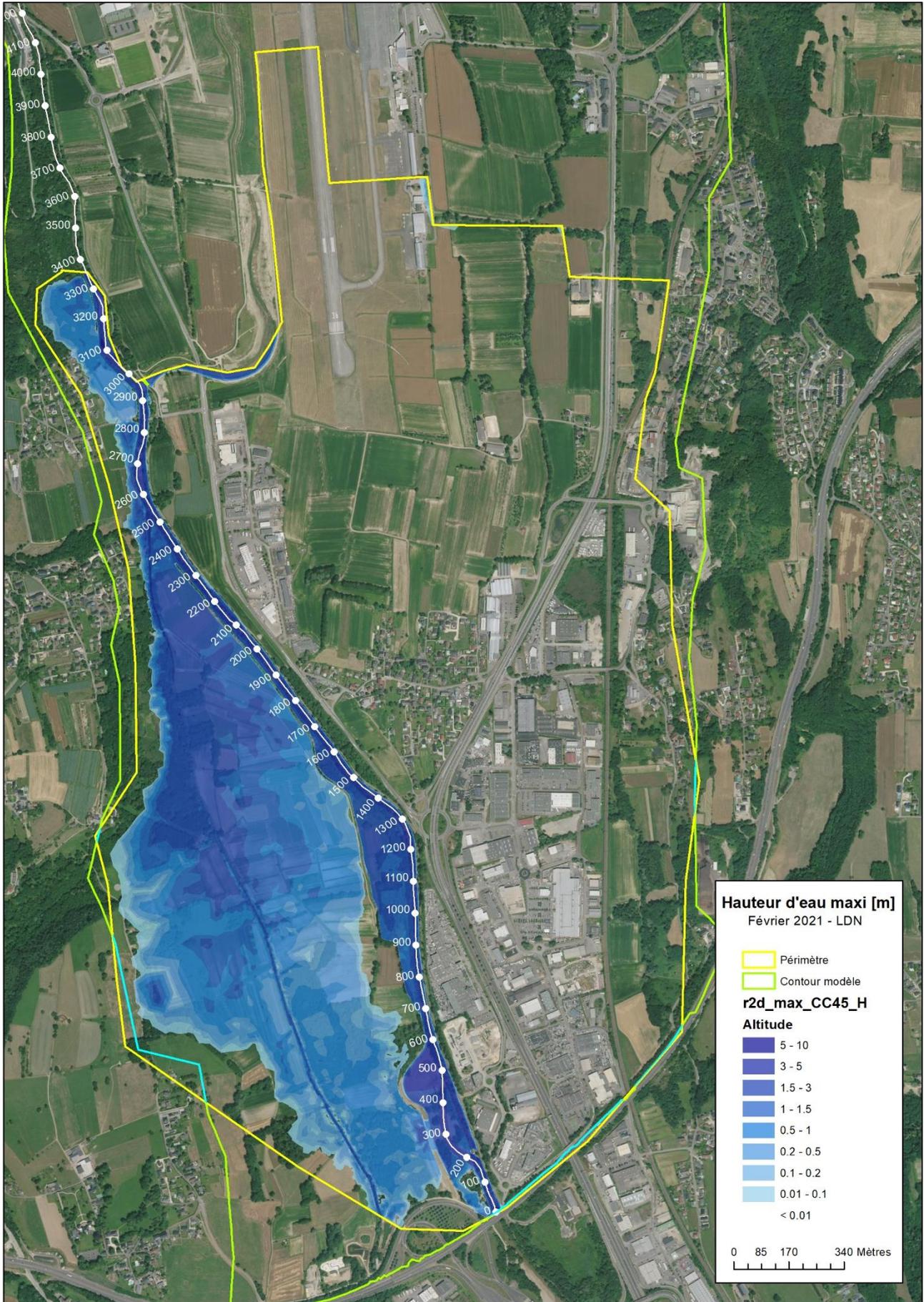


Figure 5 : Etat projet (sans ruptures) – Q100

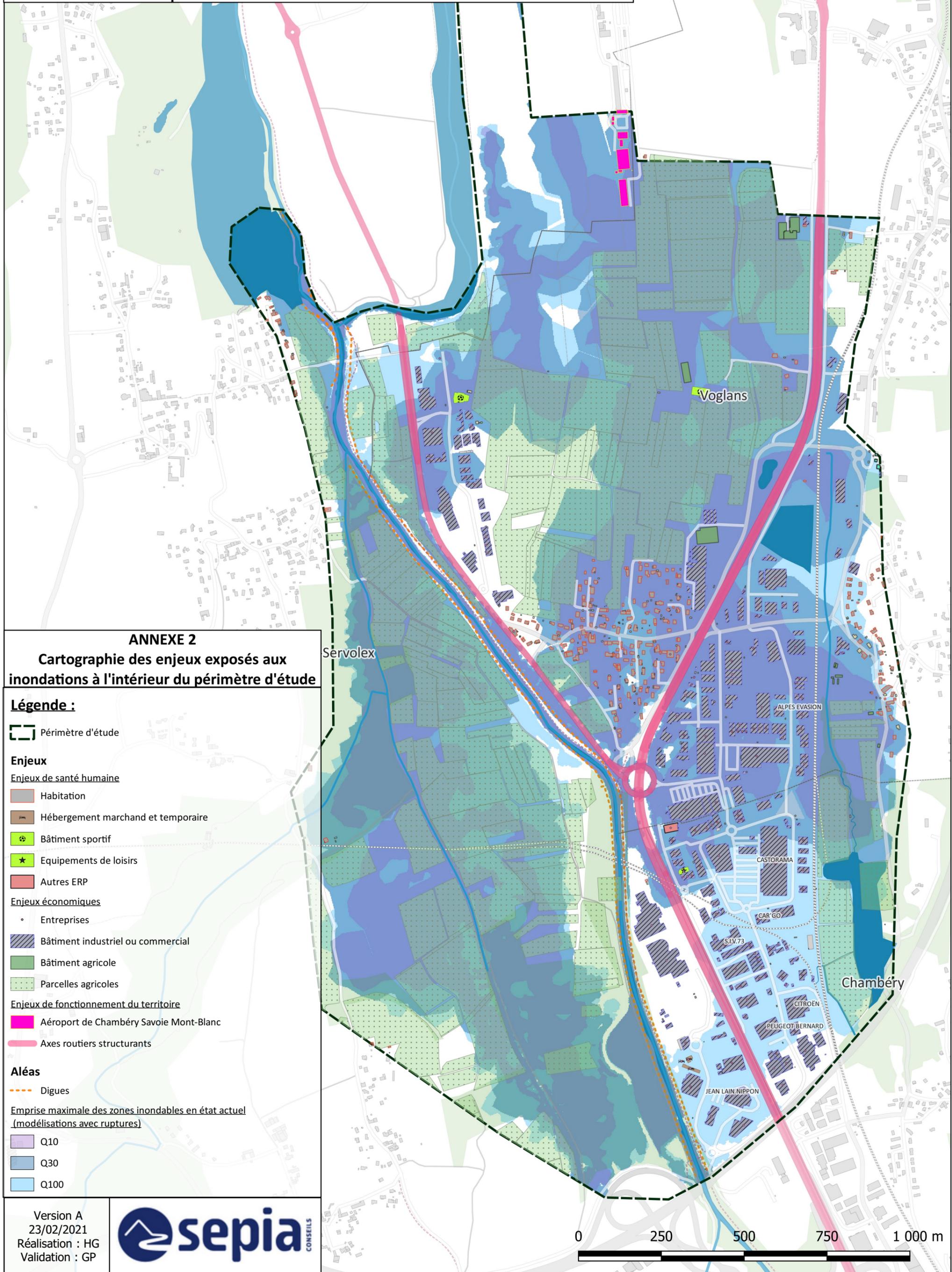
L'énergie au cœur des territoires

2 rue André Bonin
69316 LYON CEDEX 04 - FRANCE
Tél. : +33 (0) 472 00 69 69

cnr.tm.fr



Annexe 2 : Cartographie des enjeux exposés aux inondations



ANNEXE 2

Cartographie des enjeux exposés aux inondations à l'intérieur du périmètre d'étude

Légende :

Périmètre d'étude

Enjeux

Enjeux de santé humaine

- Habitation
- Hébergement marchand et temporaire
- Bâtiment sportif
- Equipements de loisirs
- Autres ERP

Enjeux économiques

- Entreprises
- Bâtiment industriel ou commercial
- Bâtiment agricole
- Parcelles agricoles

Enjeux de fonctionnement du territoire

- Aéroport de Chambéry Savoie Mont-Blanc
- Axes routiers structurants

Aléas

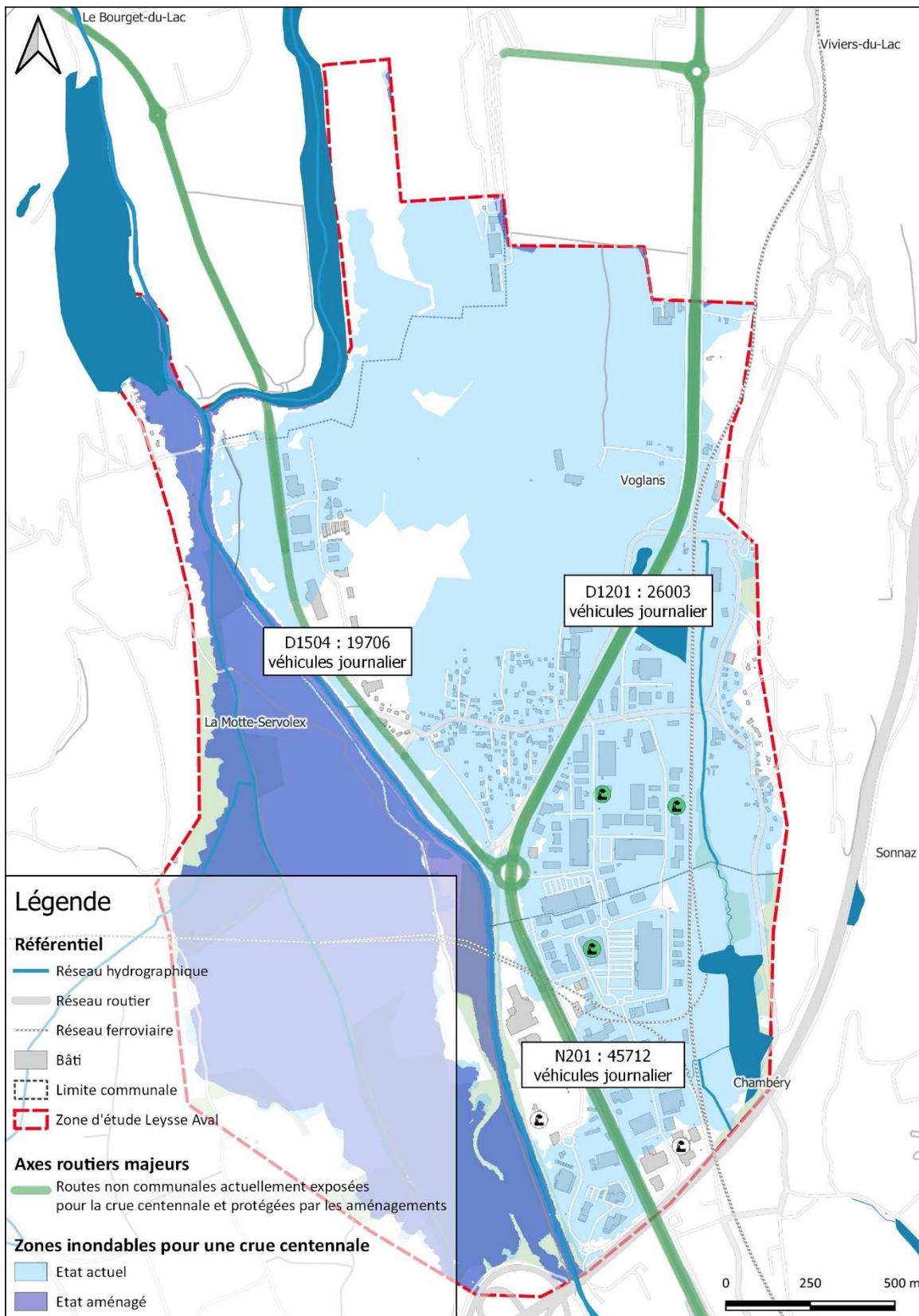
- Dignes

Emprise maximale des zones inondables en état actuel (modélisations avec ruptures)

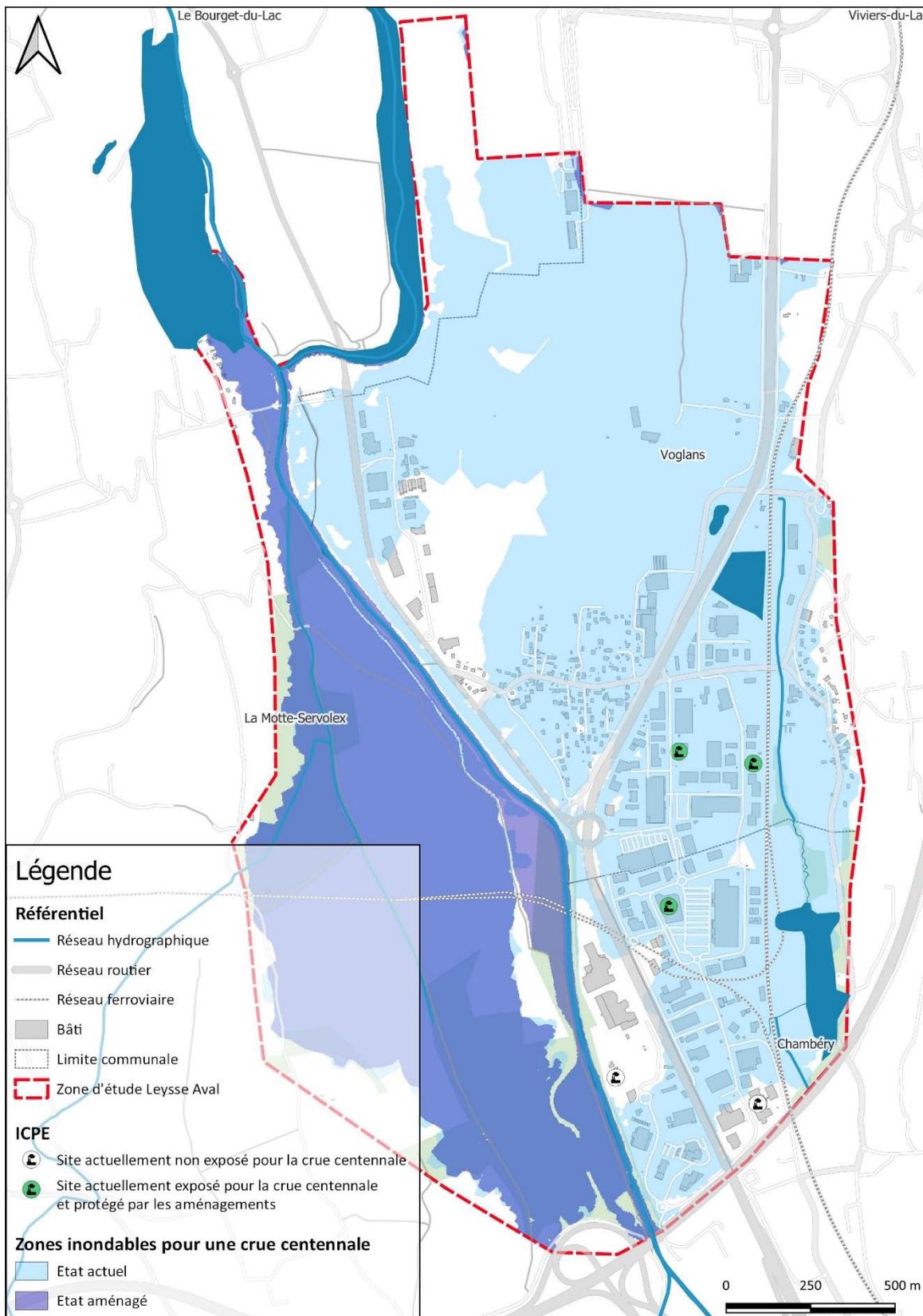
- Q10
- Q30
- Q100

Annexe 3 : Tableau détaillé des montants de dommages calculés pour chaque scénario d'inondation étudié

Annexe 4 : Indicateur P5 – carte des routes structurantes exposées pour la crue de projet avant et après réalisation des aménagements



Annexe 5 : Indicateur P10 – carte des ICPE exposés pour la crue de projet avant et après réalisation des aménagements



Annexe 6 : Tableau détaillé du calcul des indicateurs synthétiques financiers

Année	Taux d'actualisation	Coef d'actualisation	DMAref (k)	DMAref	DMAc (k)	DMAc	DEMA (k)	DEMA (k) actualisés	B	B/DMAref	Ciref (k)	Ciref	Clc (k)	Clc	CI	CEref (k)	CRref (k)	CADref (k)	CADref	CEc (k)	CRc (k)	CADc (k)	CADc	CAD	C	Cmoy	B/C	stat	VAN
0																													
1	0.025	1.0	1 095 733 €	1 095 733 €	400 808 €	400 808 €	694 924 €	677 975 €	677 975 €	62%	271 143 €	271 143 €	7 710 000 €	7 710 000 €	7 257 421 €	68 540 €	1 055 €	69 595 €	69 595 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	60 000 €	-9 361 €	7 248 060 €	7 249 262 €	0.1	f	-6 570 585 €
2	0.025	1.0	1 070 368 €	2 166 101 €	400 808 €	400 808 €	669 560 €	637 297 €	1 315 272 €	61%	261 247 €	532 390 €	0 €	7 710 000 €	6 831 753 €	67 133 €	2 072 €	69 205 €	138 800 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	120 000 €	-17 894 €	6 813 859 €	3 535 215 €	0.2	f	-5 498 587 €
3	0.025	0.9	1 045 929 €	3 212 030 €	400 808 €	400 808 €	645 121 €	599 059 €	1 914 330 €	60%	251 711 €	784 101 €	0 €	7 710 000 €	6 431 386 €	65 778 €	3 051 €	68 829 €	207 629 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	180 000 €	-25 656 €	6 405 730 €	2 242 884 €	0.3	f	-4 491 399 €
4	0.025	0.9	1 022 382 €	4 234 412 €	400 808 €	400 808 €	621 574 €	563 115 €	2 477 445 €	59%	242 524 €	1 026 625 €	0 €	7 710 000 €	6 054 808 €	64 472 €	3 995 €	68 467 €	276 095 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	240 000 €	-32 701 €	6 022 107 €	1 600 784 €	0.4	f	-3 544 662 €
5	0.025	0.9	999 695 €	5 234 107 €	400 808 €	400 808 €	598 886 €	529 328 €	3 006 774 €	57%	233 672 €	1 260 296 €	0 €	7 710 000 €	5 700 598 €	63 214 €	4 904 €	68 118 €	344 213 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	300 000 €	-39 078 €	5 661 520 €	1 218 624 €	0.5	f	-2 554 747 €
6	0.025	0.9	977 835 €	6 211 942 €	400 808 €	400 808 €	571 027 €	497 569 €	3 504 342 €	56%	225 143 €	1 485 439 €	0 €	7 710 000 €	5 387 420 €	62 001 €	5 780 €	67 781 €	411 995 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	360 000 €	-44 835 €	5 322 585 €	966 315 €	0.7	f	-1 818 243 €
7	0.025	0.8	956 774 €	7 168 716 €	400 808 €	400 808 €	555 966 €	467 714 €	3 972 057 €	55%	216 825 €	1 702 384 €	0 €	7 710 000 €	5 054 016 €	60 833 €	6 624 €	67 457 €	479 452 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	420 000 €	-50 015 €	5 004 001 €	788 107 €	0.8	f	-1 031 944 €
8	0.025	0.8	936 481 €	8 105 197 €	400 808 €	400 808 €	535 673 €	439 652 €	4 411 708 €	54%	209 007 €	1 911 371 €	0 €	7 710 000 €	4 759 205 €	59 708 €	7 437 €	67 145 €	546 597 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	480 000 €	-54 659 €	4 704 546 €	656 130 €	0.9	f	-292 837 €
9	0.025	0.8	916 929 €	9 022 126 €	400 808 €	400 808 €	516 121 €	413 273 €	4 824 981 €	53%	201 378 €	2 112 749 €	0 €	7 710 000 €	4 481 878 €	58 624 €	8 221 €	66 844 €	613 442 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	540 000 €	-58 807 €	4 423 071 €	554 905 €	1.1	f	-401 910 €
10	0.025	0.8	898 091 €	9 920 217 €	400 808 €	400 808 €	497 282 €	388 476 €	5 213 457 €	53%	194 028 €	2 306 777 €	0 €	7 710 000 €	4 220 989 €	57 579 €	9 876 €	66 555 €	679 996 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	600 000 €	-62 493 €	4 158 496 €	475 145 €	1.3	f	1 054 961 €
11	0.025	0.8	879 940 €	10 800 156 €	400 808 €	400 808 €	479 132 €	365 168 €	5 578 625 €	52%	186 946 €	2 493 723 €	0 €	7 710 000 €	3 975 558 €	56 572 €	9 703 €	66 275 €	746 272 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	660 000 €	-65 752 €	3 909 807 €	410 944 €	1.4	f	1 668 818 €
12	0.025	0.7	862 452 €	11 662 608 €	400 808 €	400 808 €	461 643 €	343 258 €	5 921 882 €	51%	180 122 €	2 673 846 €	0 €	7 710 000 €	3 744 662 €	55 602 €	10 404 €	66 006 €	812 278 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	720 000 €	-68 614 €	3 676 048 €	358 367 €	1.6	f	2 245 834 €
13	0.025	0.7	845 602 €	12 508 210 €	400 808 €	400 808 €	444 793 €	322 662 €	6 244 544 €	50%	173 548 €	2 847 394 €	0 €	7 710 000 €	3 527 434 €	54 668 €	11 079 €	65 747 €	878 026 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	780 000 €	-71 110 €	3 456 324 €	314 692 €	1.8	f	2 788 220 €
14	0.025	0.7	829 367 €	13 337 576 €	400 808 €	400 808 €	428 558 €	303 302 €	6 547 847 €	49%	167 213 €	3 014 607 €	0 €	7 710 000 €	3 323 057 €	53 788 €	11 730 €	65 498 €	943 523 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	840 000 €	-73 266 €	3 249 791 €	277 976 €	2.0	f	3 298 055 €
15	0.025	0.7	813 724 €	14 151 300 €	400 808 €	400 808 €	412 916 €	285 104 €	6 832 951 €	48%	161 110 €	3 175 717 €	0 €	7 710 000 €	3 130 766 €	52 900 €	12 357 €	65 257 €	1 008 780 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	900 000 €	-75 109 €	3 055 657 €	246 795 €	2.2	f	3 777 294 €
16	0.025	0.7	798 653 €	14 949 953 €	400 808 €	400 808 €	397 844 €	267 998 €	7 100 949 €	47%	155 230 €	3 330 947 €	0 €	7 710 000 €	2 949 839 €	52 064 €	12 961 €	65 025 €	1 073 805 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	960 000 €	-76 662 €	2 873 177 €	220 082 €	2.5	f	4 227 771 €
17	0.025	0.7	784 131 €	15 734 085 €	400 808 €	400 808 €	383 323 €	251 918 €	7 357 867 €	47%	149 564 €	3 480 511 €	0 €	7 710 000 €	2 779 599 €	51 259 €	13 543 €	64 802 €	1 138 607 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 020 000 €	-77 948 €	2 701 652 €	197 025 €	2.7	f	4 651 242 €
18	0.025	0.6	770 140 €	16 504 225 €	400 808 €	400 808 €	369 332 €	236 803 €	7 589 670 €	46%	144 105 €	3 624 615 €	0 €	7 710 000 €	2 619 409 €	50 483 €	14 104 €	64 586 €	1 203 193 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 080 000 €	-78 987 €	2 540 422 €	178 991 €	3.0	f	5 049 246 €
19	0.025	0.6	756 680 €	17 260 884 €	400 808 €	400 808 €	355 851 €	222 595 €	7 812 265 €	45%	138 845 €	3 763 460 €	0 €	7 710 000 €	2 468 870 €	49 735 €	14 644 €	64 379 €	1 267 572 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 140 000 €	-79 800 €	2 388 870 €	159 482 €	3.3	f	5 423 395 €
20	0.025	0.6	743 671 €	18 004 555 €	400 808 €	400 808 €	342 863 €	209 239 €	8 021 604 €	45%	133 777 €	3 897 237 €	0 €	7 710 000 €	2 326 818 €	49 015 €	15 164 €	64 179 €	1 331 752 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 200 000 €	-80 404 €	2 246 414 €	144 101 €	3.6	f	5 775 090 €
21	0.025	0.6	731 157 €	18 735 712 €	400 808 €	400 808 €	330 348 €	196 685 €	8 218 188 €	44%	128 894 €	4 026 132 €	0 €	7 710 000 €	2 193 325 €	48 321 €	15 666 €	63 987 €	1 395 738 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 260 000 €	-80 817 €	2 112 508 €	130 526 €	3.9	f	6 105 680 €
22	0.025	0.6	719 099 €	19 454 811 €	400 808 €	400 808 €	318 290 €	184 884 €	8 403 072 €	43%	124 190 €	4 150 321 €	0 €	7 710 000 €	2 067 692 €	47 652 €	16 149 €	63 801 €	1 459 540 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 320 000 €	-81 054 €	1 986 638 €	118 496 €	4.2	f	6 416 434 €
23	0.025	0.6	707 481 €	20 162 292 €	400 808 €	400 808 €	306 673 €	173 791 €	8 576 863 €	43%	119 657 €	4 269 978 €	0 €	7 710 000 €	1 949 451 €	47 008 €	16 615 €	63 623 €	1 523 162 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 380 000 €	-81 130 €	1 868 322 €	107 795 €	4.6	f	6 708 541 €
24	0.025	0.6	696 288 €	20 858 580 €	400 808 €	400 808 €	295 479 €	163 363 €	8 740 226 €	42%	115 289 €	4 385 267 €	0 €	7 710 000 €	1 838 163 €	46 387 €	17 063 €	63 540 €	1 586 612 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 440 000 €	-81 058 €	1 757 105 €	98 245 €	5.0	f	6 983 127 €
25	0.025	0.5	685 503 €	21 544 082 €	400 808 €	400 808 €	284 694 €	153 561 €	8 893 787 €	41%	111 081 €	4 496 348 €	0 €	7 710 000 €	1 733 414 €	45 789 €	17 496 €	63 284 €	1 649 897 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 500 000 €	-80 853 €	1 652 561 €	89 694 €	5.4	f	7 241 227 €
26	0.025	0.5	675 111 €	22 219 194 €	400 808 €	400 808 €	274 303 €	144 348 €	9 038 135 €	41%	107 027 €	4 603 375 €	0 €	7 710 000 €	1 634 814 €	45 213 €	17 912 €	63 125 €	1 713 022 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 560 000 €	-80 525 €	1 554 289 €	82 018 €	5.8	f	7 483 846 €
27	0.025	0.5	665 099 €	22 894 293 €	400 808 €	400 808 €	264 291 €	135 687 €	9 173 822 €	40%	103 027 €	4 706 495 €	0 €	7 710 000 €	1 541 999 €	44 657 €	18 313 €	62 971 €	1 775 992 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 620 000 €	-80 086 €	1 461 912 €	75 108 €	6.3	f	7 711 910 €
28	0.025	0.5	655 453 €	23 539 745 €	400 808 €	400 808 €	254 644 €	127 544 €	9 301 368 €	40%	99 356 €	4 805 851 €	0 €	7 710 000 €	1 454 624 €	44 122 €	18 700 €	62 822 €	1 838 814 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 680 000 €	-79 547 €	1 375 077 €	68 875 €	6.8	f	7 926 291 €
29	0.025	0.5	646 158 €	24 185 904 €	400 808 €	400 808 €	245 350 €	119 893 €	9 421 261 €	39%	95 730 €	4 901 581 €	0 €	7 710 000 €	1 372 366 €	43 607 €	19 072 €	62 679 €	1 901 494 €	30 000 €	30 000 €	60 000 €	1 740 000 €	-78 916 €	1 293 450 €	63 238 €	7.3	f	8 127 811 €
30	0.025	0.5	637 203 €	24 833 106 €	400 808 €	400 808 €	236 395 €	112 699 €	9 533 960 €																				

Annexe 7 : Tableau détaillé du calcul des indicateurs synthétiques liés aux enjeux



CISALB
PAPI du bassin versant du lac du Bourget
 Analyse multicritères du projet de travaux de confortement des digues et de restauration écologique de la Leysse aval

ANNEXE 7

Evaluation des indicateurs synthétiques liés aux enjeux protégés

Année	Taux d'actualisation	Coef d'actualisation	Cmoy	NMA0 emploi	NMAc emploi	NMA0 emploi - NMAc emploi	Cmoy/NMA0 emploi - NMAc emploi	NMAref emploi (k)	NE emploi (k)	Somme NE emploi	NEMA emploi	Cmoy/NEMA emploi	NMA0 habitant	NMAc habitant	NMA0 habitant - NMAc habitant	Cmoy/NMA0 habitant - NMAc habitant	NMAref habitants (k)	NEMA habitants (k)	Somme NE habitants	NEMA habitants	Cmoy/NEMA habitants
1	0.025	1.0	7 429 262 €	62	0	62	120 507.08 €	59	59	59	59	125 072 €	11	0	11	659 353 €	1	1	1	1	6 002 364 €
2	0.025	1.0	3 535 216 €	62	0	62	57 343 €	57	57	117	58	30 311 €	11	0	11	313 753 €	1	1	3	1	1 370 580 €
3	0.025	0.9	2 242 884 €	62	0	62	36 381 €	55	55	172	57	13 057 €	11	0	11	199 058 €	1	1	4	1	556 636 €
4	0.025	0.9	1 600 784 €	62	0	62	25 966 €	53	53	225	56	7 118 €	11	0	11	142 071 €	2	2	6	1	286 282 €
5	0.025	0.9	1 218 624 €	62	0	62	19 767 €	51	51	276	55	4 414 €	11	0	11	108 154 €	2	2	7	1	167 588 €
6	0.025	0.9	966 315 €	62	0	62	15 674 €	49	49	325	54	2 969 €	11	0	11	85 761 €	2	2	9	2	106 517 €
7	0.025	0.8	788 107 €	62	0	62	12 784 €	48	48	373	53	2 113 €	11	0	11	69 945 €	2	2	11	2	71 666 €
8	0.025	0.8	656 130 €	62	0	62	10 643 €	46	46	419	52	1 567 €	11	0	11	58 232 €	2	2	13	2	50 278 €
9	0.025	0.8	554 905 €	62	0	62	9 001 €	44	44	463	51	1 199 €	11	0	11	49 248 €	2	2	15	2	36 423 €
10	0.025	0.8	475 145 €	62	0	62	7 707 €	43	43	505	51	940 €	11	0	11	42 169 €	2	2	18	2	27 067 €
11	0.025	0.8	410 944 €	62	0	62	6 666 €	41	41	546	50	752 €	11	0	11	36 472 €	2	2	20	2	20 535 €
12	0.025	0.7	358 367 €	62	0	62	5 813 €	39	39	586	49	612 €	11	0	11	31 805 €	3	3	23	2	15 850 €
13	0.025	0.7	314 692 €	62	0	62	5 104 €	38	38	624	48	504 €	11	0	11	27 929 €	3	3	25	2	12 413 €
14	0.025	0.7	277 976 €	62	0	62	4 509 €	37	37	660	47	421 €	11	0	11	24 671 €	3	3	28	2	9 844 €
15	0.025	0.7	246 795 €	62	0	62	4 003 €	35	35	696	46	355 €	11	0	11	21 903 €	3	3	31	2	7 892 €
16	0.025	0.7	220 082 €	62	0	62	3 570 €	34	34	730	46	302 €	11	0	11	19 533 €	3	3	34	2	6 386 €
17	0.025	0.7	197 025 €	62	0	62	3 196 €	33	33	762	45	258 €	11	0	11	17 486 €	3	3	38	2	5 215 €
18	0.025	0.6	176 991 €	62	0	62	2 871 €	32	32	794	44	223 €	11	0	11	15 708 €	3	3	41	2	4 289 €
19	0.025	0.6	159 482 €	62	0	62	2 587 €	30	30	824	43	193 €	11	0	11	14 154 €	4	4	45	2	3 552 €
20	0.025	0.6	144 101 €	62	0	62	2 337 €	29	29	854	43	169 €	11	0	11	12 789 €	4	4	49	2	2 959 €
21	0.025	0.6	130 526 €	62	0	62	2 117 €	28	28	882	42	148 €	11	0	11	11 584 €	4	4	53	3	2 480 €
22	0.025	0.6	118 496 €	62	0	62	1 922 €	27	27	909	41	130 €	11	0	11	10 517 €	4	4	57	3	2 089 €
23	0.025	0.6	107 795 €	62	0	62	1 749 €	26	26	935	41	115 €	11	0	11	9 567 €	4	4	61	3	1 768 €
24	0.025	0.6	98 245 €	62	0	62	1 594 €	25	25	961	40	102 €	11	0	11	8 719 €	4	4	65	3	1 502 €
25	0.025	0.5	89 694 €	62	0	62	1 455 €	24	24	985	39	91 €	11	0	11	7 960 €	5	5	70	3	1 282 €
26	0.025	0.5	82 018 €	62	0	62	1 330 €	23	23	1008	39	81 €	11	0	11	7 279 €	5	5	75	3	1 099 €
27	0.025	0.5	75 108 €	62	0	62	1 218 €	23	23	1031	38	73 €	11	0	11	6 666 €	5	5	80	3	944 €
28	0.025	0.5	68 875 €	62	0	62	1 117 €	22	22	1053	38	65 €	11	0	11	6 113 €	5	5	85	3	815 €
29	0.025	0.5	63 238 €	62	0	62	1 026 €	21	21	1074	37	59 €	11	0	11	5 612 €	5	5	90	3	705 €
30	0.025	0.5	58 132 €	62	0	62	943 €	20	20	1094	36	53 €	11	0	11	5 159 €	5	5	95	3	612 €
31	0.025	0.5	53 497 €	62	0	62	868 €	19	19	1113	36	48 €	11	0	11	4 748 €	5	5	100	3	532 €
32	0.025	0.5	49 282 €	62	0	62	799 €	19	19	1132	35	44 €	11	0	11	4 374 €	6	6	106	3	465 €
33	0.025	0.4	45 444 €	62	0	62	737 €	18	18	1150	35	40 €	11	0	11	4 033 €	6	6	112	3	406 €
34	0.025	0.4	41 944 €	62	0	62	680 €	17	17	1168	34	36 €	11	0	11	3 723 €	6	6	118	3	356 €
35	0.025	0.4	38 746 €	62	0	62	628 €	17	17	1184	34	33 €	11	0	11	3 439 €	6	6	124	4	313 €
36	0.025	0.4	35 822 €	62	0	62	581 €	16	16	1201	33	30 €	11	0	11	3 179 €	6	6	130	4	276 €
37	0.025	0.4	33 145 €	62	0	62	538 €	16	16	1216	33	27 €	11	0	11	2 942 €	6	6	136	4	243 €
38	0.025	0.4	30 690 €	62	0	62	498 €	15	15	1231	32	25 €	11	0	11	2 724 €	6	6	143	4	215 €
39	0.025	0.4	28 437 €	62	0	62	461 €	14	14	1246	32	23 €	11	0	11	2 524 €	7	7	149	4	190 €
40	0.025	0.4	26 367 €	62	0	62	428 €	14	14	1260	31	21 €	11	0	11	2 340 €	7	7	156	4	169 €
41	0.025	0.4	24 464 €	62	0	62	397 €	13	13	1273	31	19 €	11	0	11	2 171 €	7	7	163	4	150 €
42	0.025	0.4	22 712 €	62	0	62	368 €	13	13	1286	31	18 €	11	0	11	2 016 €	7	7	170	4	134 €
43	0.025	0.3	21 099 €	62	0	62	342 €	12	12	1298	30	16 €	11	0	11	1 873 €	7	7	177	4	119 €
44	0.025	0.3	19 611 €	62	0	62	318 €	12	12	1310	30	15 €	11	0	11	1 740 €	7	7	184	4	107 €
45	0.025	0.3	18 238 €	62	0	62	296 €	12	12	1322	29	14 €	11	0	11	1 619 €	7	7	191	4	95 €
46	0.025	0.3	16 970 €	62	0	62	275 €	11	11	1333	29	13 €	11	0	11	1 506 €	7	7	199	4	85 €
47	0.025	0.3	15 799 €	62	0	62	256 €	11	11	1344	29	12 €	11	0	11	1 402 €	8	8	206	4	77 €
48	0.025	0.3	14 715 €	62	0	62	239 €	10	10	1354	28	11 €	11	0	11	1 306 €	8	8	214	4	69 €
49	0.025	0.3	13 713 €	62	0	62	222 €	10	10	1364	28	10 €	11	0	11	1 217 €	8	8	222	5	62 €
50	0.025	0.3	12 785 €	62	0	62	207 €	10	10	1374	27	9 €	11	0	11	1 135 €	8	8	230	5	56 €



Réalisation : HG	Version A
Validation : GP	24/02/2021