

PARTIE 5

PROGRAMME D'AMÉNAGEMENTS STRUCTURELS

SOMMAIRE

5-1	DÉMARCHE D'ÉLABORATION DU PROGRAMME D'AMÉNAGEMENT ET DE RESTAURATION.....	355
5-1-1	Vers un programme conciliant gestion des inondations et préservation des milieux aquatiques	355
5-1-1-1	Concilier réduction de l'aléa et restauration morphologique des cours d'eau.....	357
5-1-1-2	Protéger les enjeux exposés, sans solution alternative.....	357
5-1-1-3	Mieux gérer les écoulements des cours d'eau, en lien avec la restauration morphologique	357
5-1-1-4	Agir sur les têtes de bassin afin de limiter les apports dans les cours d'eau, en lien avec la gestion de la ressource.....	358
5-1-1-5	Agir directement sur l'enjeu, dans les secteurs d'aléa faible ou sans solution alternative	358
5-1-1-6	La stratégie « milieux » associée au PAPI.....	358
5-1-2	Un programme d'aménagement concerté.....	361
5-1-3	Un programme d'aménagement défini selon trois critères essentiels.....	363
5-2	PRÉSENTATION DU PROGRAMME DE TRAVAUX.....	365
5-2-1	Hyères – Réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire et aménagement de la ZEC du Plan du Pont (phase 1).....	367
5-2-2	Solliès-Pont – Réduction du risque d'inondation du quartier des Sénéas.....	379
5-2-3	Cuers – Restauration hydraulique et morphologique du ruisseau St-Lazare.....	386
5-2-4	Solliès-Pont – Programme d'aménagement du ruisseau Ste-Christine	395
5-2-5	Carnoules – Opération globale de restauration de la Font de l'Ile.....	408
5-2-6	Hyères – Restauration hydraulique du ruisseau des Borrels.....	417
5-2-7	Hyères – Restauration hydraulique du Vallon de Valbonne.....	425
5-2-8	Hyères, La Crau, Pierrefeu – Opérations globales de remobilisation et d'optimisation des ZEC.....	429
5-2-9	Opérations de restauration morphologique.....	435
5-2-10	Equilibre financier entre opérations hydrauliques et de restauration morphologique.....	435
5-2-11	Opérations étudiées mais non retenues	436
5-3	RÉSULTATS DES ANALYSES COÛT-BÉNÉFICE.....	437
5-3-1	Indicateurs retenus.....	437
5-3-1-1	Les indicateurs synthétiques.....	437
5-3-1-2	Les indicateurs élémentaires.....	438
5-3-2	Périmètre d'étude.....	439
5-3-3	Les scénarii d'inondation pris en compte	440
5-3-4	Méthodologie employée.....	441
5-3-4-1	Le recensement des enjeux	441
5-3-4-2	Evaluation des montants des dommages monétaires	442
5-3-4-3	Calcul des Dommages Moyens Annuels (DMA) et Dommages Evités Moyens Annuels (DEMA).....	450
5-3-4-4	Précision sur le calcul des critères de décision de l'ACB.....	452
5-3-4-5	Les dépenses prises en compte	452
5-3-5	Résultats.....	454
5-3-5-1	Hyères – Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire et aménagement de la ZEC du Plan du Pont	454
5-3-5-2	Solliès-Pont – Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire et aménagement de la ZEC du Plan du Pont	462

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures

Figure 5. 1 – Processus d’élaboration du programme d’aménagement et de restauration	356
Figure 5. 2 – Axes stratégiques de la réduction de l’aléa inondation du bassin versant du Gapeau	356
Figure 5. 3 – Synthèse des enjeux hydromorphologiques à l’échelle du bassin versant	358
Figure 5. 4 – Synthèse des enjeux hydromorphologiques à l’échelle du bassin versant	361
Figure 5. 5 – Processus de concertation pour l’élaboration du programme d’aménagement du Gapeau	362
Figure 5. 6 – Les espaces de fonctionnalité du bassin versant Gapeau	362
Figure 5. 7 – Processus de concertation pour l’élaboration du programme d’aménagement du Gapeau (source : LISODE, 2019).....	363
Figure 5. 8 – Fonctionnement hydraulique du déversoir du Plan du Pont	367
Figure 5. 9 – Protections de l’Oratoire existantes	368
Figure 5. 10 – Aménagements projetés – Oratoire & Plan du Pont	369
Figure 5. 11 – Recréation du lut alluvial du Muat et comblement de l’ancien bras	370
Figure 5. 12 – Création d’une digue de protection frontale en terre compactée et surélévation du chemin de Plan du Pont	371
Figure 5. 13 – Confortement des berges de l’Oratoire.....	372
Figure 5. 14 – Reprise du passage à Gué	373
Figure 5. 15 – Aménagements projetés Les Sénès	380
Figure 5. 16 – Coupe de principe et photomontage du mur submersible – Les Sénès	381
Figure 5. 17 - Fossé non optimisé en pied de l’ouvrage de délestage sous A57	387
Figure 5. 18 - Contraintes latérale Saint Lazare	387
Figure 5. 19 - Photomontage d’aménagement d’un fossé pluvial pour connexion de l’ouvrage de délestage de l’a57	389
Figure 5. 20 – Photomontage de Restauration morphologique du Saint-Lazare	390
Figure 5. 21 – Impact hydraulique Q5, Q10, Q30 et Q100 – St Lazare.....	391
Figure 5. 22 – Localisation du projet Ste-Christine	395
Figure 5. 23 – Dérivation existante du débit du Cubertix	396
Figure 5. 24 – Déversoir sous l’A57	397
Figure 5. 25 – Doublement du fossé existant en amont de l’A57	399
Figure 5. 26 – Aménagement d’un ralentisseur pour rediriger les écoulements vers le répartiteur	399
Figure 5. 27 – Rehausse du déversoir	400
Figure 5. 28 – Principe de franchissement par le passage piéton sous la bretelle de sortie	400
Figure 5. 29 – Décharge des eaux pluviales du canal d’irrigation vers le dalot projeté.....	401
Figure 5. 30 – Principe d’aménagement d’un ouvrage dispersif	401
Figure 5. 31 – Dérivation et délestage du Cubertix Quartier des Laugiers.....	402
Figure 5. 32 - Hydrogramme de crue en aval de l’A57 après aménagement.....	404
Figure 5. 33 – Aménagement du radier du lit mineur du Gapeau au niveau de l’ouvrage SNCF en mesure compensatoire	405
Figure 5. 34 – Aménagements projetés - Carnoules	409
Figure 5. 35 – Photomontage de restauration capacitaire de la Font de l’Ile	409
Figure 5. 36 – Extrait du PLU de Carnoules.....	410
Figure 5. 37 – Arasement du chemin et photomontage	411
Figure 5. 38 – Reprise du radier du seuil et ouvrages à maintenir	411
Figure 5. 39 – Aménagements projetés RD 13 à Carnoules	413
Figure 5. 40 – Ouvrage des Borrels OH4	419
Figure 5. 41 – Photomontage de reprise de l’ouvrage Vallon des Borrels OH 02	420
Figure 5. 42 – Localisation des aménagements et photomontage de reprofilage de berge en amont de l’ouvrage Vallon des Borrels OH 04	421
Figure 5. 43 - Aménagements projetés Vallon de Valbonne	426
Figure 5. 44 – Coupe des aménagements projetés sur le vallon de Valbonne.....	426
Figure 5. 45 – Schéma de principe de l’arasement sélectif de remblais pour remobilisation des ZEC	430
Figure 5. 46 – Site potentiel d’arasement de remblais/remobilisation de ZEC (amont Montaud)	431
Figure 5. 47- Site potentiel d’arasement de remblais (Réal Martin Sauvebonne)	432

Figure 5. 48 – Impact hydraulique arasement remblais – Réal Martin.....	433
Figure 5. 49 – Impact hydraulique arasement de remblais - Gapeau aval.....	433
Figure 5. 50 – Equilibre financier entre travaux hydrauliques et de restauration morphologique.....	436
Figure 5. 51 – Illustration des résultats de l'évaluation des montants de dommages EVITES - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine.....	464

Liste des tableaux

Tableau 5. 1 – Correspondance des identifiants des aménagements du PAPI.....	365
Tableau 5. 2 - Objectifs et indicateurs synthétiques.....	438
Tableau 5. 3 – Liste des indicateurs élémentaires retenus.....	439
Tableau 5. 4 – Catégories d'habitat pris en compte dans les courbes d'endommagement fournies par le CGDD.....	443
Tableau 5. 5 – Montants de dommages aux éléments de location en campings.....	444
Tableau 5. 6 – Synthèse des hypothèses retenues pour le calcul des dommages aux campings.....	446
Tableau 5. 7 – Grille d'endommagement de la voirie.....	447
Tableau 5. 8 – Grille d'endommagement de la voirie en € 2018 – Correspondance avec les données disponibles dans la BDRhône.....	448
Tableau 5. 9 – Grille d'endommagement des STEP, station AEP et transformateur EDF en € 2007.....	448
Tableau 5. 10 – Grille d'endommagement des transformateurs EDF / AEP et STEP en € 2018.....	449
Tableau 5. 11 – Montants de dommages pour les serres en euro 2017.....	450
Tableau 5. 12 – Grille des ratios de coûts environnementaux préconisés en fonction du type de mesures mises en place.....	453
Tableau 5. 13 – Détail des montants de dommages par enjeux / par période de retour / état actuel et aménagé - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1.....	456
Tableau 5. 14 – Tableau synthétique des résultats de l'analyse synthétique réalisée - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1.....	458
Tableau 5. 15 – Résultats de l'indicateur 1 « Part des personnes habitant en zone inondable » - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1.....	459
Tableau 5. 16 – Résultats de l'indicateur 4 « Nombre d'emplois en zone inondable » - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1.....	459
Tableau 5. 17 – Tableau synthétique des résultats des indicateurs élémentaires analysés – Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire (phase 1).....	460
Tableau 5. 18 – Détail des montants de dommages par enjeux / par période de retour / état actuel et aménagé - projet d'aménagement du ruisseau Ste-Christine.....	463
Tableau 5. 19 – Tableau synthétique des résultats de l'analyse synthétique réalisée - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine.....	465
Tableau 5. 20 – Résultats de l'indicateur 1 « Part des personnes habitant en zone inondable » - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine.....	466
Tableau 5. 21 – Résultats de l'indicateur 4 « Nombre d'emplois en zone inondable » - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine.....	466
Tableau 5. 22 – Tableau synthétique des résultats des indicateurs élémentaires analysés.....	467

Liste des cartes

Carte 5. 1 – Localisation des aménagements structurels du PAPI Gapeau.....	366
--	-----



Le chapitre « **Programme d'aménagements structurels** » vise à présenter le programme de travaux du PAPI complet et la façon dont il a été construit. Ainsi, la stratégie de réduction de l'aléa conciliant aménagements hydrauliques et opérations permettant d'améliorer la fonctionnalité des milieux aquatiques est présentée, tout comme l'importante concertation menée pour associer les acteurs du territoire à la construction de ce programme d'aménagements. Les fiches aménagements doivent permettre de bien comprendre le contenu des opérations de travaux et leurs gains attendus. La pertinence économique de certaines opérations sera enfin présentée à travers les Analyses Coûts-Bénéfices (ACB).

5-1 DÉMARCHE D'ÉLABORATION DU PROGRAMME D'AMÉNAGEMENT ET DE RESTAURATION

L'élaboration du programme d'aménagement et de restauration inclus dans le dossier de candidature du PAPI Gapeau a fait l'objet à la fois d'une expertise et d'une étude technique menées dans le cadre de l'étude hydraulique globale du bassin versant du Gapeau (action I-1 du PAPI d'intention), mais également d'une importante concertation avec les principaux acteurs du territoire. En cohérence avec la stratégie du SAGE et les orientations stratégiques du PAPI (et notamment l'OS 2 « Améliorer la fonctionnalité des cours d'eau pour l'aléa inondation »), le programme s'équilibre entre des opérations à portée hydraulique, et d'autres opérations à portée hydromorphologique.

5-1-1 Vers un programme conciliant gestion des inondations et préservation des milieux aquatiques

La volonté du Syndicat Mixte du Bassin Versant du Gapeau de concilier gestion des inondations et préservation des milieux aquatiques émane de la politique même de gestion des cours d'eau du SMBVG à travers la prise de compétence GEMAPI et le portage du SAGE Gapeau. Elle répond également à l'orientation stratégique fondamentale du SDAGE (OF8) et du PGRI (GO2) :

Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques

Pour aboutir à un programme d'aménagement conciliant le plus possible cette vision stratégique, le SMBVG a lancé en 2017, en co-maîtrise d'ouvrage avec la DDTM du Var, une étude hydraulique, hydromorphologique et hydrogéomorphologique à l'échelle du bassin versant du Gapeau. Cette étude « groupée » avait pour avantages :

- De mener une réflexion à l'échelle du bassin versant, avec une vision globale du fonctionnement des cours d'eau alliant GEMA et PI,
- De bien comprendre les mécanismes d'inondation, ses causes et conséquences,
- D'identifier des dynamiques morphologiques et leurs impacts à l'échelle du bassin versant,
- De définir les enveloppes techniques des Espaces de Bon Fonctionnement (EBF),
- De mettre en commun les données et paramètres pour les différentes modélisations hydrauliques,
- D'anticiper les contraintes naturelles/patrimoniales,
- D'aboutir à un programme d'aménagement visant à réduire les conséquences des inondations, tout en préservant la ressource en eau et les milieux aquatiques,
- De répondre de manière cohérente aux orientations stratégiques du SDAGE et du PGRI.

Cette étude a fait l'objet d'une présentation lors de la réunion d'échanges techniques organisée par le CEREMA d'Aix en Provence sur « Des outils pour la GEMAPI » le 17 janvier 2019.

La définition de ce programme d'aménagement et de restauration a suivi le processus suivant :



Figure 5. 1 – Processus d'élaboration du programme d'aménagement et de restauration

Les éléments du diagnostic approfondi du territoire, présenté dans le chapitre 2, ont ainsi mis en avant les dysfonctionnements morphologiques des cours d'eau, les causes et conséquences des inondations et les enjeux exposés.

La stratégie de réduction de l'aléa validée en Comité de pilotage du PAPI d'intention le 18 décembre 2018 comprend 5 axes d'actions :



Figure 5. 2 – Axes stratégiques de la réduction de l'aléa inondation du bassin versant du Gapeau

Cette stratégie a servi de « cadrage » à la définition du programme d'aménagement et de restauration.

Les paragraphes ci-dessous décrivent les orientations stratégiques définies pour les aménagements hydrauliques. Elle se décline sous 5 grands axes stratégiques visant à la fois une réduction de l'aléa en faisant intervenir un maximum de combinaisons de techniques douces et une restauration morphologique des milieux. Cette stratégie se traduit par 3 niveaux d'approche :

1/ **Recherche d'action globale** à l'échelle du BV pour réduire l'aléa : ZEC (efficace localement pour des crues faibles), ouvrages de rétention amont (inefficace compte tenu des volumes d'eau générés par les crues et de leur faisabilité (technique, réglementaire, sociale,...)) ;

2/ **Action localisée** si action globale pas ou peu efficace ;

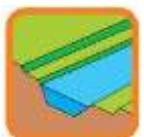
3/ **Action sur la réduction de la vulnérabilité** et **action exploratoire** si pas de solution locale ou globale, ou si pas techniquement/économiquement acceptable/faisable.

5-1-1-1 Concilier réduction de l'aléa et restauration morphologique des cours d'eau

L'objectif est de permettre une réduction de l'aléa inondation tout en associant à cette démarche des opérations de restauration morphologique.



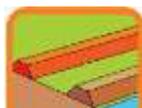
➤ Le bassin versant est actuellement contraint par un nombre important de digues/merlons dont l'efficacité est nulle en raison de leurs caractéristiques constructives (terre non compactée, hétérogénéités de construction engendrant des contournements, etc.). Ainsi, la présente stratégie privilégiera l'effacement des digues/merlons afin de favoriser la remobilisation de ZEC afin de restituer au cours d'eau un fonctionnement plus naturel.



➤ Sur le même principe, dans les secteurs de fortes pressions latérales engendrant des débordements prématurés ou de fortes incisions, une augmentation de la capacité d'écoulement d'un cours d'eau sera accompagnée de la création de lits emboîtés afin de diversifier les habitats.

5-1-1-2 Protéger les enjeux exposés, sans solution alternative

Les enjeux exposés sans solution alternative seront protégés soit par :



➤ Des systèmes d'endigement de second rang, c'est-à-dire que les digues ne seront pas placées en berge de cours d'eau mais reculées au front d'enjeux afin de ne pas altérer la morphologie du cours d'eau et faciliter les zones de travaux



➤ La pérennisation d'ouvrages existants



➤ La création d'ouvrages de rétention

5-1-1-3 Mieux gérer les écoulements des cours d'eau, en lien avec la restauration morphologique



➤ Des effacements de seuils ou barrages seront proposés si ces ouvrages engendrent des surélévations de lignes d'eau à l'origine d'inondations indésirables. Ces opérations permettront également de rétablir la continuité écologique et sédimentaire des cours d'eau.



- Les ouvrages hydrauliquement limitants ou ayant un impact négatif sur le fonctionnement morphologique du cours d'eau seront repris sous réserve que cela n'entraîne pas de déplacement du risque.

5-1-1-4 Agir sur les têtes de bassin afin de limiter les apports dans les cours d'eau, en lien avec la gestion de la ressource



- Des ouvrages de rétention amont ou retenues collinaires: ils présentent l'avantage de tamponner les crues et de permettre une restitution raisonnable du débit aux cours d'eau. Ils peuvent également constituer des réserves en eau sur un territoire où la ressource se fait rare en période estivale.



- Des ouvrages de ralentissement dynamique pourront également être proposés tels que des fascines, restanques ou des ralentisseurs transversaux

5-1-1-5 Agir directement sur l'enjeu, dans les secteurs d'aléa faible ou sans solution alternative

Il s'agira essentiellement de protéger les enjeux sans solution alternative ou en zone d'aléa faible par des batardeaux, des zones de retrait stratégique ou des étages refuges.

- ➔ Ce principe est applicable à tout le bassin versant.

5-1-1-6 La stratégie « milieux » associée au PAPI

Le diagnostic hydromorphologique du bassin versant du Gapeau et du Réal Martin a permis de mettre en valeur le degré d'anthropisation important à l'échelle du bassin versant, tant historiquement avec de nombreux aménagements anciens, que spatialement puisque peu de cours d'eau sont exempts de perturbations. Le couplage de facteurs naturels et des pressions ont même amené certains secteurs à être très peu dynamiques avec une réduction de nombreuses fonctionnalités naturelles (transport sédimentaire, érosion, débordement, etc...). Les perturbations hydromorphologiques sont de diverses natures en raison de la diversité des milieux mais aussi de celle des aménagements et de leur impact.

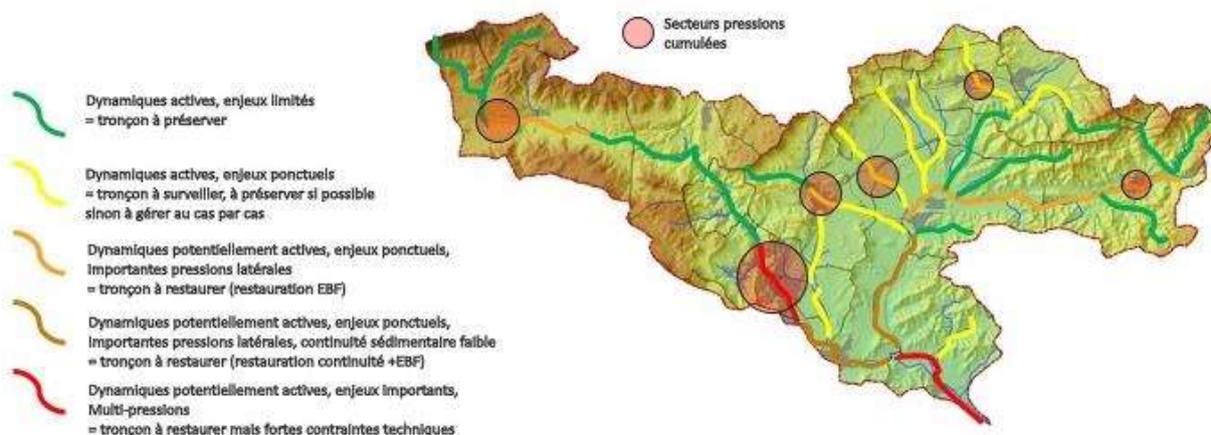


Figure 5.3 – Synthèse des enjeux hydromorphologiques à l'échelle du bassin versant

Il s'agit donc de définir une stratégie « milieux » globale mais aussi spatialisée dont l'objectif est de satisfaire l'ambition de préservation et de restauration des milieux et de servir de cadre aux actions du PAPI. Cette stratégie « milieux » est bâtie sur quatre grandes lignes directrices.

1/ La réduction des pressions hydromorphologiques

La préservation des milieux, dans un contexte de forte anthropisation, est une condition *sine qua none* pour l'amélioration des milieux physiques. Il s'agit autant de conserver les habitats de qualité qui subsistent que de limiter leur détérioration quand des aménagements ou des travaux sont inévitables. Une réflexion sur l'utilité et l'efficacité des aménagements existants doit également être engagée à court terme (ce qui est l'objet du présent plan d'action) mais aussi à long terme. Les Espaces de Bon Fonctionnement (EBF), dont les périmètres ont été définis dans le cadre de cette étude, sont un élément central pour remplir les objectifs de cet axe. Ce principe de réduction des pressions nécessite l'application systématiquement de la logique Eviter, Réduire, Compenser (ERC).

» Limiter les nouveaux aménagements au sein des EBF (Eviter)

Les EBF, dans la mesure où ils sont validés par les acteurs du territoire à la suite d'un processus de concertation, sont un outil fondamental pour assurer la réduction des pressions sur l'hydromorphologie. En tant qu'espaces où les dynamiques fluviales (inondation, érosion, dépôt de sédiment, autoépuration, corridor écologique, ...) devraient pouvoir s'exercer librement, les EBF sont le périmètre au sein duquel chaque nouvel aménagement devrait être examiné avec attention afin d'évaluer son impact sur les milieux aquatiques. Chaque projet induisant une pression devra, si cela est économiquement viable, être déplacé en dehors de l'EBF. Dans le cas contraire, seuls les aménagements servant un intérêt collectif pourront être raisonnablement placés au sein du périmètre de bon fonctionnement des cours d'eau. Ce principe devra servir de ligne directrice pour l'ensemble des acteurs du territoire. En outre et dans la mesure du possible, il devra être transcrit dans des dispositions du SAGE, éventuellement décliné en règles, à sa révision. La transcription de ce principe dans les documents d'urbanisme (SCOT, PLU) est également souhaitable.

Ce principe est à appliquer sur l'ensemble du bassin versant. Une attention plus particulière est à porter dans les secteurs présentant encore une bonne qualité hydromorphologique (principalement les « têtes de bassin »).

» Limiter les impacts des travaux d'aménagement (Réduire)

Pour les futurs projets d'aménagement qui seraient prévus au sein des EBF, leur définition devra prendre en compte, quand cela est approprié, la composante hydromorphologique. La prise en compte des axes n°2, n°3 et n°4 de la présente stratégie dans le design des projets est impérative.

La réduction des impacts des aménagements futurs est à considérer sur l'ensemble du bassin versant, aussi bien dans les secteurs actuellement préservés que dans les zones où les pressions sont déjà importantes. Seuls les secteurs d'ores et déjà très lourdement aménagés, où les marges de manœuvre techniques ou financières sont parfois très limitées, peuvent poser des difficultés.

» Démonter des ouvrages dont l'efficacité est nulle (Compenser)

Enfin dans les situations où la prise en compte de la composante hydromorphologique est problématique, techniquement impossible ou financièrement non acceptable, il sera nécessaire de mettre en œuvre le principe de compensation. Sur le bassin versant du Gapeau et du Réal Martin de très nombreux ouvrages (digues, merlons, seuils) présentent un intérêt hydraulique nul ou une absence d'usages. Afin de privilégier une restauration des processus hydromorphologiques plutôt que des formes alluviales, il est préférable, afin de compenser spatialement les impacts d'un projet, d'intervenir sur ces ouvrages plutôt que de travailler à la recréation de milieux ou d'habitats. Certaines actions du plan d'action s'inscrivent dans cette logique.

La compensation est à mener en priorité dans les zones où les pressions sont importantes mais où des marges de manœuvre techniques sont présentes. Il s'agit donc essentiellement du Réal Collobrier ainsi que du Réal Martin aval et du Gapeau aval (en amont de la confluence avec le Réal Martin) en ce qui concerne les dynamiques latérales et longitudinales.

2/ La restauration de la connectivité hydraulique des milieux alluviaux

Par son histoire géologique mais aussi à cause des très nombreux ouvrages présents le long des cours d'eau du bassin, ces derniers présentent des morphologies incisées. Cette caractéristique a pour effet, sur de nombreux tronçons, de créer une déconnexion hydraulique des milieux riverains avec une absence de lits moyens. Afin d'améliorer le caractère humide des milieux riverains, il est nécessaire de prévoir des actions visant à améliorer ou restaurer la connectivité hydraulique. Cet objectif est à prendre en compte, dans la mesure du possible, pour tous nouveaux aménagements mais aussi dans le cadre d'actions sur des ouvrages dont l'efficacité ou l'utilité ne sont pas avérées.

» Recréation des lits mineurs

Dans le cadre de travaux qui impliquent une modification des sections transversales, et si le foncier riverain le permet, la recréation des lits mineurs et de lits d'étiage est à prévoir.

Il s'agit de concevoir, par élargissement des sections, des risbermes inondables pour des crues fréquentes (Q_2) à moyennement fréquentes (Q_5). Ces nouveaux espaces seront autant de zones humides alluviales qui permettront à la fois d'améliorer la qualité des habitats riverains (végétation hydrophile), les continuités écologiques pour la faune terrestre (inféodée ou non aux milieux humides) et enfin de réduire les effets de colmatage liés à l'export de sédiments fins (effet peigne de la végétation) dû aux pratiques agricoles. A long terme, ces nouveaux espaces serviront également au ralentissement local des écoulements et donc à la limitation des problématiques d'érosion. Il sera, en revanche, nécessaire de prévoir un entretien de la végétation sur ces nouveaux espaces afin de réduire le risques d'embâcles problématiques.

» **Démontage des merlons et des « digues »**

De très nombreuses levées de terre et de nombreux merlons sont présents sur les berges du Gapeau et de ses affluents. Ces pseudo-aménagements sont le résultat de pratiques agricoles et d'aménagement afin de réduire les risques de débordement. Pour autant, en réalité, l'intérêt hydraulique de ces aménagements est souvent nul du fait de leur conception (contournement d'ouvrage, sur-risque lié aux possibilités de rupture d'ouvrage notamment). Au-delà de ces aspects, ils réduisent également le champ d'inondation en lit majeur ou moyen, limitant ainsi les connexions hydrauliques naturelles de l'espace alluvial. Si la restauration de champs d'inondation n'a, que très rarement, d'effets sur le ralentissement dynamique des crues, la suppression de ces ouvrages (souvent illégaux, car n'ayant pas fait l'objet de déclaration ou autorisation réglementaires nécessaires) permettait une reconnexion hydraulique entre les cours d'eau et leur lits majeurs, restaurant ainsi le caractère humide de ces espaces. Techniquement, l'efficacité de ces mesures n'est pas liée à l'effacement total de l'ouvrage, la création de brèches peut, tout autant, satisfaire cet objectif.

Au-delà des secteurs concernés par ce principe dans le plan d'action, ce type d'intervention est applicable sur les tronçons qui ne comptent évidemment pas d'enjeux d'intérêt général.

3/ Le rétablissement des continuités longitudinales, en particulier la continuité sédimentaire

L'eau sur le territoire méditerranéen du bassin du Gapeau a toujours été une ressource convoitée. Pour cette raison, de très nombreux ouvrages transversaux (seuils) ont été aménagés, depuis longtemps, sur l'ensemble du bassin (à l'exception notable du Réal Collobrier). Ces aménagements génèrent un double impact écologique : la limitation de la circulation des espèces piscicoles et la réduction de la qualité des habitats (modification des faciès d'écoulement, disparition de certaines fractions granulométriques, augmentation de la température, etc.). Indirectement, les effets morphologiques des ouvrages viennent, à leur tour, limiter la continuité écologique via l'uniformisation des faciès (liée à l'incision) et la disparition des lits d'étiage.

» **Arasement ou équipement des ouvrages transversaux**

La stratégie d'action sur cette thématique est guidée par un double impératif : d'une part, la circulation des populations piscicoles et, d'autre part, la migration vers l'aval de la charge sédimentaire. Les impacts sur les composantes sédimentaire et biologique n'étant pas les mêmes d'un ouvrage à un autre, une priorisation des interventions a été effectuée dans le cadre de la présente étude. Elle repose sur une optimisation de ces deux composantes et sur l'ambition de n'intervenir que sur les ouvrages pour lesquels les contraintes techniques, financières ou patrimoniales, au sens social mais aussi paysager, sont les moindres. D'un point de vue écologique, doivent être priorités les ouvrages permettant la circulation piscicole sur de longs linéaires et posant de forts problèmes pour la montaison (de l'anguille essentiellement). Sur les aspects sédimentaires, devront être mis en avant les secteurs les moins densément aménagés, où une charge alluviale issue d'apports secondaires est encore présente. Enfin, tous les secteurs trop lourdement impactés par ce type d'ouvrage et où les contraintes techniques et sociales seront trop importantes (secteurs urbanisés), devront, dans un premier temps, être écartés.

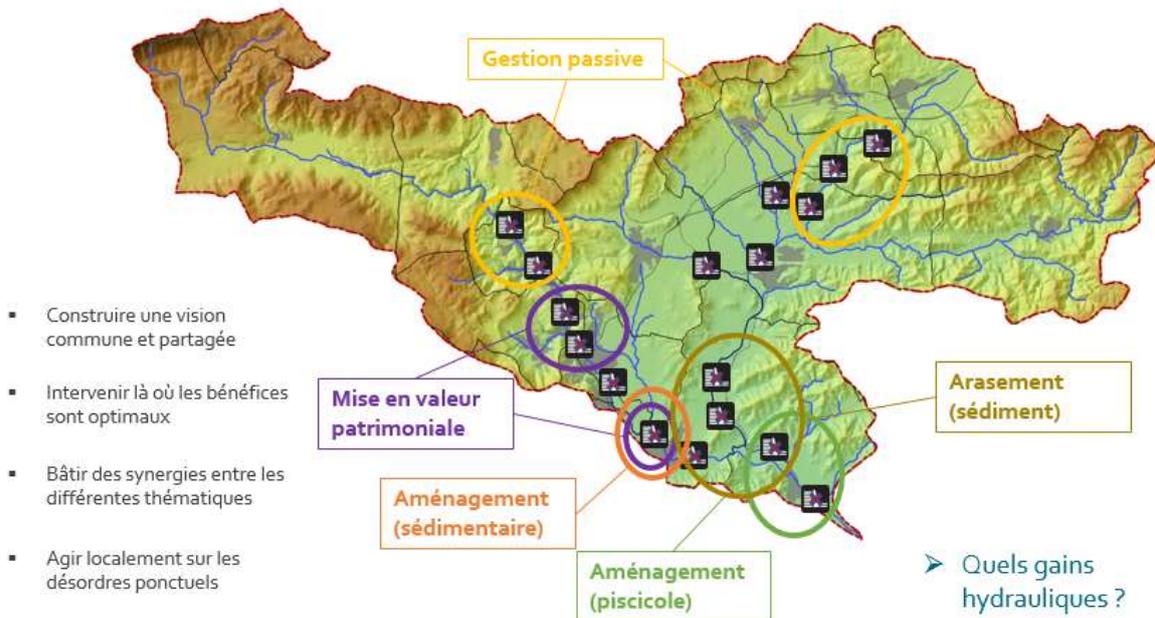


Figure 5. 4 – Synthèse des enjeux hydromorphologiques à l'échelle du bassin versant

►► Recréation de lit d'étiage

Dans le cadre des projets de restauration à venir, en raison du caractère méditerranéen du secteur d'étude, une intention particulière sur la continuité écologique en période d'étiage est nécessaire. En effet, une grande partie des cours d'eau du bassin versant sont soumis à des assèchs, parfois longs. Aussi, tout projet d'aménagement devra tenir compte de cette problématique en cherchant à optimiser, temporellement, les capacités d'accueil de la faune aquatique.

4/ La considération des milieux comme une interface entre sociétés riveraines et fonctionnement naturel des cours d'eau

La conciliation de la gestion des inondations avec la préservation des milieux aquatiques est une véritable volonté de gestion intégrée des cours d'eau. Comme on le verra dans le descriptif des opérations d'aménagements structurels, elle n'est toutefois pas applicable partout et de la même manière sur le territoire. Les secteurs les plus anthropisés ou dégradés ne peuvent bénéficier de cette démarche que de manière ponctuelle.

Fortement préconisée par le SDAGE ou le PGRI, cette démarche est totalement cohérente et adaptée au bassin versant du Gapeau qui bénéficie sur une grande partie de son territoire de cours d'eau, relativement bien préservés, de possibilités en termes de réduction de l'aléa permettant d'intégrer la fonctionnalité des cours d'eau (secteurs ruraux, naturels et agricoles).

5-1-2 Un programme d'aménagement concerté

Une fois les diagnostics du territoire établis, sur les plans hydraulique (inondation) et hydromorphologique, il a été fait le choix par le Syndicat Mixte de mener une importante démarche de concertation avec les principaux acteurs du territoire. Cette démarche, détaillée dans le [Chapitre 8](#) du présent dossier, a suivi le processus suivant (cf. [Figure 5-4](#)).

Concertation menée en
3 temps

1- 26 avril 2019

Phase de réflexion

Objectifs :

- Présentation et mise en débat du scénario d'aménagement issu de l'étude
- Définition des niveaux d'ambition et des contraintes par sous-bassin

Poursuite des échanges en mai avec les différents acteurs du territoire

2- 29 mai 2019

Phase de priorisation et de choix du scénario

Objectifs :

- Présentation du programme d'aménagement et définition des modalités de mise en œuvre

3- 20 juin 2019

Phase de restitution et de validation (COPII PAPI)

Objectifs :

- Présentation du scénario d'aménagement final
- Plan de financement prévisionnel du PAPI
- Programmation annuelle des travaux
- Résultats de l'ACB/AMC

Figure 5. 5 – Processus de concertation pour l'élaboration du programme d'aménagement du Gapeau

A partir d'un premier scénario issu des résultats de modélisation hydraulique et des expertises hydrauliques et hydromorphologiques, le 1^{er} atelier a permis aux participants (40 personnes, représentant les 3 collèges de la CLE) de débattre des choix d'aménagements, des variantes possibles, des besoins locaux.

Des groupes de travail « géographiques » ont ainsi pu être définis, chaque « espace de fonctionnalité » ayant ses propres caractéristiques et problématiques (cf. Figure 5-5), bénéficiant de l'animation d'un expert en concertation (LISODE) et d'un expert technique (EGIS-Eau).



Suite à ce premier atelier, les échanges se sont poursuivis individuellement avec chaque collège de la CLE, avec des acteurs ou des collectivités de manière spécifique : 15 réunions ont été organisées en l'espace de deux mois, permettant de préciser des aménagements et leurs gains, de vérifier leur faisabilité (foncière, technique, temporelle), d'identifier les maîtres d'ouvrage des opérations, d'échanger sur leurs coûts et leur financement. Le chronogramme présenté ci-après et décrit dans le chapitre 8 expose le volume important de réunions organisées.

CHRONOGRAMME DE LA **CONCERTATION** CONDUITE POUR L'ELABORATION DU PROGRAMME D'AMENAGEMENT DU PAPI DU GAPEAU
DU 26 AVRIL AU 26 JUIN 2019

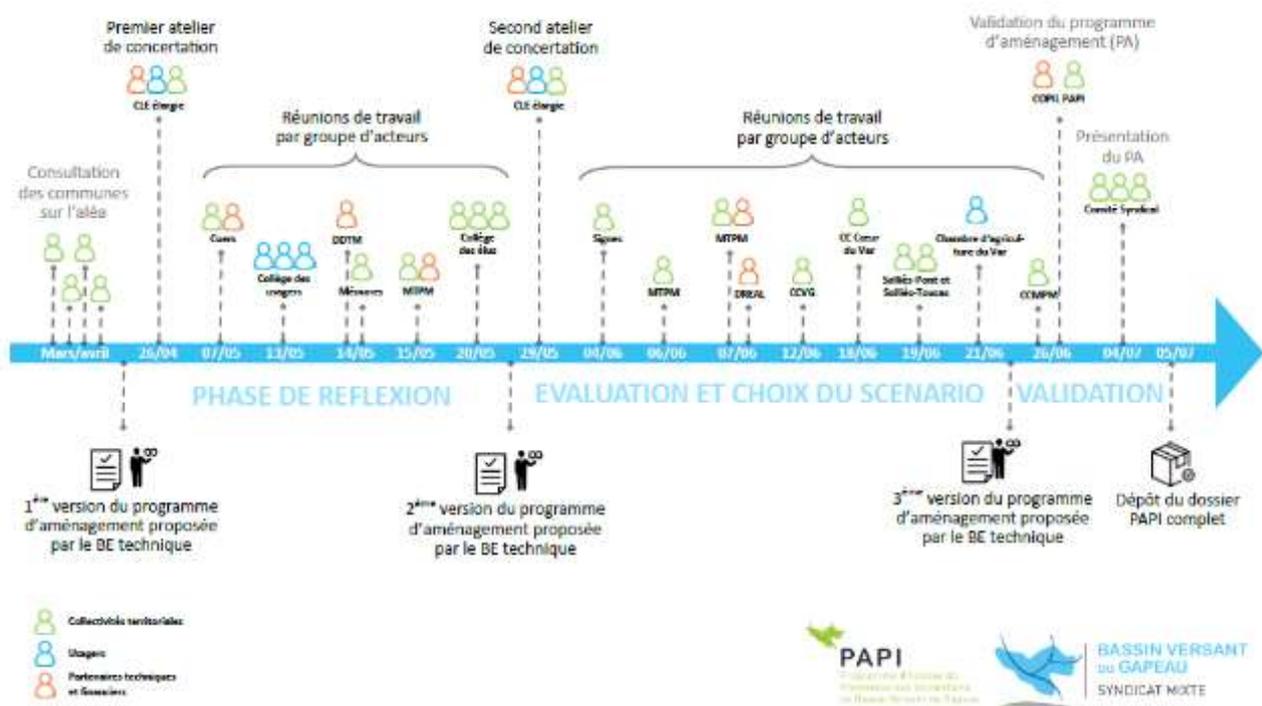


Figure 5. 7 – Processus de concertation pour l’élaboration du programme d’aménagement du Gapeau (source : LISODE, 2019)

Le second atelier organisé le 29 mai a permis de prioriser le scénario d’aménagement et d’apporter des réponses aux propositions d’aménagement faites lors du 1^{er} atelier et non retenues.

Le programme d’aménagement a été présenté et validé en Comité de pilotage du PAPI le 26 juin 2019.

La démarche de concertation menée par le Syndicat Mixte est une réelle plus-value dans la définition du programme d’aménagement du Gapeau puisqu’elle a permis d’associer l’ensemble des acteurs autour de ce projet et de dégager un consensus sur les aménagements à réaliser.

Le nombre de personnes rencontrées (plus de 60) sur un laps de temps relativement court (2 mois) démontre l’énergie mise par le Syndicat pour associer le plus d’acteurs possible à la définition de ce programme. La disponibilité et les échanges constructifs obtenus de ces réunions démontrent en face l’intérêt porté par les collectivités et les acteurs du territoire à la problématique des inondations et de la gestion des cours d’eau.

5-1-3 Un programme d’aménagement défini selon trois critères essentiels

Afin que les travaux puissent être réalisés dans les délais du PAPI complet, le programme d’aménagement a été défini selon trois critères fondamentaux :

Cohérence

Faisabilité

Equilibre

- ▶▶ La **cohérence** repose sur la prise en compte des orientations stratégiques fondamentales du SAGE et de la SLGRI, mais également sur la proportionnalité entre les travaux proposés et les problématiques rencontrées et les besoins des acteurs du territoire. Cette cohérence a un impact sur l'acceptabilité du programme et sa validation par les collectivités et les partenaires techniques et financiers,
- ▶▶ La **faisabilité** traite autant des aspects techniques, économiques, de gouvernance (GEMAPI et désignation des maîtres d'ouvrage), sociaux. La faisabilité technique sous-entend également la prise en compte dès l'amont du projet des contraintes environnementales potentielles et de la préservation des milieux aquatiques. Concernant les aspects économiques, la faisabilité traite des capacités financières à la fois des collectivités et du Syndicat Mixte, mais également des financeurs possibles des opérations de travaux (Etat via le Fonds Barnier, Agence de l'Eau RMC),
- ▶▶ L'**équilibre** doit se retrouver dans le programme d'actions du PAPI (les travaux seuls ne suffisent pas) et donc l'articulation entre les travaux et les démarches de réduction de la vulnérabilité, de sensibilisation, d'amélioration de la gestion de crise,... L'équilibre doit également traiter de l'équilibre économique. Pour cela, au démarrage des réflexions sur le programme d'aménagement, et bénéficiant d'un recensement très précis des enjeux situés en zone inondable, une estimation a été faite par le bureau d'études EGIS-Eau des montants de travaux dits « rentables » pour chaque secteur d'enjeux identifié. Cela a permis de guider le bureau d'études dans le choix des aménagements à tester et à proposer par la suite.

La présentation de ces critères dès le démarrage de l'étude hydraulique et de la réalisation du programme d'aménagement a été essentielle pour cadrer la démarche autant auprès du prestataire que des élus et partenaires. Il s'agissait alors de proposer un programme de travaux qui soit raisonné et réaliste, tenant compte des difficultés potentielles (techniques, économiques...). Cela a permis d'écarter des pistes d'aménagement autrefois proposées dans des programmes d'aménagement de grands barrages par exemple.

Concernant la temporalité des actions, l'objectif poursuivi est d'engager les travaux proposés dans la durée du PAPI complet, soit 6 ans. Il ne s'agit toutefois pas d'un programme de travaux exhaustif. D'autres opérations pourront être lancées dans le cadre d'un prochain PAPI complet.

5-2 PRÉSENTATION DU PROGRAMME DE TRAVAUX

Le programme d'aménagement prévoit :

- **des démarches exploratoires sur le bassin versant reproductibles à grande échelle** (FA6-2, FA6-3, FA6-5),
- **des travaux de restauration morphologique et renaturation** (FA7-4, FA6-6, FA6-12, FA6-13, FA6-16),
- **des interventions hydraulique et morphologique en vue de la réduction de l'aléa** (FA6-8, FA6-9, FA6-10, FA6-11, FA6-14, FA7-1 et FA7-3). Les opérations FA6-7 et FA6-15 ne concernent que des travaux de redimensionnement d'ouvrages hydrauliques et ne sont pas développées dans le présent chapitre.

Seuls les aménagements de la dernière catégorie sont développés dans le présent chapitre et présentés ci-après sous la forme de « Fiche aménagement ». L'ensemble des aménagements fait l'objet d'une présentation synthétique dans le chapitre 6 « Programme d'actions ».

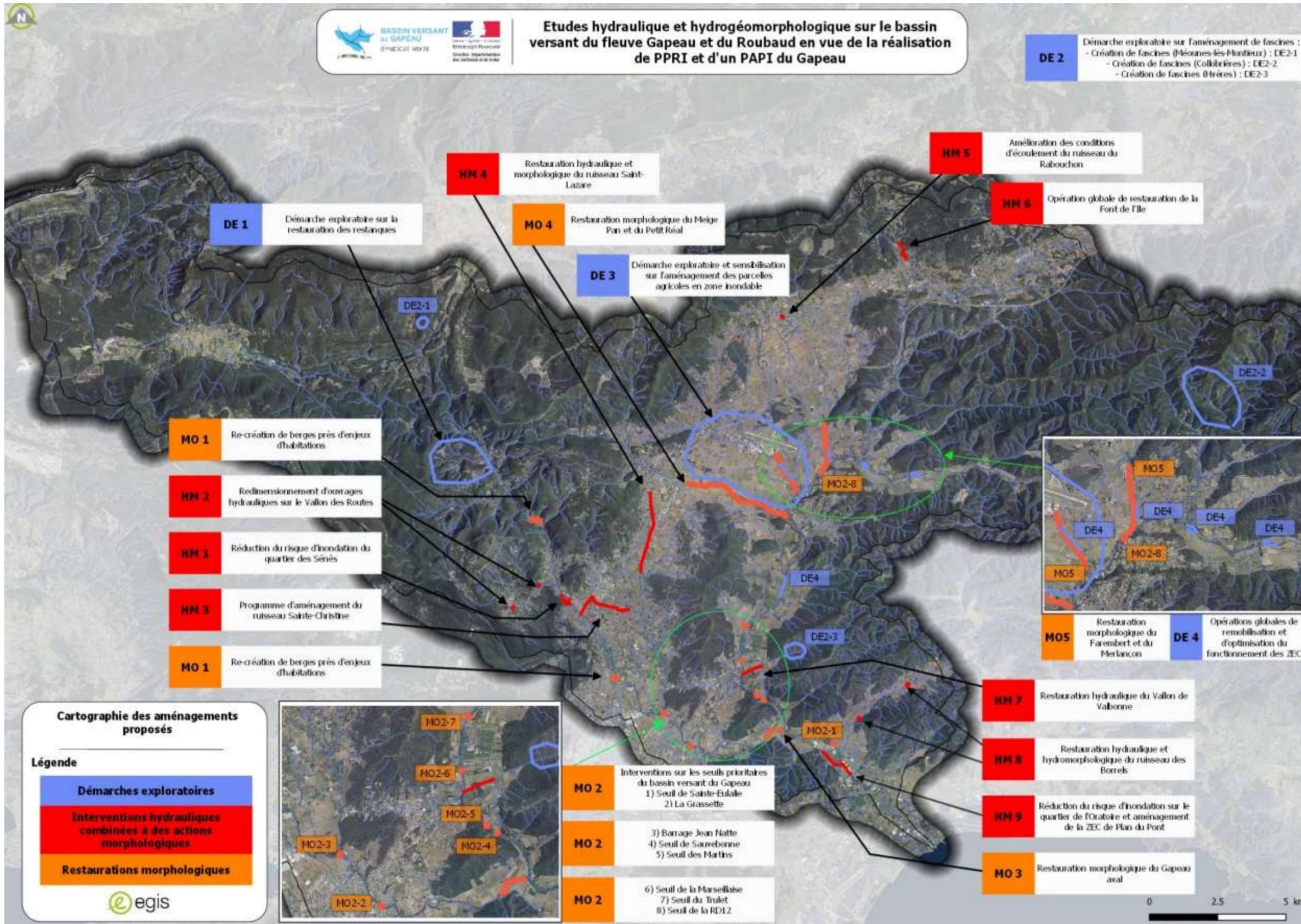
Les aménagements font l'objet d'une définition au stade AVP (Avant-Projet) sommaire.

La carte 5-1 permet de localiser les différents aménagements proposés dans le bassin versant du Gapeau.

Chaque opération de travaux est dotée d'un identifiant particulier défini dans le cadre de l'étude hydraulique du Gapeau (EGIS, 2019). La correspondance entre cet identifiant et la fiche action du PAPI est fournie ci-après :

Intitulé de l'opération	ID étude hydraulique	ID dossier PAPI
Démarche exploratoire d'aménagement/restauration des restanques	Action DE 1	FA6-2
Démarche exploratoire d'aménagement de fascines	Action DE 2	FA6-2 et FA6-14
Démarche exploratoire et sensibilisation sur l'aménagement des parcelles agricoles en zone inondable	Action DE 3	FA6-3
Opérations globales de remobilisation et d'optimisation des ZEC	Action DE 4	FA6-5
Recréation de berges	Action MO 1	FA7-4
Intervention de continuité écologique et sédimentaire sur 7 seuils prioritaires	Action MO 2	FA6-6
Restauration morphologique du Gapeau aval	Action MO 3	FA6-16
Restauration morphologique du Meige Pan	Action MO 4	FA6-12
Restauration morphologique du Farembert et du Merlançon	Action MO 5	FA6-13
Réduction du risque inondation du quartier des Sénès	Action HM 1	FA7-3
Redimensionnement d'ouvrages hydrauliques sur le Vallon des Routes	Action HM 2	FA6-7
Programme d'aménagement du ruisseau Ste-Christine	Action HM 3	FA6-8
Restauration hydraulique et morphologique du ruisseau St Lazare	Action HM 4	FA6-11
Restauration capacitaire du ruisseau du Rabouchon	Action HM 5	FA6-15
Restauration capacitaire et morphologique dans le quartier des Moulières sur le ruisseau de la Font de l'Ile	Action HM 6-1	FA6-9
Restauration de la continuité sédimentaire de la RD13 à Carnoules	Action HM 6-2	FA6-9
Restauration capacitaire du Vallon de Valbonne	Action HM 7	FA6-14
Restauration capacitaire et morphologique du Vallon des Borrels	Action HM 8	FA6-10
Réduction du risque inondation du quartier de l'Oratoire et aménagement ZEC Plan du Pont	Action HM 9	FA7-1 et FA7-2

Tableau 5. 1 – Correspondance des identifiants des aménagements du PAPI



Carte 5. 1 – Localisation des aménagements structurels du PAPI Gapeau

5-2-1 Hyères – Réduction du risque d’inondation sur le quartier de l’Oratoire et aménagement de la ZEC du Plan du Pont (phase 1)

Fiches action **FA7-1** & **FA6-16**

OBJECTIFS : **CRUE Q20**

- **Lutter contre les inondations** du Gapeau sur le quartier de l’Oratoire et réduire les conséquences dommageables
- **Améliorer les écoulements du chenal** de crue du Muat pour empêcher les débordements amont du quartier de l’Oratoire et optimiser le fonctionnement de la ZEC du Plan du Pont
- **Sécuriser le fonctionnement hydraulique du déversoir** du Plan du Pont jusqu’à l’exutoire du chenal de crue

Contexte :

Le quartier de l’Oratoire, construit au début des années 80, est soumis à des inondations récurrentes produites par les débordements intervenant au déversoir de Plan du Pont et des débordements latéraux du Gapeau.

Près de 250 habitations sont exposées, soit plus de 700 personnes, dès une crue supérieure à Q10.

Le secteur a fait l’objet de nombreuses études dès les années 1990 par de nombreux bureaux d’études (HGM environnement, SCP, CEDRAT, SAFEGE, SCE & AQUA CONSEILS, EGIS EAU, etc.) définissant des propositions d’aménagements de la ZEC du Plan du Pont (située au nord du lotissement) et des berges du quartier de l’Oratoire.

Face à la récurrence de ces inondations, des opérations de protection ont été réalisées après l’événement des 18 et 19 janvier 2014. Les berges du quartier ont été confortées par des enrochements et murets de gabions.

En 2017, la SCP a proposé différents scénarii d’aménagements du quartier et de la ZEC du Plan du Pont afin d’optimiser son stockage. En raison de la complexité du site et des moyens importants à engager, ces travaux n’ont pas été réalisés.

Description de l’action :

Les débordements concernant le quartier sont liés à la mise en fonction du déversoir de Plan du Pont (à partir de la cote 15 mNGF, soit pour un débit quinquennal de 250 m³/s, estimation SCP et CEREMA).

Ce débit de débordement est contrôlé par un ensemble de linéaire de remblais en terre compactée ou en béton en rive droite du Gapeau de hauteur généralement supérieure à 1.5 m.

- ➔ **Ce linéaire de digues a pour conséquent un intérêt hydraulique majeur.**
- ➔ **Au regard des dernières évolutions en date du décret digues du 28 août 2019, l’ensemble de ces ouvrages doit faire l’objet d’études complémentaires (diagnostic et étude de danger) en vue de la réalisation d’un dossier d’autorisation de système d’endiguement.**

Les eaux transitant par le déversoir cheminent au travers d’une grande étendue agricole d’une vingtaine d’hectares faisant office de Zone naturelle d’Expansion des Crues de Plan du Pont.

Les débordements rejoignent ensuite rapidement le lit du cours d’eau du Muat faisant office de chenal de crue. Ils contribuent fortement à la dégradation du passage à gué du chemin de Plan du Pont (présence d’affouillements) situé à la confluence entre le ruisseau du Muat et le chenal de crue amont en provenance de la ZEC de Plan du Pont.

Ils abordent ensuite frontalement le quartier de l’Oratoire alors que le Muat effectue un coude à 90°.

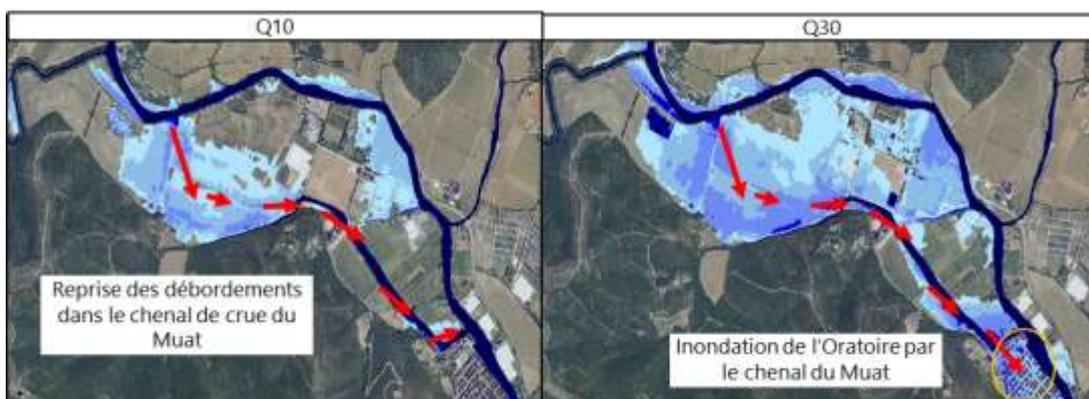


Figure 5. 8 –
Fonctionnement
hydraulique du
déversoir du Plan
du Pont

Des travaux d'urgence ont été réalisés suite à l'événement de janvier 2014 afin de mettre hors d'eau le quartier de l'Oratoire pour des crues d'occurrence supérieure à 10 ans. Les protections essentiellement en enrochements liés ou en murets de gabions ont été érigées à la cote homogène de 9 mNGF.



Figure 5.9 – Protections de l'Oratoire existantes

Le présent projet de protection du quartier de l'Oratoire et d'aménagement de la ZEC du Plan du Pont sera mené en deux temps :

- une première phase de travaux (phase 1) décrite ci-après et indispensable pour améliorer le fonctionnement en crue du chenal amont et sécuriser la digue du Plan du Pont ;
- une seconde phase de travaux (phase 2) consistant à analyser la faisabilité de réalisation d'une digue de protection rapprochée du quartier de l'Oratoire (**FA7-2**). En fonction des résultats de cette étude, la seconde phase de travaux pourra être programmée au cours du PAPI Gapeau (avenant nécessaire).

Cette fiche aménagements expose les travaux envisagés au cours de la phase 1 qui pourront être réalisés dans le PAPI Gapeau.

Les aménagements de phase 1 proposés sont :

- Réalisation d'un diagnostic du linéaire de digues existant, d'une étude de danger et d'un dossier d'autorisation de système d'endiguement,
- Déviation du chenal de crue : restauration du lit mineur du Muat et création d'une digue pour améliorer l'évacuation des débordements et empêcher une submersion frontale de l'Oratoire,
- Reprise et confortement du passage à gué du chemin du Plan du Pont,
- Rehausse du chemin de Plan du Pont afin d'éviter toute pénétration indésirable des écoulements vers le quartier de l'Oratoire,
- Débroussaillage et remise en état du Muat existant,
- Confortement des berges au droit du quartier de l'Oratoire sur le Gapeau.
- Opérations de restauration physique du lit du Gapeau en amont de sa confluence avec le Réal Martin (élargissement du lit et création d'un lit moyen, suppression de remblais) (**FA6-16**)

Descriptif des opérations proposées :

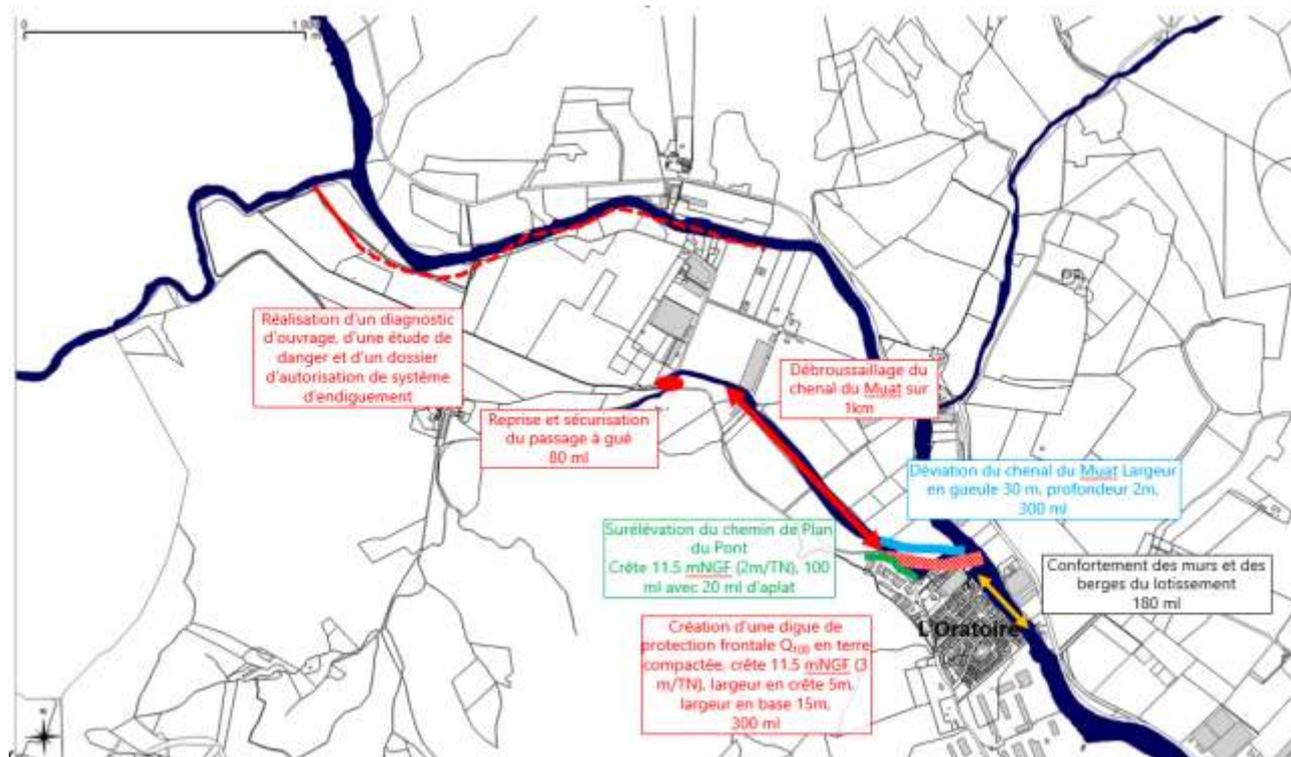


Figure 5. 10 – Aménagements projetés – Oratoire & Plan du Pont

►► **Réalisation d'un diagnostic d'ouvrage, d'une étude de danger et d'un dossier d'autorisation de système d'endiguement :**



Au regard de l'évolution récente du décret digues (28 août 2019), l'ensemble du linéaire de digues de la ZEC du Plan du Pont doit faire l'objet d'études établissant :

- un diagnostic des ouvrages
- les zones et populations protégées par le système d'endiguement
- une analyse des dangers (étude de dangers)

L'ensemble de ces éléments devra permettre ensuite l'autorisation du système d'endiguement et définir sa classe. Ces études permettront également de définir les éventuels travaux de confortement à réaliser.

►► **Création d'une déviation du chenal de crue et d'une digue d'accompagnement :**

Le coude à 90° actuellement effectué par le chenal de crue du Muat sera supprimé au profit de la création d'un nouveau chenal arrondi progressivement jusqu'à sa confluence avec le Gapeau. Ce chenal sera de mêmes dimensions que le chenal actuel : largeur de 30 m, profondeur de 2 m. Les matériaux de déblais associés au creusement du nouveau chenal permettront de combler l'ancien bras du Muat.

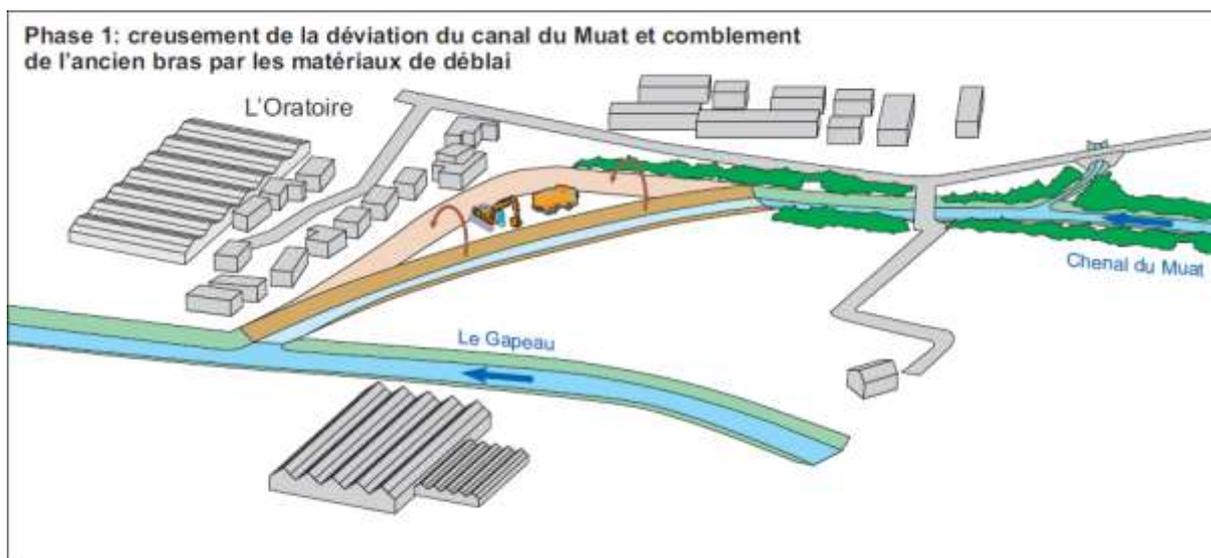
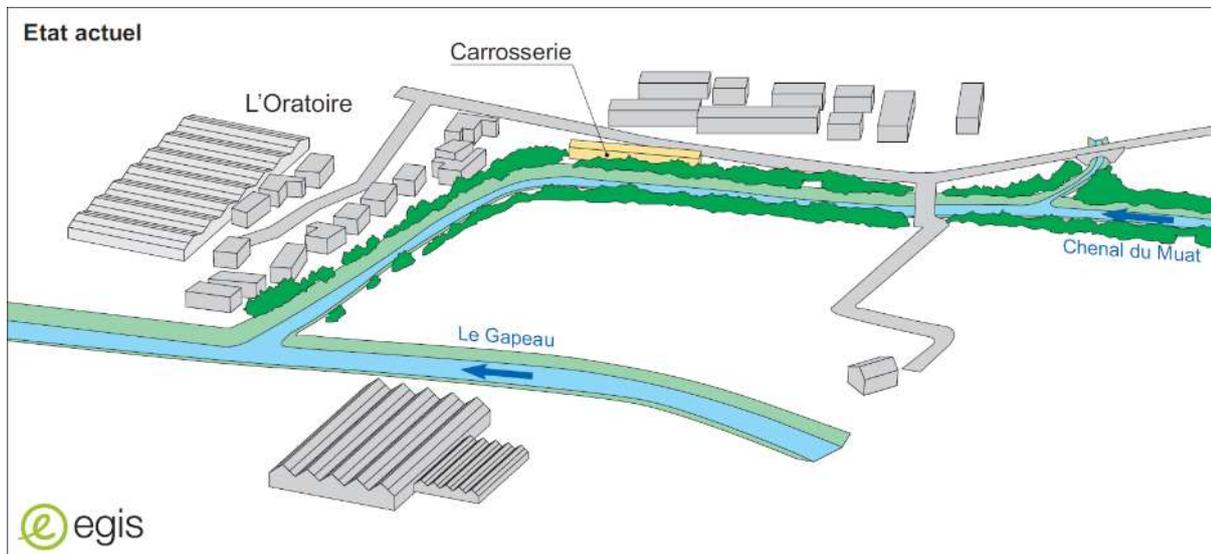


Figure 5. 11 – Re création du lut alluvial du Muat et comblement de l'ancien bras

En rive droite du nouveau chenal, une digue de déviation en terre compactée sera créée. Sa crête sera située à la cote 11.5 mNGF soit 3 m/TN. Une piste de largeur 5 m sera aménagée à sa crête, les pentes de talus 3/2 auront une largeur de base de 14 m. Une piste d'accès en pied d'ouvrage sera conservée sur une bande de largeur 5 m tandis qu'un fossé serait disposé en pied de l'Oratoire pour récupérer les écoulements pluviaux et limiter tout risque d'affouillement de l'ouvrage.

N.B. : Au regard des vitesses d'écoulement modélisées pour cet aménagement, une protection des berges et pieds de digues en herbacées et géotextile sera proposée (force tractrice $\approx 110 \text{ N/m}^2$).

En parallèle, le chenal de crue sera débroussaillé sur 1 km en amont immédiat du nouveau chenal afin de faciliter l'écoulement des débordements et d'éviter toute création d'embâcles.

►► Rehausse du chemin de Plan du Pont :

Le chemin de Plan du Pont sera rehaussé à la cote 11.5 Mngf au droit de la digue de déviation du chenal de crue du Muat afin de permettre une protection homogène de l'amont de l'Oratoire. Cette rehausse correspond à une élévation de 2 m de la hauteur actuelle du chemin. Compte-tenu du caractère passant de la route pour desservir les serres et autres activités agricoles, la rehausse s'effectuera progressivement sur un linéaire total de 100m : 2x40m seront dédiés à la montée et la descente tandis que 20 m d'aplat seront préservés en crête afin de permettre aux engins de chantier ou transporteurs de passer la butte sans problème.

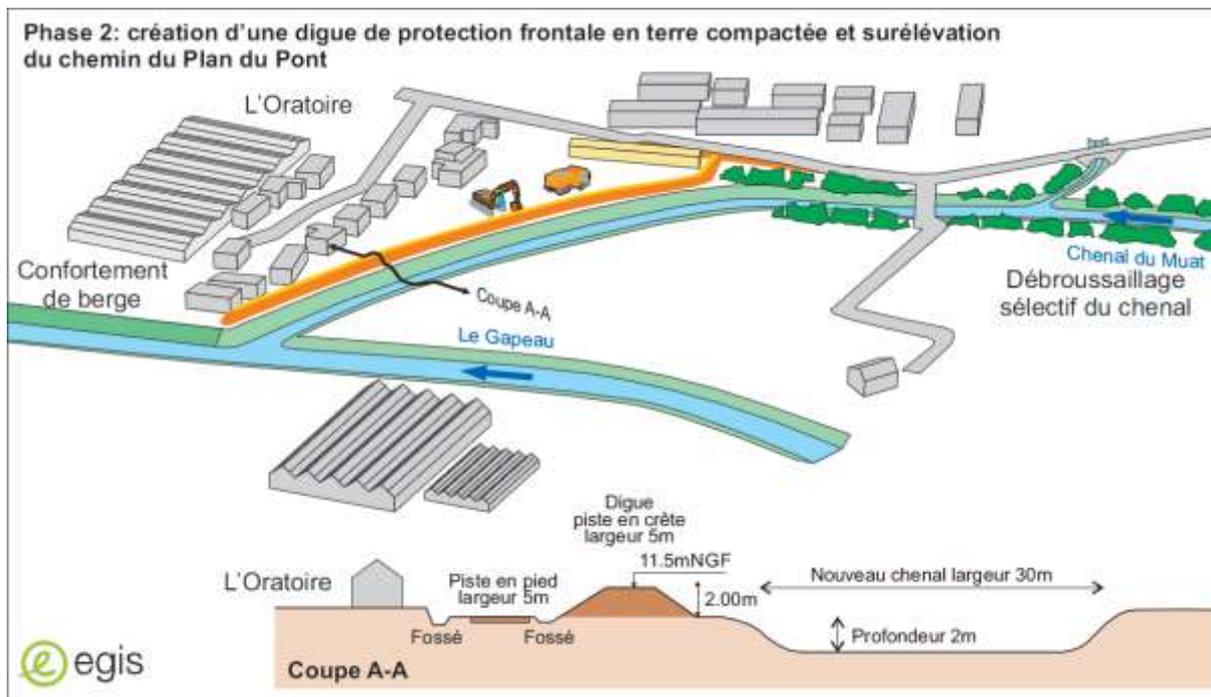


Figure 5. 12 – Création d'une digue de protection frontale en terre compactée et surélévation du chemin de Plan du Pont

►► Confortement des berges de l'Oratoire

Afin d'éviter le déchaussement des murs de parcelles privées de l'Oratoire, un confortement de berges sera envisagé. Il sera réalisé par le biais de techniques végétales au regard des vitesses d'écoulement et des forces tractrices mises en jeu : 100 N/m² pour Q₂₀ (débordant), 160 N/m² pour Q₁₀₀.

Technique de protection	Seuil maximal d'application (N/m ²)
Protection minérale : enrochements, gabions.	+300
Couche de branches ou treillage	300
Fascine de saule	250
Tressages de saule avec pieux battus	180
Saules	140
Herbacées + géotextile	110
Herbacées	80

L'action consistera dans un premier temps à injecter du béton fluide en pied de mur afin de conforter les fondations et de combler les cavités créées par l'érosion de berges.

Les berges actuelles seront décapées afin d'injecter une terre végétale compactée stabilisée par une grille tridimensionnelle en géotextile type fibre de coco ou tressages de saule avec pieux battus. L'ensemble sera ensemencé pour permettre à la végétation de maintenir les berges après dégradation du géotextile.

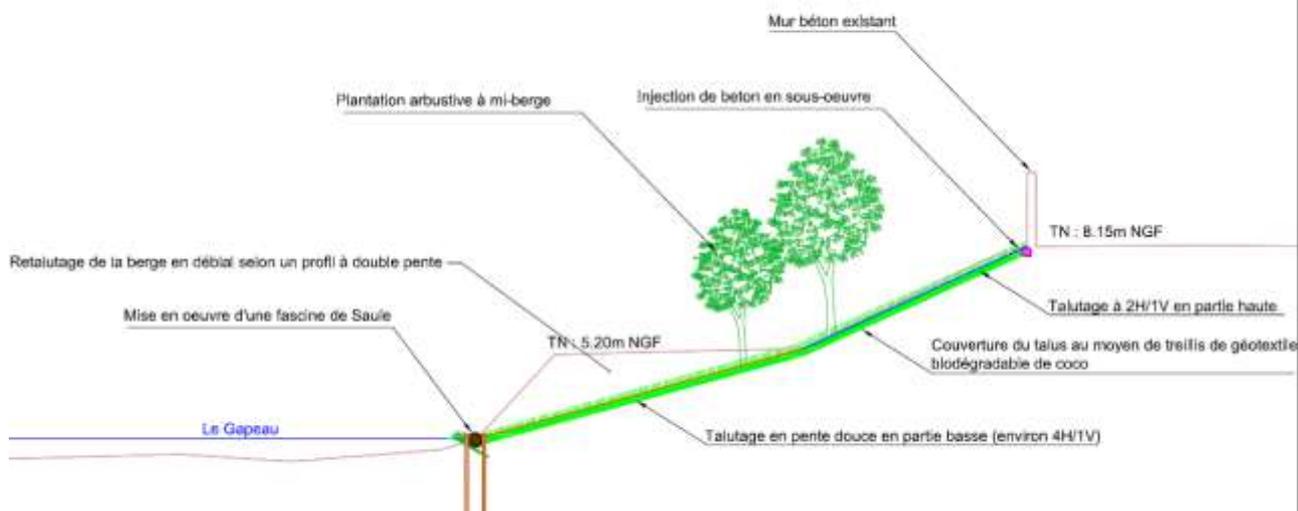
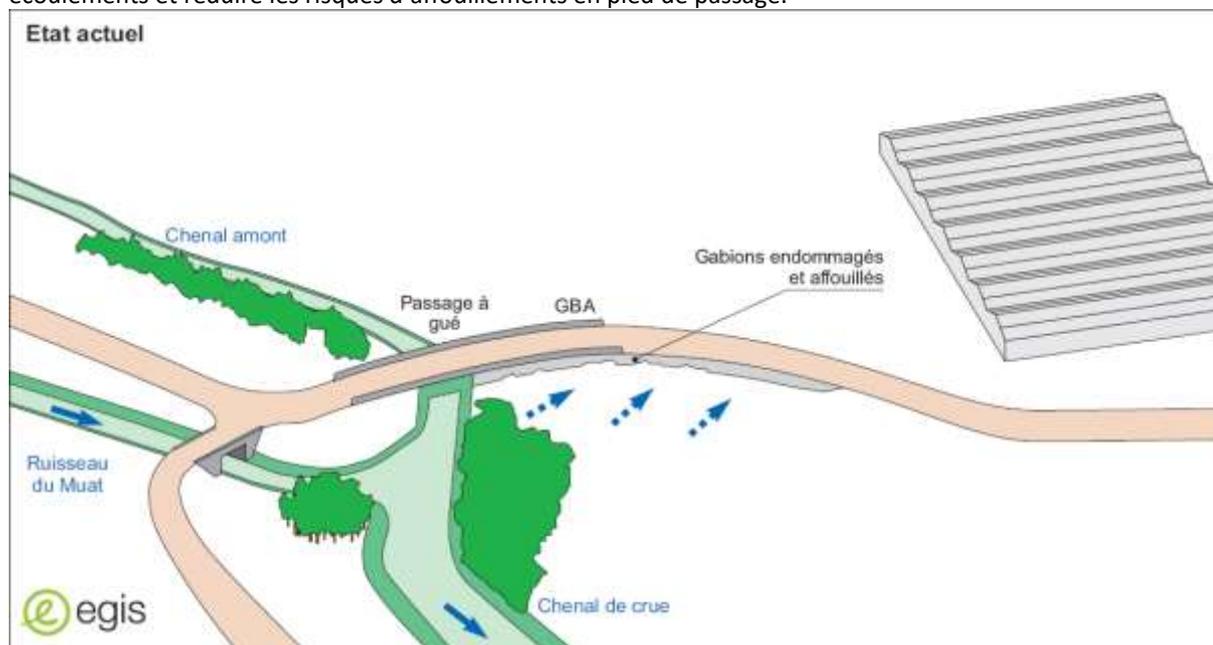


Figure 5. 13 – Confortement des berges de l'Oratoire

►► Reprise du passage à gué :

Il sera proposé d'abaisser la voirie de 0.5m sur un linéaire de 40 m afin d'éviter l'effet d'obstacle du passage. Un confortement en enrochements sur 8m de large et 80 ml sera réalisé en aval de l'ouvrage afin de dissiper les écoulements et réduire les risques d'affouillements en pied de passage.



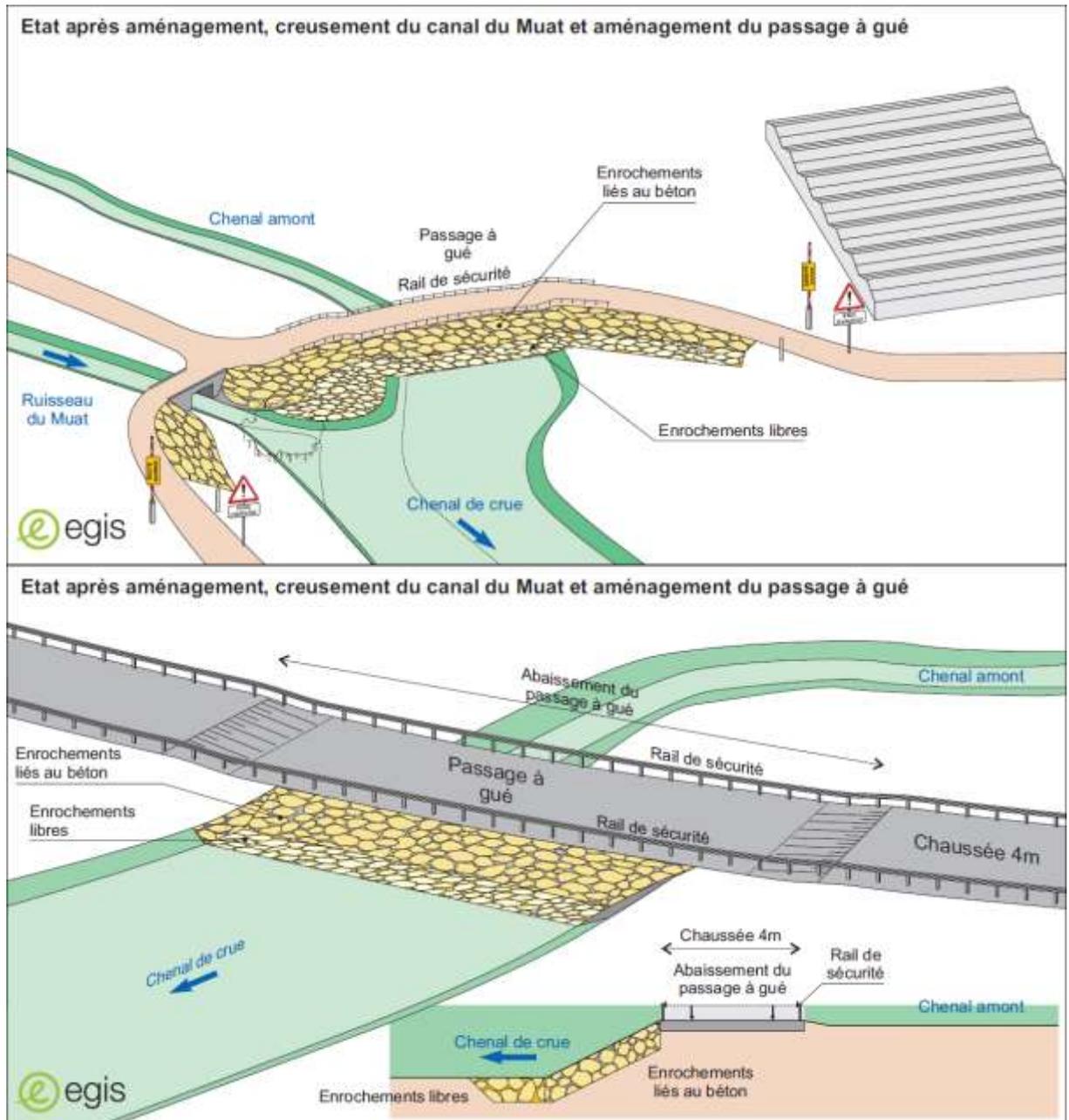
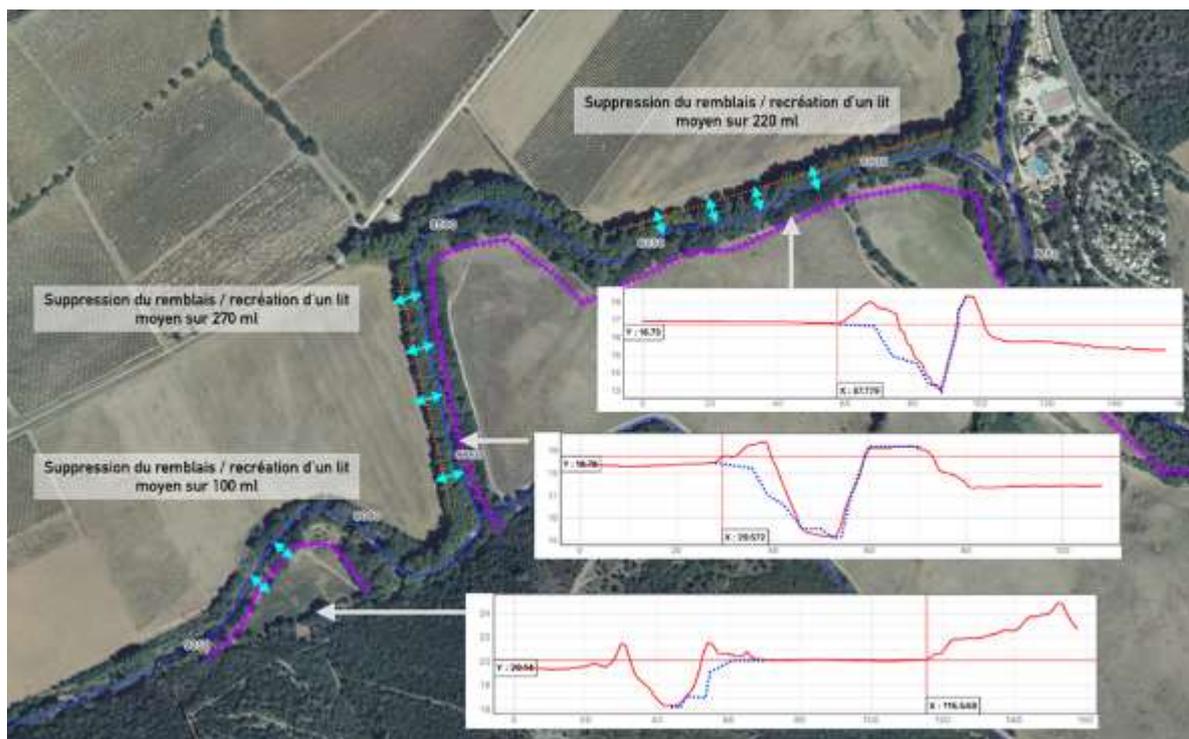


Figure 5. 14 – Reprise du passage à Gué

►► Restauration morphologique du Gapeau

Des suppressions de remblais et aménagements de berges seront réalisés afin de diminuer les contraintes latérales s'exerçant sur le Gapeau et recréer un lit moyen. Ces opérations seront menées sur un linéaire d'environ 600 m.



Chiffrage détaillé :

Protection de l'Oratoire et aménagement ZEC Plan du Pont – Restauration morphologique Gapeau aval				
Phase 1				
Opérations	Unité	Prix unitaire (€H.T.)	Quantité	Montant (€H.T.)
1) Création d'une digue en terre compactée de déviation du chenal de crue du Muat	ml	2 300 €	300	690 000 €
2) Restauration d'un lit alluvial pour le Muat + comblement ancien	ml	700 €	300	210 000 €
3) Diagnostic approfondi et classement des digues	Ft	60 000 €	1	60 000 €
4) Rehaussement de la chaussée du Chemin de Plan du Pont par un remblai en terre compactée	Remblai compacté	m ³	900	18 000 €
	Décapage route existante (enlèvement goudron)	m ³	200	4 000 €
	Création structure roulante (voirie de 4m de large sur 0,5m d'épaisseur)	m ³	200	8 000 €
5) Confortement de talus sur berges Oratoire en technique douce	ml	700 €	180	126 000 €
6) Reprise du passage à gué chemin du Plan du Pont	Décapage route existante (enlèvement goudron)	m ³	200	4 000 €
	Création structure roulante sur 40 ml (voirie de 4 m de large sur 0,5m d'épaisseur)	m ³	80	3 200 €
	Enrochements liés au béton	m ³	800	136 000 €

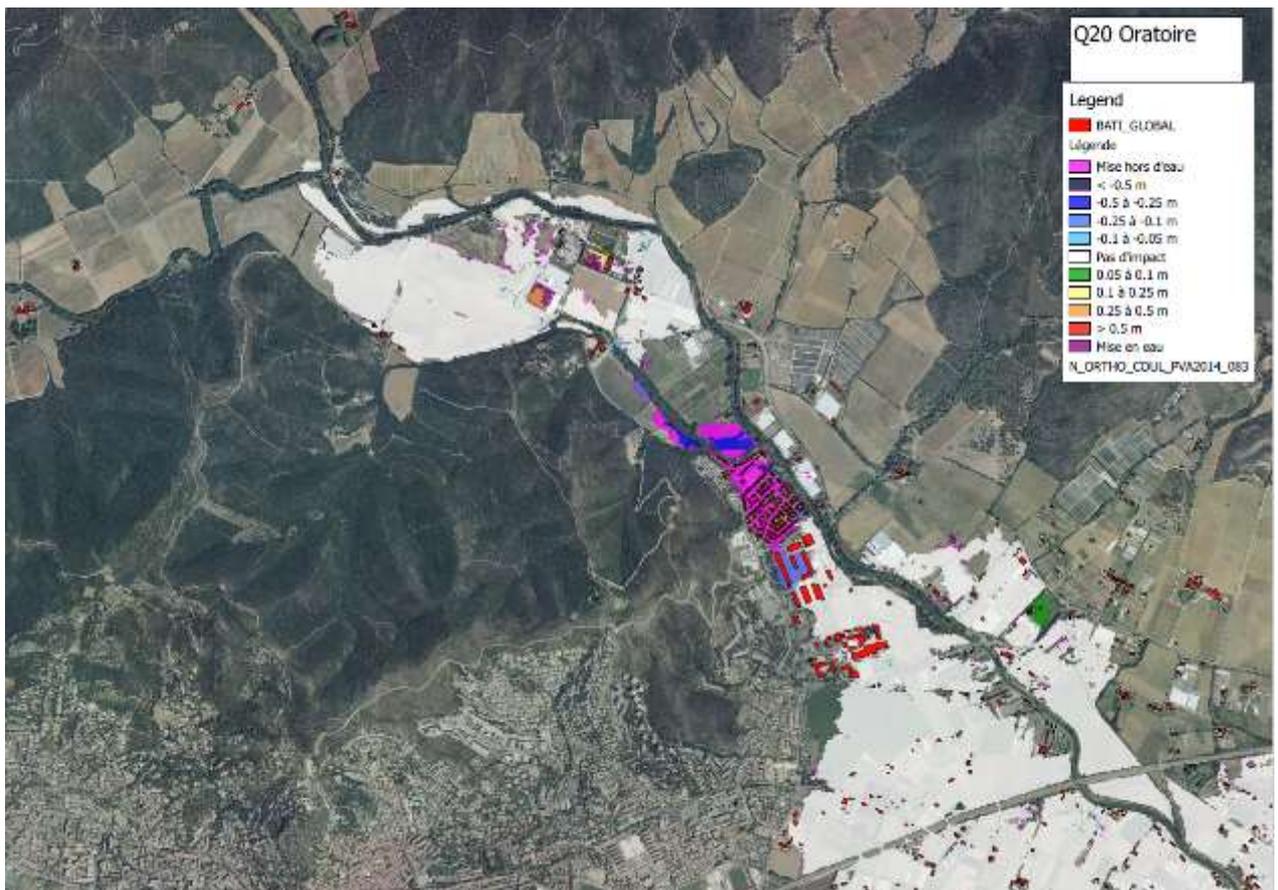
7) Débroussaillage du lit du Muat	Ft				75 000 €
Montant total des travaux (hors foncier)					1 334 200 €
Etudes, MOE, etc. (20% du montant des travaux) - Phase 1					266 840 €
Montant total (travaux, études, MOE, hors foncier)					1 601 040 €
Emprise foncière digue aval et chenal	m2	7	23000		161 000 €
Montant total (travaux, études, MOE, foncier)					1 762 040 €

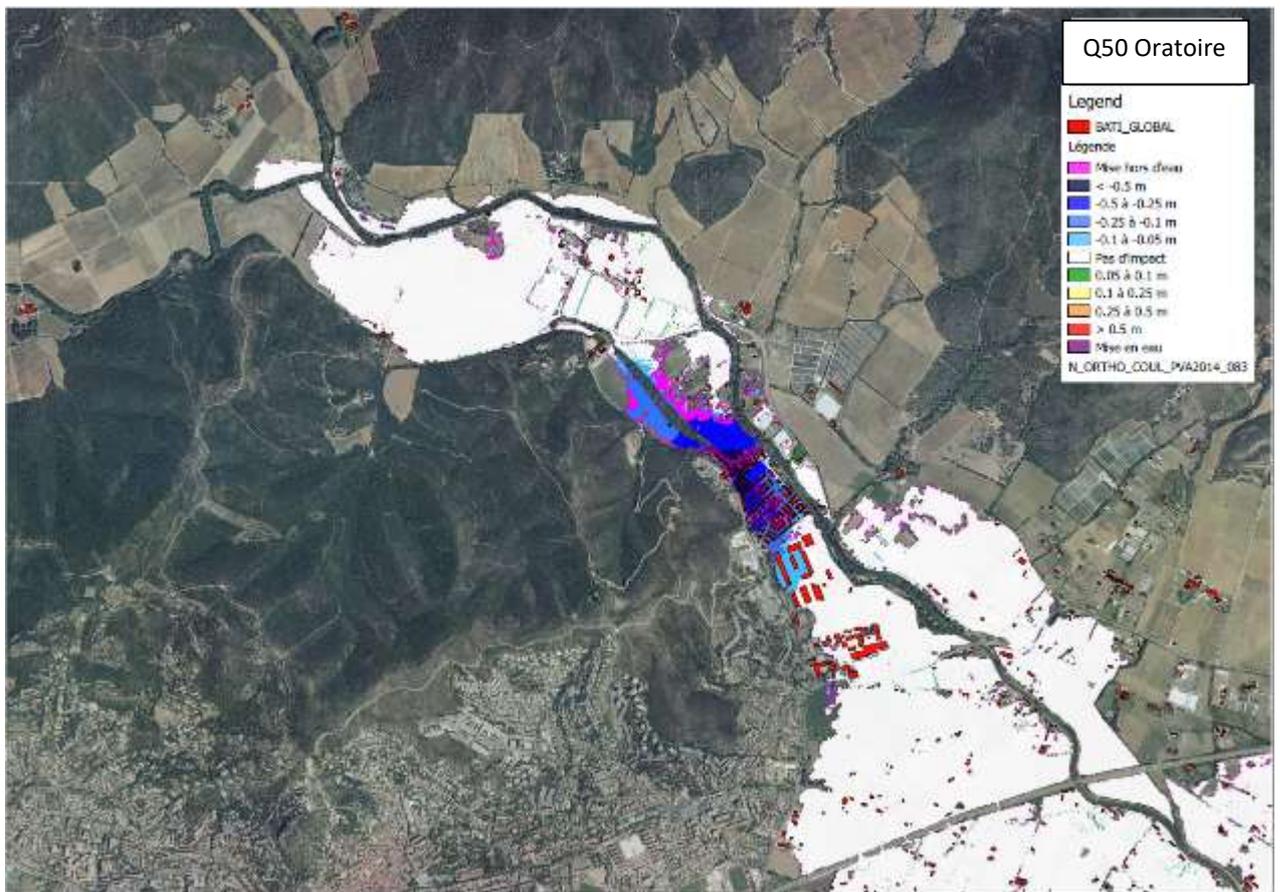
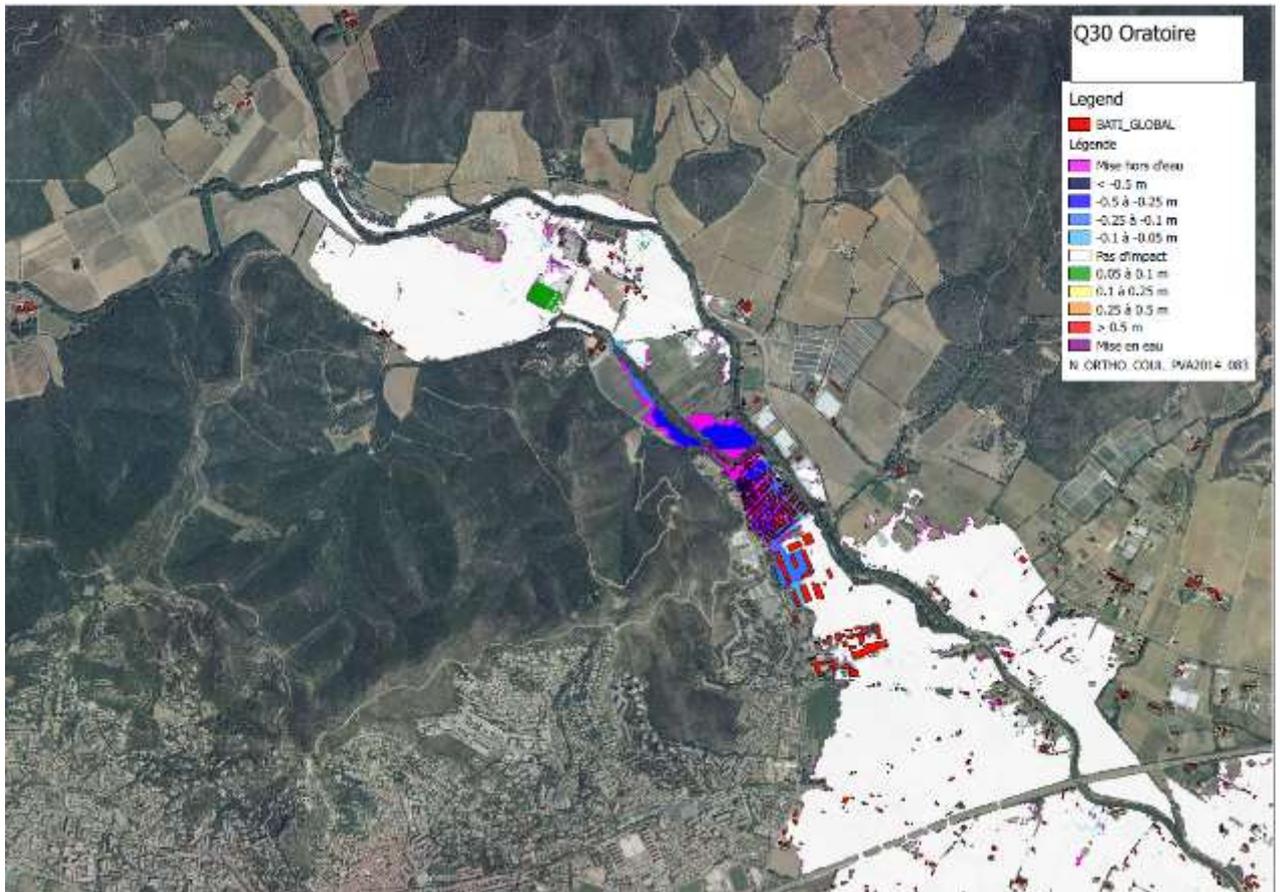
L'opération de restauration morphologique représente un montant total de 223 200 € HT (cf FA6-16).

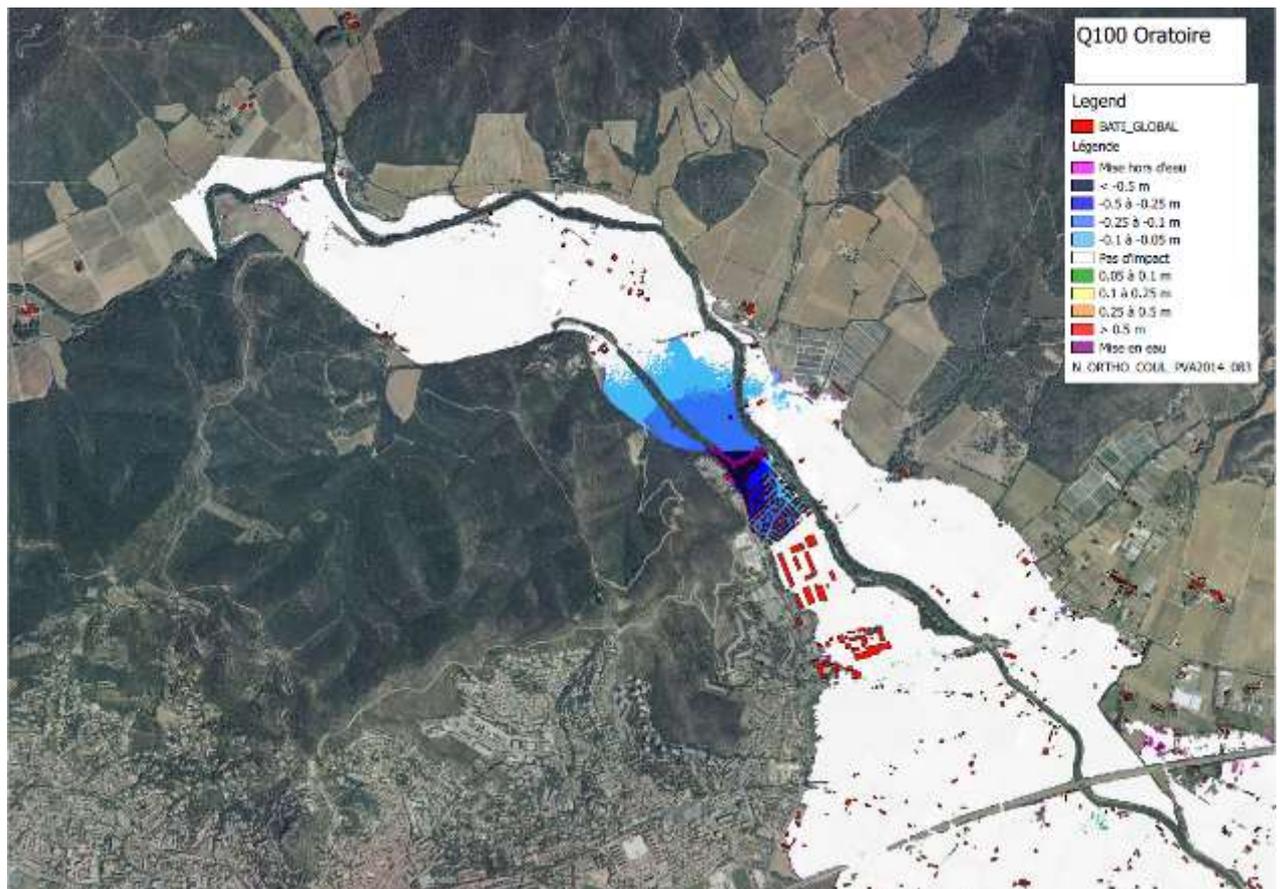
Incidence hydraulique :

Les aménagements de la phase 1 permettent une mise hors d'eau en Q₂₀ de 240 habitations du quartier de l'Oratoire ainsi que la Carrosserie Mécanique de l'Oratoire.

Pour des occurrences de crues supérieures, les hauteurs d'eau sont diminuées de l'ordre de -20 à -50 cm localement.







Scénarios alternatifs non retenus :

Différents scénarios alternatifs ont été testés :

- Endiguement complet de l'Oratoire pour une protection Q_{100} : cet aménagement fera l'objet d'une étude de faisabilité (FA7-2) dans le cadre du PAPI complet. En l'état, les seuils de rentabilité ne sont pas atteints vis-à-vis de l'Analyse Coûts Bénéfices ;
- Endiguement complet de l'Oratoire pour une protection Q_{100} et optimisation partielle de la ZEC de Plan du Pont : cet aménagement prévoyait en plus de la protection totale du quartier la création d'un bassin de rétention sur la partie amont de la ZEC dont le foncier est maîtrisé par la ville d'Hyères. Les modélisations de ces aménagements ont mis en avant l'efficacité limitée de la ZEC en raison des importants volumes de crue mis en jeu ;
- Endiguement complet de l'Oratoire pour une protection Q_{100} et optimisation totale de la ZEC de Plan du Pont : là encore les résultats de modélisation ont mis en avant les travaux nécessaires pour optimiser le fonctionnement de la ZEC et son efficacité relative dans l'écrêtement des débits en raison des importants volumes de crue mis en jeu ;
- Optimisation totale de la ZEC de Plan du Pont seule : la ZEC a été étudiée seule selon le scénario d'aménagement n°3 défini par la SCP. Cet aménagement s'est avéré inefficace au regard des modélisations ;
- Expropriation totale du quartier de l'Oratoire (coût estimé à + de 62 M€) ;
- Expropriation partielle des habitations les plus exposés, en complément des travaux de la phase 1 (environ 5 M€ de coût supplémentaire à la phase 1)

Territoire concerné :

Commune d'Hyères-les-Palmiers

Modalités de mise en œuvre :

Maîtrise d'ouvrage : **SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU**. La maîtrise foncière sera assurée par la Ville d'Hyères.

Durée prévisionnelle :

2020-2023, soit les 4 premières années du PAPI.

Il est précisé que les études réglementaires et de maîtrise d'œuvre seront lancées dans le cadre du PAPI d'intention d'ici la fin d'année 2019 (action 5.3). Cela devra permettre un démarrage dans les meilleurs délais des travaux, sous réserve de la maîtrise foncière.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Etudes	X						
Dossiers réglementaires		X	X				
Travaux		X	X				

Dossiers réglementaires :

DLE	EDD	CNPN, Natura 2000	Défrichement	Cas par cas / étude d'impact	DIG/DUP	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme	MH – Sites (inscrit ou classé)
Régime d'Autorisation (A), rubriques concernées 3.1.1.0, 3.1.2.0, 3.1.4.0, 3.1.5.0 et 3.2.6.0 à priori	oui	Dossier CNPN (espèces animales et végétales protégées recensées) ; Zone incluse dans ZNIEFF type II 83164100, Zone Natura 2000 ZPS à 366 m, Aire de Protection des Biotopes à 1 km	Oui	Catégorie 10 et 47, étude d'impact au cas par cas (linéaire de reprise > 100 m et défrichement > 0.5 ha)	Non Négociation amiable probable	Non	Non

Contraintes foncières :

- Acquisition pour la création du chenal de déviation : 20 000 m²
- Convention à prévoir avec la Métropole Toulon Provence Méditerranée pour la rehausse de la route qui sera comprise dans le système d'endiguement créé

5-2-2 Solliès-Pont – Réduction du risque d’inondation du quartier des Sénès

Fiches action **FA7-3**

OBJECTIFS : CRUE Q50

- **Lutter contre les inondations** du Gapeau sur le quartier des Sénès et réduire les conséquences dommageables
- **Optimiser le fonctionnement hydraulique et morphologique** de la zone d’expansion de crue des Sénès
- **Réduire la vulnérabilité** des biens et des personnes

Contexte :

Le quartier des Sénès à Solliès-Pont comporte une **quarantaine d’habitations et près de 200 personnes**. Le quartier a été fortement impacté lors de la crue du 19 janvier 1999, dernière crue majeure du Gapeau à Solliès-Pont. Lors de cet épisode, les hauteurs variaient entre 20 et 50 cm en moyenne mais seraient par endroit supérieures à 1m en cas de crue centennale.

Un remblai d’une hauteur d’environ 2 m est situé au droit du quartier, en rive gauche du Gapeau. Au regard de la topographie et de l’aménagement des lieux, il semblerait que ce remblai ait été créé afin de compenser la rehausse de la ligne d’eau engendrée par le seuil de captage des eaux d’irrigation situé au droit du quartier (seuil des Messieurs).

Les modélisations montrent toutefois que ce remblai de protection est inefficace :

- Le remblai est contourné par l’amont dès $Q > Q_5$. Les premiers débordements abordent le quartier des Sénès pour Q_{10} avec des hauteurs d’eau comprises entre 5 et 15 cm.
- Son arasement n’entraîne aucune modification du fonctionnement hydraulique de la zone. Il n’a pas de rôle protecteur vis-à-vis de potentiels débordements latéraux du Gapeau, le quartier étant déjà légèrement surélevé en ce point.

Plus en amont, un muret de hauteur 2.5m/TN est localisé au nord du quartier des Sénès. Selon les témoignages des riverains, une rupture localisée du muret aurait eu lieu lors de la crue de 1999. Les modélisations hydrauliques de ce muret montrent que celui-ci permet un sur-stockage de 7 000 m³ dans la ZEC des Sénès pour un stockage total de 35 000 m³ pour Q_{100} . Une rupture de ce muret pourrait avoir des conséquences non négligeables sur le quartier.

Sur l’aspect morphologique, le Gapeau subit quelques pressions locales en raison de la présence de talus sauvages en rive gauche à l’amont immédiat du quartier. Les berges sont dégradées et la ripisylve en mauvais état.

Description de l’action :

Le présent projet de protection du quartier des Sénès consiste à :

- Réaliser un diagnostic de stabilité du muret en amont du quartier des Sénès et de l’ouvrage de protection en terre compactée en rive gauche,
- Créer une protection du quartier des Sénès par mur submersible au-delà de Q_{50} sur 200 ml,
- Etablir un diagnostic de la digue existante et réaliser des travaux de confortement sur 150 ml,
- Réaliser une restauration morphologique de la berge rive gauche (suppression des contraintes latérales en rive gauche, retalutage de la berge, traitement des invasives et reconstitution de la ripisylve si besoin).

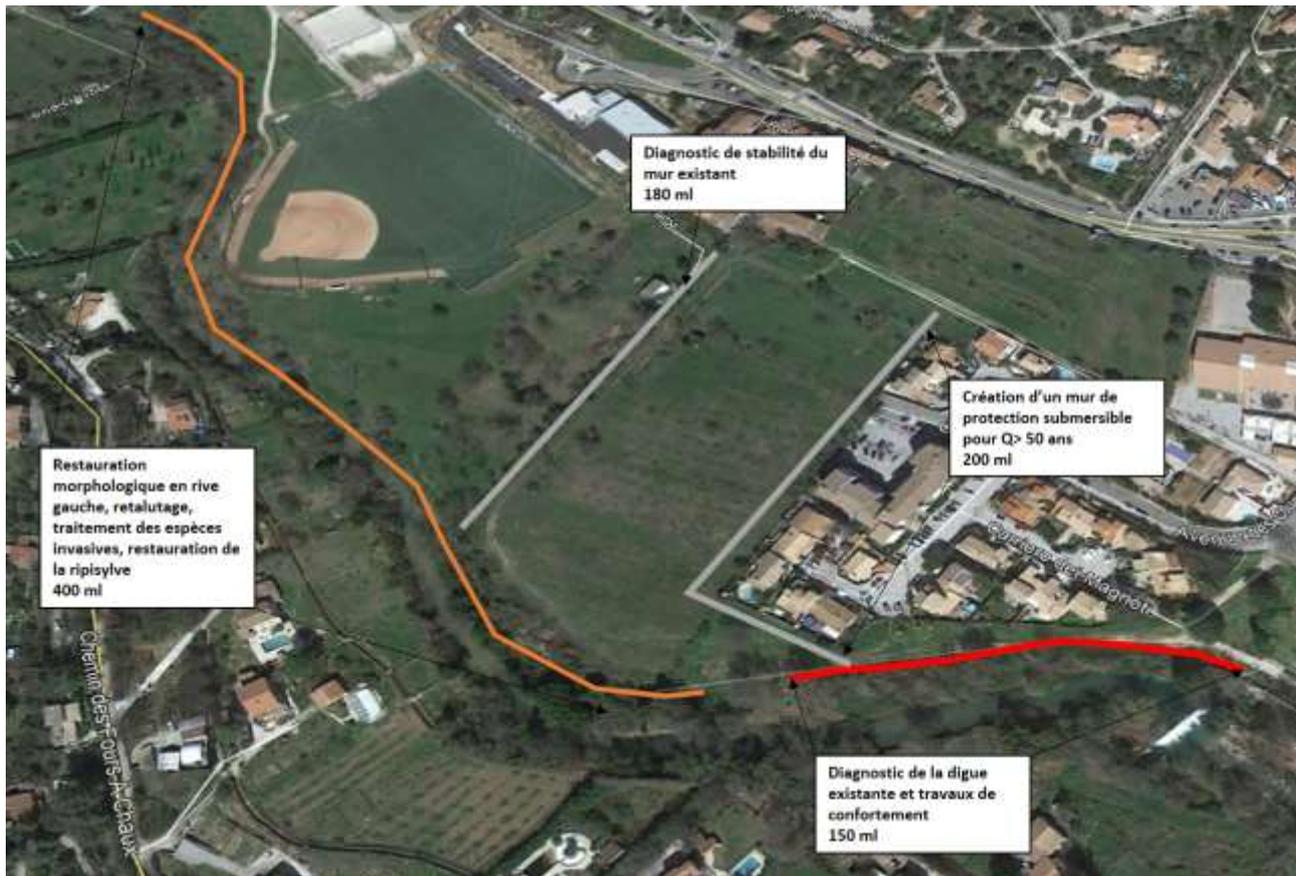


Figure 5. 15 – Aménagements projetés Les Sénès

Descriptif technique détaillé :

» Diagnostic du mur en amont du quartier et de l'ouvrage de protection au droit du quartier

Le mur situé en amont du quartier devra faire l'objet d'un diagnostic de stabilité. Selon les conclusions du diagnostic, un confortement du muret pourra s'avérer nécessaire.

Pareillement, l'ouvrage de protection type digue en terre située en rive gauche au droit du quartier devra faire l'objet d'un diagnostic de stabilité.

» Création d'un mur submersible pour $Q > Q_{50}$:

Un mur submersible sera réalisé à l'amont du quartier sur 200 ml. La surverse s'effectuera par-dessus le mur en direction d'un système de récupération des eaux constitué d'un rip-rap d'épaisseur 50 cm et de largeur 2 m sur lequel sera apposée de la terre végétale

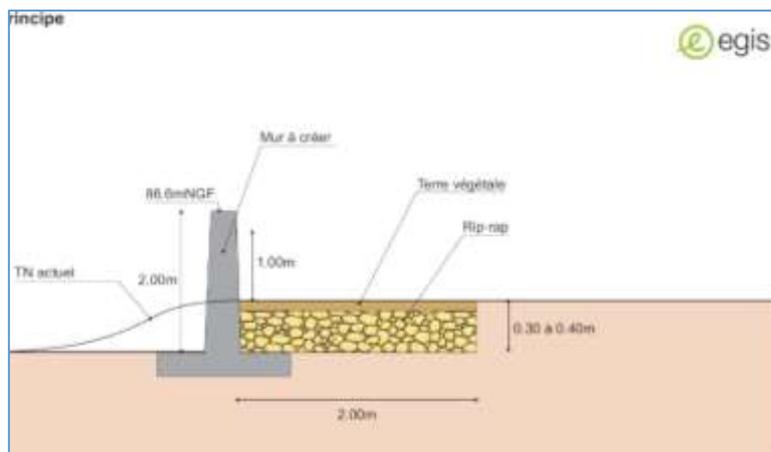


Figure 5. 16 – Coupe de principe et photomontage du mur submersible – Les Sénès

►► **Confortement de l'ouvrage de protection au droit du quartier :**

Une fois le diagnostic de stabilité effectué, l'ouvrage de protection au droit du quartier devra faire l'objet d'opérations de confortement.

►► **Retalutage et traitement des espèces invasives :**

Des opérations de reprofilage des berges par des pentes plus douces seront menées sur 400 ml. La ripisylve fera l'objet d'un traitement permettant notamment l'élimination des espèces invasives proliférant sur site.

Le SMBVG et l'Agence de l'Eau envisagent de travailler ensemble sur l'intégration paysagère de ce projet avec l'école de paysage de Versailles basée à Marseille.

Chiffrage détaillé :

Réduction du risque d'inondation du quartier des Sénès				
Opération	Unité	Prix unitaire (H.T.)	Quantité	Coût (H.T.)
Hauteur 2 m/TN, sur 200 ml	ml	2 200 €	200	440 000 €

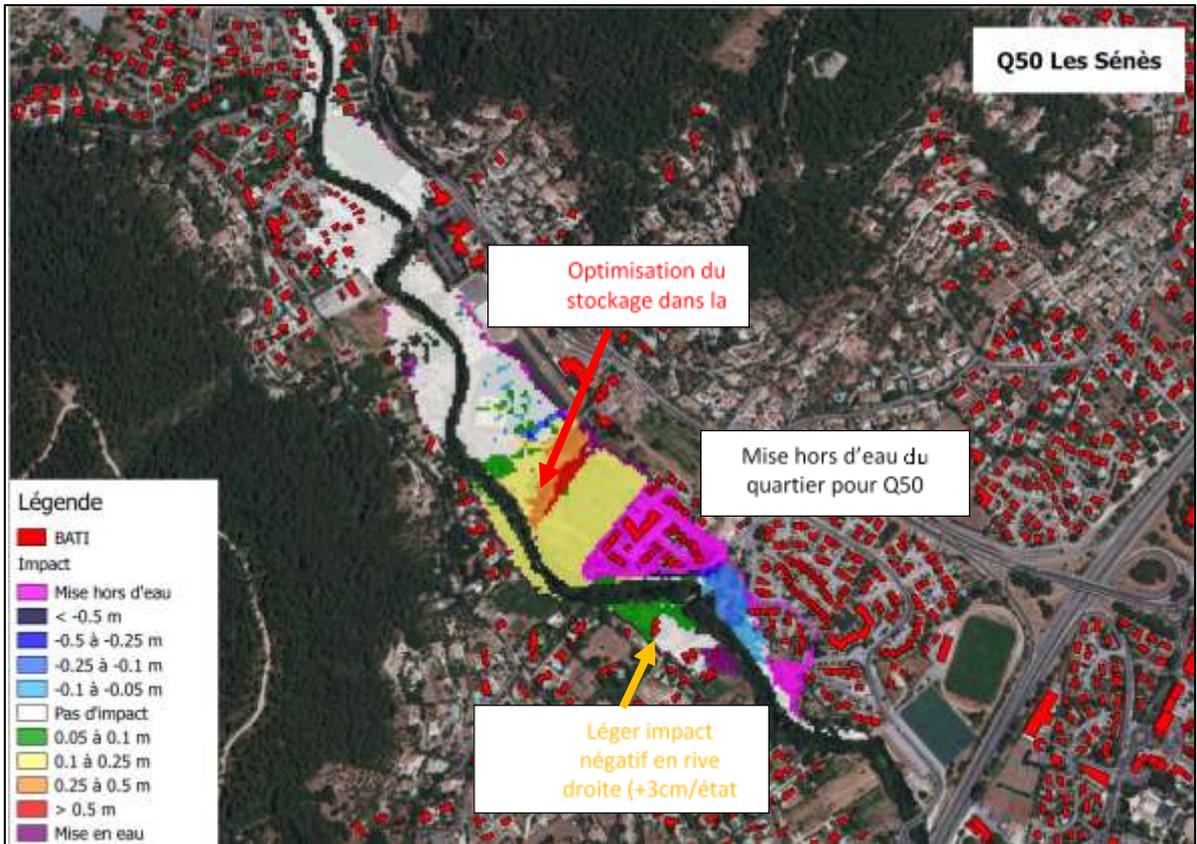
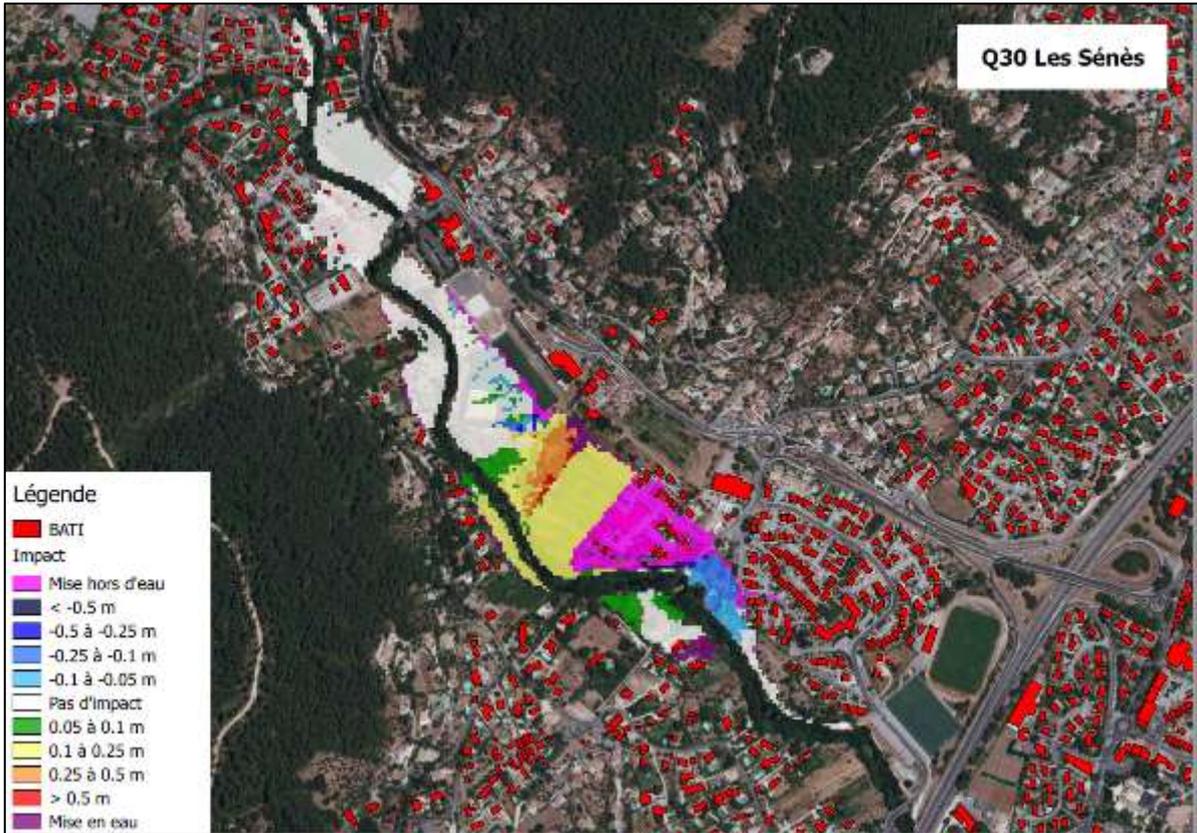
1) Création d'un muret submersible pour Q5>Q50	Système de récupération des eaux de surverse en rip-rap d'épaisseur 50 cm et de largeur 2 m sur lequel sera apposée de la terre végétale	m ² vue en plan	20 €	400	8 000 €
2) Confortement de l'ouvrage de protection au droit du quartier	Digue en terre compactée de hauteur supérieure à 1 m. Traitement sur 150 ml	ml	1 800 €	150	270 000 €
3) Restauration morphologique de la berge rive gauche du Gapeau	Retalutage, techniques végétales, gestion de la ripisylve sur 400ml Site difficile d'accès	ml	650 €	400	260 000 €
Montant total des travaux (hors foncier)					978 000 €
Etudes, MOE, etc. (20% du montant des travaux)					195 600 €
0) Diagnostic de stabilité du muret en amont du quartier des Sénès et de l'ouvrage de protection en rive gauche du quartier		Ft	40000	1	40 000 €
Montant total (travaux, études, MOE, hors foncier)					1 213 600 €
Emprise foncière		m ² vue en plan	7 €	8000	56 000 €
Montant total (travaux, études, MOE, foncier)					1 269 600 €

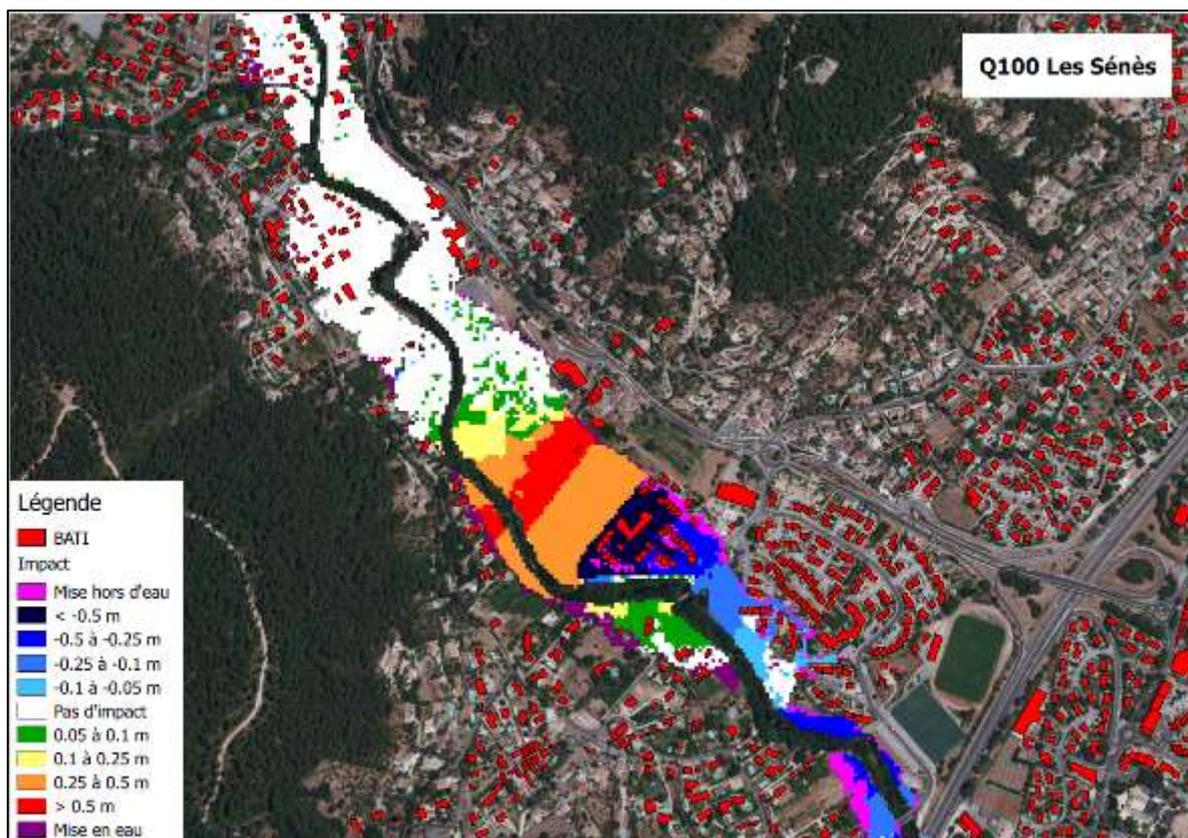
Incidence hydraulique :

L'extrait des modélisations ci-dessous montre que la ZEC en amont des Sénès est optimisée. En effet, la capacité de stockage totale avoisine les 70 000 m³ pour la crue de dimensionnement des aménagements, garantissant ainsi leur neutralité hydraulique.

Il est toutefois important de noter qu'une augmentation de +2 cm des hauteurs d'eau a lieu en rive gauche au droit du quartier des Sénès, concernant 2 habitations. Les hauteurs d'eau résiduelles sont comprises entre 0.5 et 1m, ce qui est considéré comme négligeable et dans la gamme d'incertitude des modélisations.

L'aménagement permet de **mettre hors d'eau la totalité du quartier des Sénès pour une Q50** et d'optimiser le fonctionnement de la zone d'expansion de crue des Sénès. Pour une crue centennale, les gains sur les hauteurs d'eau sont très importants et supérieurs à 50 cm sur une grande majorité du quartier.





Scénarios alternatifs non retenus :

Deux scénarios alternatifs ont été étudiés :

- Endiguement du quartier des Sénès pour mise hors d'eau Q₁₀₀ : cette option n'a pas été retenue en raison d'un impact négatif en rive droite pour trois bâtis à usage d'habitation (+15cm) pour la crue centennale
- Endiguement du quartier des Sénès et de la rive droite pour mise hors d'eau Q₁₀₀ : cette solution n'a pas été retenue bien qu'elle n'entraîne aucun impact négatif en raison des importants coûts liés aux créations de digues et intervention en lit mineur

Territoire concerné :

Commune de Solliès-Pont

Modalités de mise en œuvre :

Maîtrise d'ouvrage : **SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU**. La maîtrise foncière sera assurée par la ville de Solliès-Pont.

Durée prévisionnelle :

2021-2024, soit 4 années.

Le projet démarrera par la réalisation des études réglementaires et de maîtrise d'œuvre, y compris le diagnostic de stabilité du muret.

Les premiers travaux de restauration morphologique pourront démarrer relativement rapidement, la maîtrise foncière étant assurée par la Communauté de communes de la Vallée du Gapeau sur la majorité du linéaire.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Etudes		X					
Dossiers réglementaires		X	X				
Travaux				X	X		

Dossiers réglementaires :

DLE	EDD	CNPN, Natura 2000	Dossier Défrichement	Cas par cas / étude d'impact	DIG/DUP	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme	MH – Sites (inscrit ou classé)
<u>Oui, régime d'Autorisation (A), rubriques concernées : 3.1.2.0, 3.1.4.0, 3.1.5.0 et 3.2.6.0</u>	Oui (système d'endiguement de hauteur 2.5 m/TN)	Dossier CNPN si espèces protégées connues ; ZNIEFF type II 83134100 à 1.8 km, 83166100 à 250 m	Non	Catégorie 10, étude d'impact au cas par cas (linéaire > 100 m)	Non, terrain communal	Non	Non

5-2-3 Cuers – Restauration hydraulique et morphologique du ruisseau St-Lazare

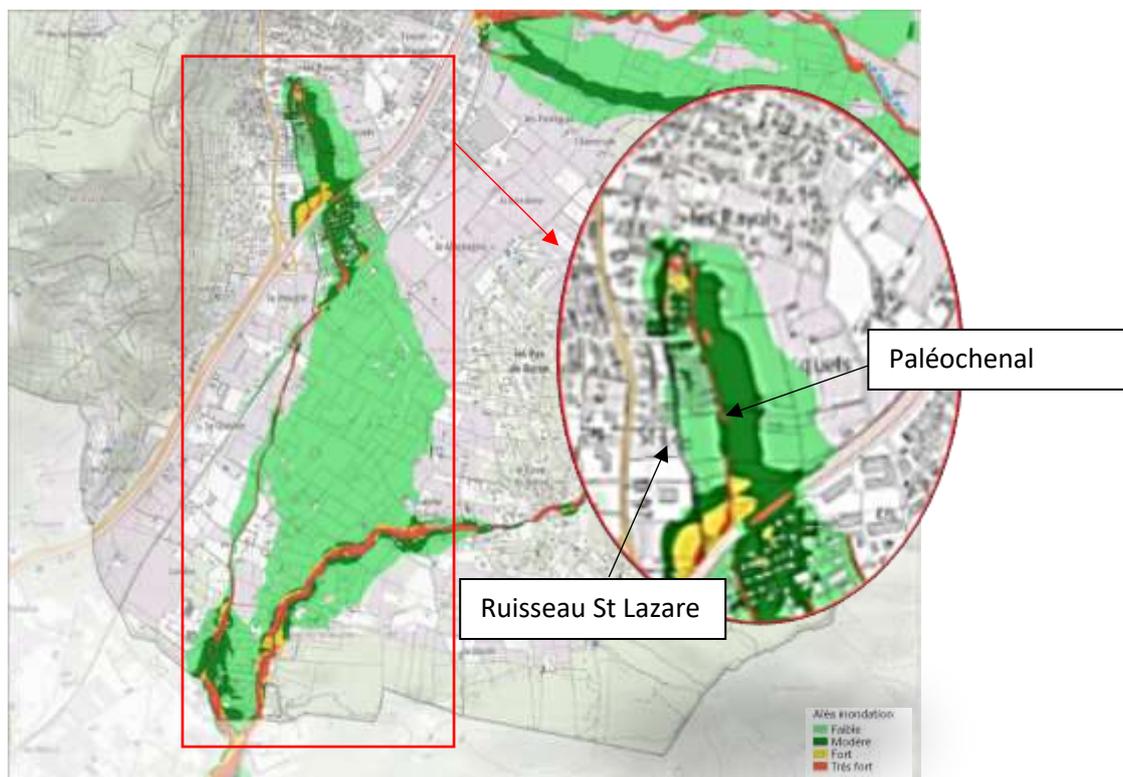
Fiche action **FA6-11**

OBJECTIFS : **CRUE Q10**

- **Restaurer le fonctionnement hydraulique** du ruisseau St Lazare par une opération de restauration morphologique globale de son linéaire ;
- Réduire les conséquences des inondations sur les enjeux les plus exposés ;
- **Redonner un espace de mobilité** et une fonctionnalité au cours d'eau.

CONTEXTE :

Essentiellement d'origine pluviale, les crues du Saint-Lazare se déconnectent rapidement du lit mineur actuel pour retrouver un axe d'écoulement plus favorable en rive gauche (paléochenal). Ceci a pour conséquence de bloquer les accès aux quartiers limitrophes et d'inonder les maisons à proximité et autres enjeux (crèche par exemple). Le cours d'eau est par ailleurs fortement sous-capacitaire puisque des débordements sont observés pour les crues <10 ans. Son tracé rectiligne laisse deviner une intervention anthropique induisant de nombreuses pressions sur ses berges, d'autant plus que de nombreux ouvrages sous-capacitaires limitent les écoulements.



La cartographie d'aléa ci-dessus montre l'étendue des débordements du Saint-Lazare pour une crue de référence PPR. En amont de l'autoroute, le paléochenal emprunté par les débordements est clairement visible tandis que l'effet barrage de l'A57 ne fait pas de doute.

L'ouvrage de franchissement de l'autoroute A57 (LAZ_OH_12) est sous-capacitaire et entraîne un effet de sur-stockage en amont. Sa capacité actuelle permet de ne laisser passer qu'un débit de 4 m³/s. Son sous-dimensionnement induit l'inondation de deux habitations situées en amont de l'autoroute avec des hauteurs d'eau dépassant rapidement les 1 m.

4 autres ouvrages de franchissement, situés sur la partie amont du ruisseau et dans la traversée de lotissements, sont également sous-capacitaires : LAZ_OH_13, LAZ_OH_14, LAZ_OH_15, LAZ_OH_16. Les débits capacitifs de l'ensemble de ces ouvrages sont compris entre 1.5 m³/s et 4 m³/s. Ils sont donc sous-capacitaires dès une crue d'occurrence 5 ans. 3 de ces ouvrages sont communaux, 1 est privé.

Outre le sous-dimensionnement de ces ouvrages, il s'avère qu'un ouvrage de décharge sous l'autoroute A57 situé sur l'avenue des Bousquets est responsable de la sur-inondation du quartier et de la ZAC limitrophes.

En effet, un collecteur pluvial sous-dimensionné pour pouvoir récupérer les écoulements traversant en souterrain l'A57 est situé à l'aval de l'ouvrage de traversée. Les débordements s'écoulent alors préférentiellement en direction des habitations voisines plutôt que de rejoindre le lit mineur.

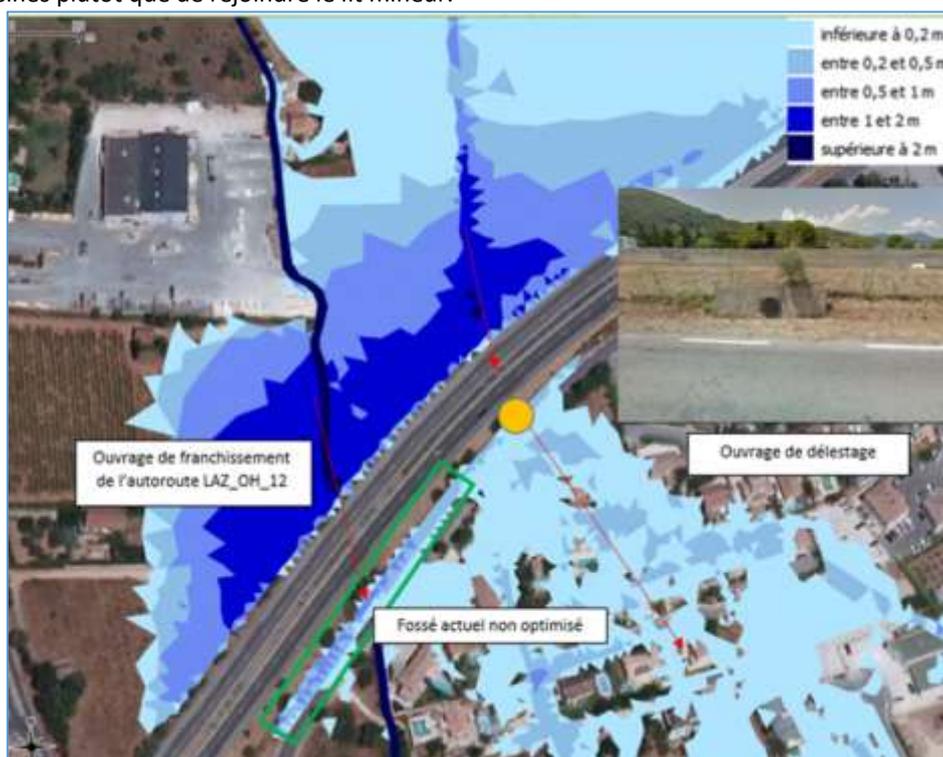


Figure 5. 17 - Fossé non optimisé en pied de l'ouvrage de délestage sous A57

Le ruisseau du Saint Lazare est, à l'aval de la traversée de la voie ferrée, fortement contraint latéralement sur sa rive gauche par une route secondaire.

En rive droite, l'occupation du sol est agricole. Le cours d'eau a tendance sur ce secteur à s'inciser verticalement et à provoquer des érosions de berge, localement traitées (côté route) par des protections type génie civil, ce qui vient aggraver le processus d'incision.

Figure 5. 18 - Contraintes latérale Saint Lazare

Certaines portions du cours d'eau ne peuvent absorber plus qu'un débit quinquennal (environ 10 m³/s)



DESCRIPTION DE L'ACTION :

Il est proposé de :

- De réaliser une **restauration morphologique et capacitaire** du lit mineur pour limiter les débordements en zone urbanisée en amont de la voie ferrée
- De reprendre les **ouvrages de desserte** sous-capacitaires (4 ouvrages)
- D'élargir et de **connecter le fossé actuel en pied d'autoroute** jusqu'à l'ouvrage de décharge afin de rediriger les débordements vers le Saint-Lazare
- De réaliser une **restauration hydromorphologique** en aval de la voie ferrée sur plusieurs tronçons (800ml)
- De renforcer l'entretien et la surveillance des ouvrages et buses de l'A56 (ESCOTA)



» Restauration morphologique et capacitaire du Saint-Lazare en amont de la voie ferrée :

En amont de la voie ferrée, une restauration morphologique et capacitaire du cours d'eau sera effectuée de manière à transiter un débit décennal ($20 \text{ m}^3/\text{s}$) sur un linéaire de 1300 m pour une pente moyenne de 0.01 m/m. La commune a fait part lors des réunions de concertation de sa volonté de racheter les berges du cours d'eau afin de permettre ces travaux et de réaliser les aménagements de restauration de façon à permettre un cheminement piétonnier. Des rambardes en bois sécuriseront les abords du cours d'eau sur l'intégralité de l'aménagement.

De section trapézoïdale, le cours d'eau aura les dimensions suivantes : largeur en fond 4 m, largeur en gueule 6 m, profondeur 1 m. Les berges pourront être aménagées par des risbermes afin de diversifier les habitats. Au regard des vitesses d'écoulement et des forces tractrices, ces aménagements pourront être réalisés en utilisant un matelas de géotextile et des ensemencements d'espèces herbacées ou en fascines de saule (force tractrice = 140 à 220 N/m^2)

Le lit mineur serait aménagé de sinuosités et de différents substrats afin de diversifier les habitats et permettre une reconquête écologique du cours d'eau.

» Reprise des ouvrages sous-capacitaires :

L'ensemble des ouvrages de desserte des quartiers sera remplacé par des cadres en béton de largeur 5 m et de hauteur 1.2 m. L'ouvrage sous le chemin Saint Jean (aval voie ferrée) devra également être remplacé. L'ouvrage LAZ_OH_13 sera supprimé et le cours d'eau réouvert sur la longueur.

» Reprise et extension du fossé pluvial pour connexion à l'ouvrage de décharge de l'A57 :

Le fossé sera aménagé sous la forme d'un trapèze enherbé de pente 0.01 m/m, de largeur de fond 0.5 m, largeur en gueule 2 m à progressivement une largeur de fond 1 m pour une largeur en gueule de 3 m sur une profondeur de 1 m. Le linéaire impacté est estimé à 100 ml. Il sera connecté à l'ouvrage de décharge de l'A57 afin de rediriger les eaux vers le lit mineur du St Lazare.

Un muret de moins d'un mètre de hauteur sera créé en sorti d'ouvrage afin d'éviter tout débordement indésirable en direction de la route et des habitations voisines.

Le fond du fossé sera réalisé en béton afin d'éviter tout désordre sur les infrastructures routières (affouillements).



Figure 5. 19 - Photomontage d'aménagement d'un fossé pluvial pour connexion de l'ouvrage de délestage de l'a57

» Restauration morphologique en aval de la voie ferrée :

En ce qui concerne le secteur à l'aval de la voie ferrée. Le lit mineur sera aménagé en risbermes et les talus reprofilés sur un linéaire d'environ 800 ml.

Le Saint Lazare fera l'objet d'une restauration physique sur plusieurs tronçons en vue d'améliorer la qualité écologique et réduire les impacts négatifs sur les infrastructures routières. Sur ces sites de restauration et afin de contrôler l'incision des petits seuils de fond seront installés : 1 par site, à placer au-delà des contraintes foncières, là où les problématiques d'incision sont les plus fortes.

Les seuils auront des hauteurs maximales de l'ordre de 40 à 50 cm et seront ancrés sur 1 m de profondeur dans le lit mineur et 1 m dans la berge.

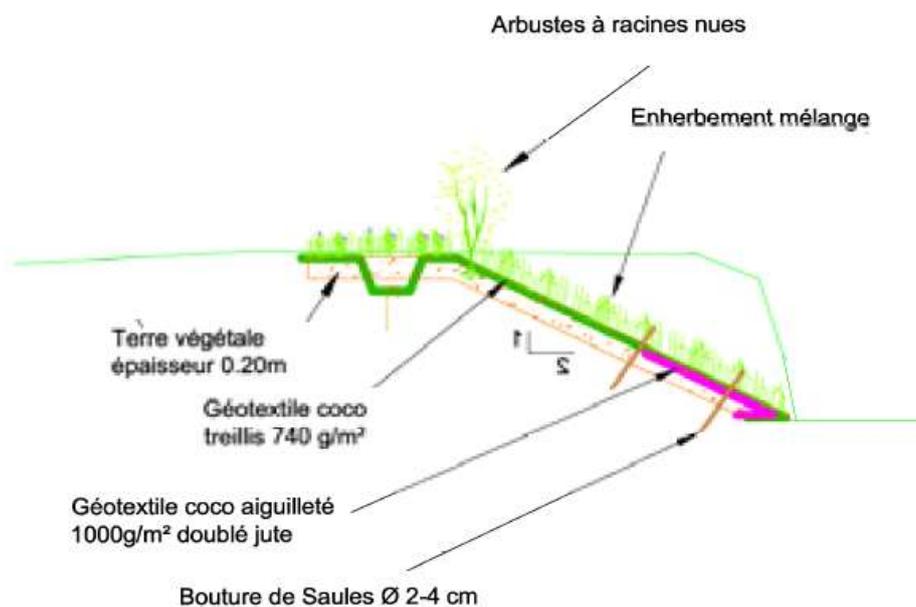
En plus de ces petits aménagements transversaux, les formes du lit seront reprises avec un retalutage de rive gauche et la création de petites risbermes en pied de berge droite (au pied de la route) afin de réduire les contraintes des écoulements sur cette partie du lit. En raison des forces tractrices mises en jeu, des réalisations de matelas en géotextile et d'herbacées peuvent être envisagés (force tractrice comprise entre 45 N/m² et 180 N/m² respectivement pour Q₅ et Q₁₀₀)

Technique de protection	Seuil maximal d'application (N/m ²)
Protection minérale : enrochements, gabions.	+300
Couche de branches ou troillage	300
Fascine de saule	250
Tressages de saule avec pieux battus	180
Saules	140
Herbacées + géotextile	110
Herbacées	80

Par ailleurs, tout comme au niveau de sa traversée du quartier Saint-Lazare, le ruisseau serait aménagé de sorte à diversifier au maximum les habitats (sinuosités, différents substrats, etc.).



Figure 5. 20 – Photomontage de Restauration morphologique du Saint-Lazare



INCIDENCE HYDRAULIQUE :

Les aménagements permettent une mise hors d'eau de 112 bâtis par rapport à l'état actuel à Q_5 , dont 65 à usage d'habitation et 14 éco (soit la totalité des entreprises situées dans la ZAC en aval de l'autoroute A57).

Pour la crue de dimensionnement Q_{10} , 120 bâtis sont mis hors d'eau dont 55 à usage d'habitation et 14 éco.

Pour des crues d'occurrences supérieures, les hauteurs d'eau sont sensiblement diminuées et les débordements en rive gauche du Saint-Lazare en aval de la voie ferrée supprimés jusqu'à Q_{30} .

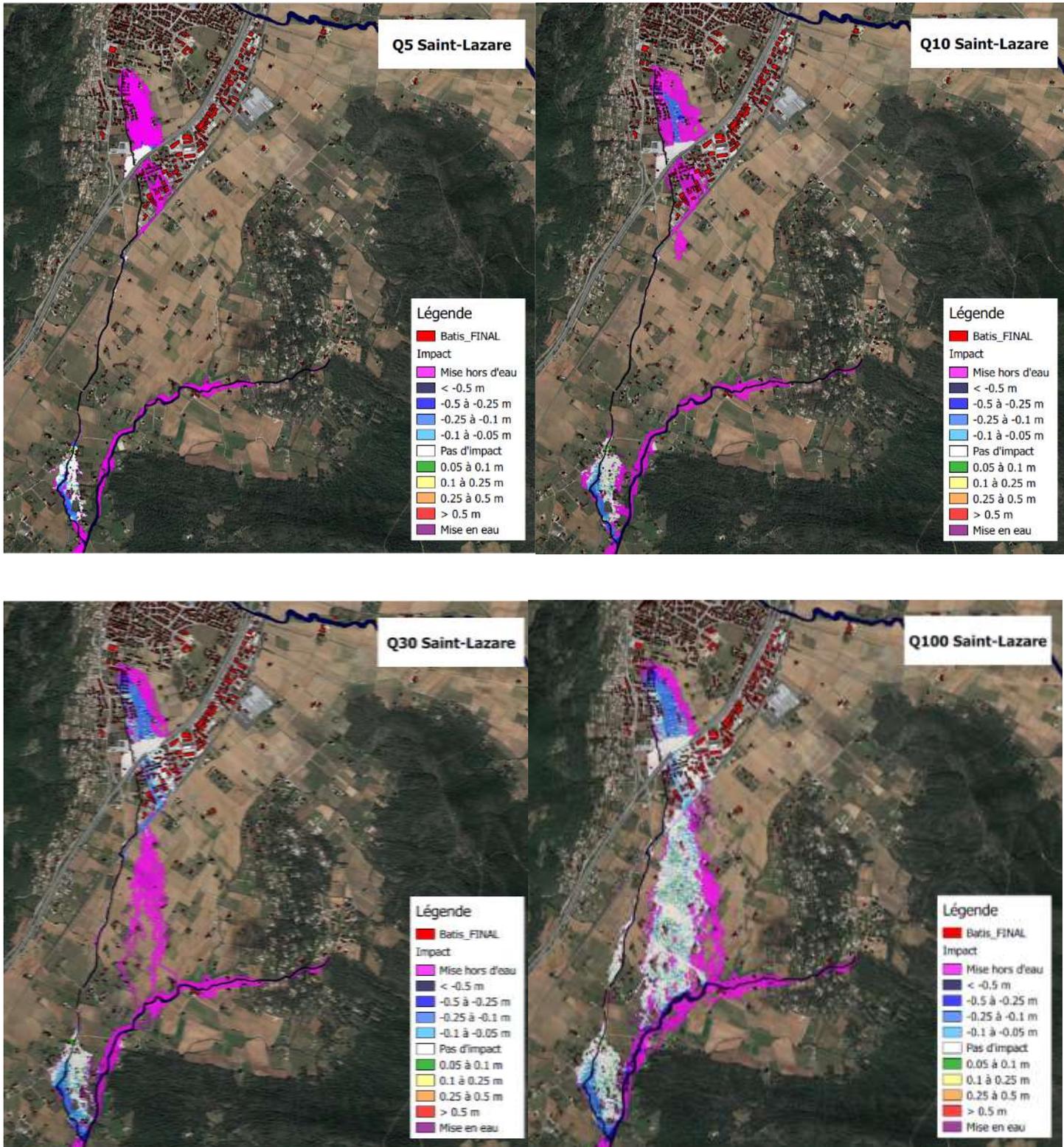


Figure 5. 21 – Impact hydraulique Q5, Q10, Q30 et Q100 – St Lazare

CHIFFRAGE DETAILLE :

Restauration hydraulique et morphologique du ruisseau Saint-Lazare					
Opération		Unité	Prix unitaire (H.T.)	Quantité	Coût (H.T.)
1) Restauration morphologique et capacitaire du Saint-Lazare en amont de l'A57	Terrassement fascine et géotextile	ml	400 €	1300	520 000 €
2) Reprise des ouvrages sous-capacitaires	3 Cadres en béton de largeur 5 m, épaisseur de voile 0.5 m et de hauteur 1.2 m, voirie de 6m	m ² vue en plan	3 000 €	108	324 000 €
3) Reprise du fossé pluvial en aval de l'A57 pour connexion à l'ouvrage de décharge sous autoroute	Fossé terrassement	ml	50 €	100	5 000 €
	Création de murets en sortie d'ouvrage de hauteur 1 m sur 7 ml	ml	200 €	7	1 400 €
	Création d'une dalle béton sur 8 m ² en sortie d'ouvrage	m ² vue en plan	100 €	8	800 €
4) Restauration morphologique entre la voie ferrée et l'A57	Elargissement en rive droite du ruisseau	ml	150 €	600	90 000 €
5) Reprise de l'ouvrage du chemin Saint Jean	Cadre portée 5 m H 2 m voirie 7 m	m ²	4 000 €	35	140 000 €
6) Restauration morphologique en aval de la voie ferrée sur 450 ml protection du chemin Saint Jean	Installation de seuils de fond par site de restauration morphologique	Unité	2 500 €	6	15 000 €
	Elargissement capacitaire Linéaire : 800 m	ml	150 €	800	120 000 €
	Végétalisation des risbermes, bandes enherbées et récréation de sinuosités, diversification de substrats, création de risbermes	m ² vue en plan	10 €	1350	13 500 €
Montant total des travaux (hors foncier)					1 229 700 €
Etudes, MOE, etc. (20% du montant des travaux)					245 940
Montant total (travaux, études, MOE, hors foncier)					1 475 640
Emprise foncière		néant			- €
Montant total (travaux, études, MOE, foncier)					1 475 640 €

CONTRAINTES :

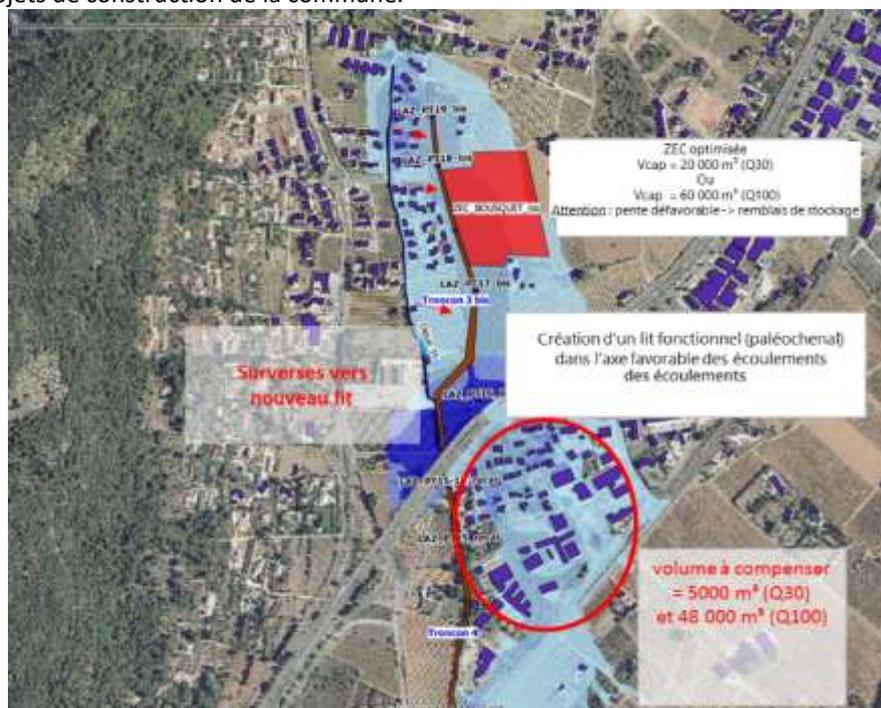
DLE	EDD	CNPN, Natura 2000	Dossier Défrichement	Cas par cas / étude d'impact	DIG/DUP	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme	MH – Sites (inscrit ou classé)
Oui, régime d'Autorisation (A), rubriques concernées : 3.1.1.0, 3.1.2.0, 3.1.5.0. et 3.1.4.0 à priori non concernée (génie végétal)	Non	Dossier CNPN si espèces protégées connues ; ZNIEFF type II 83165100 à 2.9 km, 83164100 à 3.7 km et 83134100 à 2 km.	Non	Catégorie 10, étude d'impact au cas par cas (linéaire de reprise > 100 m)	DIG probable, Accord des propriétaires pour restauration morphologique	Non	Non

MAITRISE D'OUVRAGE : SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU & Ville de CUERS (pour la reprise des ouvrages hydrauliques et l'ouvrage de décharge de l'A57).

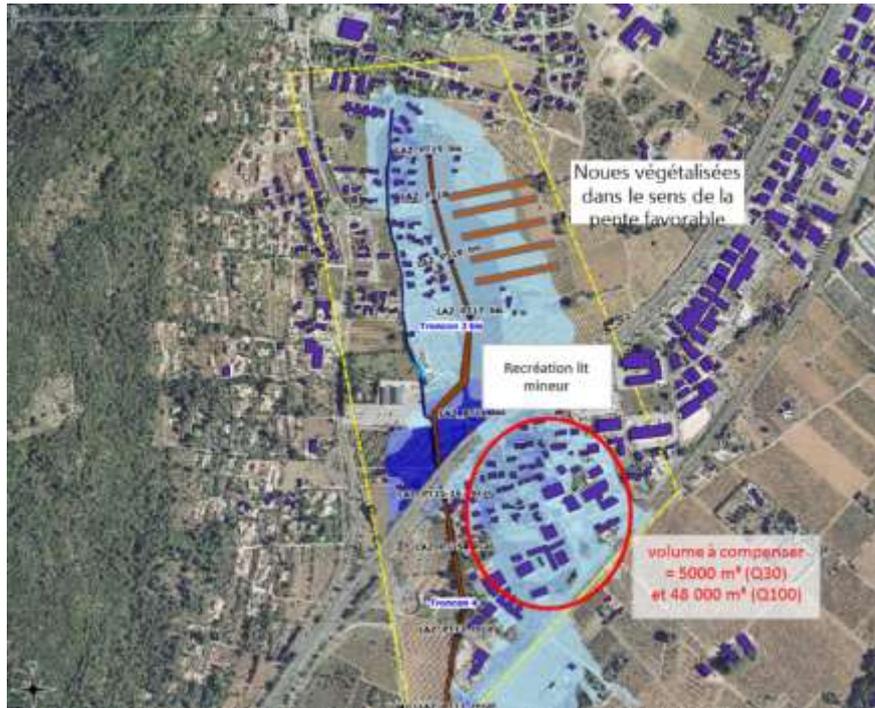
DUREE DES TRAVAUX : Travaux d'aval en amont à réaliser sur 2 saisons hydrologiques, durée totale 12 mois. Travaux à caler avec les projets de développement de la ville de Cers dans le quartier.

SCENARIOS ALTERNATIFS : Trois scénarii ont été étudiés mais n'ont pas été retenus :

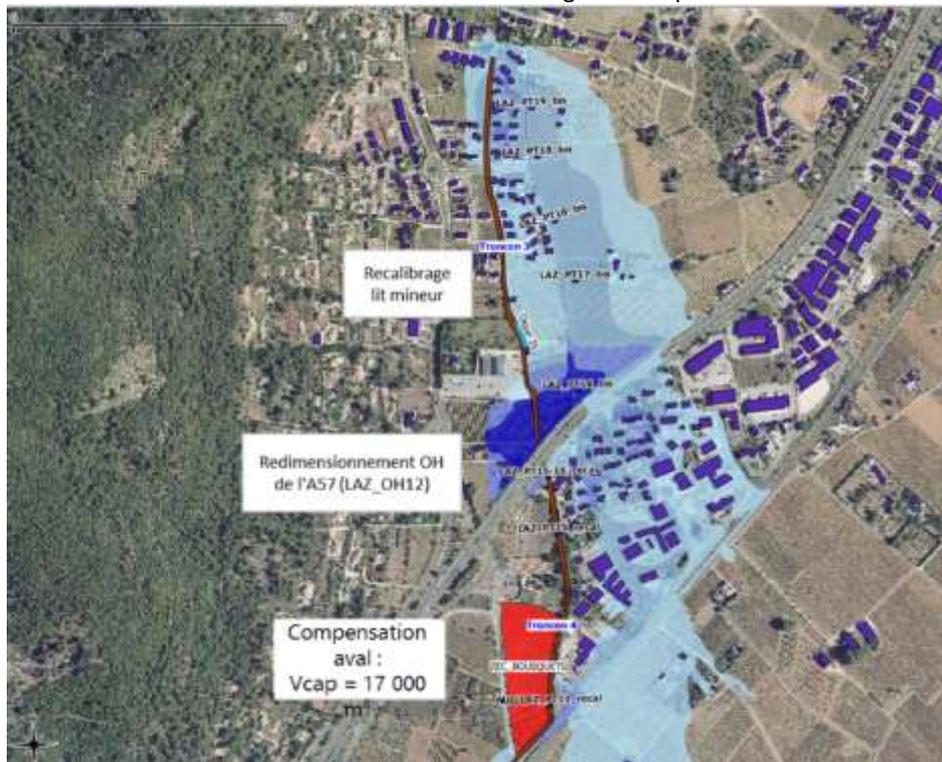
- Création d'un lit de délestage du Saint-Lazare et d'une ZEC optimisée: ce scénario envisageait la création d'un lit de délestage du Saint-Lazare dans le paléochenal repris pas ses débordements en rive gauche et la création d'une ZEC optimisée afin d'écrêter les débits en amont de l'ouvrage de franchissement de l'autoroute et de délester les ouvrages de desserte aux habitations. Ce projet n'a pas été retenu en raison d'une incompatibilité avec les projets de construction de la commune.



- Création d'un lit de délestage du Saint-Lazare et création de noues de stockage perpendiculaires à la pente : l'esprit est identique au scénario précédent mais la ZEC est remplacée par des noues de stockage aménagées dans le sens favorable de la pente. Ces deux scénarios auraient permis de réduire les occurrences de saturation de l'ouvrage de franchissement de l'autoroute A57 et d'éviter de potentielles submersions pour des événements forts. Il a été abandonné en raison d'une incompatibilité au regard des projets de la commune sur la zone.



- Recalibrage du lit mineur actuel, reprise de l'ouvrage de franchissement de l'autoroute et création d'une ZEC optimisée à l'aval pour compenser les débits : scénario non retenu en raison des coûts importants liés aux travaux sous autoroute et à la nécessité de réaliser un ouvrage de compensation.



5-2-4 Solliès-Pont – Programme d'aménagement du ruisseau Ste-Christine

Fiches action **FA6-8**

OBJECTIFS : **CRUE Q10 A Q30**

- **Lutter contre les inondations** du ruisseau Ste-Christine et réduire les conséquences dommageables sur l'axe routier
- **Restaurer le fonctionnement naturel** d'une partie du cours d'eau
- **Réduire la vulnérabilité** des biens et des personnes

Contexte :

La Zone d'Activité Commerciale (ZAC) de Sainte-Christine, située sur la commune de Solliès-Pont, est fréquemment soumise à des phénomènes d'inondations par ruissellement et par débordements du cours d'eau (dès Q5) du Sainte-Christine. La zone densément urbanisée contribue à aggraver le phénomène de ruissellement et de montée rapide des eaux du Sainte-Christine. Par ailleurs, le lit mineur du cours d'eau subit d'importantes pressions puisque celui-ci est sur la majorité de son linéaire artificialisé (portions busées, caniveau bétonné, déviations, etc.).

D'après les éléments du diagnostic approfondi du territoire, **489 personnes seraient impactées pour une Q₅, 1 155 pour une Q₁₀₀, ainsi qu'entre 6 (Q₅) et 16 (Q₁₀₀) entreprises.**

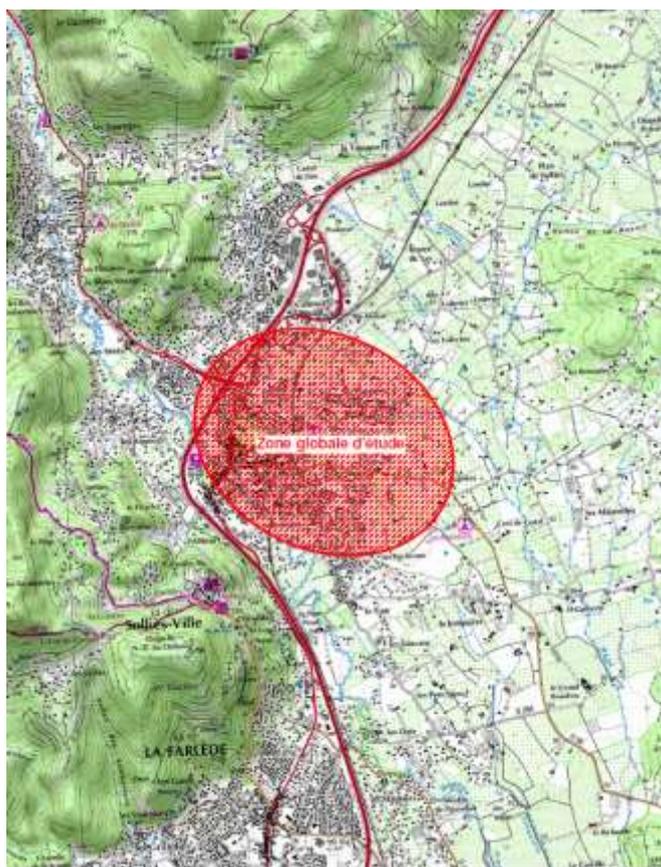


Figure 5. 22 – Localisation du projet Ste-Christine

La commune de Solliès-Pont a souhaité mettre à jour l'étude hydraulique du cabinet Daragon Conseil en date de 1996 qui a permis de définir un programme d'aménagements globaux à l'échelle du bassin versant du Cubertix. Ce programme a débouché sur un premier arrêté préfectoral d'autorisation de travaux **en date du 14 septembre 1998** à la suite d'une enquête publique menée en vertu de l'article 10 de la loi sur l'eau de l'époque. Un certain nombre d'opérations autorisées à cette époque ont été réalisées :

Bassin versant	Type d'aménagement	Tronçon / Détail	Avancement
Ruisseau Sainte Maïsse	Recalibrage	Confluence Petit Réal - Chemin des Ruscats	Réalisé
		Chemin des Ruscats – Chemin des Renaudes	Réalisé
		Chemin des Renaudes – chemin rural	Réalisé
		Chemin rural - Chemin des Fourches	Réalisé
	Ouvrages de traversée	Chemin des Ruscats	Non réalisé
		Chemin des Renaudes	Non réalisé
Bassin de rétention	3200 m ³ en amont de la voie ferrée	Non réalisé	
Ruisseau Andues	Recalibrage	Chemin des Andues – autoroute A57	Réalisé
	Bassin de rétention	35 000 m ³ en amont de la voie ferrée	Non réalisé
Ruisseau Sainte Christine	Recalibrage	Confluence Petit Réal – rejet pluvial	Non réalisé
		Amont autoroute A57	Réalisé
		Traversée chemin n°32	Non réalisé
	Dérivation	Amont de l'autoroute A57, vers le Gapeau	Réalisé
	Bassins de rétention	5000 m ³ en amont de la voie ferrée	Non réalisé, parcelles en cours d'acquisition
		13 600 m ³ en aval de la voie ferrée (site des Laugiers Sud)	Non réalisé
	Aménagement du réseau pluvial	Alimentation du bassin de 13800 m ³ projeté	Non réalisé
Construction de 3 ouvrages de surverse		Non réalisé	

Les travaux en amont de l'autoroute A57 ont consisté :

- En la dérivation vers la Gapeau du **débit décennal du Cubertix de 5,1 m³/s** par l'aménagement d'une lame déversante, le surplus passant sous l'autoroute dans le cadre existant en cas de crue supérieure



Figure 5. 23 – Dérivation existante du débit du Cubertix

- Aménagement d'un cadre 2 * 1 m vers la Gapeau pour récupérer le débit de 5,1 m³/s



Figure 5. 24 – Déversoir sous l'A57

Une partie des aménagements prévus en 1998 n'ayant pas été réalisée, la commune a souhaité mettre à jour la cohérence hydraulique du secteur pour faire face aux projets d'urbanisation liés à son développement.

En 2016, le bureau d'études INGEROP a alors élaboré un dossier loi sur l'eau validé **par arrêté préfectoral du 25 juillet 2018** autorisant la réalisation progressive d'aménagements hydrauliques jusqu'en 2035. Ces aménagements ont pour objectif de garantir la neutralité hydraulique de l'urbanisation à horizon PLU de la commune jusqu'à une occurrence de crue trentennale.

Attention : il n'est pas question ici de mise hors d'eau complète de la zone mais bien une réduction de l'aléa avec restauration morphologique sur certains linéaires et à terme la neutralité des projets d'urbanisation à l'horizon PLU.

Dans le cadre de présente étude, en vue de la réalisation du PAPI du Gapeau et à la demande de la commune, ces aménagements ont fait l'objet d'une modélisation hydraulique couplée 1D/2D afin d'en tester leur validité.

Le diagnostic porté par INGEROP dans son étude de 2016 est confirmé par les simulations réalisées dans le cadre de cette étude.

L'ouvrage sous l'A567 est constitué juste après l'ouvrage de répartition par un cadre de 3*1,5m, réduit en **partie terminale à un DN1500**. Ce diamètre limite donc les écoulements potentiels en aval de l'A57 à sa capacité maximale **estimée à 4 m3/s environ**.

La répartition des eaux de ruissellement produite par le vallon de Cubertix en amont de l'A567 peut être schématisée de la façon suivante :



Les aménagements proposés en amont de l'A57 visent à **organiser les écoulements qui s'effectuent actuellement** sur la rue du commandant L'Herminier **en direction du Gapeau** pour limiter l'inondation des lotissements limitrophes.

Description de l'action :

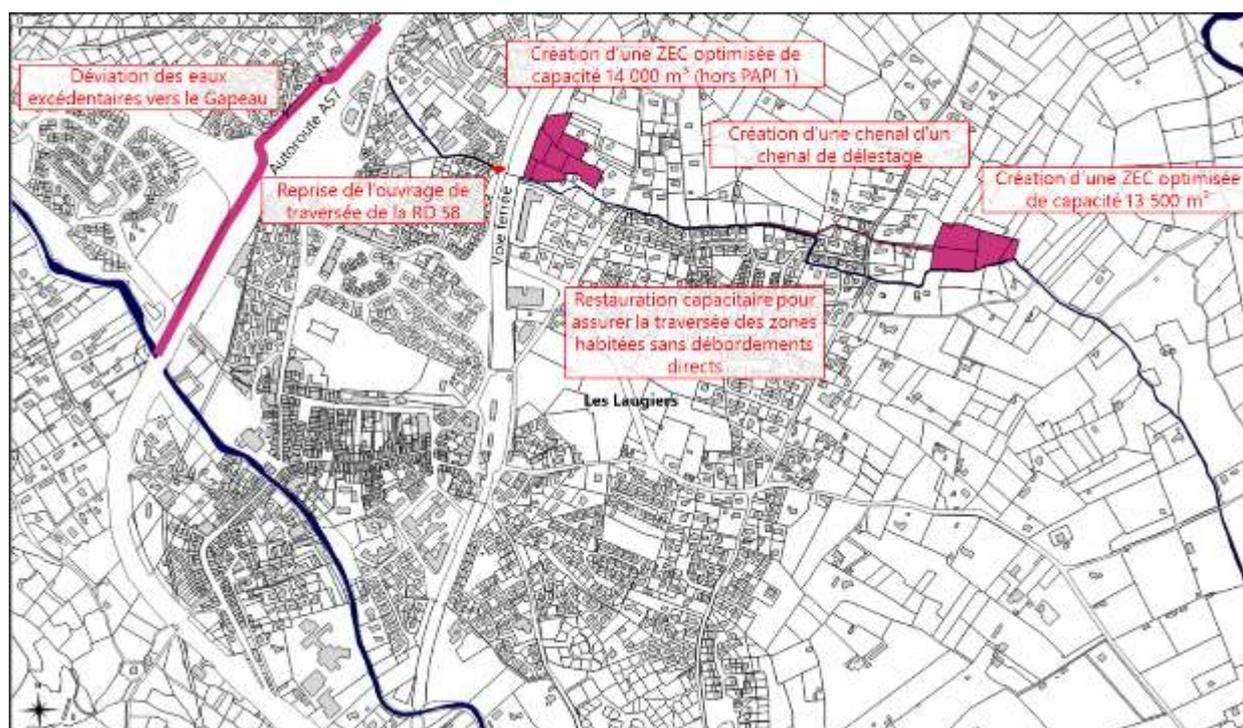
Le programme d'aménagement du Cubertix reste volontairement fidèle au contenu de l'arrêté préfectoral de juillet 2018.

Il comporte dans son ensemble les actions suivantes :

- Création d'un dispositif d'accompagnement vers le Gapeau des eaux excédentaires le long de l'autoroute A57, en doublant celui actuellement existant
- Redimensionnement de l'ouvrage de traversée de la RD58,
- Restauration capacitaire du lit mineur de Ste-Christine et des ouvrages pour assurer la traversée sans débordement des zones urbanisées,
- Création d'une Zone d'Expansion des Crues optimisée pour compenser les restaurations capacitaires au niveau des traversées urbaines.

N.B. : A noter par ailleurs que le schéma d'aménagements défini par INGEROP prévoyait initialement la création d'une ZEC optimisée de stockage 14 000 m³ en aval de la voie ferrée. Or, la date de réalisation de cet aménagement est définie à une échéance en-dehors de celle fixée pour le PAPI 1 du Gapeau. De plus, la modélisation de cet aménagement a permis de mettre en évidence une atteinte de capacité maximale rapide du bassin (déversement dès Q₅, cf. incidence hydraulique). Une optimisation de cet ouvrage pourra être proposée pour le PAPI 2 sous réserve d'études complémentaires.

Descriptif des opérations proposées :



Descriptif technique détaillé :

» Dérivation des eaux excédentaires vers le Gapeau :

Au regard du fonctionnement hydraulique du bassin versant du Gapeau à Solliès-Pont et du Ste-Christine, la survenue simultanée du pic de crue des deux cours d'eau est peu probable. Il est donc possible de réaliser un canal de déviation des eaux excédentaires en provenance du bassin amont du Ste-Christine vers le Gapeau.

Le caniveau existant le long de l'A57 sera doublé. Selon les emprises disponibles, il sera aménagé en :

- Un canal en béton de 2x1.75m progressivement élargi d'amont en aval à 2.5x1.5m
- Un collecteur enterré en béton de type dalots progressivement élargis de 1x1m à 2.5x1.5 m d'amont en aval.

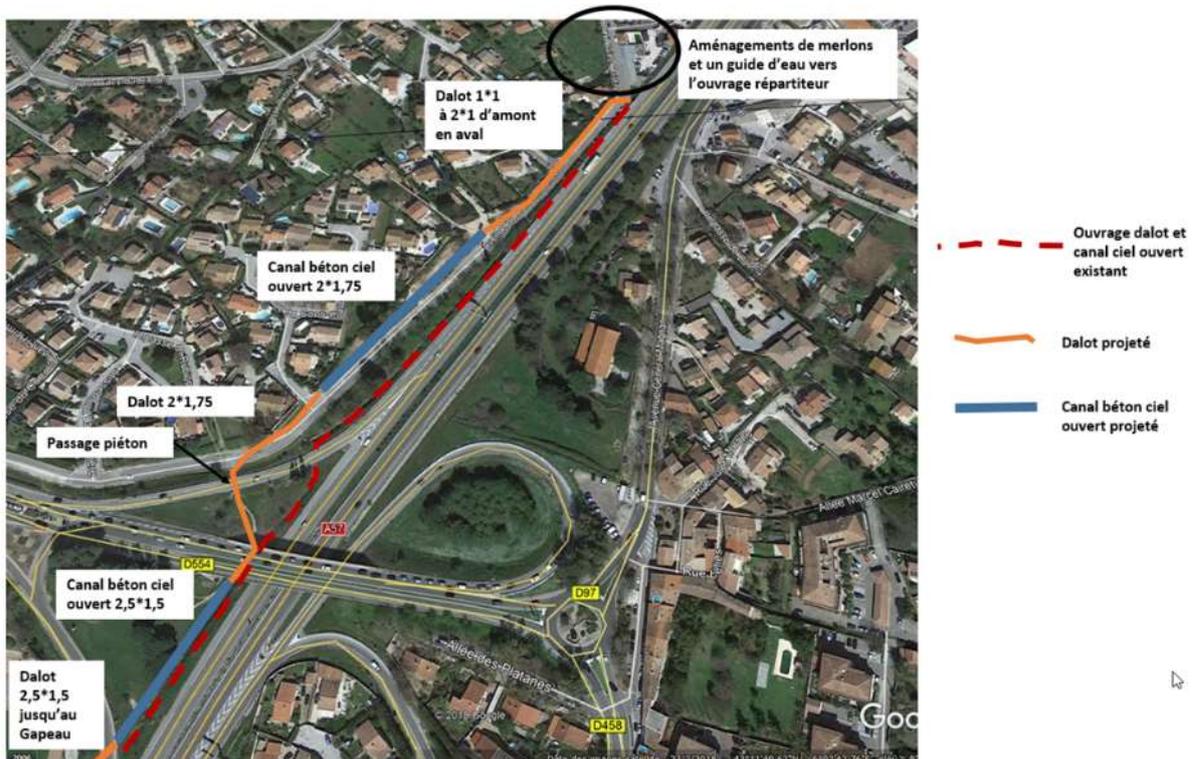


Figure 5. 25 – Doublement du fossé existant en amont de l’A57

Les opérations nécessaires à la réalisation de la déviation des eaux excédentaires vers le Gapeau consistent en :

- L’aménagement de dispositifs pour améliorer l’entonnement des eaux s’écoulant en surface vers l’ouvrage répartiteur



Figure 5. 26 – Aménagement d’un ralentisseur pour rediriger les écoulements vers le répartiteur

Le chemin de Ste Christine est, dès une pluie biennale, inondé par les écoulements de surface. Un ralentisseur pourra être aménagé pour faciliter l’entonnement vers l’ouvrage répartiteur. Des merlons de bord de voiries limiteront les entrées d’eaux dans les propriétés riveraines.

- La rehausse du déversoir à la cote 83,3 mNGF pour limiter à l'évènement exceptionnel le passage sous l'A57

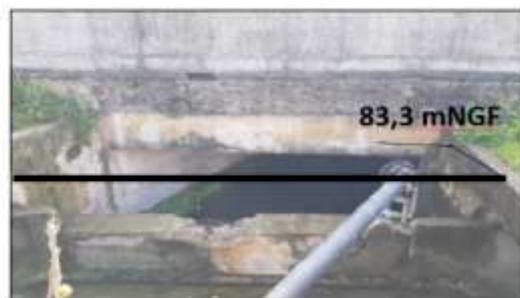
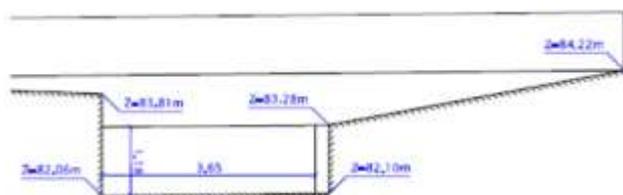


Figure 5. 27 – Rehausse du déversoir

- Un **dalot** allant progressivement de 1*1m à 2*1m sur une distance de 140 ml
- Un **canal ciel ouvert** avec fond béton ou naturel de 2*1,75m sur une distance de 130 ml
- Un **dalot** de 2*1,75m passant sous le passage piéton sur une distance de 130 ml

Figure 5. 28 – Principe de franchissement par le passage piéton sous la bretelle de sortie



- Un **canal béton ciel ouvert** de 2,5*1,5m sur une distance de 130 ml
- Un **dalot** de 2,5*1,5m sous la bretelle d'accès prolongé jusqu'au Gapeau sur 330 ml

Les passages à ciel ouvert permettront ainsi de récupérer les eaux de ruissellement et de réduire les coûts de bétonnage. Les collecteurs pluviaux du lotissement seront repris par ce nouveau dispositif. Le canal d'irrigation reçoit beaucoup d'eaux pluviales des lotissements limitrophes. Une décharge sera organisée vers le dalot projeté pour réduire les débits allant sur l'aval et donc vers le centre-ville de Solliès-Pont.



Figure 5. 29 – Décharge des eaux pluviales du canal d'irrigation vers le dalot projeté

L'exutoire au Gapeau fera l'objet de la mise en place d'un dispositif brise charge adapté au fond du lit pour éviter les érosions.

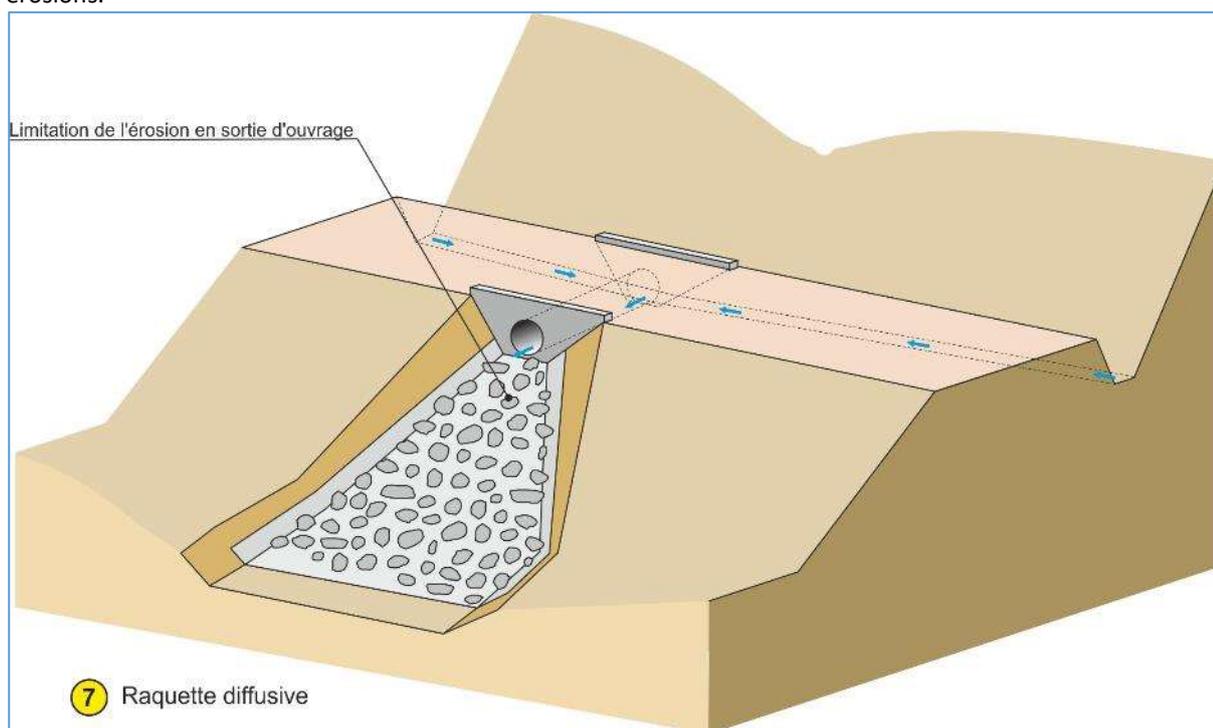


Figure 5. 30 – Principe d'aménagement d'un ouvrage dispersif

» Reprise de l'ouvrage sous la RD58 :

L'ouvrage de franchissement de la départementale RD58 sera remplacé par un dalot de 2.5x1 m afin de supprimer les débordements pour des crues fréquentes.

» Restauration capacitaire et dérivation du Ste-Christine

Le lit mineur au droit du quartier des Laugiers permet le transit de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q < Q_5$). La capacité du lit sera doublée.

A l'état actuel le ruisseau garantit le transit d'un débit de 3 m³/s (biennal). Il est proposé d'approfondir et d'élargir le ruisseau à partir du chemin de la Diligence en rive gauche en raison des emprises essentiellement agricoles. Les berges pourront faire l'objet d'un aménagement en fascines afin de garantir leur stabilité et la recolonisation de la ripisylve.

Le fossé aura pour dimensions :

- Largeur de fond : 1m
- Largeur au miroir : 4 m
- Profondeur : 1.8 m

L'ouvrage de franchissement du chemin de la Diligence sera également amélioré par un cadre de dimensions 2.5x1m.

» Reprise de l'ouvrage de franchissement du chemin de la Diligence

L'ouvrage de franchissement du chemin de la Diligence sera également amélioré par un cadre de dimensions 2.5x1m.

» Dérivation et compensation des restaurations capacitaires du Cubertix

Une ZEC optimisée de capacité de stockage 13 000 m³ sera créée à l'aval du quartier des Laugiers. Son alimentation se fera par le bras de dérivation par le biais d'un dalot de largeur 3m et de hauteur 2 m ainsi qu'un ouvrage répartiteur depuis le ruisseau du Cubertix. Le bassin sera optimisé par des digues de hauteur 2m pour une hauteur utile de 1.6 m dont la crête sera aménagée par une piste de largeur 3 m. La vidange de l'ouvrage sera assurée par un DN1400 vers le ruisseau.

Un déversoir de sécurité de 50 ml en enrochements liés sera aménagé.

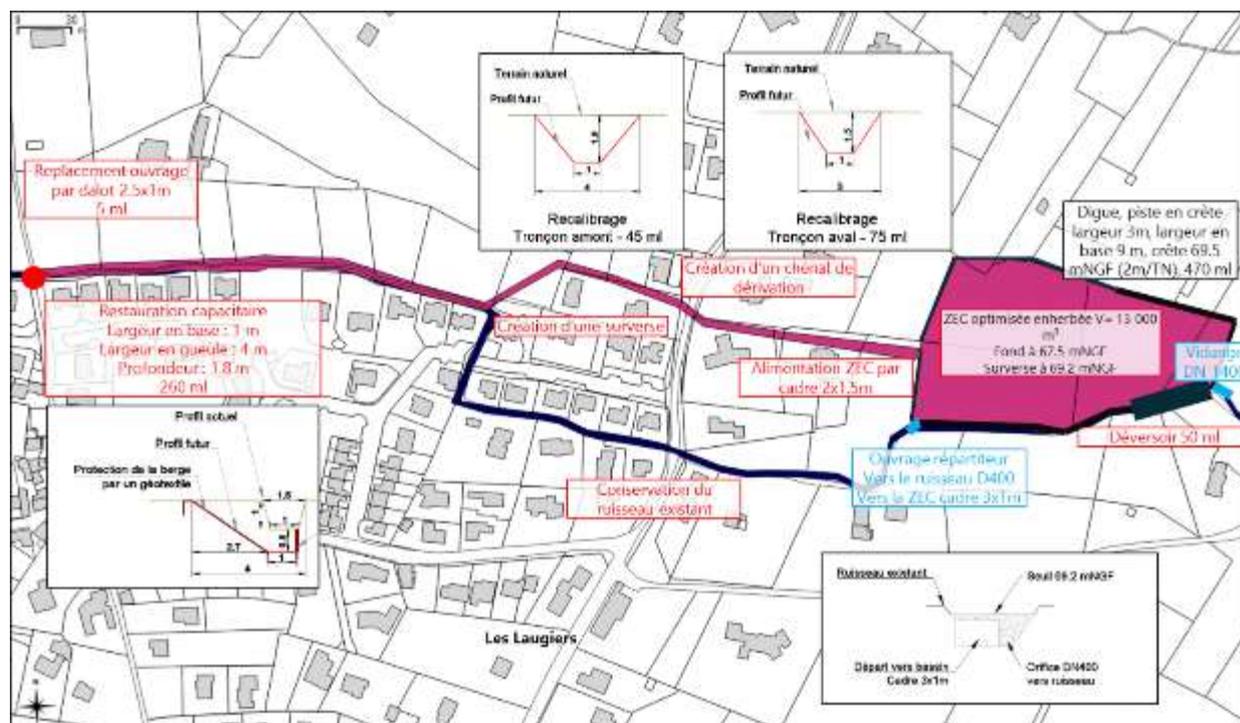


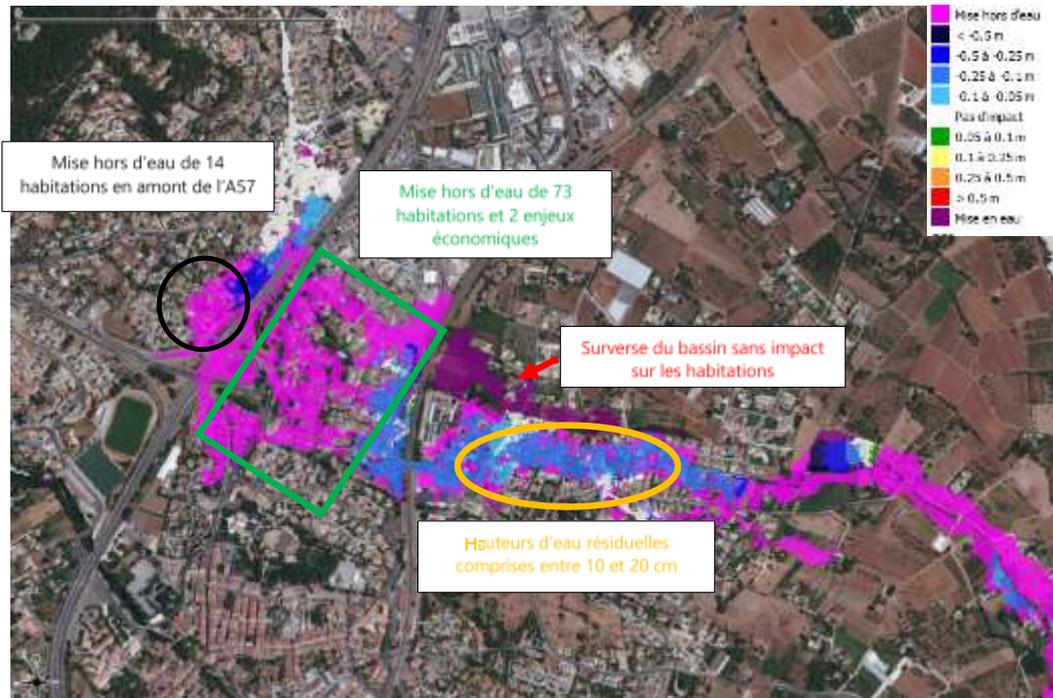
Figure 5. 31 – Dérivation et déstagement du Cubertix Quartier des Laugiers

» Entretien et restauration morphologique d'accompagnement entre A57 et voie SNCF

Le lit mineur du Cubertix en aval de l'A57 est en fait alimenté en aval de l'A57 par un canal d'irrigation. Une fois les travaux en amont de l'A57 réalisés, il ne recevra en pluie non exceptionnelle que le débit d'irrigation et le pluvial intermédiaire. Un entretien du lit mineur s'avère nécessaire avec des reprises ponctuelles pour requalifier la section et optimiser les capacités d'écoulement. Le linéaire concerné avoisine les 300 ml. Les actions devront être menées en concertation avec l'ASA gérant le canal d'irrigation.



Incidence hydraulique :



L'analyse de l'hydrogramme de crue en aval de l'A57 permet de mettre en avant une diminution sensible du débit en aval de l'A57 ($\approx 40\%$) pour une crue décennale après aménagement.

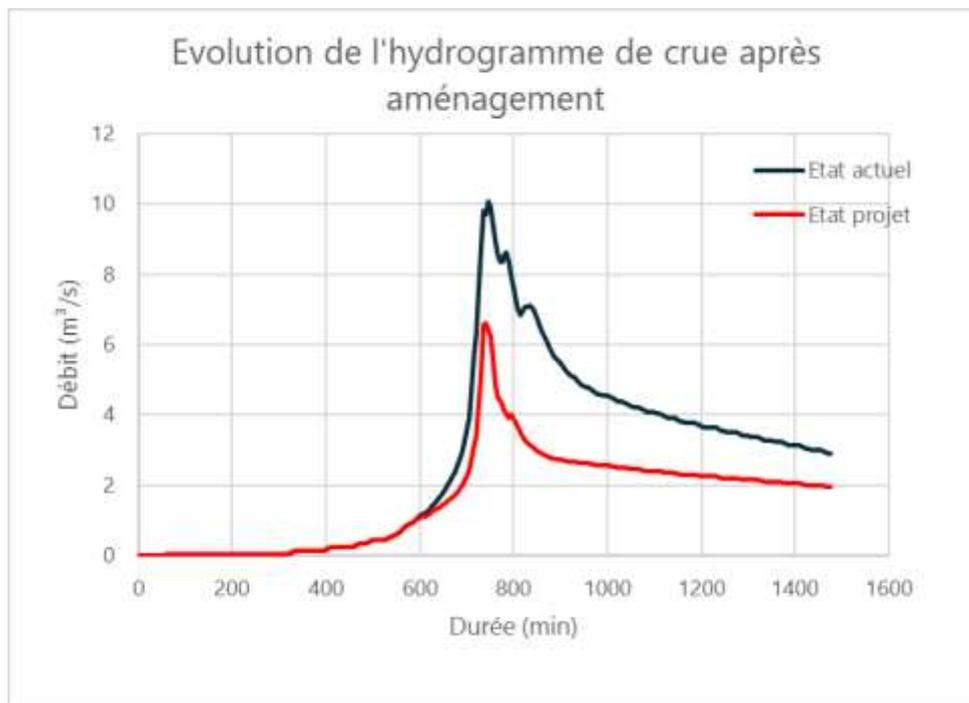


Figure 5. 32 - Hydrogramme de crue en aval de l'A57 après aménagement

L'extrait ci-dessus des modélisations des aménagements montre une réduction sensible de l'emprise de la zone inondable avec mise hors d'eau de la moitié des bâtis concernés en l'état actuel par les inondations pour des crues fréquentes ($Q < Q_5$).

Les conditions se retrouvent nettement améliorées en amont et en aval de l'autoroute A57 tandis que les aménagements en aval de la voie ferrée permettent de réduire les hauteurs d'eau dans les zones de traversée urbaine. Un débit de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ transite dans le lit élargi quartier des Laugiers, sans débordement direct du ruisseau. En revanche, les débordements reprenant la RD58 et D584V d'Estienne d'Orves ne sont pas supprimés. Les hauteurs d'eau sont toutefois réduites de 5 à 10 cm.

- ➔ On notera que la ZEC optimisée à l'aval immédiat de la voie ferrée arrive en limite de capacité pour Q_5 et surverse vers le lit mineur sans toutefois concerner les habitations voisines. Une optimisation de cet aménagement est donc à prévoir afin de l'intégrer ultérieurement au PAPI 2 du Gapeau.

Concernant l'influence sur les crues du Gapeau, la survenue simultanée du pic de crue des deux cours d'eau semble peu probable. Le Gapeau réagit à des pluies longues (12 à 24 heures) alors que le Cubertix (surface totale de $2,2 \text{ km}^2$) réagit à des pluies courtes de durées inférieures à l'heure.

Pour autant les modélisations ont montré qu'en cas de simultanéité des crues, le quartier situé en rive gauche en amont de la voie SNCF subirait des exhaussements de l'ordre de 5cm en crue centennale

En **mesure compensatoire**, nous proposons un programme d'entretien morphologique du lit du Gapeau au niveau de l'ouvrage SNCF.



Figure 5. 33 – Aménagement du radier du lit mineur du Gapeau au niveau de l'ouvrage SNCF en mesure compensatoire

L'entretien consisterait en :

- ▶▶ Le **dessouchage des cannes** et autres sur cet atterrissement plutôt sablonneux,
- ▶▶ L'élagage sélectif des sujets dont les branches en aval du pont sont situées sous le niveau du tablier du pont, Les atterrissements déconsolidés par l'enlèvement des souches seront remis en mouvements aux premières crues morphogènes de faible importance.

Cette action compensatoire permettra de gagner entre 5 et 20 cm sur le quartier en question et assurer un fonctionnement optimal du pont de la SNCF.

En parallèle à ces travaux d'entretien, le SMBVG a pris contact avec Réseau SNCF afin que de futurs travaux puissent être réalisés sur l'ouvrage SNCF. L'objectif étant de le rendre plus transparent hydrauliquement, notamment lors des crues majeures du Gapeau, et de pérenniser ainsi la réduction de l'aléa inondation sur les quartiers à l'amont immédiat de l'ouvrage. Ce projet d'aménagement pourrait être intégré en cours du PAPI existant ou dans un prochain programme.

Chiffrage détaillé :

Opérations du Sainte Christine				
Opération	Unité	Quantité	Prix unitaire (H.T.)	Coût (H.T.)
1) Dérivation amont A57 vers Gapeau				
Aménagement merlon et ralentisseur		1	Ft	30 000
Rehausse du déversoir		1	Ft	10 000
Dalot de 1*1 à 2*1	ml	140	2500	350 000
Ciel ouvert béton 2*1,75	ml	130	2000	260 000
Dalot 2*1,75 via le passage piéton	ml	130	2800	364 000
Ciel ouvert béton 2,5 *1,5	ml	130	2300	299 000
Dalot 2,5 * 1,5 sous bretelle	ml	12	10000	120 000
Dalot 2,5 *1,5 stade	ml	330	2300	759 000
Aménagement confluence gapeau		1	Ft	30 000
Déviation canal irrigation		1	Ft	30 000
			somme 1)	2 252 000
			arrondi	2 300 000
2) Reprise ouvrage sous RD58		1	Ft	70 000
3) Restauration capacitaire lit mineur Cubertix				
dalot chemin diligence 2,5*1		1	Ft	30 000
Lit ciel ouvert 5 m2	ml	260	500	130 000
			somme 3)	160 000
4) Dérivation et compensation des restaurations capacitaires du Cubertix				
Chenal de dérivation ciel ouvert	ml	120	500	60 000
Dalot 2*1,5 m	ml	110	2000	220 000
Digue de ceinture H 2 m pour bassin 13000m3	ml	390	800	312 000
Déversoir de sécurité , pertuis de fuite DN1400		1	Ft	30 000
			somme 4)	622 000
5) Entretien et restauration morphologique d'accompagnement entre A57 et voie SNCF		1	Ft	30 000
Montant total des travaux (hors foncier)				3 182 000
Etudes, MOE, etc. (20% du montant des travaux)				636 400
Montant total (travaux, études, MOE, hors foncier)				3 818 400
Emprise foncière ZEC Laugiens en zone A	m2	10000	7 €	70 000 €
Emprise foncière bras de dérivation Cubertix en amont ZEC Laugiens sur 120 ml en zone UC et 2AU	m2	600	400 €	240 000 €
Montant total (travaux, études, MOE, foncier)				4 128 400

Territoire concerné :

Commune de Solliès-Pont

Modalités de mise en œuvre :

Maîtrise d'ouvrage : **SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU**. Les services techniques de la ville de Solliès-Pont, à l'origine du dossier d'aménagement, seront associés au pilotage de ces opérations de travaux. Ils assureront la maîtrise foncière.

Durée prévisionnelle :

6 ans, soit toute la durée du PAPI. Le dossier ayant fait l'objet d'un arrêté préfectoral, les travaux pourront commencer dans la 1^{ère} phase du PAPI, sous réserve de la maîtrise foncière des sites d'implantation des travaux.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Etudes							
Dossiers réglementaires							
Travaux	X	X	X	X	X	X	X

Dossiers réglementaires :

DLE	EDD	CNPN, Natura 2000	Dossier Défrichement	Cas par cas / étude d'impact	DIG/DUP	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme	MH – Sites (inscrit ou classé)
Oui, régime d'Autorisation (A), rubriques concernées : <u>2.1.5.0, 3.1.1.0 et 3.1.2.0</u> (arrêté préfectoral du 25 juillet 2018) Rajouter rubrique 3.2.6.0 relative aux systèmes d'endiguement des bassins de rétention	Oui (ZEC optimisées par des remblais de hauteur 2m/TN en zone habitée)	Note d'incidence Natura 2000 simplifiée en annexe du DLE du 25 juillet 2018 ; ZNIEFF type II 83134100 à 1.5 km et ZNIEFF type II 83 166 100 à 1.3 km	Non	Catégorie 10 et 47 EI (vérifier si cas par cas)	DUP probable si non accord amiable sur maîtrise foncière	Oui	Non

Contraintes foncières :

Acquisition : 24 000 m²

Des démarches de maîtrise foncière sont en cours et menées par la ville de Solliès-Pont.

Cette opération d'aménagement a déjà fait l'objet d'un arrêté d'autorisation. Le SMBVG veillera à **informer la DDTM** des ajustements de programme suite à la production de l'Avant-Projet détaillé par le Maître d'œuvre.

5-2-5 Carnoules – Opération globale de restauration de la Font de l'Ile

Fiches action **FA6-9**

OBJECTIFS : CRUE Q5

- **Lutter contre les inondations** du ruisseau de la Font de l'Ile réduire les conséquences dommageables
- **Restaurer le fonctionnement naturel** d'une partie du cours d'eau
- **Réduire la vulnérabilité** des biens et des personnes
- **Améliorer le transit sédimentaire et le fonctionnement hydraulique** de la partie amont

Contexte :

Au cours du 2 décembre 2005, la commune de Carnoules a subi les débordements des ruisseaux de Thèmes et de la Font de l'Ile. La partie urbanisée du quartier des Moulières fut inondée par une lame d'eau atteignant jusqu'à 80 cm. D'autres crues ont depuis inondé, en moindre proportion ce même secteur. **Une quarantaine d'habitations sont concernées par les inondations dès la Q5.**

Les analyses du réseau pluvial et du lit mineur du cours d'eau de la Font de l'Ile montrent que ceux-ci sont largement sous-capacitaires. De plus, la topographie des lieux contribue à la génération d'importantes vitesses d'écoulement et la photogrammétrie du vallon montre que celui-ci a été détourné de son axe d'écoulement naturel à des fins agricoles. Ainsi, par fortes pluies, ces écoulements reprennent leur cheminement initial jusqu'au quartier des Moulières. En aval du quartier, la rue de la Font de l'Ile en remblai empêche les eaux de circuler librement et fait office de barrage. Le pont de franchissement de la rue étant largement sous-capacitaire, les eaux submergent la voirie avant de retourner dans l'axe du lit mineur.

Plus en amont, l'ouvrage de franchissement de la D13 provoque des atterrissements aggravant les débordements au quartier des Moulières. Situé dans un axe de charriage principal (matériaux provenant de l'amont, et d'érosions de vignobles situés à proximité du cours d'eau), l'ouvrage accumule rapidement des sédiments malgré l'entretien régulier de la commune en raison de la perte de charge induite par son sous-dimensionnement.

Description de l'action :

Dans le cadre du PAPI complet du Gapeau, il est proposé de mener les opérations suivantes :

- 1/ Réaliser une restauration capacitaire du lit mineur de la Font de l'Ile
- 2/ Araser le chemin en amont du lotissement et reconnecter la zone humide
- 3/ Rehausser les berges, notamment en rive gauche et en rive droite du quartier
- 4/ Abaisser le radier du seuil
- 5/ Reprendre l'ouvrage sous-capacitaire ILE_OH_10 (traversée de la route de la Font de l'Ile)
- 6/ Rétablir les accès privés du fait de la suppression du chemin
- 7/ Etudier le fonctionnement hydraulique et fonctionnel de la partie amont du ruisseau et reprendre l'ouvrage de traversée de la D13 afin d'améliorer la continuité sédimentaire (rétablissement d'une pente d'équilibre dans la mesure du possible) et réduire la fréquence de débordement

Descriptif technique détaillé :

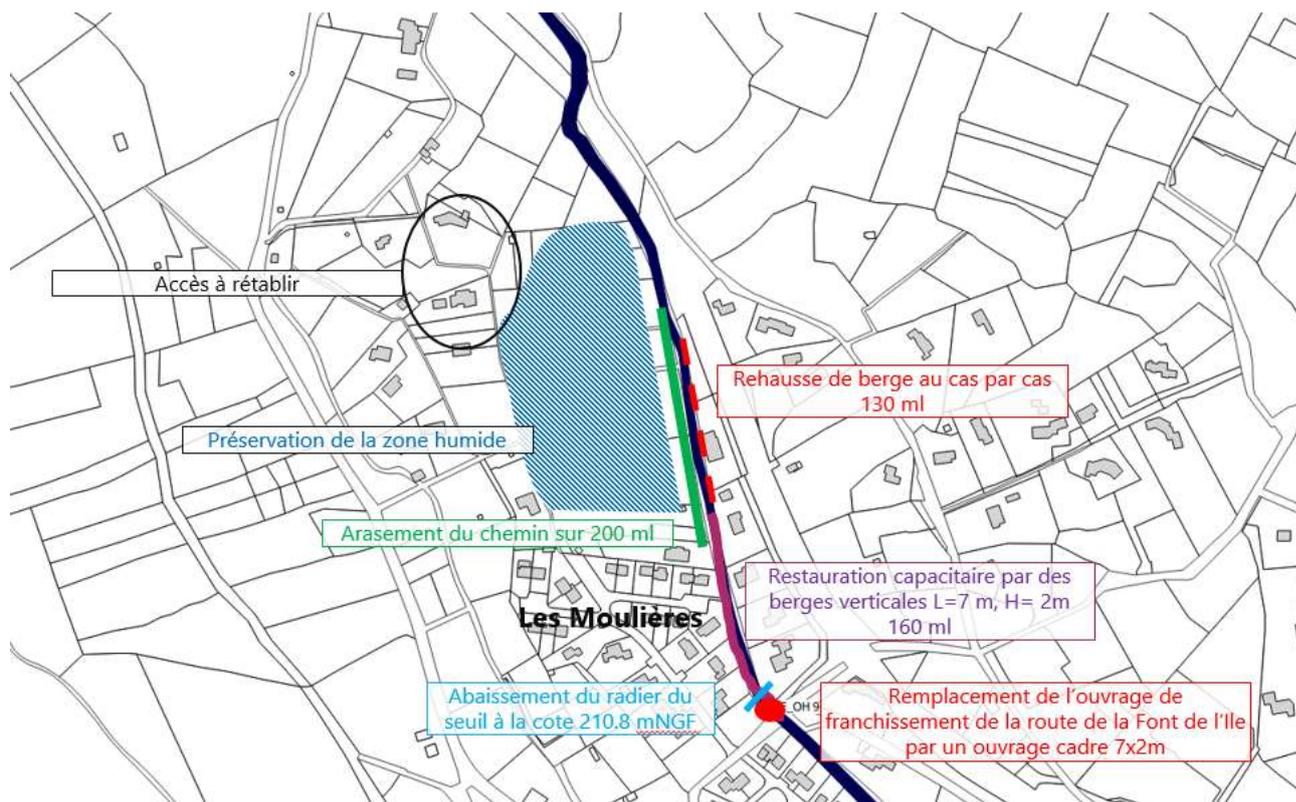


Figure 5. 34 – Aménagements projetés - Carnoules

►► 1/ Restauration capacitaire du lit mineur de la Font de l'île :

La section actuelle du lit mineur (7 m^2) ne permet pas le transit d'un débit quinquennal sans débordements dans le quartier des Moulières voisin. Un élargissement capacitaire pour atteindre une section de 14 m^2 est envisagé sur un linéaire de 160 m au droit immédiat du quartier. Sur ce tronçon, le peu de place disponible oblige à verticaliser les berges. Une paroi béton type mur en L ou dressé en pieux sécants pourra être habillée d'un parement imitation pierre sèche. Le fond du lit rabaisé par l'arasement du seuil d'un mètre restera naturel. Les habitats seront diversifiés par le biais de sinuosités et de l'intégration d'essences locales.



Figure 5. 35 – Photomontage de restauration capacitaire de la Font de l'île

Nous sommes partis sur 7 m de largeur pour le lit mineur. Le PLU en vigueur propose un emplacement réservé (numéro 55) d'une largeur de 15 m en aval et de 25 m en mont pour la reprise du lit.

Lors des phases de maîtrise d'Œuvre, cette largeur réservée pourrait être destinée à recréer un lit beaucoup moins verticalisé et envisager un prolongement du chemin piéton prévu à l'emplacement réservé n° 52

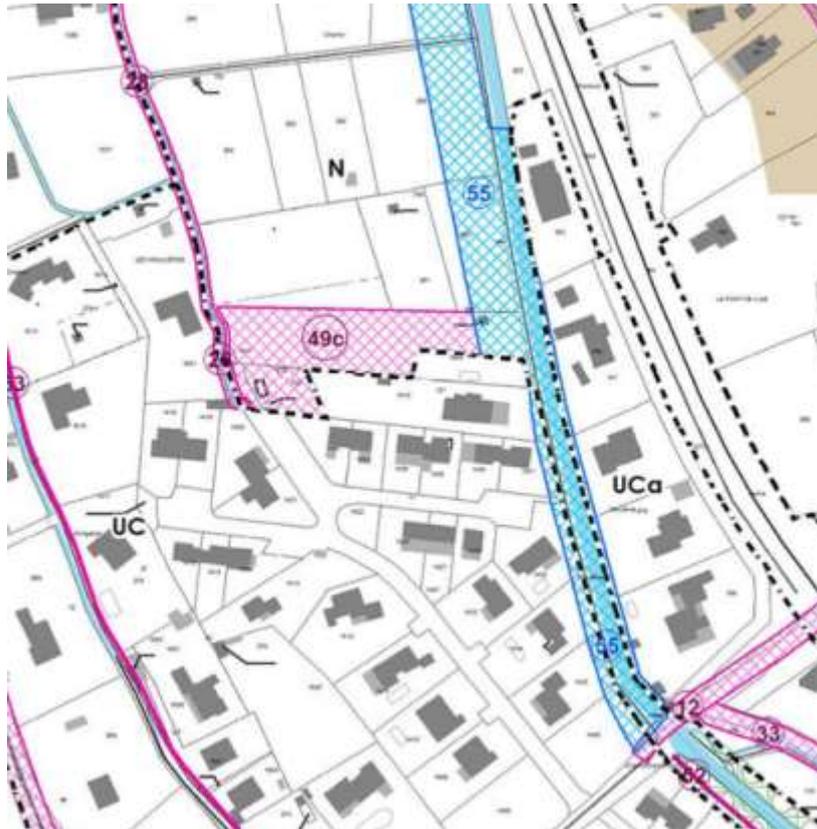


Figure 5. 36 – Extrait du PLU de Carnoules

►► 2/ Arasement du chemin en amont du lotissement et reconnexion de la zone humide :

Les écoulements en lit majeur ne peuvent pas regagner le lit mineur du vallon de la Font de l'Île du fait de la présence du chemin en remblai. Un arasement total est préconisé sur 200 ml environ. Cette restauration morphologique du vallon permettra une reconnexion du lit mineur avec la zone humide.





Figure 5. 37 – Arasement du chemin et photomontage

» 3/ Rehausse des berges en rive gauche et rive droite :

Une rehausse de berges de l'ordre du mètre est à envisager (crête à 216 Mngf), notamment en rive gauche afin de protéger les habitations voisines. Cette opération pourra être réalisée par un retalutage à partir des volumes de déblai d'élargissement du lit mineur. Cet ouvrage fera l'objet d'une étude de dangers et d'un classement en système d'endiguement

» 4/ Abaissement du radier du seuil :

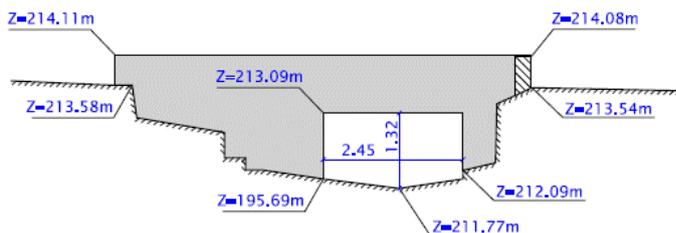
Parallèlement à ces aménagements, le radier du seuil en aval du quartier sera abaissé à la cote 210.8 mNGF (abaissement de 1m) afin de diminuer la ligne d'eau au droit du quartier. Un diagnostic de seuil avait été réalisé pour le précédent dossier Loi sur l'Eau et permis de conclure qu'aucun réseau (eau potable, eaux usées, etc.) ne traversait le seuil. Le canal d'irrigation sera repris dans son profil en long sur environ 200 ml pour garantir son fonctionnement.



Figure 5. 38 – Reprise du radier du seuil et ouvrages à maintenir

» 5 / Reprise de l'ouvrage ILE_OH_10 :

L'ouvrage de franchissement de la Font de l'Île est sous-capacitaire (section actuelle de 3.5 m²). Il sera remplacé par un ouvrage cadre 7x2 m de manière à laisser passer un débit quinquennal de 30 m³/s (section optimisée de 14 m²).



►► 6 / Reprise des accès privés et terrassement localisé :

3 habitations seront privées de leur accès du fait de l'arasement du chemin. Le PLU (emplacement réservé 28) prévoit la possibilité de rétablissement. Un terrassement localisé sera effectué sur le délaissé (ouvrage de stockage des eaux captées par SNCF, vraisemblablement trop-plein du réservoir AEP communal) à la cote 214,5 mNGF légèrement en dessous du mur existant, soit 30 à 50 cm au-dessus du TN actuel.



►► 7/ Etude hydraulique et fonctionnelle de la partie amont du ruisseau et reprise de l'ouvrage de franchissement de la D13 :

La partie amont du ruisseau fera l'objet d'une étude hydraulique et fonctionnelle afin de mieux comprendre et analyser les débordements et apports sédimentaires.

L'ouvrage de la RD13 sera redimensionné en cadre d'une seule travée de 5 m de portée pour une hauteur de 2 m.

La zone de gestion en amont de l'ouvrage actuel correspond à une zone d'accumulation de transport solide que le commun extrait et redépose dans le cours d'eau plus en aval.

En augmentant la capacité du pont de la RD13, les dépôts se feront de manière plus homogène et régulière en aval.

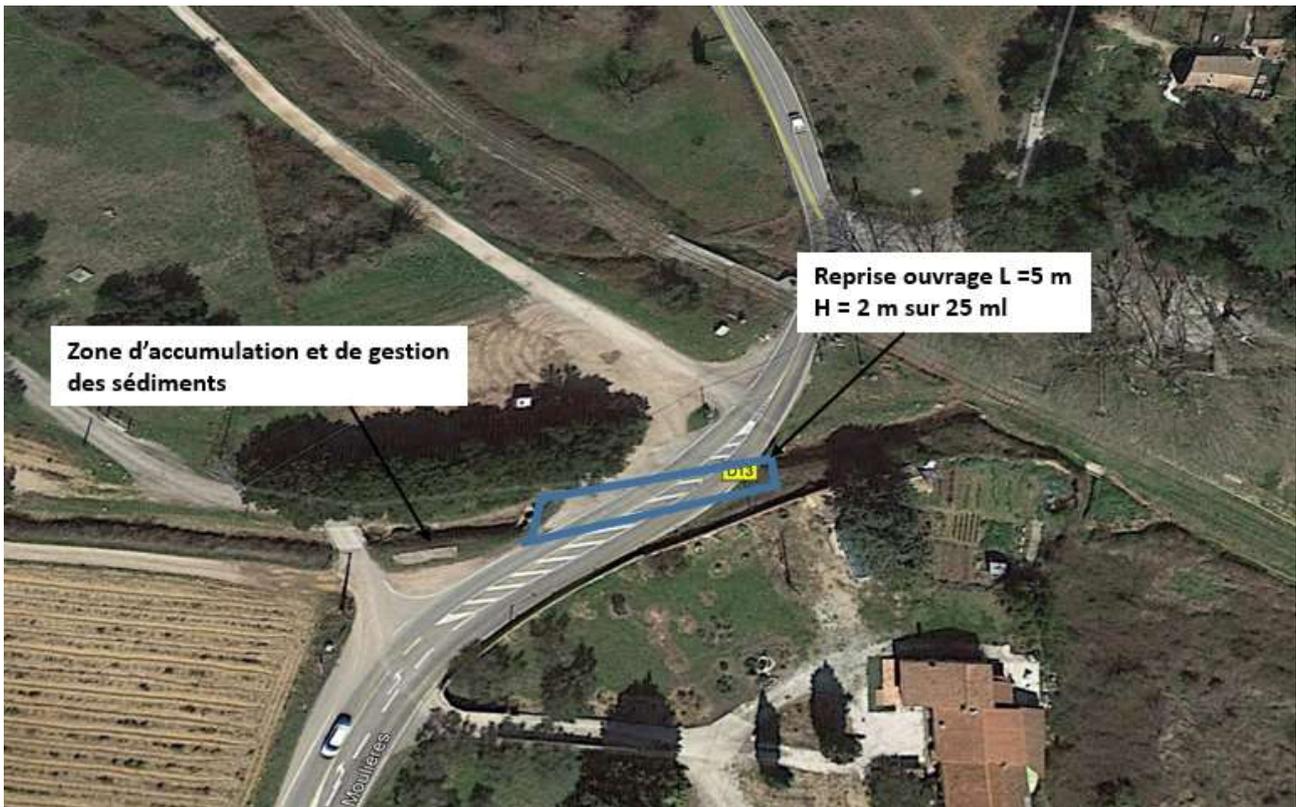


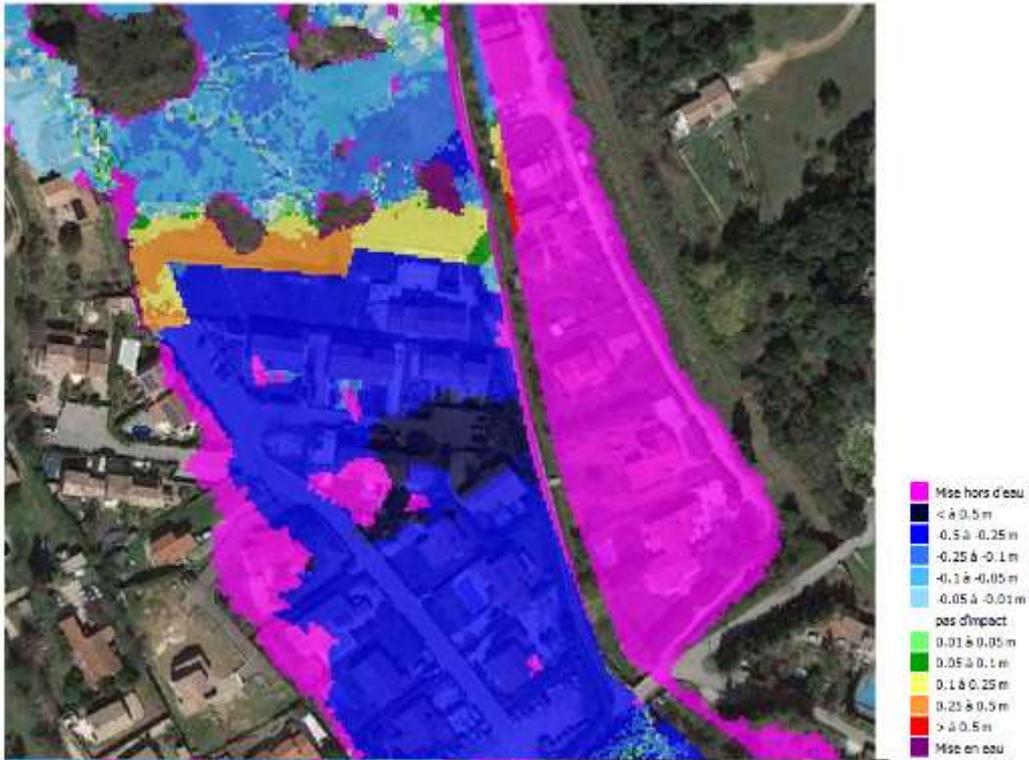
Figure 5. 39 – Aménagements projetés RD 13 à Carnoules

Il est précisé que cette opération fera l'objet d'un partenariat avec l'Agence de l'eau et associera l'école de paysage de Versailles basée à Marseille afin d'intégrer à l'aménagement une dimension paysagère.

Incidence hydraulique :

Les aménagements permettent de mettre hors d'eau le quartier des Moulières pour des crues inférieures ou égales à Q_5 . Inférieures à Q_5 si on se fie aux cartes ci-dessous. Le dispositif tel qu'envisagé permet une mise hors d'eau pour un débit de 25 m³/s. A noter que le débit de crue du 2 décembre 2005 avait à l'époque été évalué à 22 m³/s.

Pour des crues d'occurrences supérieures, le projet permet de réduire les hauteurs d'eau dans le quartier des Moulières de l'ordre de 50 cm. Les hauteurs d'eau résiduelles pour des crues fortes (Q_{50} à Q_{100}) seraient globalement comprises entre 30 et 50 cm.



Impact hydraulique Q5 – Carnoules (39m³/s)



Impact hydraulique Q50 – Carnoules (84m³/s)

Chiffrage détaillé :

Réduction des risques d'inondation et restauration morphologique quartier des Moulières				
Opération	Unité	Prix unitaire (H.T.)	Quantité	Coût (H.T.)
1/ Restauration capacitaire du cours d'eau au droit du lotissement des Moulières (section en U)	ml	3 000 €	160	480 000 €
2/ Arasement du chemin en amont du lotissement et reconnexion à la zone humide sur 200 ml	ml	100 €	200	20 000 €
3/ Rehausse de la berge rive gauche en amont du quartier (réutilisation des déblais de restauration capacitaire du cours d'eau)	ml	1 000 €	150	150 000 €
4/ Abaissement du radier du seuil à la cote 210.8 mNGF et démolition ouvrage actuel	m3	500 €	50	25 000 €
5/ Reprise de l'ouvrage ILE_OH_10	m2	5 000 €	30	150 000 €
5) reprise canal arrosant aval	ml	200 €	200	40 000 €
6) Rétablissement des accès privés	Ft	30 000 €	1	30 000 €
7) Etude hydraulique et fonctionnelle du ruisseau amont	Ft	50 000 €	1	50 000 €
7) Reprise ouvrage OH RD13 L=5m sur 25m	m ²	4 000 €	125	500 000 €
Montant total des travaux (hors foncier)				1 445 000 €
Etudes, MOE, etc. (20% du montant des travaux)				279 000 €
Montant total (travaux, études, MOE, hors foncier)				1 674 000 €
Emprise foncière	néant			
Montant total (travaux, études, MOE, foncier)				1 674 000 €

Territoire concerné :

Commune de Carnoules

Modalités de mise en œuvre :

Maîtrise d'ouvrage : **SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU, Ville de Carnoules** (reprise d'ouvrage communal et rétablissement des accès privés).

Durée prévisionnelle :

2023-2025, soit 3 années.

Le projet démarrera par la réalisation des études règlementaires et de maîtrise d'œuvre.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Etudes		X	X				
Dossiers règlementaires			X	X			
Travaux				X	X	X	

Dossiers règlementaires :

DLE	EDD	CNPN, Natura 2000	Dossier Défrichement	Cas par cas / étude d'impact	DIG/DUP	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme	MH – Sites (inscrit ou classé)
<u>Oui, régime d'Autorisation (A), rubriques concernées 3.1.1.0, 3.1.2.0 et 3.1.4.0, 3.1.5.0, 3.2.6.0 et 3.3.1.0</u>	Oui	ZNIEFF 83-176-100 à 1.2 km, ZNIEFF 83-200-100 à 1.3 km, Zone Natura 2000 FR9301622 à 2.8 km ; Projet inclus dans la zone de sensibilité pour la protection de la tortue d'Hermann : dossier CNPN nécessaire	Non	Catégorie 10, étude d'impact au cas par cas nécessaire car reprise du lit mineur supérieure à 100 ml et modification des profils en long et en travers (abaissement du radier du seuil, élargissement)	Non Négociation pour maîtrise foncière de la zone humide, Emplacement réservé au PLU	Non	Non

Contraintes foncières :

- Une partie des berges est en cours d'acquisition foncière par la commune de Carnoules

5-2-6 Hyères – Restauration hydraulique du ruisseau des Borrels

Fiches action **FA6-10**

Objectifs : **Q10**

- Améliorer le fonctionnement hydraulique et hydromorphologique du ruisseau des Borrels
- Améliorer les capacités hydrauliques des ouvrages et le fonctionnement naturel du cours d'eau
- Réduire la vulnérabilité des biens et des personnes

Contexte :

Crue de premiers débordements : Q_5/Q_{10}

Le Vallon des Borrels a connu lors de l'événement des 18 et 19 janvier 2014 une crue exceptionnelle produisant un débit estimé à $100 \text{ m}^3/\text{s}$ à sa confluence avec le Gapeau.

De nombreux ouvrages hydrauliques franchissant le cours d'eau sont sous-capacitaires. Parmi ces ouvrages, deux permettent de desservir des habitations ou de garantir l'accès à la vallée :

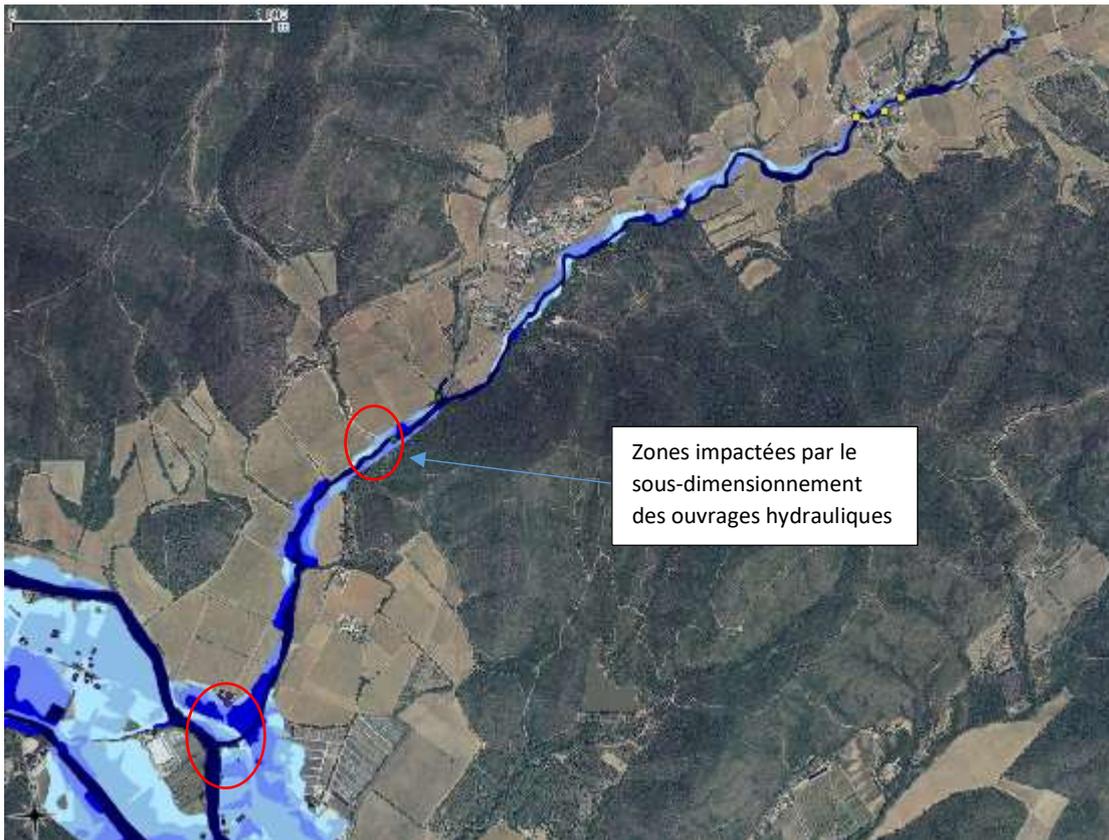
- L'ouvrage VALLON DES BORRELS_OH_01 garantit l'accès à la Route des Borrels et constitue un point bloquant des écoulements en les contraignant à rejoindre en rive droite le domaine de la Clapière durement touché en 2014.



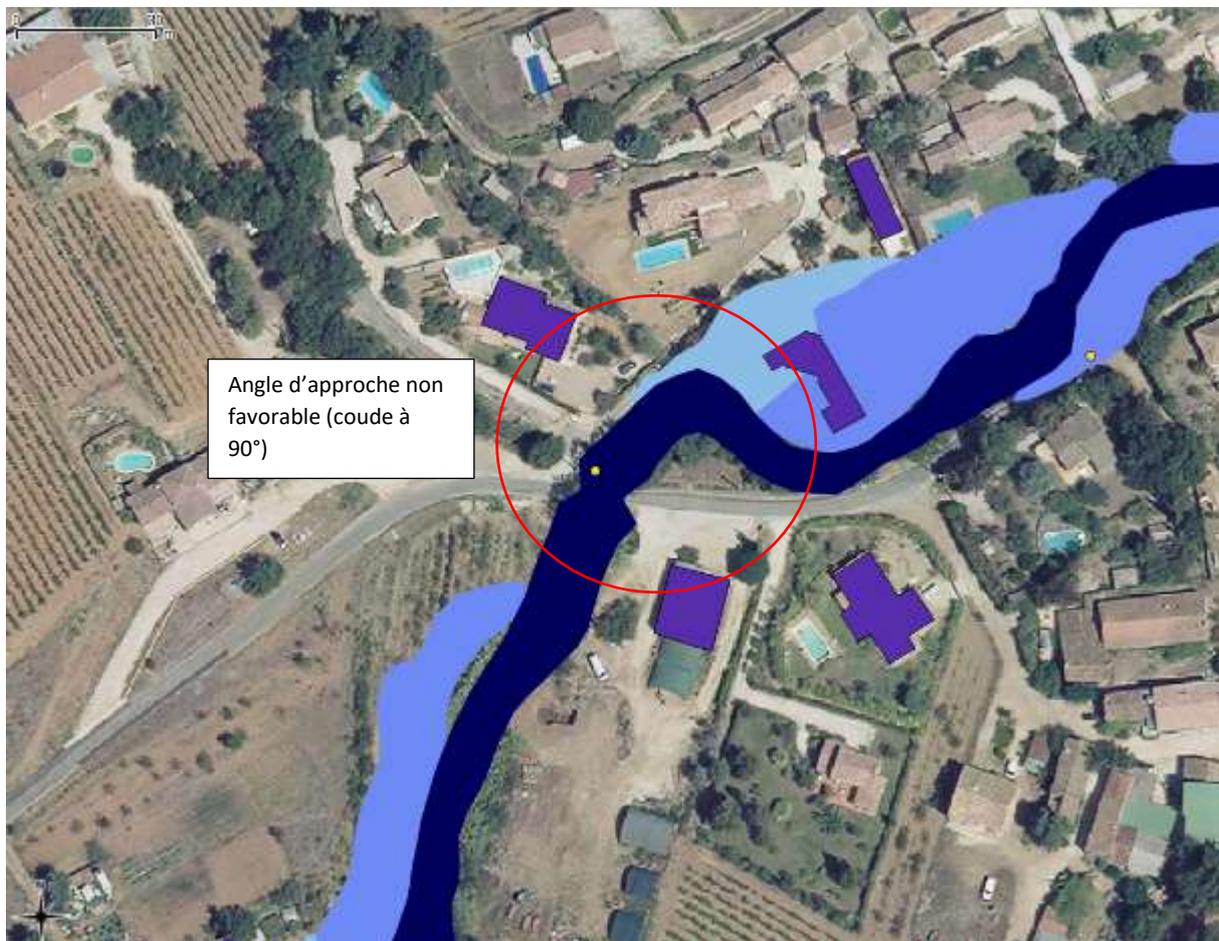
Cet ouvrage étant toutefois contourné en amont et soumis aux conditions aval (confluence avec le Gapeau), **il ne sera pas traité dans le cadre du présent PAPI.**

- L'ouvrage VALLON DES BORRELS_OH_02 assure la desserte au lieu-dit des Borrels 1 (20 habitations concernées)





- L'ouvrage VALLON DES BORRELS_OH_04 assure la traversée du lieu-dit des Borrels 3



Cet ouvrage subit d'importants affouillements et sous-cavements.



Figure 5. 40 – Ouvrage des Borrels OH4

Le vallon réalise un coude à 90° en sortie des 3^{ème} Borrels. Ceci a pour conséquence d'engendrer des débordements localisés entravant la circulation et inondant les deux maisons voisines.

Par ailleurs, l'analyse hydromorphologique du cours d'eau montre que dans la traversée du village des 3^e Borrels, le ruisseau des Borrels est très fortement incisé (entre 2,5 à 3 m de profondeur pour une largeur de 4 m). Le ruisseau est dans cette zone coincé entre la voirie d'une part et les habitations de l'autre.

Sur cette zone des aménagements sont à prévoir pour éviter que le processus d'incision se poursuive et risque de déstabiliser les berges. L'espace disponible est très limité hormis une petite parcelle (n°134) d'environ 150 m² en rive gauche.

Dans sa partie aval, le cours d'eau subit des pressions latérales qui le conduisent à s'inciser.

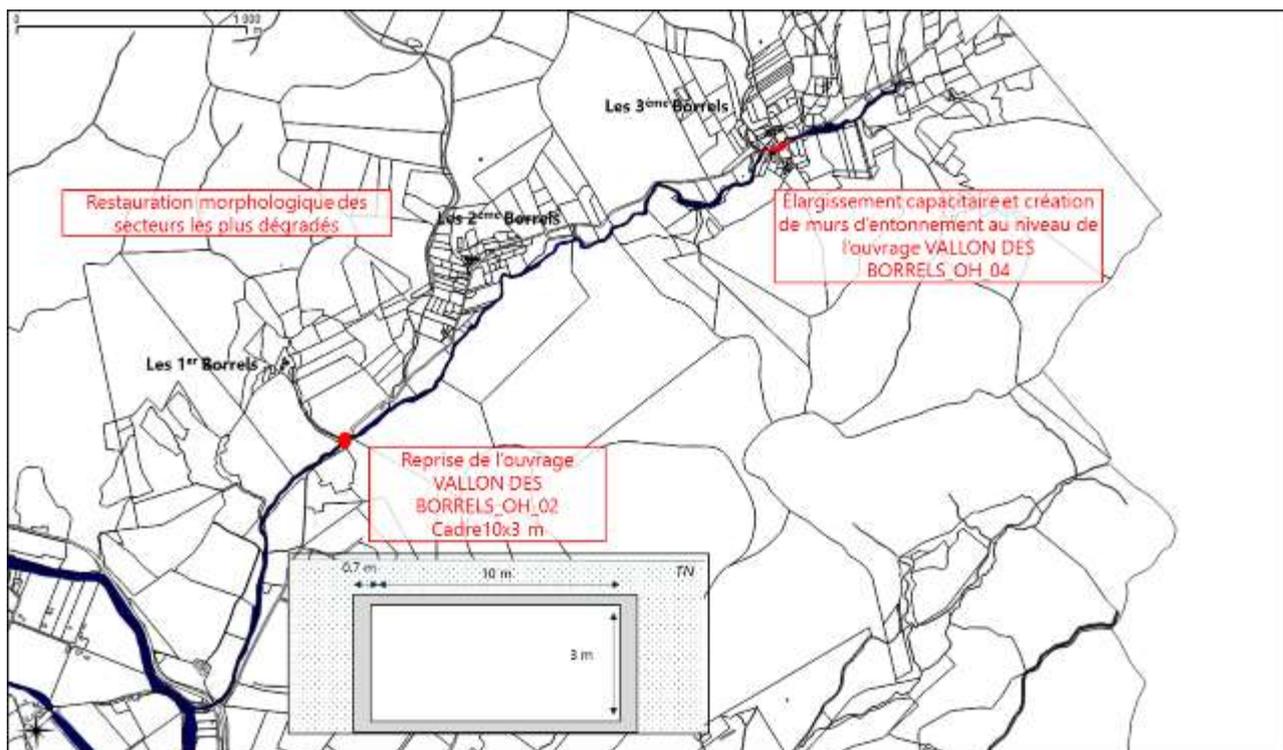
Des opérations de restauration morphologique ponctuelles sont à envisager sur les secteurs les plus atteints. Par ailleurs, des traitements spécifiques pourront être menés sur la ripisylve aujourd'hui absente sur certaines portions du linéaire du cours d'eau.

Description de l'action :

Dans le cadre du PAPI complet du Gapeau, il est proposé :

- De sécuriser l'ouvrage VALLON DES BORRELS_OH_02 afin qu'il puisse à nouveau assurer la desserte en décrue des Borrels.
- De réaliser un élargissement capacitaire du vallon et créer des seuils de fond au niveau des 3^{ème} Borrels
- De créer des murets d'entonnement en rive gauche et rive droite à l'amont de l'ouvrage VALLON DES BORRELS_OH_04 afin de le sécuriser
- De restaurer la morphologie du ruisseau des Borrels dans les secteurs les plus dégradés

Descriptif des opérations proposées :



Descriptif technique détaillé :

» **1/ Reprise de l'ouvrage VALLON DES BORRELS_OH_02 :**

L'ouvrage de desserte des 1^{er} Borrels sera remplacé par un ouvrage cadre de largeur 8 m et de hauteur 3 m. Il sera repositionné de sorte à ce qu'il soit le plus perpendiculaire aux écoulements possible.

Il sera sécurisé sur un total de 30 ml par des enrochements localisés en rives droite et gauche.

Il permettra ainsi d'assurer le transit d'une crue trentennale et facilitera le retour des écoulements au lit mineur en phase de décrue pour assurer la desserte des hameaux.

Le lit mineur étant sous-capacitaire pour des occurrences de crues supérieures, un redimensionnement plus important ne peut être envisagé sans intervention sur la morphologie du cours d'eau. Ainsi il sera également proposé d'accompagner ce redimensionnement par un entretien régulier du cours d'eau aux abords de l'ouvrage.



Figure 5. 41 – Photomontage de reprise de l'ouvrage Vallon des Borrels OH 02

» **2/ Confortement de l'ouvrage VALLON DES BORRELS_OH_04 et restauration morphologique :**

Le fond de l'ouvrage sera repris et tapissé d'une dalle béton surélevée en rive droite tandis qu'un chenal d'étiage sera assuré en rive gauche.

Un ensemble d'enrochements dissipatifs sera mis en place en sortie d'ouvrage dans des conditions permettant de garantir la continuité écologique. Les sous-cavements seront comblés et les murets confortés en pied par des enrochements et des injections de béton.

A l'amont de l'ouvrage, des murets d'entonnement de hauteur 3 m sur 2 ml seront créés afin d'améliorer les conditions d'approche.

Une restauration morphologique sera envisagée en parallèle afin d'améliorer l'approche du vallon et supprimer le coude actuel. Au regard des emprises fortement contraintes du secteur, l'intervention se limitera à un reprofilage de manière douce ou à la création de risbermes. La rive droite du cours d'eau devra cependant faire l'objet de protection en enrochements sur une dizaine de mètres linéaires afin de sécuriser les enjeux voisins (habitations et accès au quartier).

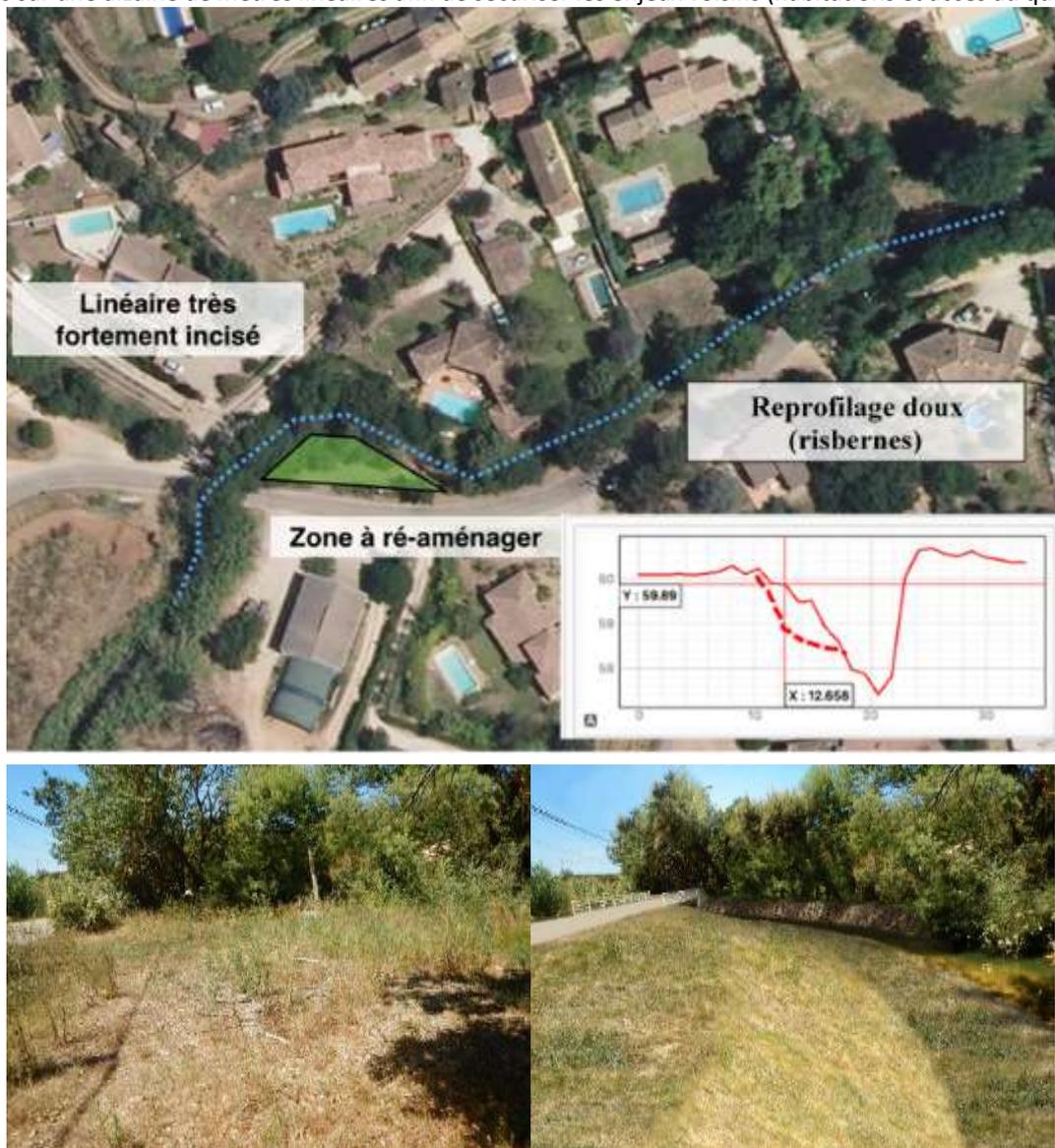
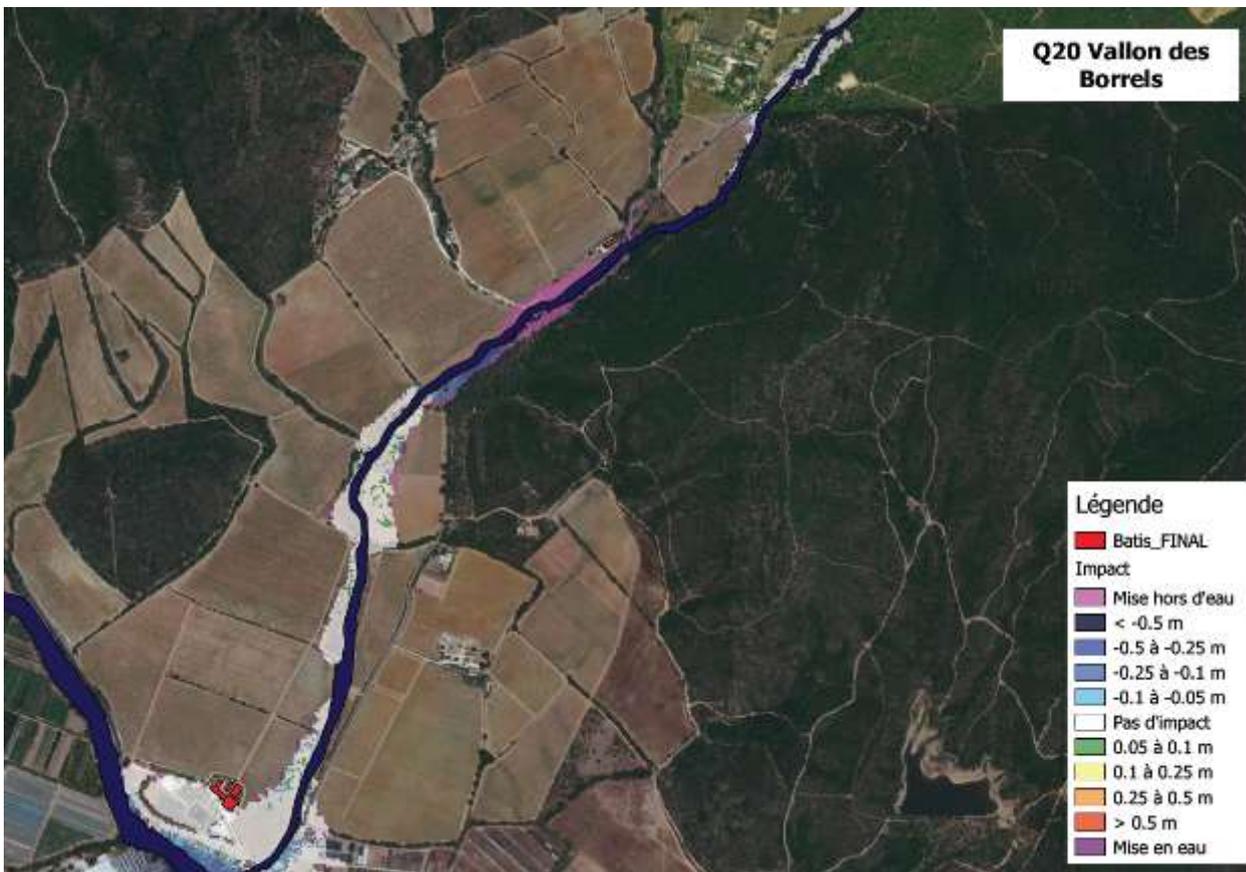
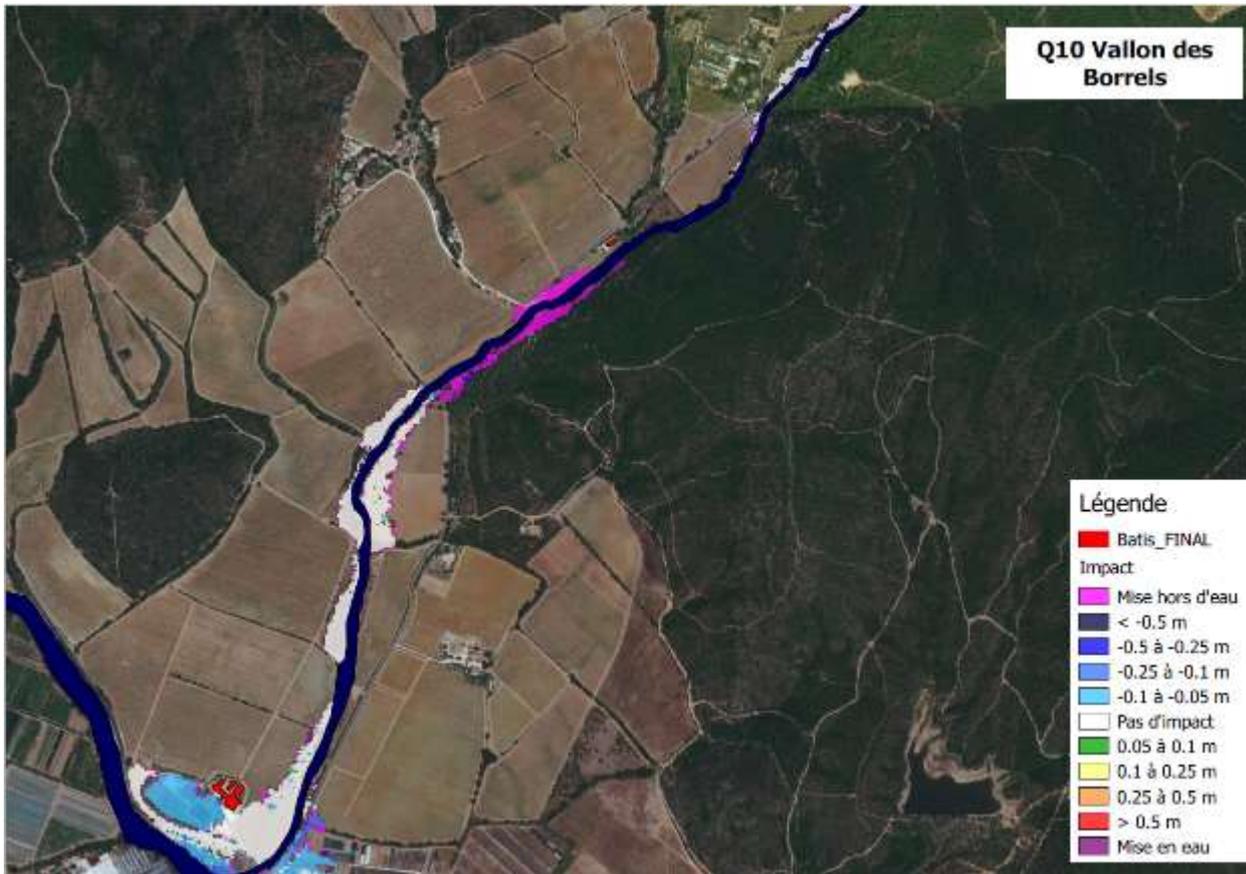


Figure 5. 42 – Localisation des aménagements et photomontage de reprofilage de berge en amont de l'ouvrage Vallon des Borrels OH 04

Incidence hydraulique :

Le redimensionnement de l'ouvrage VALLON DES BORRELS_OH_02 a fait l'objet de modélisations hydrauliques : Le redimensionnement de l'ouvrage des 1^{er} Borrels permet une mise hors d'eau Q30 de l'accès au lieu-dit et une sécurisation de l'ouvrage en phase de décrue du Vallon. En effet, la reprise de l'ouvrage permet de réduire les temps de submersion et d'améliorer les écoulements en lit mineur. Les débordements retrouvent ainsi plus facilement le lit, limitant le risque d'affouillement en pied d'ouvrage





Chiffrage détaillé :

Restauration hydraulique du ruisseau des Borrels					
Opération		Unité	Prix unitaire (H.T.)	Quantité	Coût (H.T.)
1) Reprise de l'ouvrage Vallon des Borrels OH 02	Création d'un ouvrage cadre 8x3m	m ² vue en plan	5 000 €	54	270 000 €
	Enrochements de 3 m de haut, sur 30 ml	ml	2 600 €	30	78 000 €
2) Confortement de l'ouvrage Vallon des Borrels OH 04	Création d'une dalle béton sur 6 m de long et 6 de largeur	m ² vue en plan	100 €	36	3 600 €
	Création de murets d'entonnement de hauteur 3 m sur 4 ml voile 0,5m	m ³	600 €	6	3 600 €
3) Restauration morphologique	Elargissement de section en amont de l'ouvrage Vallon des Borrels OH 04 sur 300 ml, section optimisée de 14 m ² , volume de déblai de 900 m ³	m ³	25 €	900	22 500 €

Création de 3 seuils de fond de hauteur max 40 cm, points d'ancrage de 1 m dans les berges et en profondeur dans le lit mineur	Unité	2 500 €	3	7 500 €
Opérations ponctuelles (élargissement, seuils de fond, gestion de la ripisylve) <u>sur 2,2 km</u>	Ft	20 000 €	10	200 000 €
Montant total des travaux (hors foncier)				585 200 €
Etudes, MOE, etc. (20% du montant des travaux)				117 040 €
Montant total (travaux, études, MOE, hors foncier)				702 240 €
Emprise foncière	néant	0 €	0	- €
Montant total (travaux, études, MOE, foncier)				702 240 €

Territoire concerné :

Commune d'Hyères-les-Palmiers

Modalités de mise en œuvre :

Maîtrise d'ouvrage : SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU, Ville d'Hyères (reprise des ouvrages routiers)

Durée prévisionnelle :

2024-2026, soit 3 années.

Le projet démarrera par la réalisation des études règlementaires et de maîtrise d'œuvre.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Etudes					X		
Dossiers règlementaires					X		
Travaux						X	X

Dossiers règlementaires :

DLE	EDD	CNPN, Natura 2000	Défrichement	Cas par cas / étude d'impact	DIG/DUP	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme	MH – Sites (inscrit ou classé)
Oui, régime d'Autorisation (A), rubriques 3.1.1.0, 3.1.2.0 et 3.1.4.0, 3.1.5.0	Non	Dossier CNPN si espèces protégées connues ; ZNIEFF 83200100 à 20 m au minimum	Non	Catégorie 10, étude d'impact au cas par cas (linéaire de reprise > 100 m)	Non Négociation amiable probable	Non	Non

Contraintes foncières :

- Une DIG pourra être nécessaire pour mener les opérations de restauration morphologique

5-2-7 Hyères – Restauration hydraulique du Vallon de Valbonne

Fiches action **FA6-14**

OBJECTIFS : CRUE Q30

- **Réduire le ruissellement** et la fréquence d'inondation de la route départementale RD12
- **Améliorer les écoulements** du Vallon par création d'un nouveau lit mineur et d'un ouvrage capacitaire de traversée de la départementale

Contexte :

Le Vallon de Valbonne est un affluent en rive gauche du Réal Martin responsable d'inondations récurrentes de la route départementale RD12 reliant Hyères à Pierrefeu-du-Var. Il présente en effet un tracé comportant deux coudes à 90°, et de nombreuses contraintes latérales (mur de soutènement de la route, enrochements)

L'analyse des anciennes cartographies ou photographies aériennes montre que le tracé actuel du vallon n'a pas évolué si ce n'est que le lit mineur de celui-ci a été conforté par des enrochements à son virage au niveau de la départementale RD12.

Par ailleurs, l'ouvrage de traversée de la route situé au droit du garage automobile est sous-dimensionné et contribue à aggraver la submersion de la chaussée et les débordements vers les enjeux isolés voisins.

Des habitations ainsi que des activités économiques ou agricoles sont fréquemment concernés par ces inondations. Par ailleurs, la route départementale permet de desservir les communes d'Hyères, La Crau et Pierrefeu. Il est donc primordial d'engager des opérations afin d'améliorer les conditions d'écoulement du vallon afin de maintenir ces accès et protéger les enjeux impactés.

Le vallon possède une superficie de 2,6 km² et son débit trentennal peut être évalué à environ 30 m³/s. Cette opération est complétée par une démarche exploratoire de mise en place de fascines (opération détaillée dans le FA-2).

Description de l'action :

Il sera proposé dans le PAPI Gapeau :

- de créer un nouveau lit mineur jusqu'à la confluence avec le Réal Martin, cela favorisant les écoulements et la réduction du risque de débordement, mais également la restauration morphologique par la création d'un lit naturel
- de créer des fascines minérales ou végétales en pied de colline. En effet, la création du nouveau lit du vallon va engendrer une diminution du linéaire du cours d'eau associée à une augmentation de la pente moyenne. Il sera donc nécessaire de réduire les vitesses d'écoulement afin d'éviter toute incision du vallon.

Descriptif des opérations proposées :

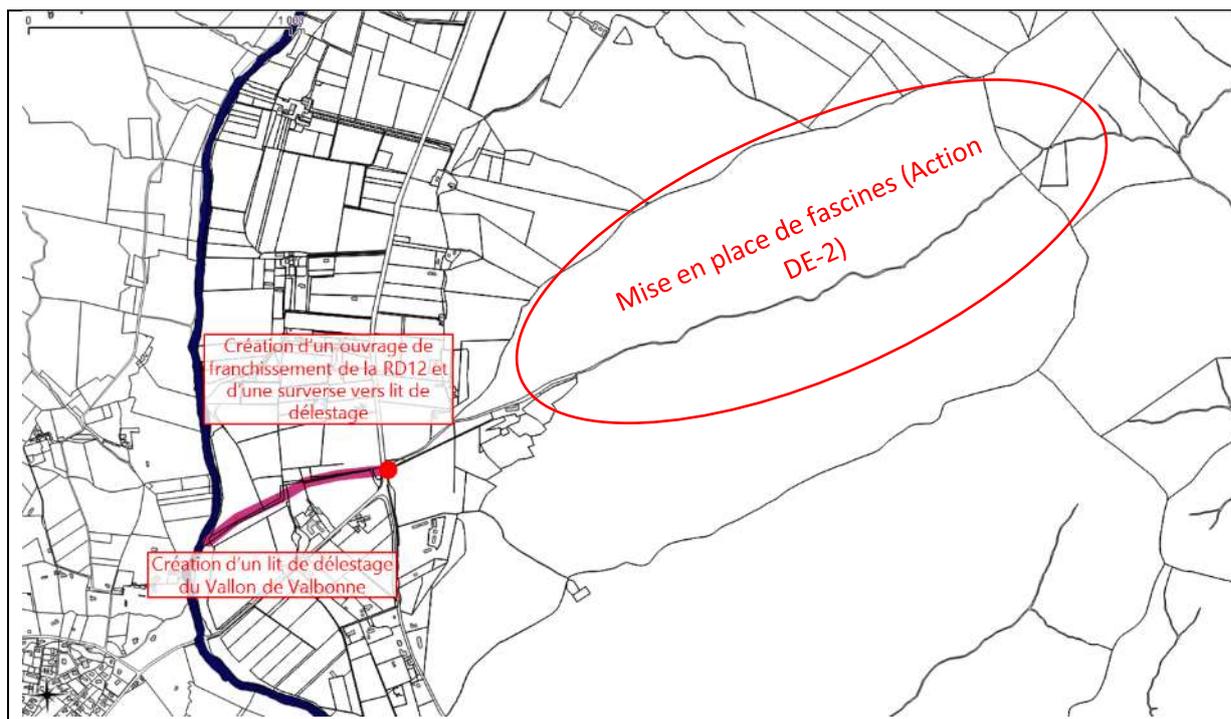


Figure 5. 43 - Aménagements projetés Vallon de Valbonne

» **Création d'un ouvrage de franchissement de la RD12 :**

Un ouvrage de type cadre en béton de largeur 4 m et de hauteur 2 m sera créé sous un linéaire de 20 m. Il sera alimenté par une surverse (mur) en tête.

» **Création d'un lit de délestage :**

Un lit mineur de largeur de base 4 m, de largeur en gueule 8 m et de profondeur 2 m sera créé. Il servira de délestage en cas de crues importantes du vallon. Le lit sera végétalisé afin de garantir un fonctionnement le plus naturel possible.



Figure 5. 44 – Coupe des aménagements projetés sur le vallon de Valbonne

» **Création d'un espace de ralentissement dynamique de type fascines :**

Des fascines seront disposés en amont des enjeux afin de réduire le ruissellement et les apports sédimentaires excédentaires. Elles pourront être aménagées selon la topographie des lieux en des petits seuils écrêteurs en lit mineur du vallon, en utilisant au maximum les matériaux disponibles sur place.

Chiffrage détaillé :

Restauration hydraulique du Vallon de Valbonne					
Opération		Unité	Prix unitaire (H.T.)	Quantité	Coût (H.T.)
1) Création d'un ouvrage de franchissement de la RD12	Création d'une surverse de crue alimentant le nouvel ouvrage	Ft	500 €	1	500 €
	Création d'un ouvrage cadre en béton de dimensions 4x2 sur un linéaire de 20 m	m ² vue en plan	4 000 €	80	320 000 €
2) Création d'un lit de désatage vers le Réal Martin en aval de la RD12	Largeur de base 4 m, largeur en gueule 8 m, profondeur 2 m	ml	300 €	700	210 000 €
Mise en place de fascines					30 000 €
Montant total des travaux (hors foncier)					560 500 €
Etudes, MOE, etc. (20% du montant des travaux)					112 100 €
Montant total (travaux, études, MOE, hors foncier)					672 600 €
Emprise foncière	m ² vue en plan	7 €	7000	49 000 €	
Montant total (travaux, études, MOE, foncier)					721 600 €

Incidence hydraulique :

Ces aménagements n'ont pas fait l'objet de modélisations hydrauliques mais d'une expertise hydraulique et sur le fonctionnement du vallon dans le cadre de l'étude hydraulique globale du Gapeau.

Scénario alternatif non retenu :

Un scénario alternatif a été étudié consistant à créer une retenue à sec en amont du vallon. Cette solution est parue peu rentable comparée aux enjeux protégés, et trop contraignante d'un peu de vue réglementaire et stratégique.

Territoire concerné :

Commune d'Hyères-les-Palmiers

Modalités de mise en œuvre :

Maîtrise d'ouvrage : **SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU**. La ville d'Hyères assurera la maîtrise foncière.

Durée prévisionnelle :

2025-2026, soit 2 années.

Le projet démarrera par la réalisation des études règlementaires et de maîtrise d'œuvre.

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Etudes		X					
Dossiers réglementaires			X	X			
Travaux				X			

Dossiers réglementaires :

DLE	EDD	CNPN, Natura 2000	Défrichage	Cas par cas / étude d'impact	DIG/DUP	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme	MH – Sites (inscrit ou classé)
Oui, régime d'Autorisation (A), rubriques concernées : 3.1.1.0, 3.1.2.0, 3.1.4.0, (délestage = dérivation de cours d'eau) et 3.1.5.0	Non	Dossier CNPN si espèces protégées connues ; Zone incluse dans ZNIEFF type II 83200100	Non	Non	Non négociation amiable envisageable	Non	Non

Contraintes foncières :

- Acquisition : 9 300 m²

5-2-8 Hyères, La Crau, Pierrefeu – Opérations globales de remobilisation et d'optimisation des Zones d'Expansion de Crue

Fiches action **FA6-5**

OBJECTIFS : **CRUE COURANTE**

- Permettre la **remobilisation de ZEC** actuellement endiguées et tout ou partie ;
- Favoriser et améliorer l'**écrêtement des débits** pour des crues faibles à modérées ;
- Restaurer le **fonctionnement morphologique** des cours d'eau.

Contexte :

Les plaines alluviales des principaux cours d'eau du bassin versant du Gapeau sont essentiellement occupées par des surfaces agricoles (type vignes). De nombreux espaces ont été identifiés en 2016 par les bureaux d'études SCE & AQUA Conseil comme de potentielles Zones d'Expansion des Crues (ZEC).

Pour rappel, les Zones d'Expansion des Crues sont des espaces en lit majeur qui sont mobilisés par un cours d'eau durant la crue et participent à l'écroulement du débit soit par effet d'étalement par libre circulation des débordements, soit par accumulation temporaire, soit par ralentissement dynamique (ouvrages de contrôle).

Sur le bassin versant du Gapeau, plus de 299 ZEC avaient été pré-identifiées. Ces ZEC ont fait l'objet d'une analyse hydraulique approfondie dans le cadre de la présente étude.

19 ZEC ont montré un intérêt hydraulique permettant un écrêtement efficace localement sur les crues courantes ($Q < Q_{10}$).

Cependant, de nombreux remblais « sauvages » empêchent une mobilisation totale de ces ZEC et contraignent les dynamiques fluviales nécessaires au bon fonctionnement morphologique des cours d'eaux (forte érosion, incision, effet de chenalisation, limitation des surfaces d'espaces semi-aquatiques).

L'optimisation générale des ZEC a été étudiée par modélisation mais les résultats obtenus ont été jugés peu intéressants (faible écrêtement, surinondation, coût...).

A que les ZEC les plus efficaces sont protégées dans le cadre du SAGE (carte ci-dessous)



Des opérations de restauration des continuités morphologique et écologique seront menées par le biais de de créations de brèches dans les remblais sauvages ou d'arasements partiels.

La figure ci-dessous illustre le principe de ce type d'aménagements :

- ▶▶ Au regard de la topographie des lieux et de la dynamique des écoulements, une brèche sera créée sur un remblai préalablement choisi pour les intérêts hydraulique et hydromorphologique provoqués par son arasement (mobilisation d'une ZEC, forte incision, etc.)
- ▶▶ La survenue de crues plus ou moins fortes permettra de venir éroder naturellement les berges du cours d'eau et lui redonner une mobilité latérale trop souvent contrainte. Cet aménagement permettra également de remobiliser les ZEC concernées.
- ▶▶ A terme, ce type d'aménagements devrait permettre de diversifier à nouveau les habitats par le rétablissement de la dynamique sédimentaire naturelle du cours d'eau.

Par ailleurs, ces opérations permettront de maîtriser les débordements dans des zones souvent occupées par de l'activité agricole et de réduire les dommages liés à des ruptures de merlons sauvages (érosion localisée, pieds de vigne arrachés).

Une adaptation des dispositifs pourra être nécessaire pour les parcelles dont les cultures sont proches du lit mineur. Des brèches accompagnées de pièges à embâcles pourront être mises en place afin de réduire les impacts potentiels sur les cultures.

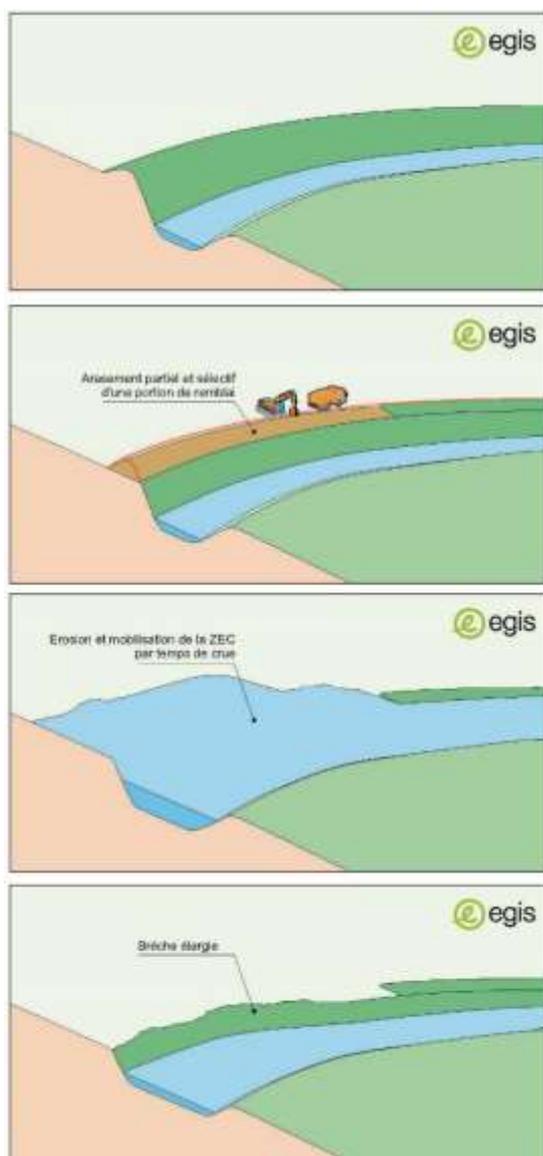


Figure 5. 45 – Schéma de principe de l'arasement sélectif de remblais pour remobilisation des ZEC

Plusieurs sites de remobilisation des ZEC ont été pré-identifiés pour un arasement partiel de remblais ou la création de brèches :

Réal Collobrier (amont Montaud et la Tuilière)

Sur le Réal Collobrier, deux secteurs semblent particulièrement intéressants pour une telle opération : en amont du lieu-dit « le Petit Montaud » en rive droite et en amont du lieu-dit « la Tuilière », également en rive droite (secteur fortement impacté en 2014 par une rupture de merlon et dommages importants aux cultures et au réseau routier).

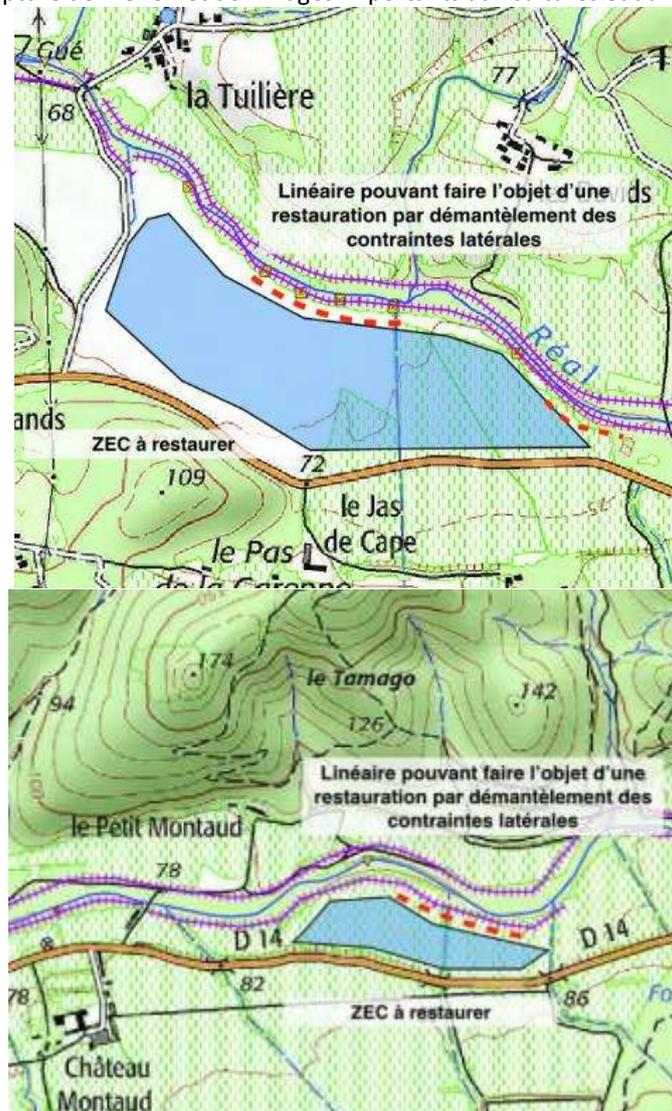


Figure 5. 46 – Site potentiel d'arasement de remblais/remobilisation de ZEC (amont Montaud)

Si la suppression complète des remblais est difficilement envisageable pour des raisons de coût, il est possible de créer de brèches afin de les rendre transparents hydrauliquement. Les emprises concernées sont actuellement mises en valeur (vignes). De préférence et pour un gain écologique optimal, il s'agirait de positionner les brèches dans les extrados des sinuosités pour profiter de l'effet érosifs des courants afin, si les potentiels érosifs sont suffisants, de réactiver les processus latéraux (érosions de berge). Les érosions de berges pourraient alors remobiliser les sédiments grossiers contenus dans les berges pour régénérer les substrats alluviaux. Il s'agit donc de laisser ces érosions se produire (dégradation passive) voire de les favoriser avec par exemple la fixation d'embâcle artificielle.

La localisation très précise des brèches serait à préciser avec des études complémentaires (en phase de maîtrise d'œuvre) et en **concertation avec les propriétaires fonciers concernés (appui de la Chambre d'Agriculture du Var** souhaité. Elles pourraient faire environ 60 ml. Les remblais visés ici font environ 1 à 2 m de hauteur, parfois plus, et 6 de largeur, ce qui représente entre 360 et 720 m3 à déblayer. Une à deux brèches par ZEC sont à prévoir, plutôt sur la partie amont. Eviter de percer une brèche vers la partie aval permettrait d'améliorer la capacité de stockage de la ZEC pour éviter les retours des écoulements de débordement dans le lit mineur.

Les matériaux extraits de ces travaux peuvent être tamisés pour ne garder que les éléments intéressants pour le transport solide (gravier et petit galet < 22/32mm), puis réinjectés en aval ou sur ces zones déficitaires (en incision par exemple). La localisation de ces zones sera définie en concertation avec les services de la Préfecture.

Réal Martin

- ▶▶ En rive gauche du lieu-dit « Sauvebonne », le remblai est assez peu élevé (environ 0,5 m avec localement des hauteurs de 1,5 m) mais est en revanche très large (20 à 30m). Une brèche serait à prévoir au niveau de la concavité de la sinuosité. Il faut chercher également à éviter de percer une brèche vers la partie aval afin d'améliorer la capacité de stockage de la ZEC pour éviter les retours des écoulements de débordement dans le lit mineur et créer un casier en s'appuyant sur le talus de la route.

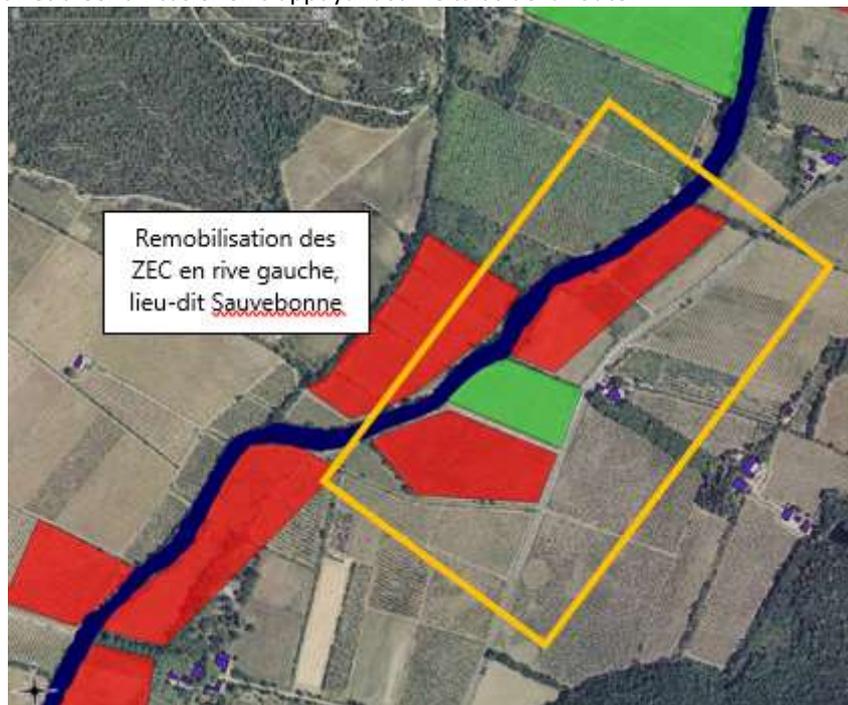


Figure 5. 47- Site potentiel d'arasement de remblais (Réal Martin Sauvebonne)

A l'amont de ce site, en rive gauche, des opérations de décorsetage pourront être menées sur le secteur de la Gordonne.

Des actions de décorsetage seront également menées dans le cadre de la restauration morphologique du **Farembert et du Merlançon**.

Incidence hydraulique :

Les résultats ci-dessous présentent les gains hydrauliques liés à l'arasement des remblais contraignant la mobilisation des ZEC sur l'ensemble des linéaires de remblais recensés. Cette analyse montre que l'effet hydraulique de la remobilisation des ZEC est limité au regard des importants volumes de crue mis en jeu. Cependant, pour des crues fréquentes, les ZEC peuvent avoir un impact local d'écêtement :

- Pierrefeu amont – Vallée de Sauvebonne : l'impact de l'arasement des remblais ne se mesure que pour des crues fréquentes ($T \leq 5$ ans). Ceci s'explique par le fait que les remblais présents dans la plaine sont majoritairement d'origine agricole dans le but de réduire les impacts sur les cultures des crues les plus fréquentes.

	Q₅	Q₁₀
Écêtement du débit de pointe	5.8%	1.98%

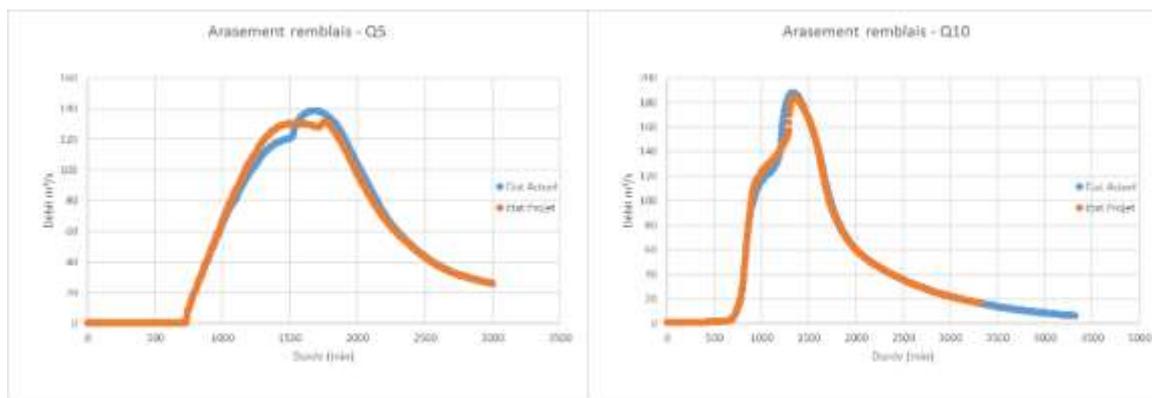


Figure 5. 48 – Impact hydraulique arasement remblais – Réal Martin

- Gapeau aval : l'arasement des remblais permet ici une réduction satisfaisante du pic de crue pour les événements les plus fréquents. En revanche, pour des crues supérieures (T>10 ans), cet aménagement n'est pas suffisant.

	Q ₅	Q ₁₀
Ecrêtement du débit de pointe	8.5%	9.12%

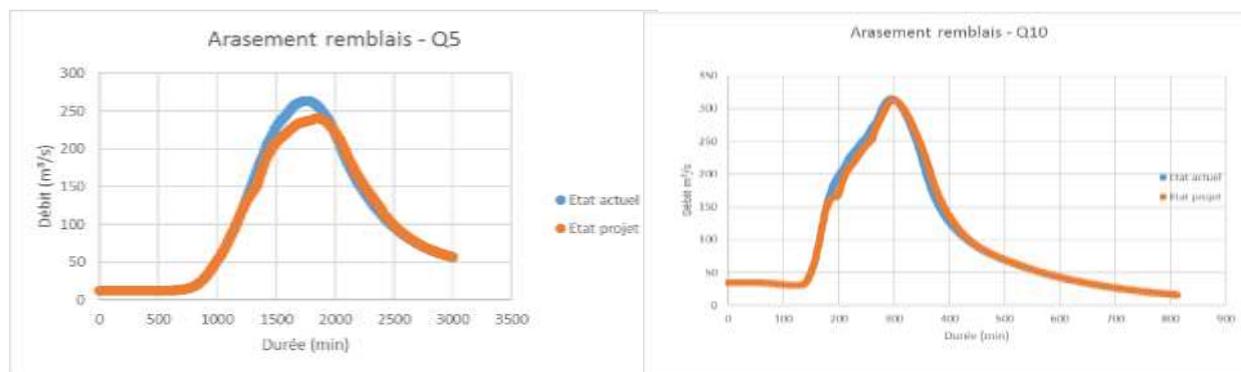


Figure 5. 49 – Impact hydraulique arasement de remblais - Gapeau aval

Chiffrage détaillé :

Opérations globales de remobilisation et d'optimisation des zones d'expansion de crue					
Opération		Unité	Prix unitaire (H.T.)	Quantité	Coût (H.T.)
1) Réal Collobrier (amont Montaud)	La Tuilière : Création de 2 brèches de 60 ml, sur 2m de hauteur et 6 m de largeur	ml	25	1440	36 000 €
	Le Petit Montaud : Création d'une brèche de 60 ml de longueur, sur 2m de hauteur et 6 m de largeur	ml	25	720	18 000 €
2) Réal Martin	Sauvebonne : création de 5 brèches de 60 ml, hauteur 0.5 m, largeur 20 à 30m.	ml	25	4500	112 500
Montant total des travaux (hors foncier)					166 500 €
Etudes, MOE, etc. (20% du montant des travaux)					33 300 €
Montant total (travaux, études, MOE, hors foncier)					199 800 €
Emprise foncière		néant			

Montant total (travaux, études, MOE, foncier)

199 800 €

Scénario alternatif non retenu :

Un scénario alternatif a été étudié consistant à araser la totalité des merlons et réaliser des merlons perpendiculaires aux axes d'écoulement afin de sur stocker un maximum de volume d'eau. Ce scénario n'a pas été retenu pour plusieurs raisons :

- le gain hydraulique était très faible, compte tenu de la forte mobilisation des ZEC dans la modélisation en l'état actuel. Le gain était minime et très localisé,
- le montant des travaux n'était pas justifié au regard des enjeux protégés,
- les surcotes engendrées par les digues transversales avaient un impact négatif sur la RD12 et nécessitaient la création de digues rapprochées près d'enjeux habitations,
- il paraissait très difficile d'araser l'ensemble des merlons sur des exploitations agricoles (acceptabilité, sur endommagement des activités agricoles...) dans les délais du PAPI.

Territoire concerné :

Commune d'Hyères-les-Palmiers, La Crau et Pierrefeu-du-Var

Modalités de mise en œuvre :

Maîtrise d'ouvrage : **SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU**. La Chambre d'Agriculture du Var sera associée à la démarche notamment dans le cadre de la concertation avec les exploitants agricoles concernés. Cette action sera liée à l'action FA4-2 du PAPI.

Durée prévisionnelle :

2023-2026, soit 4 années.

Ce projet nécessitera une forte concertation avec le monde agricole et les exploitants concernés par les opérations d'arasement.

Dossiers réglementaires :

DLE	EDD	CNPN, Natura 2000	Dossier Défrichement	Cas par cas / étude d'impact	DIG/DUP	Mise en compatibilité des documents d'urbanisme	MH – Sites (inscrit ou classé)
<u>Oui, régime d'Autorisation (A), rubriques concernées : 3.1.1.0, 3.1.2.0, 3.1.4.0, 3.1.5.0, 3.2.3.0 et 3.3.1.0</u>	Non	Dossier CNPN si espèces protégées connues ; ZNIEFF type II 83200100, 83119100,83164100, 83165100, 83134100, 83166100, 83206100, 83177100 et 83208100 à proximité (à préciser selon choix des ZEC)	Non	<u>Catégorie 10</u> (vérifier si projet soumis à examen au cas par cas : intervention sur cours d'eau répertorié, linéaire, etc.) <u>Catégorie 47</u> : étude d'impact au cas par cas si 0.5 ha < défrichement < 24.99 ha, étude d'impact si défrichement > 25 ha	Probable DIG	Non	Non

Contraintes foncières :

- Convention ou DIG à prévoir pour la réalisation des travaux
- Surinondation au droit des brèches créées

5-2-9 Opérations de restauration morphologique

Le programme d'aménagements structurels du PAPI contient également des opérations de travaux portant uniquement sur la restauration morphologique dans un objectif de gain sur la fonctionnalité des cours d'eau (continuité écologique, continuité sédimentaire, réduction des contraintes latérales, recréation d'une ripisylve,...

L'étude hydromorphologique réalisée en 2019 par le bureau d'études GEOPEKA a permis d'identifier les secteurs prioritaires en termes d'interventions :

- ▶▶ 7 seuils dits « prioritaires » feront l'objet d'opérations d'arasement ou d'équipements (type passe à poisson) (**FA6-6**). Les seuils concernés sont les ceux :
 - De la Grassette (situé sur la Gapeau à La Crau),
 - De Trulet, de la Sauvebonne, des Martins et de la Marseillaise (situés sur le Réal Martin, à cheval sur les communes de La Crau et Hyères),
 - De la Clapière (situé à Hyères, sur le Gapeau). Ce seuil fera l'objet d'une attention particulière, étant classé en liste 2 (montaison de l'espèce cible anguille) et dont les travaux pourraient impacter la station hydrométrique de la DREAL (cf. FA2-1),
 - Du barrage Jean Natte (situé sur le Gapeau à La Crau).

- ▶▶ Le Meige Pan à Cuers et Pierrefeu-du-Var (**FA6-12**) : l'opération proposée devra permettre de restaurer la continuité sédimentaire et restaurer le matelas alluvial pour une amélioration des habitats benthiques. L'opération visera également à restaurer les berges afin d'améliorer la qualité et le fonctionnement du cours d'eau. Enfin des interventions sur les seuils aval devront permettre de rétablir une continuité écologique.

- ▶▶ Le Farembert, le Merlançon et le Réal Collobrier à Pierrefeu-du-Var (**FA6-13**) : l'opération, couplée avec le décorsetage des ZEC (**FA6-5**), vise à restaurer la morphologie pour permettre la diversité des habitats semi-aquatiques.

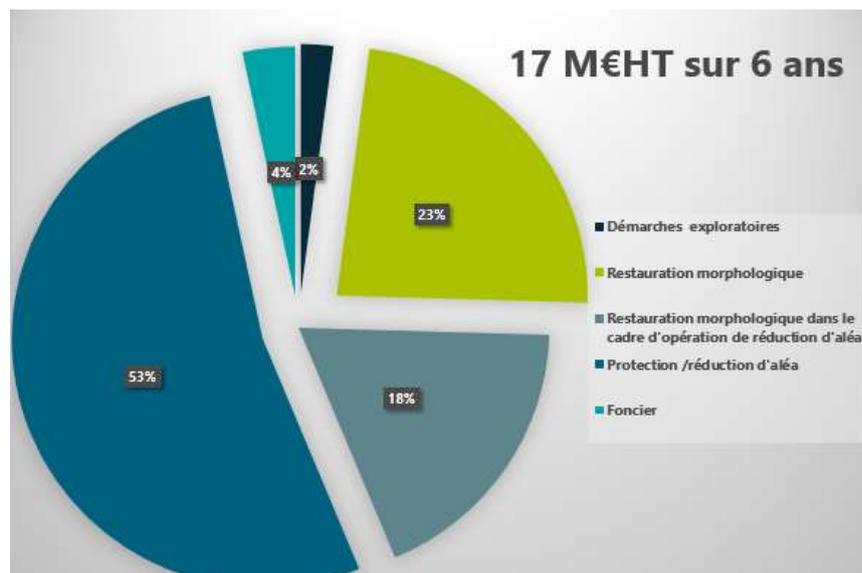
- ▶▶ Le Gapeau, dans la traversée de Solliès-Toucas (quartiers de la Guirane et des Papèteries) et de Solliès-Ville (quartier des Daix) (**FA7-4**) : face aux nombreuses érosions de berge et à la menace qui pèse sur les habitations situées à proximité, cette opération vise à consolider ces berges dans un objectif d'amélioration du fonctionnement hydraulique et hydromorphologique. Les techniques « mixtes » seront privilégiées.

Des opérations importantes de restauration morphologique sont également incluses dans les travaux structurels détaillés précédemment.

5-2-10 Equilibre financier entre opérations hydrauliques et de restauration morphologique

L'analyse des montants des travaux proposés dans le PAPI complet démontre un certain équilibre entre les opérations visant à protéger/réduire l'aléa inondation (portée davantage « hydraulique ») et les opérations de restauration morphologique pure ou celles menées dans le cadre d'opérations de réduction d'aléa.

Figure 5. 50 – Equilibre financier entre travaux hydrauliques et de restauration morphologique



5-2-11 Opérations étudiées mais non retenues

Grâce notamment aux ateliers de concertation réalisés pour l'élaboration du programme d'aménagement, de nombreuses pistes de solutions ont été étudiées, parfois simplement expertisées, parfois modélisées et chiffrées. Avant d'être écartées, certaines pistes ont été discutées lors des ateliers ou des réunions avec les acteurs du territoire. La plupart sont exposées dans la présentation des opérations structurelles.

Parmi les autres pistes écartées, nous pouvons ajouter :

Pistes écartée	Explication
Collobrières – Remise en état de la retenue de Valescure	Gain nul à l'entrée du village de Collobrières. Une prise de contact avec les services de l'Etat a été faite pour acquérir deux habitations très exposées
Solliès-Toucas – Mobilisation d'une ZEC sur le Gapeau	Volume mobilisé trop insuffisant pour obtenir un gain hydraulique, présence d'un enjeu habitat sur la ZEC
Puget-Ville – Reprise d'ouvrages limitant sous la voie SNCF	Contraintes techniques liées au gestionnaire de l'ouvrage. Coût important et peu d'enjeux concernés
Signes – Endiguement des cours d'eau (Raby et Latay)	Contraintes techniques et hydrauliques, justification vis-à-vis des enjeux exposés

5-3 RÉSULTATS DES ANALYSES COÛT-BÉNÉFICE

Conformément au CCTP PAPI 3, les actions d'un montant estimé à plus de 2M€HT doivent faire l'objet d'une ACB (i.e les critères monétaires de l'AMC – les autres critères étant facultatifs).

Les 2 actions suivantes sont ciblées :

- **Hyères** : Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire (cf. fiche action 7.1) : seuls les aménagements de la phase 1 du projet global sont considérés ici.
 - Bien que le montant d'investissement de la phase 1 ne dépasse pas les 2M€HT (1.76 M€HT), ce projet, structurant pour le territoire fait l'objet d'une AMC.
- **Solliès-Pont** : Programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine (cf. FA6.8)

Le présent chapitre concerne l'analyse multicritère des propositions d'aménagement développées dans les fiches action sur ces 2 projets.

Pour les autres opérations de travaux hydrauliques, une estimation du seuil de rentabilité a été définie pour chaque secteur prioritaire ou zone impactée par un aménagement. Cela a permis de « cadrer » les propositions techniques d'aménagements du bureau d'études, tout en veillant à ce qu'ils soient économiques pertinents vis-à-vis des enjeux protégés et des dommages estimés. Ce travail a fait l'objet d'un rapport spécifique « Analyse des Dommages Moyens Annuels état actuel » (EGIS-Eau, 2019).

On note que bien que ces opérations ne dépassent pas les 5M€HT, une AMC a été réalisée afin de fournir une vision globale de l'incidence des projets.

La présente analyse vise à évaluer les dommages directs tangibles et intangibles pour les états avant et après aménagements selon la démarche d'Analyse Multicritère (AMC) telle que définie par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) dans ses publications de Mars 2018.

Cette approche permet d'établir la pertinence, la faisabilité, l'efficacité et l'efficience des projets d'aménagements retenus.
Elle constitue un outil d'aide à la décision visant à aider à la constitution du programme d'action du PAPI du bassin versant du Gapeau.

La méthodologie utilisée repose sur la détermination d'indicateurs.

Deux grandes catégories d'indicateurs de dommages, auxquelles sont rattachées des méthodologies spécifiques, sont établies dans le Guide du CGDD :

- **Les indicateurs de dommages monétaires** : on estime ici le montant des dommages directs causés par les inondations. Ils visent à caractériser la vulnérabilité matérielle et sont définis par une partie des indicateurs dits « synthétiques ».
- **Les indicateurs d'enjeux** : ils visent à caractériser la vulnérabilité des enjeux, leur exposition au champ d'inondation. Ils sont définis de manière détaillée par les indicateurs dits « élémentaires » de l'AMC (population exposée, nombre de STEP en zone inondable, établissements sensibles exposés...). Les principaux enjeux (population et emplois) sont également définis dans les indicateurs « synthétiques ».

5-3-1 Indicateurs retenus

5-3-1-1 Les indicateurs synthétiques

Ils sont mobilisables pour justifier la pertinence d'un projet dans le cadre de procédures de labellisation par l'Etat. Ils sont présentés dans le tableau ci-après :

Objectifs	Indicateurs synthétiques	Notés dans la suite du texte ...	
Efficacité	Nombre (moyen annuel) d'habitants protégés par le projet	NEMA habitants*	Indicateurs non monétaires
	Nombre (moyen annuel) d'emplois protégés par le projet	NEMA emplois*	
	Rapport des dommages évités (moyens annuels) grâce au projet sur les dommages (moyens annuels) en situation de référence	DEMA/ DMA sc. de référence	
Coût-efficacité	Coût total moyen du projet par habitant protégé grâce au projet	C/ NEMA habitants	Indicateurs monétaires
	Coût total moyen du projet par emploi protégé grâce au projet	C/ NEMA emplois	
Efficience	Valeur Actualisée Nette du projet	VAN	
	Ratio des bénéfices générés par le projet sur le coût du projet	B/C	

Rappel : seuls les indicateurs monétaires sont demandés dans le CCTP PAPI3 pour les projets compris entre 2 et 5 M€HT

Tableau 5. 2 - Objectifs et indicateurs synthétiques (source : Guide méthodologique de juillet 2014 – CGDD) ¹

- Les indicateurs d'efficacité visent à définir l'incidence des aménagements sur les enjeux forts impactés (population / entreprises),
- Les indicateurs de rapport coût-efficacité synthétisent l'information comparant les coûts aux bénéfices non monétarisés. Ils permettent d'évaluer le coût que la société consent pour protéger les enjeux principaux,
- La VAN et le rapport B/C synthétisent l'information comparant les coûts aux bénéfices monétarisés. Ils donnent une mesure de la production de bien-être du projet pour la société.

La détermination de la VAN et du ratio B/C nécessitent l'évaluation des montants de dommages : cette évaluation a été faite pour les crues de période de retour 10, 50 et 100 et 1000 ans.

Le présent chapitre vise à fournir les dommages monétaires directs pour les enjeux suivants :

- Habitations
- Activités économiques
- Cultures agricoles
- Établissements publics

Ces enjeux correspondent à ceux qui sont traités dans le guide méthodologique du CGDD de juillet 2014 et pour lesquels des fonctions de dommages « nationales » sont disponibles.

Compte-tenu des données disponibles et afin de prendre en compte les spécificités du territoire, les enjeux suivants font également partie de l'analyse :

- Infrastructures associées aux réseaux secs et humides
- Réseau de transport (routes / autoroutes, voies ferrées)
- Serres agricoles
- Bâtis agricoles

5-3-1-2 Les indicateurs élémentaires

Ils ont pour objectif de compléter les indicateurs synthétiques précédents via la détermination de l'incidence des scénarios d'aménagements sur les enjeux présents en zone inondable : ils sont donc spécifiquement adaptés à chaque périmètre d'étude.

Cette incidence est à définir pour le scénario de dimensionnement par périmètre hydraulique homogène².

Les indicateurs élémentaires sont définis pour qualifier l'impact de l'emprise des zones inondables à l'état actuel / aménagé sur différentes typologies d'enjeux (santé humaine, environnement, patrimoine et économie), ils permettent de quantifier les enjeux maintenus, ajoutés ou sortis de la zone inondable avec la mise en œuvre des projets.

¹ NEMA : Nombre Evité Moyen Annuel

² Dans notre cas, par zone d'incidence de chaque aménagement

Ils sont définis afin de prendre en compte la vulnérabilité spécifique à chaque territoire analysé. Des propositions d'indicateurs sont fournies dans les annexes techniques du guide méthodologique de réalisation des AMC de mars 2018.

Les indicateurs élémentaires suivants ont été retenus de manière à répondre aux attentes des acteurs locaux et définir les enjeux présents (ou non) en zone inondable :

1 : Population habitant en zone inondable → 1bis : Nombre d'habitations en zone inondable
2 : Population habitant dans les logements de plain-pied en zone inondable → 2bis : Nombre d'habitations de plain-pied en zone inondable
3 : Nombre d'activités économiques (entreprises) en zone inondable
4 : Nombre d'emplois en zone inondable
5 : Linéaire de réseau routier en zone inondable
6 : Nombre total d'établissements publics en zone inondable → 6bis : Nombre d'établissements publics hébergeant une population sensible en zone inondable → 6ter : Nombre d'établissements utiles à la gestion de crise en zone inondable
7 : Surface de parcellaire agricole en zone inondable (serres uniquement)

Tableau 5. 3 – Liste des indicateurs élémentaires retenus

Dans tous les cas, les indicateurs ont été développés pour la crue de dimensionnement (seul évènement demandé dans le guide méthodologique des AMC). **Cependant, afin de mieux cerner l'incidence des aménagements, des évènements supplémentaires ont été ajoutés** : ils visent à « encadrer » la crue de dimensionnement afin de qualifier l'impact sur les crues supérieures et inférieures.

5-3-2 Périmètre d'étude

Le périmètre d'étude global couvre le bassin versant hydrographique du Gapeau.

Le périmètre d'étude global de l'AMC émane de l'exploitation des données hydrauliques. Il est défini de manière précise dans le guide méthodologique de Mars 2018 :

« Les délimitations amont et aval du périmètre géographique doivent correspondre aux limites auxquelles l'impact hydraulique des aménagements est considéré nul (ou si faible qu'il n'est pas quantifiable). Si différentes alternatives de gestion du risque inondation sont comparées sur le territoire, les délimitations amont et aval du périmètre géographique doivent être les mêmes pour tous les projets, à savoir les limites maximales des différents projets.

[...] Si plusieurs mesures sont prévues, il faut s'interroger sur l'interdépendance hydraulique potentielle de ces mesures.

- *Les mesures doivent être analysées dans leur ensemble et non indépendamment si elles sont interdépendantes d'un point de vue hydraulique, c'est-à-dire que la mise en œuvre d'une mesure modifie l'aléa au droit des autres mesures. L'ensemble de ces mesures fait donc l'objet d'une unique AMC*
- *Dans le cas contraire, chaque mesure fera l'objet d'une AMC indépendante »*

Les 2 actions faisant l'objet d'une AMC présentent des incidences hydrauliques distinctes : elles font donc l'objet d'une analyse spécifique et d'un périmètre propre.

Nota : les périmètres d'étude ne correspondent pas aux « secteurs » pré identifiés dans le rapport de phase 2 « Analyse des Dommages Moyens Annuels état actuel » (carte 2-11).

Les périmètres d'étude sont fournis dans les paragraphes de résultats des 2 secteurs analysés.

5-3-3 Les scénarii d'inondation pris en compte

Les modélisations hydrauliques état actuel sont disponibles pour les périodes de retour suivantes : 5, 10, 20, 30, 50, 100ans. On rappelle que les scénarios hydrologiques retenus retiennent l'hypothèse **d'un karst plein**.

Les caractéristiques des scénarios d'aléa retenus dans le cadre des AMC réalisées sont :

■ **« le scénario de dimensionnement du projet »** : il correspond à :

→ Hyères : Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire :

Seule la phase 1 du projet global est considérée dans l'AMC. L'ensemble du projet vise à protéger le quartier de l'Oratoire contre une crue centennale mais nécessite une étude complémentaire (objet de la fiche action **FA7.2**). La phase 1 permet de réduire de manière significative les hauteurs d'eau pour les crues modérées à fortes : son impact est le plus notable pour une crue de période de retour 20 ans (noté Q20 dans la suite du document), c'est donc cet évènement qui sera considéré comme crue de dimensionnement.

→ Solliès-Pont : Programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine :

Secteur fortement inondable dès les évènements fréquents, les aménagements ont été dimensionnés de manière à réduire l'aléa pour un évènement de période de retour 5 ans (noté Q5 dans la suite du document).

■ **« le scénario d'aléa de premiers dommages »³** : c'est l'évènement de période de retour 5 ans qui caractérise ce scénario pour les projets d'aménagements sur l'Oratoire.

Nota : pour le projet sur Solliès-Pont, ne disposant pas de crue inférieures à la crue de dimensionnement, cette dernière correspond également à la crue des premiers dommages.

■ **« Un scénario d'aléa de probabilité fréquente ou moyenne [de période de retour inférieure à la période de retour de dimensionnement] »** : c'est l'évènement de période de retour 10 ans qui caractérise ce scénario pour le projet d'aménagements sur l'Oratoire.

■ **« Un scénario d'aléa pour lequel l'ouvrage ou le système a un impact hydraulique limité »** :

Ce sont les scénarios de période de retour 30, 50 et 100 ans pour tous les projets (notés respectivement Q30, Q50 et Q100 dans la suite du document).

Pour Solliès-Pont, ils sont complétés par la Q10 et la Q20.

■ **« Un scénario d'aléa extrême, de période de retour au moins 1 000 ans »** :

Ce dernier scénario n'a pas fait l'objet de modélisation hydraulique, on note toutefois que l'analyse prend en compte un minimum de 3 crues supérieures à la crue de dimensionnement (pour l'Oratoire) et jusqu'à 5 crues supérieures (pour Solliès-Pont).

Les évènements de dimensionnement des projets étant définis pour des périodes de retour faible à modéré, l'incidence des aménagements au-delà de ce dimensionnement est donc bien prise en compte dans la courbe fréquentielle de dommages définie.

Pour estimer les dommages d'une crue extrême, il a été convenu d'appliquer la méthode de détermination des dommages de la crue extrême proposée dans le référentiel départemental du Gard (rapport « Analyse coût-bénéfice des projets de protection-prévention des inondations » Comité départemental de l'eau du Gard – Mars 2012) qui consiste à considérer que « le point correspondant aux dommages pour une crue exceptionnelle aura un montant de dommages égal à 1.5 fois les dommages de la crue centennale ».

Il est à noter que cette méthode est classiquement admise par les services instructeurs car les crues exceptionnelles, qui occasionnent les dommages les plus importants, sont par définition rares (probabilité très faible) et ont peu de poids, statistiquement parlant, dans le calcul du dommage moyen annuel (DMA), contrairement à des crues générant des dommages plus faibles mais beaucoup plus fréquentes (probabilité forte).

Sur la figure suivante, le calcul des dommages pour la crue extrême est noté Dext. La différence entre les dommages état actuel et projet calculés pour cette période de retour est proche de zéro (d'autant plus pour des projets visant une période de retour de protection inférieure à la Q100) : l'aire entre la courbe DMA sans projet et avec projet est donc quasi nulle.

³ Les intitulés entre guillemets sont ceux définis par le guide méthodologique de mars 2018.

On considère une incidence des aménagements nulle pour la crue extrême, ainsi :

Les dommages pour la crue extrême (1000ans) = 1.5 dommages Q100 ans état actuel
= 1.5 dommages Q100 ans état aménagé

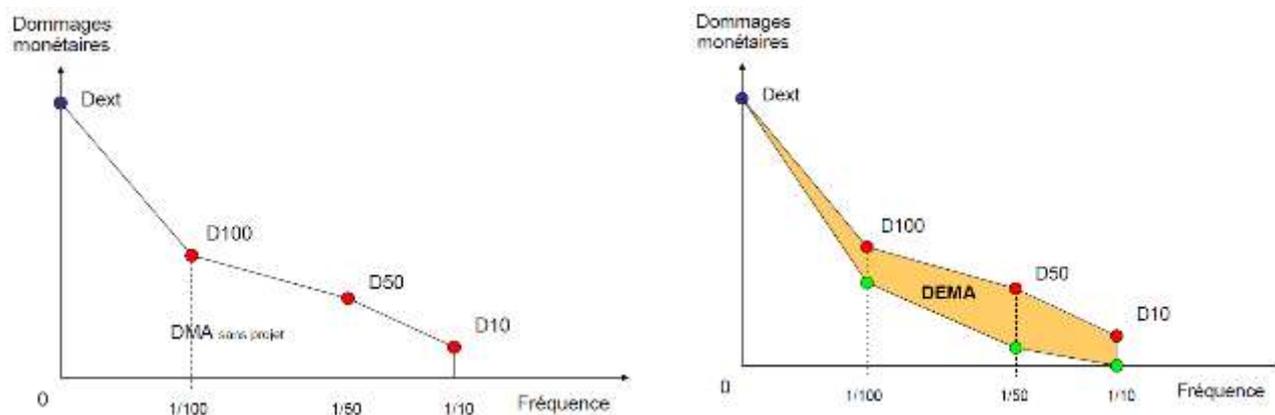


Figure 5. 51 – Représentation théorique du DEMA en situation actuelle (rouge) et projet (vert) – source : Irstea

Remarque : un minimum de 3 scénarios d'aléa est nécessaire à la détermination de la courbe fréquentielle de dommage. Il a été privilégié la prise en compte d'une crue fréquente (période de retour 10ans) à la place de la crue extrême. Cet évènement ayant une probabilité de survenance (associée à la période de retour) forte, il permet d'apporter de la précision dans la détermination du de Dommages Moyens Annuel (DMA).

Pour les états actuel et aménagé, l'analyse prend en compte 6 scénarios d'aléa (hors crue extrême) pour la détermination de la courbe fréquentielle de dommages.

L'ensemble des paramètres hydrologiques et hydrauliques ayant conduit à la construction des scénarios employés ont fait l'objet de rapports détaillés, fournis antérieurement. Compte-tenu du volume de ces données, les hypothèses ne sont pas rappelées ici.

5-3-4 Méthodologie employée

Ce chapitre vise à fournir les méthodes de calcul et l'ensemble des hypothèses retenues pour obtenir les résultats fournis au chapitre 5-3-5.

La plupart de ces éléments sont issus d'études réalisées dans le PAPI d'intention du Gapeau et notamment :

- Le rapport de phase 1 « Recensement des enjeux situés en zone inondable du Gapeau – Recueil et exploitation des données » (EGIS-Eau, 2018) : qui fournit le détail des données traitées pour constituer la base de données enjeux utilisée
- Le rapport de phase 2 « Analyse des Dommages Moyens Annuels état actuel » (EGIS-Eau, 2019) qui utilisait les mêmes fonctions de dommages que celles utilisées ci-après.

La plupart des éléments sont rappelés ci-après afin de fournir un document regroupant les principales hypothèses utilisées.

5-3-4-1 Le recensement des enjeux

Il a fait l'objet d'une étude à part entière « Recensement des enjeux situés en zone inondable du Gapeau » dans le cadre du PAPI d'intention du Gapeau (EGIS-Eau – Chambre d'agriculture du Var, 2018).

Le recensement se base sur trois sources de données principales :

- Les bases de données SIG disponibles (dont celles de la Chambre d'Agriculture 83 qui a réalisé une analyse spécifique sur le territoire)

- Les campagnes de terrain (plus d'un mois de terrain réalisé)
- La plateforme participative de travail (application Webmapping) créée spécifiquement pour l'étude.

De plus, on trouve dans cette étude, les méthodologies suivantes :

- Estimation du nombre de salariés des entreprises
- Estimation du nombre de places de stationnement des parkings
- Estimation de la population habitant en zone inondable
- Estimation de la population touristique

5-3-4-2 Evaluation des montants des dommages monétaires

L'analyse globale se base sur le croisement de l'aléa hydraulique (hauteurs de submersion essentiellement) avec la carte d'occupation des sols (enjeux), et l'intégration au SIG des courbes d'endommagement relatives au mode d'occupation du sol et de son usage à l'échelle du bâti ou des parcelles (pour les enjeux agricoles).

»» Hypothèses de caractérisation des bâtis inondables

Les bâtiments associés à des montants de dommages sont ceux qui sont considérés inondables.

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour qualifier l'inondabilité d'un bâti :

- Bâti présentant une surface d'au moins 30 m² : cette hypothèse est conforme à celle retenue dans le guide méthodologique de l'analyse multicritères de 2014, elle permet d'écarter les « cabanons » ou autres bâtis légers pour lesquels l'estimation d'un dommage serait surestimée.
- Plus de 20% du polygone bâti est compris en zone inondable : cela évite la prise en compte de bâtis à proximité immédiate de la zone inondable, non impactés mais pouvant être considérés par l'utilisation des croisements automatiques SIG.

Seuls les montants de dommages directs sont chiffrés.

»» Paramètres utilisés

Nota : les secteurs analysés n'étant pas sous l'influence du niveau marin, les fonctions de dommages « salées » ne sont pas utilisées dans le cadre des AMC réalisées.

Hauteurs d'eau / Vitesses d'écoulement / durée de submersion :

Comme mentionné précédemment, les données hydrauliques exploitées sont celles issues des modélisations hydrauliques états actuel et aménagé réalisées dans le cadre de l'étude.

Saison la plus probable de survenance d'une inondation

L'hypothèse hydrologique « karst plein » retenue est caractéristique d'une crue **d'hiver**.

De plus, de nombreux événements historiques remarquables se sont produits l'hiver. On peut citer : l'événement pluvieux du 16 au 19 janvier 2014 (ayant engendré la crue la plus marquante sur le bassin depuis ces 50 dernières années), les crues de novembre 2014, novembre 2011, janvier 1999.

»» Les courbes d'endommagement utilisées

Les montants de dommages sont fournis en euro 2017, ils ont été ajustés en fonction de l'inflation calculée par l'INSEE.

✓ L'habitat

Les courbes d'endommagement du CGDD de **Mars 2018** ont été appliquées (€2016).

Typologies d'enjeux disponibles :

Les montants de dommages sont disponibles pour les catégories suivantes :

Pour les dommages au bâti	Pour les dommages au mobilier
Habitat individuel sans étage	Mobilier individuel sans étage
Habitat individuel avec étage	Mobilier individuel avec étage
Logement en collectif	Mobilier logement en collectif
Sous-sol individuel	
Sous-sol d'un immeuble (cave + garage)	

Tableau 5. 4 – Catégories d'habitat pris en compte dans les courbes d'endommagement fournies par le CGDD (guide méthodologique de réalisation des AMC –mars 2018)

Ainsi le montant total de dommage par typologie d'habitat (individuel avec / sans étage – collectif) correspond à la somme des dommages bâti + mobilier + dommages au sous-sol (si pertinent).

Les habitations avec / sans étage / collectives sont définies d'après typologies disponibles dans la BDD enjeux constituée.

Domaines d'application des courbes (logement / surfacique) :

Méthode de détermination des typologies d'habitations :

- *Habitation individuelle* : avec / sans étage

La détermination de la présence ou non d'un étage a été réalisée d'après les données disponibles dans la BDTopo : les bâtis inférieurs à 4m de hauteur ont été considérés comme de plain-pied.

Remarques : cette typologie d'habitat est supposée ayant un garage dans les hypothèses prises en compte pour la détermination des montants de dommages.

- *Logement collectif*

Le guide méthodologique de Mars 2018 définit comme bâti d'habitat collectif les habitats dont la surface est supérieure à 180m². Cette première détermination de l'habitat collectif a été précisée avec les visites de terrain réalisées.

Une fois ces typologies d'habitat définies (individuel / collectif), le guide propose deux sortes de courbes d'endommagement, applicables en fonction de l'étendue du périmètre d'étude :

- Les courbes applicables au logement : pour les périmètres couvrant des territoires communaux
- Les courbes applicables à la surface de bâtis d'habitation : pour les périmètres d'étude interdépartementaux.

La définition cadastrale des bâtiments permet l'application des courbes « au logement » (attribution à chaque entité bâtie). Cependant, la difficulté d'accès aux immeubles ne permet pas de déterminer le nombre de logements par bâtis d'habitation collectif, les hypothèses suivantes ont été retenues :

❖ Pour le bâti individuel : prise en compte des courbes au logement en prenant l'hypothèse qu'un bâti abrite un logement.

La sous-catégorie avec / sans étage (pour l'habitat individuel) est prise en compte pour l'estimation des dommages.

❖ Pour le bâti collectif : prise en compte des courbes applicables à la surface d'habitat.

Paramètres hydrauliques pris en compte dans les courbes :

Les montants de dommages dépendent des facteurs suivants :

- La hauteur d'eau (par pas de 0.1m)
- La durée de submersion (+/- 48h)

Exemples de montants de dommages obtenus par l'application des courbes (pour une durée de submersion inférieure à 48h) :

- Pour un habitat individuel sans étage soumis à 0.5 m d'eau : 17 054 €
- Pour un habitat individuel sans étage soumis à 1 m d'eau : 24 527 €
- Pour un habitat individuel avec étage soumis à 0.5 m d'eau : 9 538 €
- Pour un habitat individuel avec étage soumis à 1 m d'eau : 14 692 €
- Pour un habitat collectif de 300 m² soumis à 0.5 m d'eau : 48 600 €
- Pour un habitat collectif de 300 m² soumis à 1 m d'eau : 74 400 €

✓ **Les activités économiques**

Les courbes de mars 2018 du CGDD pour les activités économiques proposent :

- Une fonction de dommages aux équipements et aux stocks par employé (fonction « équipement-stock »)
- Une fonction de dommages surfacique pour le bâti (fonction « bâti »)

- Une fonction de dommages « totaux par employé » qui correspond à la somme des dommages au bâtiment, aux équipements et aux stocks.

Il est recommandé de privilégier la détermination des dommages par le cumul de l'application des deux premières courbes, applicables aux surfaces bâties.

L'application de la 3^{ème} (dommages totaux par employé) est utilisable lorsque l'acquisition des données de surfaces des bâtiments par entreprise est problématique. Notre expérience dans la réalisation montre que c'est généralement le cas, par exemple en centre urbain où un bâtiment peut accueillir plusieurs commerces de proximité.

Ainsi, nous avons utilisé les fonctions de dommages totaux par salarié dans une très majorité des cas.

Il est précisé dans le guide que les fonctions fournies ne sont applicables que quand les dommages calculés sont inférieurs à 1.5M€. Au-delà de cette limite, il est préconisé de vérifier le géoréférencement, préciser les surfaces bâties et répartir les salariés en fonction des surfaces bâties.

Ces courbes impliquent que l'on dispose, a minima, par entreprise, de la nature de la nature de l'activité pratiquée et du nombre d'employés (effectif).

Paramètres hydrauliques pris en compte dans les courbes :

Les montants de dommages dépendent des facteurs suivants :

- La hauteur d'eau (par pas de 0.1m)
- La durée de submersion (+/- 48h)

✓ **Les campings**

Une attention particulière a été portée sur ces activités, particulièrement vulnérables et générant des montants de dommages importants.

Dommages aux « locatifs » (mobil-home / chalet / emplacement nus) :

La disponibilité du détail des types de locations (mobil-home, emplacements nus, chalets) présents dans les établissements, a conduit à privilégier, pour l'évaluation des montants de dommages directs relatifs à cette activité, l'étude Egis Eau (ex. BCEOM) menée en partenariat avec le Cemagref en octobre 2006 « Mise au point d'une méthode d'évaluation économique du coût des inondations ».

En effet, cette étude a permis de construire des fonctions de dommage sur la base de données recueillies auprès de 13 gestionnaires de campings.

L'évaluation des dommages se base sur la typologie des éléments de location présents.

Sur le périmètre du PAPI on trouve des emplacements tentes / caravanes, des chalets et des mobil-homes.

Le tableau suivant donne les fonctions de dommages disponibles dans l'étude EGIS EAU – CEMAGREF :

Classes de hauteur d'eau (m)	Mobil-Home	Chalet	Emplacement tente
0 – 0.5m	0€ (non touché)	8 000€ (coût de réparation)	0€ (non touché)
0.5 – 1m	8 000€ (coût de réparation)	12 000€* (coût de remplacement)	1 000€ (coût de réparation)
>1m	12 000€* (coût de remplacement)	12 000€* (coût de remplacement)	2 500€ (coût de remplacement)

Tableau 5. 5 – Montants de dommages aux éléments de location en campings (source : étude « Mise au point d'une méthode d'évaluation économique du coût des inondations » - octobre 2006 – Egis eau / Cemagref)

* Le coût unitaire de 12 000€ correspond à un coût unitaire moyen de mobil-home neuf de 18 000€ à 30 000€ auquel est appliquée une vétusté de 5ans.

Or, une enquête réalisée en 2015 auprès de 3 gestionnaires de camping (1 et 4 étoiles) dans l'Hérault montrent que l'acquisition et l'installation d'un mobil-home neuf varie entre 22 000€ et 45 000€ (selon la gamme). Un montant moyen de 30 000€ est pris en compte afin d'actualiser les montants de dommages précédents.

Compte-tenu des valeurs identiques pour les mobil-home et les chalets, les montants de dommages aux chalets ont été déduites.

Pour les emplacements tentes : seule l'inflation entre 2006 et 2018 a été prise en compte pour actualiser les coûts de dommage. 1€ (2006) = 1.15€ (2018)

Le tableau suivant ([tableau 5-5](#)) donne les montants de dommages considérés dans le cadre de la présente étude.

Dommages aux bâtis d'accueil touristiques (accueil, restaurant, sanitaire...) :

La courbe relative aux établissements publics de type « Centres techniques municipaux » a été appliquée (cf. paragraphe ci-après).

→ Le montant total des dommages aux campings correspond donc au cumul des dommages aux locatifs et aux bâtis d'accueil.

✓ Les équipements publics

Rappel : définition d'un équipement public : « Ensemble des installations, réseaux et bâtiments assurant à la population locale et aux entreprises les services collectifs dont elles ont besoin. »

Il en existe deux types :

- *Les équipements d'infrastructure* (au sol ou en sous-sol) : voiries, réseaux de transport ou de communications, canalisations, transformateurs EDF...
- *Les équipements de superstructure* (bâtiments à usage collectif) : bâtiments administratifs, équipements sportifs, écoles, mairie, commissariat, gendarmerie...

Les établissements publics (superstructures)

Le guide méthodologique de Mars 2018 fourni 7 fonctions de dommages (€2016) spécifiques aux établissements suivants :

- A. Établissements scolaires
- B. Établissements d'incendie et de secours
- C. Centres techniques municipaux
- D. Mairies/ centres administratifs
- E. Commissariats de police/ gendarmeries (courbe la plus onéreuse)
- F. Hébergements
- G. Centres médicaux

Des correspondances ont été pratiquées de manière à prendre en compte la nature de l'enjeu et y associer un montant représentatif des dommages matériels qu'il peut subir.

Paramètres hydrauliques pris en compte dans les courbes :

Les montants de dommages dépendent des facteurs suivants :

- La hauteur d'eau (par pas de 0.1m)
- La durée de submersion (+/- 48h)

Nota : pour les bâtiments de l'aérodrome de Pierrefeu, les quelques éléments disponibles sur les dommages inhérents à la crue de 2014 on conduit à les rattacher à la courbe d'endommagement « Centres techniques municipaux ».

COMMUNE	NOM	Nombre de mobil-home (MH)	Nombre d'emplacements nus (EN)	Nombre de chalets	Remarque	% Q5	€ Q5	% Q10	€ Q10	% Q20	€ Q20	% Q30	€ Q30	% Q50	€ Q50	% Q100	€ Q100
SOLLIES_PONT	LES AMANDIERS	0	0	0	Pas touché même à Q100	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €
SOLLIES_PONT	CAMPING LE PETIT REAL	0	0	0	Impacté de manière marginale en Q5 et Q10, légèrement plus pour les crues supérieures. Pas d'infrastructure touchées. Compte-tenu de la faible inondabilité du site qui accueille un camping à la ferme: pas de dommage estimé.	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €
MEQUINES_LES_MONTRIEUX	CAMPING AUX TONNEAUX	0	50	0	Emprise quasi totalement touchée dès Q5: les emplacements nus semblent tous inondés dès Q5	100% EN (H<0,5)	- €	100% EN (H<1)	57 500 €	100% EN (H>1m)	143 750 €	100% EN	143 750 €	100% EN	143 750 €	100% EN	143 750 €
MEQUINES_LES_MONTRIEUX		0	0	0	Pas touché même à Q100	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €
LA CRAU		0	0	0	Hors ZI Q100 : géoloc ?	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €
HYERES	CAMPING VERT GAPEAU	120	140	0	Il semble que les emplacements nus soient quasiment tous touchés dès Q5. Les MH, quand a eux, semblent impactés de manière marginale en Q30 et de manière plus notable pour les crues supérieures	90% EN (H<0,5)	- €	90% EN	- €	90% EN (H<0,5)	- €	90% EN 0,5 - 1 3MH 0,5-1m	185 400 €	100% EN 10% MH (H<1)	323 000 €	100% EN 25% MH (H<1m)	566 000 €
HYERES	CAMPING LES PEUPLIERS	0	20	0	Pas touché Q5 Q10, partiellement dès Q20	0%	- €	0%	- €	25% EN (H<0,5)	- €	25% EN (H<0,5)	- €	30% EN (H<0,5)	- €	40% EN (H<0,5)	- €
HYERES	CAMPING CAPRICORNE	34	81	0	Quasi totalement touché dès Q5	100% MH, 95% EN (H<1)	547 493 €	100% MH 100% EN (H<1)	552 150 €	100% MH 100% EN (H<1)	552 150 €	100% MH 100% EN (H<1)	552 150 €	100% MH 100% EN (H<1)	552 150 €	100% MH 100% EN (H<1)	552 150 €
HYERES	CAMPING LES PALMIERS	345	0	0	Site indemne pour les crues 5, 10 et 20ans et partiellement inondé Q30 pour des hauteurs d'eau globalement faibles (<10 - 15cm pour majorité), non dommageables pour les MH. Pour Q50, seules les infrastructures collectives semblent épargnées mais les hauteurs d'eau restent globalement inférieures à 20cm. En Q100, la totalité du site est inondé et les hauteurs d'eau sont importantes (>80cm).	0%	- €	0%	- €	0%	- €	20% MH H<0,5	- €	100% MH H<0,5	- €	100% MH H>1	6 900 000 €
HYERES	VVF FONTENAY AUX ROSES	0	0	0	Pas touché même à Q100	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €
HYERES	CAMPING LES JOSEPH	0	20	0	Quasi totalement touché dès Q5, partiellement touché Q10, totalement Q20	100% EN (H<1)	23 000 €	100% EN (H<1)	23 000 €	100% EN (H<1)	23 000 €	100% EN	23 000 €	100% EN	23 000 €	100% EN	23 000 €
HYERES	CAMPING LES FONTETES	51	45	0	Très légèrement touché Q5, pas touché Q10, partiellement Q20, quasi total Q30 à Q50 juste une partie d'un bati n'est pas touchée	2 EN et 1 MH (H<0,2)	- €	4 EN et 1 MH (H<0,5)	- €	60% MH, 50 EN (H<0,5)	- €	100% MH, 90% EN (H<0,5)	- €	100% (0,5-1)	740 250 €	100% (0,5-1)	740 250 €
HYERES	CAMPING LA CONDAMINE	0	20	0	Quasi totalement touché Q5, pas touché Q10, entièrement dès Q20	90% EN (H<1)	20 700 €	100% EN (H<1)	23 000 €	100% EN (H<1)	23 000 €	100% EN (H<1)	23 000 €	100% EN (H<1)	23 000 €	100% EN (H<1)	23 000 €
HYERES	CAMPING A LA FERME BEAUCHAMP	0	0	0	Idemne à Q5 entre 25 et 30% du site en zone inondable de la Q10 à la Q100	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €
HYERES	CAMPING BERNARD	0	100	0	Touché entièrement dès Q30	0%	- €	0%	- €	0%	- €	100% EN (H<1)	115 000 €	100% EN (H<1)	115 000 €	100% EN (H<1) sauf quelques secteurs H>1	287 500 €
HYERES	CAMPING L'OUSTAU DE L'ACAMPADO	0	0	0	environ 80% du site touché à Q5, totalement touché dès Q10. Camping à la ferme: pas de dommage estimé (dommages aux bâtis considérés par ailleurs -habitat).	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €
HYERES	CAMPING LE VIEUX PRESSOIR	0	20	0	Totalement touché dès Q5, que Q10 pas touché	100% EN (H>1)	57 500 €	100%	57 500 €	100%	57 500 €	100%	57 500 €	100%	57 500 €	100%	57 500 €
HYERES	CAMPING LES RIVES DU GAPEAU	1	10	0	pas touché avant Q30, Partiellement Q30, quasi total Q50, total Q100	0%	- €	0%	- €	0%	- €	100% MH 70% EN (H<0,5)	- €	100% MH 95% EN (H<0,5)	- €	100% EN et 100% MH (H<1)	25 000 €
HYERES	CAMPING DOMAINE DU CEINTURON 3	9	151	40	Quasi totalement touché Q30, seuls certains bâtis ne sont pas atteints. Les différentes natures d'emplacements sont quant à eux inondés. entièrement dès Q50 Rare hauteurs d'eau supérieures à 0,5m mais existantes	0%	- €	0%	- €	0%	- €	100% (H>0,5)	1 095 150 €	100% (H>0,5)	1 095 150 €	100% (H>0,5)	1 095 150 €
HYERES	HOTEL CLUB VACANCES BLEUES LE PLEIN SUD	0	0	0	Pas touché avant Q100 (que le parking) et à Q100 quasi totalement	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	100% du bâti	- €
HYERES	CAMPING PORT POTHUAU	250	108	0	Quasi totalement touché dès Q5 (seuls certains bâtis ne sont pas touchés): sud du terrain touché à plus de 0,5m sinon H<0,5, totalement Q10 reste inférieur à 1m	100% (H<1)	3 499 200 €	100% (H<1)	3 499 200 €	100% (H<1)	3 499 200 €	100% (H<1)	3 499 200 €	100% (H<1)	3 499 200 €	100% (H<1)	3 499 200 €
HYERES	CAMPING CLOS ROSE MARIE	50	10	0	Partiellement touché Q5, quasi totalement Q10 Q20 Q30 Q50, totalement Q100	50% MH, 30% EN(H<1, globalement <0,5 sauf Nord)	340 950 €	80% MH, 80% EN (idem)	549 200 €	90% MH, 90% EN (idem)	617 850 €	90% MH, 90% EN (idem)	617 850 €	95% MH, 95% EN (idem)	652 175 €	100% (H<1)	686 500 €
HYERES	CAMPING DE L'OASIS	240	0	0	Partiellement touché Q5, Q10 que le parking pas inondé, totalement touché dès Q20	90% MH (H>1)	4 320 000 €	100%	4 800 000 €	100%	4 800 000 €	100%	4 800 000 €	100%	4 800 000 €	100%	4 800 000 €
HYERES	CAMPING A LA FERME GIORDANO	0	0	0	Terrain indemne à Q5, pas touché Q10, totalement touché dès Q20. Camping à la ferme: pas de dommage estimé (dommages aux bâtis considérés par ailleurs -habitat).	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €	0 €	- €
HYERES	CAMPING MARE E SOLE	0	20	0	Pas touché même à Q100	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €
HYERES	CAMPING PARC ET PLAGE	220	0	0	Partiellement touché dès Q30, quasi totalement Q100	0%	- €	0%	- €	0%	- €	50% MH (<0,5)	- €	60% MH (<0,5)	- €	95% (0,5-1)	2 821 500 €
HYERES	CAMPING LES PINS MARITIMES	300	300	0	Rien avant Q50, partiellement Q50, quasi totalement Q100 (seuls certains bâtis ne sont pas entièrement inondés)	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	60% EN (<0,5)	- €	100% EN et 100% MH (H>1)	6 862 500 €
BELGENTIER	CAMPING LES TOMASSES	0	0	0	Non impacté jusqu'à Q30, Impact en Q50 et Q100 sur secteur de terrain nu (d'après photo aérienne): estimation du nombre d'emplacements nus impactés	0%	- €	0%	- €	0%	- €	0%	- €	5 EN H<1	5 750 €	25 EN (H>1)	71 875 €
							8 808 843 €		9 561 550 €		9 716 450 €		11 112 000 €		12 029 925 €		29 154 875 €

Tableau 5. 6 – Synthèse des hypothèses retenues pour le calcul des dommages aux campings

Le réseau routier (infrastructures)

Les valeurs d'endommagement proposées pour cette catégorie d'enjeux sont issues de l'étude « *Méthode simple d'évaluation de la population bénéficiaire et de l'intérêt des travaux économiques des travaux réalisés* » (SCE – 2007) disponibles dans le guide « *Évaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation – Manuel des pratiques existantes* » (CEPRI – Juin 2008).

Domaine d'application : Les fonctions de dommages sont applicables **au mètre linéaire**.

Paramètre hydraulique pris en compte dans les courbes : seule la hauteur d'eau (par pas de 0.5m) est prise en compte, elle est issue des modélisations hydrauliques.

Actualisation des coûts :

Les montants de dommages sont fournis en euro 2007, ils seront ajustés en fonction de l'inflation calculée par l'INSEE **1 € (2007) → 1,14 € (2018)**

Le tableau ci-après reprend les valeurs « brutes » fournies dans le guide (en € 2007).

Usage	Type	Unité	Hauteur d'eau (m)	Valeur m ² (€ 2007)			Ratio d'endommagement
				minimum	moyenne	maximum	
Voiries / Routes	Routes	/ m ²	< 0,5 m	20 €	60 €	100 €	20%
			0,5 – 1 m				60%
			> 1 m				100%
	Voirie avec trottoir	/ m ²	< 0,5 m	30 €	70 €	110 €	20%
			0,5 – 1 m				60%
			> 1 m				100%

Tableau 5. 7 – Grille d'endommagement de la voirie (source : Guide CEPRI « Évaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation » - 2007)

Le tableau ci-après fournit les valeurs applicables prenant en compte :

- L'inflation entre 2007 et 2018 ;
- La correspondance entre les typologies de voiries disponibles dans la BDTopo et celle des courbes d'endommagement utilisées ;
- La valeur moyenne des infrastructures sauf pour :
 - Les autoroutes : la valeur max est retenue.
 - Les routes empierrées / sentiers / pistes cyclables où la valeur de l'infrastructure est considérée 10 fois moins chère que celle fournie pour la catégorie « route ».
- Un coût de dommage au kilomètre de voirie : ce coût de dommage a été déterminé en prenant en compte les largeurs de voiries suivantes :
 - Autoroute : 25 m
 - Route à 2 chaussées : 12 m.
 - Route à 1 chaussée / Bretelle : 5 m
 - Route empierrée : 3.5m
 - Sentier / piste cyclable : 2m

Type	Nature de l'attribut de la classe « Route » de la BDTopo	Largeur de route estimée	Hauteur d'eau	Taux d'endommagement	Valeur infra moyenne retenue / m ² (€2018)	Valeurs de dommages estimées	
						m ²	Km
Route	Sentier / Piste cyclable	2 m	< 0.5m	20%	7 €	1 €	2 736 €
			0.5 – 1m	60%		4 €	8 208 €
			> 1m	100%		7 €	13 680 €
	Chemin / Route empierrée (route d'exploitation sommairement revêtue : pas de revêtement de surface ou très dégradé)	3,5 m	< 0.5m	20%	7 €	1 €	4 788 €
			0.5 – 1m	60%		4 €	14 364 €
			> 1m	100%		7 €	23 940 €
	Route à 1 chaussée Bretelle Locale	5 m	< 0.5m	20%	67 €	13 €	68 400 €
			0.5 – 1m	60%		40 €	205 200 €
			> 1m	100%		67 €	342 000 €
Voirie avec trottoir	Autoroute Quasi-autoroute (2 * 2 voies) Voie ferrée	25 m	< 0.5m	20%	123 €	25 €	627 000 €
			0.5 – 1m	60%		74 €	1 881 000 €
			> 1m	100%		123 €	3 135 000 €
	Route à 2 chaussées Principale (2 * 1voies)	12 m	< 0.5m	20%	78 €	16 €	191 520 €
			0.5 – 1m	60%		47 €	574 560 €
			> 1m	100%		78 €	957 600 €

Tableau 5. 8 – Grille d'endommagement de la voirie en € 2018 – Correspondance avec les données disponibles dans la BDRhône (source : Guide CEPRI « Évaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation » - 2007)

✓ **Les STEP, transformateurs EDF et stations AEP (infrastructures)**

Bien que non identifiés parmi les enjeux visés par le guide ministériel de mars 2018, quelques-uns de ces enjeux sont présents sur le périmètre d'étude. Il semble opportun de les associer à des montants de dommages mais de les intégrer à la base de données enjeux.

Les valeurs d'endommagement proposées pour ces différentes catégories d'enjeux sont issues de l'étude « Méthode simple d'évaluation de la population bénéficiaire et de l'intérêt des travaux économiques des travaux réalisés » (SCE – 2007) disponibles dans le guide « Evaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation – Manuel des pratiques existantes » (CEPRI – Juin 2008).

- Les courbes d'endommagement sont applicables à l'entité.
- Les montants de dommages dépendent uniquement de la hauteur d'eau.
- Les montants de dommages sont initialement fournis en euro 2007, ils seront ajustés en fonction de l'inflation calculée par l'INSEE.
- Le tableau ci-après reprend les valeurs « brutes » fournies dans le guide (en € 2007).

Type	Unité	Hauteur d'eau (m)	Valeur			Ratio d'endommagement
			minimum	moyenne	maximum	
Station d'épuration	unité	< 0,5 m				3%
		0,5 - 1,0 m	2000 k€	3300 k€	4500 k€	15%
		> 1,0 m				25%
Station AEP	unité	< 0,5 m				3%
		0,5 - 1,0 m	16 k€	1000 k€	3000 k€	15%
		> 1,0 m				25%
Transformateur EDF	unité	< 0,5 m				3%
		0,5 - 1,0 m	25 k€	30 k€	50 k€	15%
		> 1,0 m				25%

Tableau 5. 9 – Grille d'endommagement des STEP, station AEP et transformateur EDF en € 2007 (source : Guide CEPRI « Evaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation » - 2007)

En prenant en compte :

1. Les valeurs moyennes valeur moyenne
2. L'inflation entre 2007 et 2018⁴ ;
3. Les ratios d'endommagement fournis par le CEPRI, on obtient le tableau suivant :

Type	Unité	Hauteur d'eau (m)	Valeur moyenne de l'équipement (€ 2017)	Valeurs de dommages estimées
STEP	Unité	< 0,5 m	37 620 K€	113 K€
		0,5 – 1 m		564 K€
		> 1 m		941 K€
Station AEP	Unité	< 0,5 m	1 140 K€	34 K€
		0,5 – 1 m		171 K€
		> 1 m		285 K€
Transformateur électrique	Unité	< 0,5 m	34 K€	1 K€
		0,5 – 1 m		5 K€
		> 1 m		9 K€

Tableau 5. 10 – Grille d'endommagement des transformateurs EDF / AEP et STEP en € 2018

En complément :

- Il est appliqué un coût de 7500 € pour les forages / puits / captage... afin de prendre en compte les dommages aux armoires électriques. Ce coût a été déterminé par le SEVE (Syndicat des Eaux du Var Est – moyenne de l'intervalle fourni 5 à 10 K€).

Ce coût est appliqué uniquement quand la hauteur d'eau dépasse 50cm.

- À défaut d'autre donnée, on estime les montants de dommage aux centrales électriques comme 10 fois supérieurs à ceux des transformateurs EDF.
- La prise en compte d'une valeur moyenne d'équipement pour un poste de relevage (non disponible dans le guide du CEPRI).

Cette valeur est basée sur le montant de réalisation d'un poste de relevage réalisé en 2005 sur la commune de Fréjus (PR Argens –équipements estimés à 207 K€ en 2014). Compte-tenu de la forte variabilité de cette estimation (les postes pouvant desservir quelques maisons ou une ville), il est proposé de prendre un montant moyen de 100 K€. Ainsi, on obtient :

Type	Unité	Hauteur d'eau (m)	Valeur moyenne de l'équipement (€ 2017)	Valeurs de dommages estimées
Poste de relevage	Unité	< 0,5 m	100 K€	3 K€
		0,5 – 1 m		15 K€
		> 1 m		25 K€

✓ L'agriculture

Les cultures

Le guide méthodologique de réalisation des AMC de mars 2018 fourni des courbes d'endommagement spécifiques à la détermination du montant des dommages aux cultures (€2016).

⁴ 1€ (2007) = 1.14 € (2017)

Les différentes cultures considérées sont : le blé tendre, le maïs grain et ensilage, l'orge, les autres céréales, le colza, le tournesol, le colza, les autres oléagineux, les autres cultures industrielles, l'arboriculture et les vergers, les vignes, les légumes-fleurs, le fourrage, les prairies permanentes, les prairies temporaires.

Ces cultures sont définies dans le Registre Parcellaire Graphique, unique source de données utilisée pour le parcellaire agricole.

Les paramètres pris en compte pour l'attribution des montants de dommages aux cultures sont :

- **La hauteur d'eau / durée de submersion / vitesse du courant / la saison (définis en début de chapitre)**

Les serres

On note que cet enjeu n'est pas identifié dans les courbes nationales du CGDD. Pour ce cas spécifique, il est proposé de prendre en compte les valeurs disponibles dans l'Outil standard ACB développé par la Mission Rhône. Les montants de dommages sont disponibles pour les serres tunnel et les serres en verre : cette distinction a été fournie par la CA83.

La période retenue est novembre – mi-mars : c'est la période la plus représentée sur les derniers événements notables historiques.

Ces valeurs, actualisées en euro 2018 sont :

Novembre mi-mars €2018				Novembre mi-mars € 2018			
Serre tunnel				Serre en verre			
Hauteur d'eau	<1m/s	1m/s 2m/s	>2m/s	Hauteur d'eau	<1m/s	1m/s 2m/s	>2m/s
<0,5m	26 696 €/ha	26 696 €/ha	122 057 €/ha	<0,5m	32 037 €/ha	32 037 €/ha	610 273 €/ha
0,5-1,5m	26 696 €/ha	26 696 €/ha	122 057 €/ha	0,5-1,5m	32 037 €/ha	260 890 €/ha	610 273 €/ha
>1,5m	26 696 €/ha	26 696 €/ha	122 057 €/ha	>1,5m	260 890 €/ha	260 890 €/ha	610 273 €/ha

Tableau 5. 11 – Montants de dommages pour les serres en euro 2017 (source : Outil standard ACB – Mission Rhône)

Nota : on note que les estimations disponibles varient peu en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement (hormis secteur torrentiel).

Paramètres hydrauliques pris en compte dans les courbes :

Les montants de dommages dépendent des facteurs suivants :

- La hauteur d'eau (par pas de 0.1m)
- La vitesse d'écoulement

Bâti agricole

Le bâti agricole est disponible dans la base de données enjeux constituée. Cependant, les surfaces agricoles cultivées et sièges d'exploitation (éléments constituant les exploitations agricoles) ne sont pas identifiés. Le rattachement aux courbes d'endommagement disponibles n'est donc pas possible (données d'entrée de la fonction de dommages aux exploitations agricoles de l'« outil standard ACB » de la Mission Rhône, seule source de données permettant l'évaluation des dommages pour cet enjeu).

Compte-tenu des caractéristiques du bâti, l'évaluation des dommages se base sur l'application des **courbes d'endommagement surfacique à l'habitat individuel de plain-pied**.

5-3-4-3 Calcul des Dommages Moyens Annuels (DMA) et Dommages Évités Moyens Annuels (DEMA)

Nota : La méthodologie de détermination du DMA est identique pour la détermination des NMA (Nombre Moyen Annuel) habitants et emplois, les dommages étant remplacés par les nombre d'habitants ou d'emplois.

Les résultats de dommage obtenus pour chaque période de retour permettent de construire une courbe fréquentielle de dommage liés aux crues.

Chaque point de la courbe est représentatif d'une crue de période de retour caractéristique. C'est la définition précise de cette courbe qui nécessite la connaissance du montant des dommages engendrés par plusieurs crues suffisamment différenciées en période de retour.

La fréquence de la crue provoquant les premiers dommages est particulièrement importante à appréhender pour caler la courbe. Elle fournit le point de départ inférieur de la courbe.

La surface délimitée par cette courbe et l'axe des abscisses représente le dommage moyen annuel (DMA), évalué à partir de la formule suivante :

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

Avec :

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

Il correspond à la surface sous la courbe fréquentielle, comme la montre la figure ci-dessous :

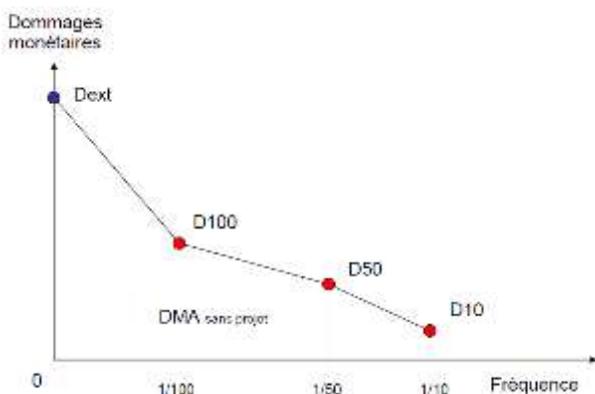


Figure 5.52 – Exemple de courbe fréquentielle de dommage

Les crues exceptionnelles, qui occasionnent les dommages les plus importants, sont par définition, rares et ont peu de poids, statistiquement parlant, dans le calcul du dommage moyen annuel (DMA), contrairement à des crues plus faibles mais beaucoup plus fréquentes.

Les scénarii d'inondation pris en compte sont ceux utilisés pour l'évaluation des montants de dommages (5, 10, 20, 30, 50 et 1000 ans).

Une crue « infinie » égale à 1,5 fois la crue extrême est prise en compte dans le calcul afin de couvrir l'ensemble de la gamme des crues pouvant survenir.

L'estimation du dommage évité moyen annuel (DEMA) est donnée par la différence entre le dommage moyen annuel avec projet (état aménagé) et le dommage moyen annuel sans projet (état actuel) :

$$DEMA = DMA (\text{sans projet}) - DMA (\text{avec projet})$$

Le DEMA est le « bénéfice », calculé de manière annuelle, qui sera mis en perspective des montants d'investissement.

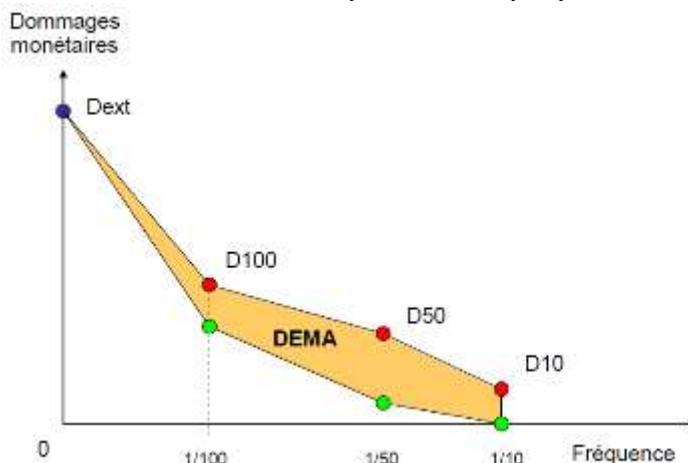


Figure 5.53 – Représentation théorique du DMA en situation actuelle (rouge) et projet (vert) et du DEMA

5-3-4-4 Précision sur le calcul des critères de décision de l'ACB

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- **Les coûts d'entretien** : A défaut de données plus précises, ils sont estimés à une moyenne de 2% du montant des travaux, ce qui est en adéquation avec les ratios fournis dans le guide de réalisation des AMC de 2018.
- Pour les bénéfices, nous nous sommes basés sur les Dommages Évités Moyens Annuels (DEMA).
- Les coûts et bénéfices ont ensuite été actualisés avec les **taux d'actualisation** comme recommandés par le Commissariat Général au Plan (CGP 2005). Il s'agit d'un taux fixe de 2.5% tel que défini dans le rapport Quinet et préconisé dans le guide méthodologique de réalisation des AMC de juillet 2014.
- **La période de retour de la première crue engendrant des dommages** est évaluée par les modélisations hydrauliques réalisées à **4 ans** pour l'état actuel.
- **La durée de vie** d'ouvrages de type digue se situe entre 35 et 100 ans selon le FEMA (Federal Emergency Management Administration, États-Unis). Pour les calculs et tests de sensibilité, **le calcul de la VAN à l'échéance de 50 ans est retenu, conformément au guide méthodologique de réalisation des AMC de 2018.**

Le calcul des critères de décision de l'ACB

Ce paragraphe vise à fournir les formules de calcul utilisées pour :

- a. Le critère de Kaldor-Hicks / Valeur actualisée Nette :

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+r)^i} (B_i - C_i)$$

- b. Le ratio bénéfices-coûts :

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+r)^i} \frac{B_i}{C_i}$$

Avec :

B : les bénéfices liés au projet

C : les coûts du projet

n : la durée de vie considérée

r : le taux d'actualisation

5-3-4-5 Les dépenses prises en compte

D'après les recommandations du CGDD dans son guide de mars 2018, l'analyse coût-bénéfice doit prendre en considération le coût total d'un projet.

Dans nos cas, ce dernier intègre :

- Un montants d'investissement : comprenant les coûts des travaux de réalisation des ouvrages mais également les études (dont maîtrise d'œuvre et dossiers réglementaires), investigations (topographiques et géotechniques notamment),
- Une estimation des acquisitions foncières à réaliser
- Un coût relatif à la compensation des impacts sur l'environnement des aménagements
- Un coût d'entretien des ouvrages

✓ Les montants d'investissement

Les hypothèses retenues pour définir le montant d'investissement sont :

- **Le montant des travaux / études / investigations complémentaires (géotechniques et topographiques) a été estimé dans le cadre de la présente étude**

Les résultats de cette estimation par poste sont :

Projet concerné	Montant estimé des travaux, études et investigations
Hyères : Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire (cf. fiche action 7.1)	1 601.04 € HT
Solliès-Pont : Programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine (cf. fiche action 6.8)	3 818.40 K€ HT

- **Les acquisitions foncières ont été estimées sur la base d'un coût de 10 €/m².**

Ce montant correspond une estimation pour un terrain nu non constructible sur la commune d'Hyères.

On obtient :

Projet concerné	Surface d'acquisition (m ²)	Estimation du montant des acquisitions foncières
Hyères : Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire (cf. fiche action 7.1)	20 000 m ²	161 K€ HT
Solliès-Pont : Programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine (cf. fiche action 6.8)	225 400 m ²	310 K€ HT

✓ **Les coûts environnementaux**

Les projets de gestion des inondations ont des impacts positifs ou négatifs sur l'environnement lors de leur mise en place et pendant leur fonctionnement.

Ces impacts doivent être évités, réduits et/ ou compensés par des mesures correctives dans le cadre de la séquence ERC (éviter, réduire, compenser). Ces dernières seront définies dans les études d'impact et ne sont pas définies (et encore moins chiffrées) au moment de l'édition du présent rapport.

Une estimation simplifiée et grossière du coût des mesures ERC est cependant disponible dans le guide méthodologique de Mars 2018.

Catégorie N°	Types de mesures	Travaux	Niveau d'impact	Ratio coûts environnementaux
1	ouvrages de protection : digues, perrés, murets, merlon	construction	Fort	[2%;4%]
2	barrages écreteurs de crues	construction		
3	bassins de rétention et mesures d'aménagements hydrauliques des cours d'eau, création ZEC ou CIC avec des aménagements durs, canaux	construction	Moyen	[1%;3%]
4	ouvrages de protection : digues, perrés, murets, merlon	confortement et réhausse		
5	ouvrages de protection : digues, perrés, murets, merlon	confortement	Faible	[0%;1%]
6	aménagements hydrauliques de tronçons : élargissement de lit, mise en place de seuil ou aménagement de seuil entretien et aménagement doux des berges et (re)végétalisation	construction		
7	ZEC, sur-inondation, reméandrage de cours d'eau sans aménagements durs, (re)végétalisation	construction		

Tableau 5. 12 – Grille des ratios de coûts environnementaux préconisés en fonction du type de mesures mises en place (Source : CGDD)

Projet concerné	Numéro de catégorie et % des travaux retenu d'après la nature des travaux	Estimation des coûts environnementaux
Hyères : Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire (cf. fiche action 7.1)	N° 4 – 2%	32 K€ HT
Solliès-Pont : Programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine (cf. fiche action 6.8)	N° 3 – 3%	115 K€ HT

✓ **Les coûts de fonctionnement et d'entretien des ouvrages**

Les coûts d'entretien sont des coûts qui sont à la charge du gestionnaire de l'ouvrage (ou des mesures de gestion des inondations mises en place) et/ou des utilisateurs au cours de son fonctionnement. Ce sont des coûts qui vont s'échelonner dans le temps.

Ils comprennent :

- 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, dépenses nécessaires au fonctionnement des activités hébergées dans le bâtiment),
- Le coût des travaux liés à des modifications fonctionnelles de l'aménagement,
- Le coût de pilotage de l'ensemble de l'exploitation.

A défaut de données plus précises et conformément au guide de mars 2018, on l'évaluera à 2%⁵ du montant d'investissement (travaux + études + investigations).

Projet concerné	Estimation du coût de fonctionnement et d'entretien annuel*
Hyères : Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire (cf. fiche action 7.1)	32 K€/an
Solliès-Pont : Programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine (cf. fiche action 6.8)	76.4 K€/an

✓ Synthèse des coûts considérés dans les AMC

Postes de dépense	Hyères : Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire (cf. fiche action 7.1)	Solliès-Pont : Programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine (cf. fiche action 6.8)
ESTIMATIONS DES MONTANTS DE TRAVAUX, ETUDES ET INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES	1 601 040 €	3 818 400 €
ESTIMATIONS DES ACQUISITIONS FONCIERES	161 000 €	310 000 €
ESTIMATIONS DES COUTS ENVIRONNEMENTAUX	32 000 €	115 000 €
	MONTANT TOTAL DES DEPENSES RELATIVES AU PROJET PRIS EN COMPTE DANS L'AMC	
	1 794 040 €	4 243 400 €
Coût de fonctionnement et d'entretien	32 000 € / an	76 400 € / an

5-3-5 Résultats

5-3-5-1 Hyères – Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire et aménagement de la ZEC du Plan du Pont

Le périmètre d'étude et des enjeux du projet est présenté sur la figure ci-après.

⁵ Cf. « chiffrage des coûts d'entretien des ouvrages » – p127 de l'ouvrage « Analyse multicritère des projets de prévention des inondations - Guide méthodologique 2018 » - CGDD.

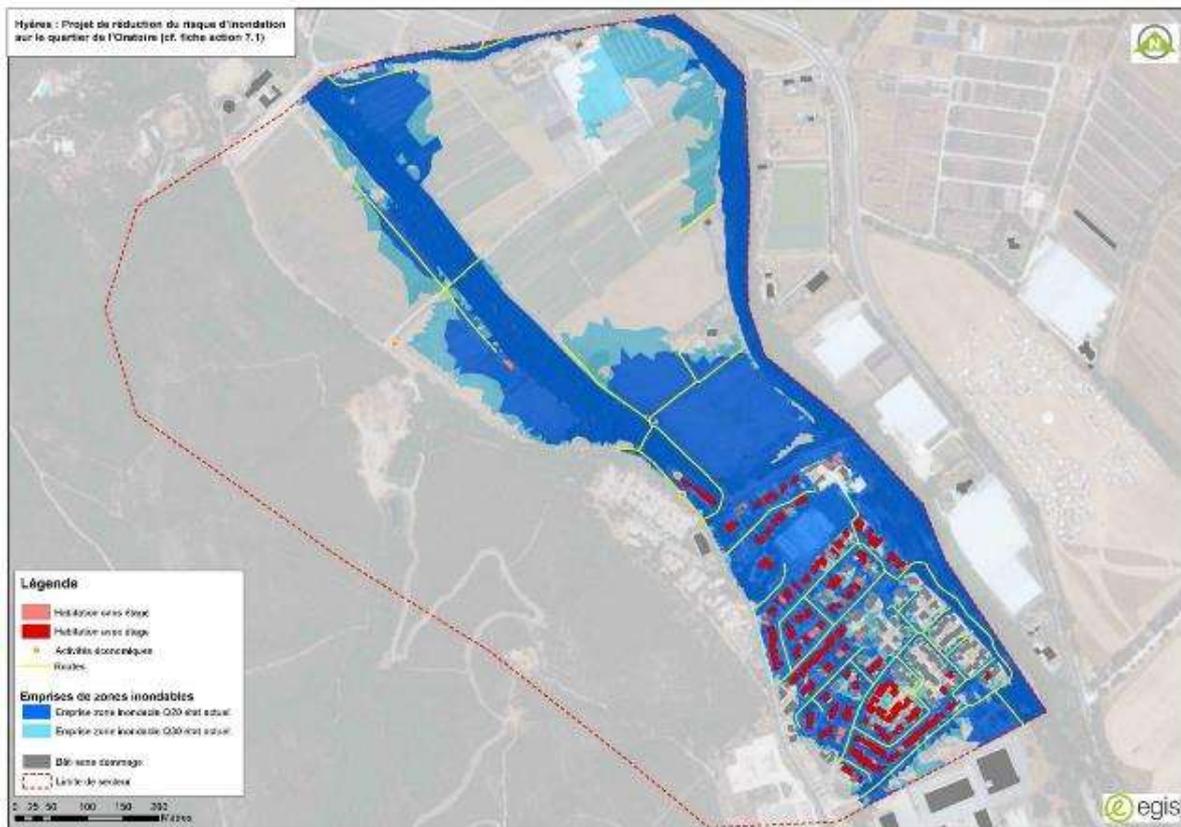


Figure 5. 54 – Périmètre d'étude du projet d'Hyères – Oratoire

Le projet d'aménagement est présenté en page 13.

Pour rappel, il consiste à réaliser les travaux suivants :

- 1) Diagnostic approfondi de la digue en amont du déversoir de Plan du Pont menaçant de rompre,
- 2) Déviation du chenal de crue : restauration du lit mineur et création d'une digue pour améliorer l'évacuation des débordements et empêcher une submersion frontale de l'Oratoire,
- 3) Reprise et confortement du passage à gué du chenal de crue du Muat,
- 4) Rehausse du chemin de Plan du Pont afin d'éviter toute pénétration indésirable des écoulements vers le quartier de l'Oratoire,
- 5) Remise en état du chenal de crue existant,
- 6) Confortement des berges au droit du quartier de l'Oratoire sur le Gapeau.
- 7) Opérations de restauration physique du lit du Gapeau en amont de sa confluence avec le Réal Martin (élargissement du lit et création d'un lit moyen, suppression de remblais)

Le montant des dépenses estimé est le suivant :

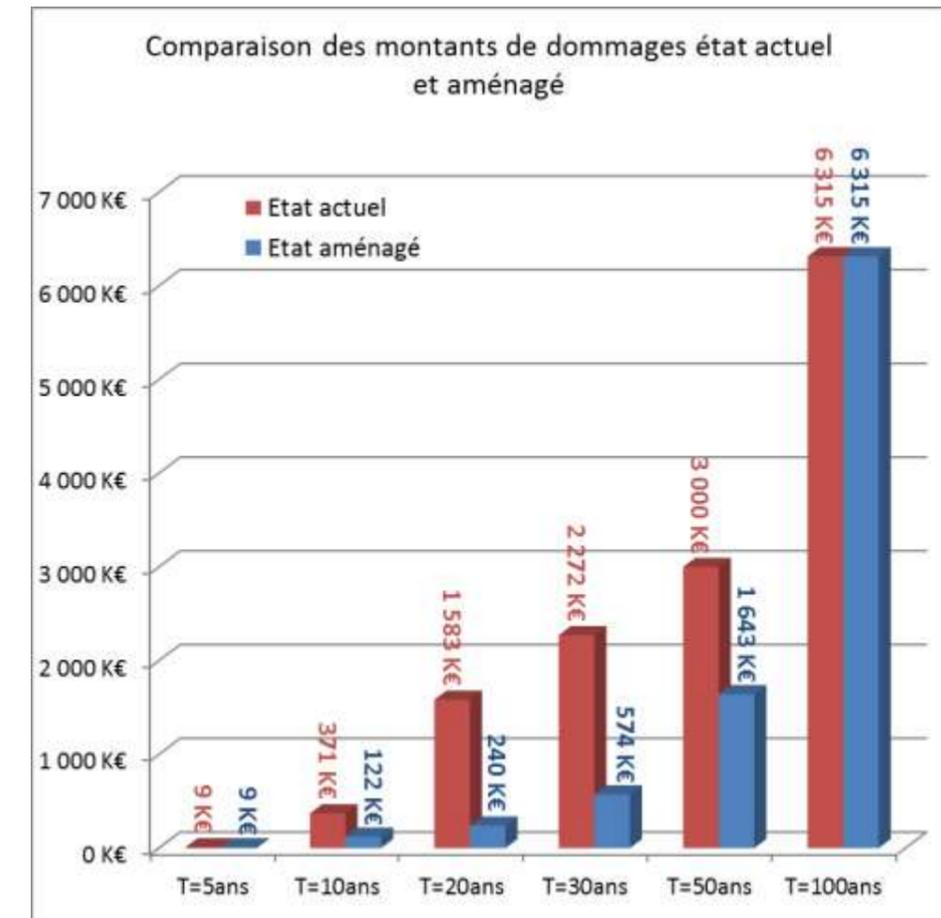
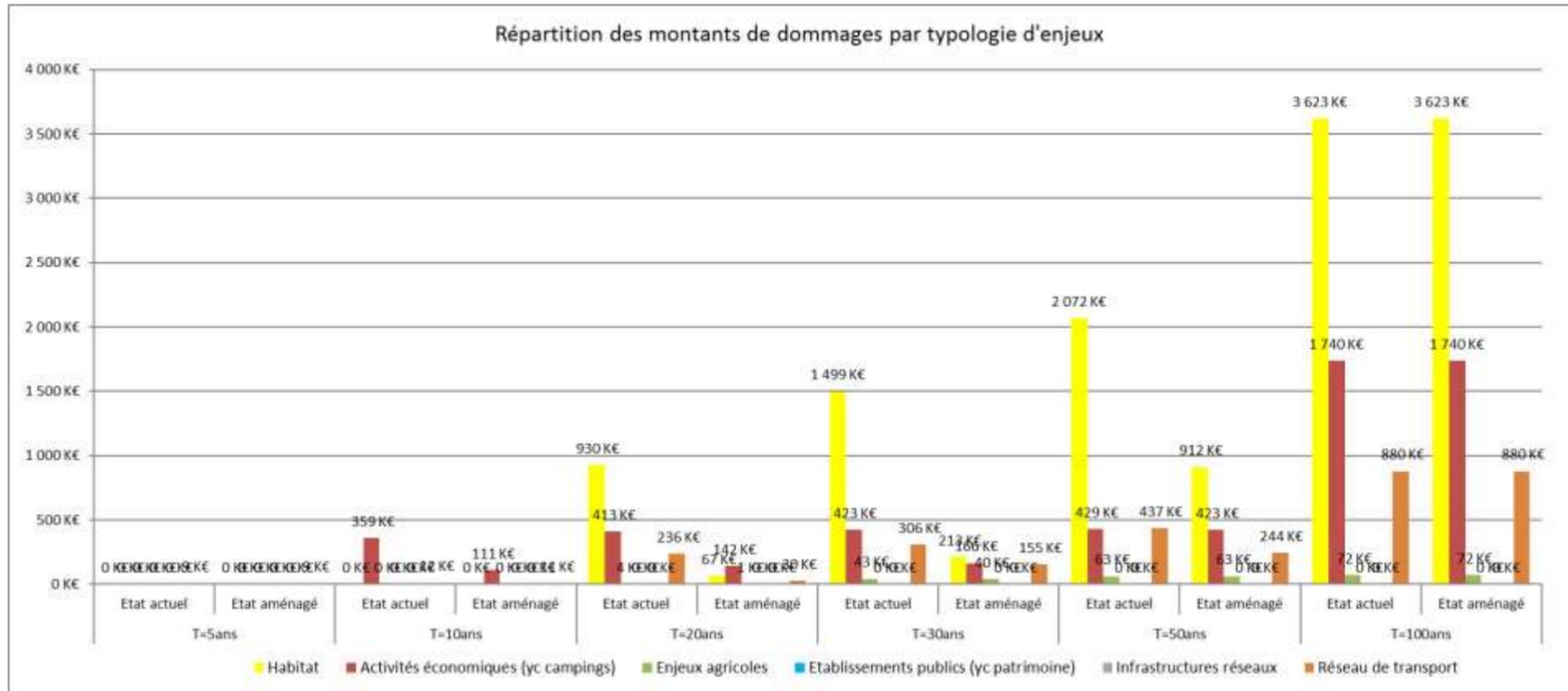
Postes de dépense pris en compte dans l'AMC	ORATOIRE (HYERES) Montant pris en compte dans l'AMC
ESTIMATIONS DES MONTANTS DE TRAVAUX, ETUDES ET INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES	1 601 040 €
ESTIMATIONS DES ACQUISITIONS FONCIERES	161 000 €
ESTIMATIONS DES COUTS ENVIRONNEMENTAUX (2% des travaux)	32 000 €
MONTANT TOTAL DES DEPENSES RELATIVES AU PROJET	1 794 040 €
Coût de fonctionnement et d'entretien (2% des travaux)	32 000 € / an

Les résultats de la détermination des indicateurs synthétiques sont présentés ci-après :

Nature des enjeux monétarisés	T=5ans						T=10ans						T=20ans						T=30ans						T=50ans						T=100ans						
	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	
Habitat	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	929 786	59%	67 228	28%	862 558 €	93%	1 499 340	66%	213 127	37%	1 286 213 €	86%	2 071 651	69%	912 427	56%	1 159 224 €	56%	3 623 329	57%	3 153 528	64%	469 801 €	13%	
Activités économiques (yc campings)	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	358 653	97%	111 402	91%	247 251 €	69%	412 794	26%	142 356	59%	270 438 €	66%	423 348	19%	165 543	29%	257 805 €	61%	428 715	14%	423 348	2%	5 367 €	1%	1 739 639	2%	972 762	20%	766 877 €	44%	
Enjeux agricoles	Cultures	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	####	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	
	Serres	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	403	0%	413	0%	-10 €	-2%	990	0%	921	0%	69 €	7%	36 976	2%	36 831	1%	145 €	0%	56 347	2%	56 875	3%	-528 €	-1%	63 918	1%	63 884	1%	34 €	0%
	Bâtis agricoles	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0 €	#DIV/0!	3 122	0%	0	0%	3 122 €	100%	6 245	0%	3 122	1%	3 123 €	50%	6 245	0%	6 245	0%	0 €	0%	7 973	0%	7 397	0%	576 €	7%	
Etablissements publics (yc patrimoine)	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	####	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!		
Infrastructures réseaux	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	####	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!		
Réseau de transport	9 227	100%	8 931	100%	296 €	3%	12 167	3%	10 554	9%	1 612 €	13%	236 494	15%	29 952	12%	206 543 €	87%	306 284	13%	155 152	27%	151 132 €	49%	437 126	15%	244 022	15%	193 103 €	44%	880 212	14%	760 385	15%	119 827 €	14%	
TOTAL	9 227 €		8 931 €		296 €	3%	371 223 €		122 369 €		248 853 €	67%	1 583 186 €		240 457 €		1 342 730 €	85%	2 272 193 €		573 775 €		1 698 418 €	75%	3 000 084 €		1 642 917 €		1 357 166 €	45%	6 315 071 €		4 957 956 €		1 357 115 €	21%	

Tableau 5. 13 – Détail des montants de dommages par enjeux / par période de retour / état actuel et aménagé - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1

Figure 5. 55 – Illustration des résultats de l'évaluation des montants de dommages - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1



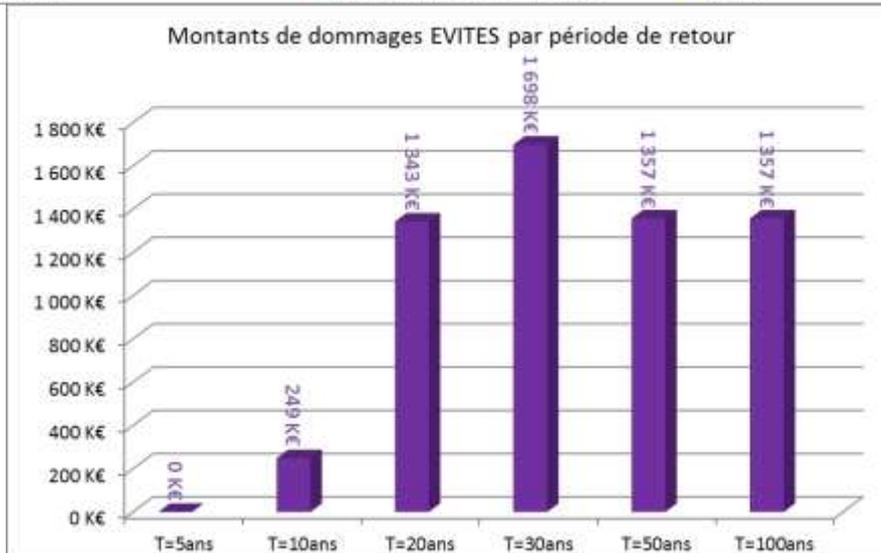
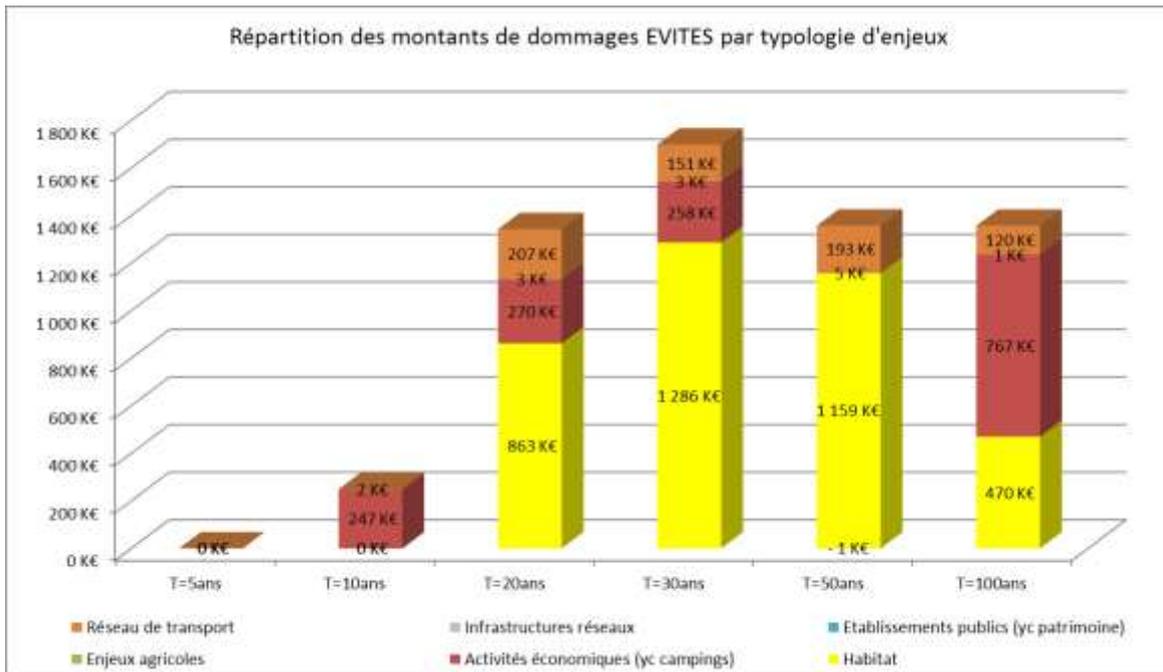


Figure 5. 56 – Illustration des résultats de l'évaluation des montants de dommages EVITES - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1

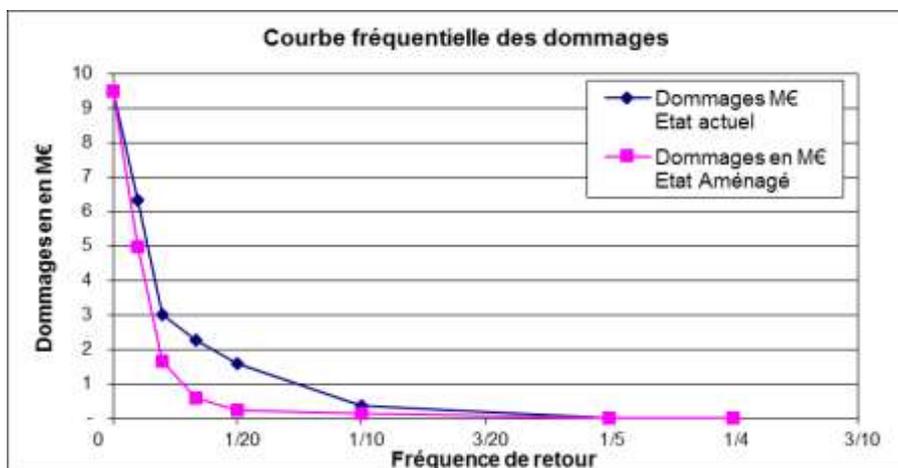


Figure 5. 57 – Courbe fréquentielle de dommages - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1

Synthèse des valeurs des indicateurs synthétiques

Nota : les valeurs des NEMA habitants et emplois sont déterminés selon la même méthode que celles utilisés pour la détermination du DEMA d'après les résultats des indicateurs élémentaires 1 « Part des personnes habitant en zone inondable » et 4 « Nombre d'emplois en zone inondable ».

Objectifs	Indicateur synthétique considéré	Résultats L'Oratoire à Hyères
Mesurer l'efficacité	NEMA Habitants	19
	NEMA Emplois	0,1
	DEMA	118 K€
	DEMA / DMA référence	45%
Mesurer le rapport coût-efficacité	Coût d'investissement	1 794 K€
	Coût d'investissement actualisé* à l'échéance 50ans (C actualisé)	2 705 K€
	C actualisé / NEMA Habitants	142 536 € / habitant protégé Soit 2 851 € / habitant protégé / an
	C actualisé / NEMA Emplois	33 119 006 € / emploi protégé Soit 662 380 € / emploi protégé / an
Mesurer la rentabilité	VAN	654 K€
	Horizon temporel à partir duquel VAN > 0	30 ans
	B / C	1,24

* Prise en compte des coûts de fonctionnement et d'entretien annuel ainsi que du taux d'actualisation.

Tableau 5. 14 – Tableau synthétique des résultats de l'analyse synthétique réalisée - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1

Les valeurs des indicateurs obtenues mettent en évidence l'efficacité et la rentabilité des aménagements de la phase 1 du projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire.

Résultats de la détermination des indicateurs élémentaires

Ils sont déterminés pour Q20, Q30 et Q100 afin d'encadrer les crues pour lesquelles les aménagements ont un impact maximal (Q20 et Q30) et répondre aux attentes du territoire.

Les indicateurs 1 « Part des personnes habitant en zone inondable » et 4 « Nombre d'emplois en zone inondable » exploités pour la détermination des NEMA nécessite leur définition pour toutes les périodes de retour exploitées.

Un parallèle avec les habitations (pour la population) et les entreprises (pour les emplois) a été réalisé afin de donner une vision plus globale de ces indicateurs et fournir des données qui pourront être reprises dans des actions de réduction de la vulnérabilité par exemple.

Scénario d'aléa considéré		Nombre d'habitants exposés		Incidence		Nombre d'habitations exposées		Incidence	
Tr	F	Etat Actuel	Etat Aménagé	Nombre d'habitants protégés	%	Etat Actuel	Etat Aménagé	Nombre d'habitations protégées	%
4 ans	0,250	-	-			-	-		
5 ans	0,200	0	0	0	-	0	0	0	-
10 ans	0,100	0	0	0	-	0	0	0	-
20 ans	0,050	329	16	313	95%	121	5	116	96%
30 ans	0,033	506	113	393	78%	163	41	122	75%
50 ans	0,020	623	348	274	44%	203	125	78	38%
100 ans	0,010	742	736	7	1%	249	247	2	1%

Tableau 5. 15 – Résultats de l'indicateur 1 « Part des personnes habitant en zone inondable » - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1

Scénario d'aléa considéré		Nombre d'emplois exposés		Incidence		Nombre d'entreprises exposées		Incidence	
Tr	F	Etat Actuel	Etat Aménagé	Nombre d'emplois protégés	%	Etat Actuel	Etat Aménagé	Nombre d'entreprises protégées	%
4 ans	0,250	-	-			-	-		
5 ans	0,200	0	0	0	-	0	0	0	-
10 ans	0,100	9	9	0	0%	3	3	0	0%
20 ans	0,050	12	12	0	0%	4	4	0	0%
30 ans	0,033	12	12	0	0%	4	4	0	0%
50 ans	0,020	19	12	7	37%	5	4	1	20%
100 ans	0,010	26	26	0	0%	6	6	0	0%

Tableau 5. 16 – Résultats de l'indicateur 4 « Nombre d'emplois en zone inondable » - projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire – phase 1

Indicateur relatif aux enjeux EXPOSES (inondés ou non mais présents en zone inondable)	Q20 ans		Incidence		Q30 ans		Incidence		Q100 ans		Incidence	
	Etat actuel	Etat aménagé	Nombre	%	Etat actuel	Etat aménagé	Nombre	%	Etat actuel	Etat aménagé	Nombre	%
1: Population habitant en zone inondable	329	16	313	95%	506	113	393	78%	742	736	7	1%
1bis: Nombre d'habitation en zone inondable	121	5	116	96%	163	41	122	75%	249	247	2	1%
2 : Population habitant dans les logements de plain-pied en zone inondable	3	1	2	67%	3	1	2	67%	4	4	0	0%
2bis: Nombre d'habitations de plain-pied en zone inondable	3	1	2	67%	3	1	2	67%	4	4	0	0%
3 : Nombre d'activités économiques (entreprises) en zone inondable	4	4	0	0%	4	4	0	0%	6	6	0	0%
4: Nombre d'emplois en zone inondable	12	12	0	0%	12	12	0	0%	26	26	0	0%
5 : Linéaire de réseau routier en zone inondable	4,4 km	1,6 km	3	65%	4,9 km	4,0 km	1	19%	7,9 km	7,8 km	0	2%
6 : Nombre total d'établissements publics en zone inondable	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
6bis : Nombre d'établissements publics hébergeant une population sensible en zone inondable	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
6ter : Nombre d'établissements utiles à la gestion de crise en zone inondable	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
7 : Surface de parcellaire agricole en zone inondable (serres uniquement)	0,03 ha	0,03 ha	0,0	0%	1,2 ha	1,2 ha	0,0	0%	2,1 ha	2,1 ha	0,0	0%

Tableau 5. 17 – Tableau synthétique des résultats des indicateurs élémentaires analysés – Projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire (phase 1)

Conclusion de l'ACB-AMC sur le projet de « Hyères-Oratoire » (phase 1)

D'un point de vue économique (rentabilité)...

Les résultats économiques mettent en évidence la performance économique de la phase 1 du projet de réduction du risque d'inondation sur le quartier de l'Oratoire à Hyères.

Ils sont économiquement rentables 30 ans après leur réalisation : cet horizon temporel est inférieur à l'échéance des 50 ans visée pour qualifier l'efficacité des projets.

A cet horizon (50 ans) :

Pour 1€ d'investissement, on gagne 1.24€ de dommages évités. Les montants financiers engagés sont donc amortis : ils sont très inférieurs au 118K€ de dommages évités annuels apportés par le projet et permettent un gain de 654 K€ à l'échéance 50 ans.

Les aménagements permettent de réduire les dommages annuels de plus de 45%.

Concernant la protection des enjeux (efficacité)...

Les aménagements de la phase 1 n'apportent pas une protection totale des enjeux exposés pour les événements fréquents type Q10 ou Q20 (rappel : les premiers en enjeux bâtis sont inondés pour une Q10 – 3 entreprises).

Le projet permet de réduire les dommages associés aux entreprises mais pas de les protéger. Cet enjeu n'est toutefois pas représentatif du secteur (on décompte entre 3 et 9 entreprises en zone inondable de la Q10 à la Q100).

Ce sont les habitations qui représentent le principal enjeu dommageable du quartier de l'Oratoire.

Le projet permet de protéger :

96% des habitations et 95% de la population exposées en Q20 (soit 116 habitations et 313 personnes protégées) soit une réduction de 93% des dommages aux habitations et 85% des dommages totaux

75% des habitations et 78% de la population exposées en Q30 (soit 122 habitations et 393 personnes protégées) soit une réduction de 86% des dommages aux habitations et 75% des dommages totaux

38% des habitations et 44% de la population exposées en Q50 (soit 78 habitations et 274 personnes protégées) soit une réduction de 56% des dommages aux habitations et 45% des dommages totaux

Pour la Q100, l'impact des aménagements est limité et seulement 1% des habitations / population sont protégées.

Concernant le coût-efficacité...

A l'heure actuelle, il est encore difficile de critiquer les valeurs obtenues sur les indicateurs de coût-efficacité. On rappelle qu'ils représentent ce que la société consent à payer pour protéger les principaux enjeux en zone inondable, en l'occurrence, la population.

Le prestataire (EGIS-Eau) ayant participé à la réalisation de multiples AMC de ce type, il est possible de mettre en relation les valeurs obtenues de l'indicateur C actualisé / NEMA avec celles obtenues sur des territoires dont les PAPI ont été labellisés. Ainsi, nous avons exploité les résultats des AMC réalisées pour les PAPI suivants : Calavon-Coulon, Cagne, Estuaire (Bordeaux Métropole), Ouvèze Provençale, Montesson / Sartrouville (inclus dans PAPI Seine Grands Lacs), Draguignan (aménagement de la Riaille inclus dans le PAPI Argens) et Yser.

Le montant d'investissement par habitant protégé tous les ans calculés (2.8K€) est dans la fourchette basse de ceux disponibles compris entre 1.2 K€ (pour le PAPI Ouvèze provençale) à 4.9 K€ (pour Draguignan).

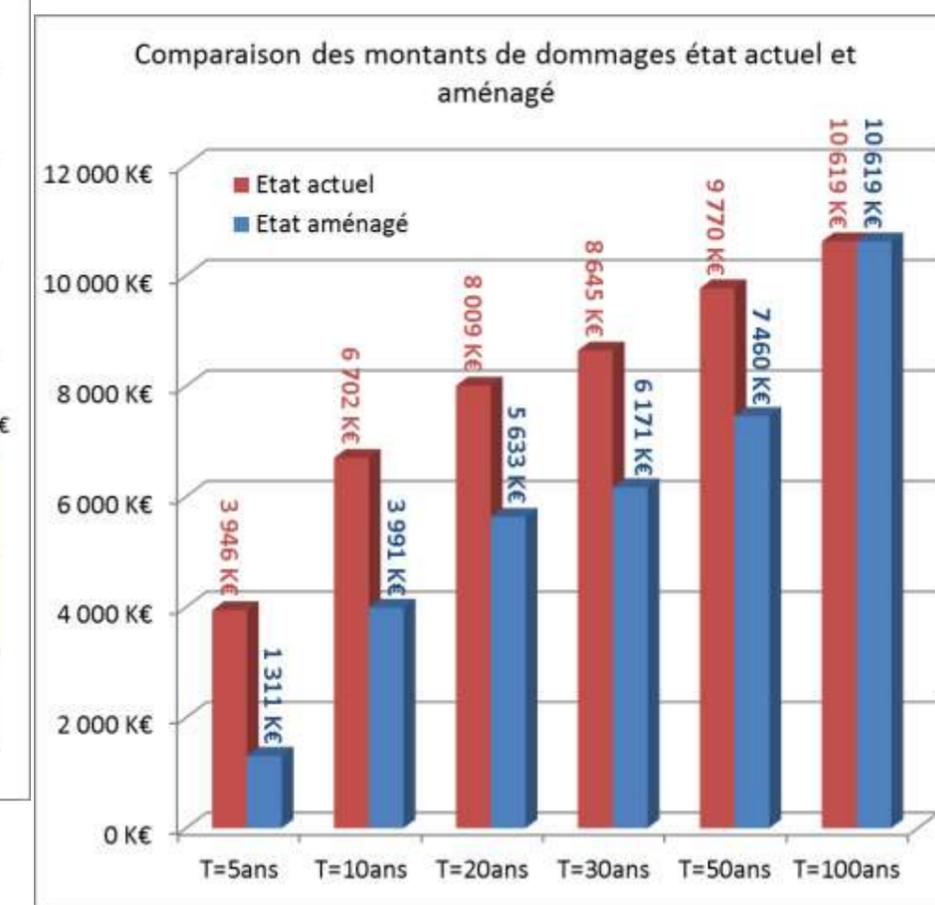
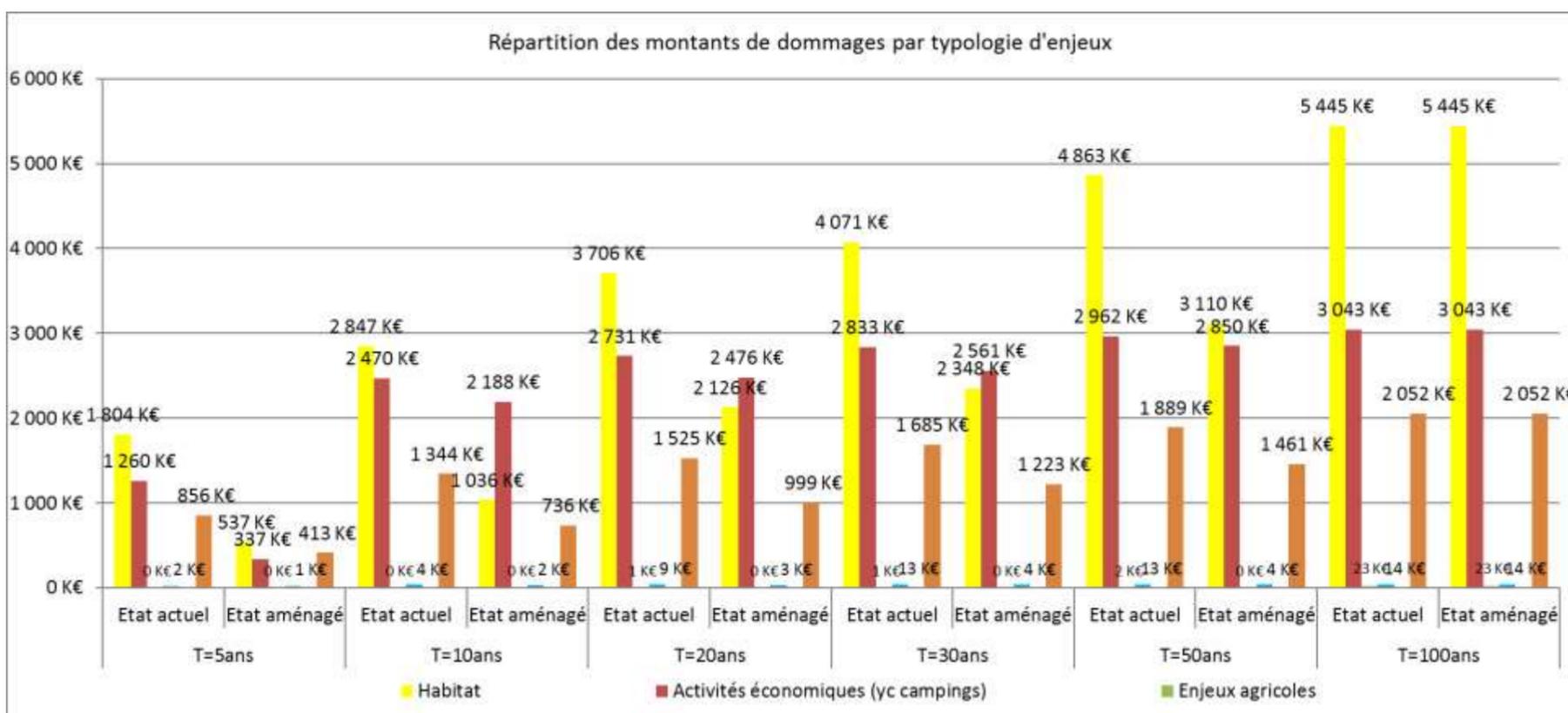
Le ratio coût-efficacité relatif aux habitants des aménagements de la phase 1 de la protection de l'Oratoire peuvent donc être jugé performant.

Nota : Le montant d'investissement par emploi protégé tous les ans n'étant pas représentatif du territoire (compte-tenu du peu d'entreprises présentes), son analyse n'est pas pertinente sur ce secteur.

Nature des enjeux monétarisés	T=5ans						T=10ans						T=20ans						T=30ans						T=50ans						T=100ans					
	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%	Etat actuel	%	Etat aménagé	%	Incidence	%
Habitat	1 803 623	46%	537 478	41%	1 266 145 €	70%	2 847 083	42%	1 036 499	26%	1 810 584 €	64%	3 706 028	46%	2 126 257	38%	1 579 771 €	43%	4 071 020	47%	2 347 501	38%	1 723 519 €	42%	4 862 653	50%	3 109 573	42%	1 753 080 €	36%	5 445 225	51%	3 766 986	45%	1 678 239 €	31%
Activités économiques (yc	1 260 442	32%	336 529	26%	923 913 €	73%	2 470 197	37%	2 187 935	55%	282 262 €	11%	2 731 230	34%	2 475 589	44%	255 641 €	9%	2 832 830	33%	2 560 712	41%	272 118 €	10%	2 961 549	30%	2 850 384	38%	111 165 €	4%	3 043 140	29%	2 966 206	35%	76 934 €	3%
Enjeux agricoles	376	0%	0	0%	376 €	100%	493	0%	0	0%	493 €	100%	1 235	0%	155	0%	1 080 €	87%	1 453	0%	233	0%	1 220 €	84%	1 767	0%	366	0%	1 401 €	79%	2 800	0%	600	0%	2 200 €	79%
Enjeux agricoles	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	2 446	0%	-2 446 €	#DIV/0!
Bâtiments agricoles	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	0	0%	0	0%	0 €	#DIV/0!	19 985	0%	0	0%	19 985 €	100%
Etablissements publics (yc	23 899	1%	23 391	2%	508 €	2%	36 632	1%	29 017	1%	7 615 €	21%	36 632	0%	29 525	1%	7 107 €	19%	42 072	0%	34 965	1%	7 107 €	17%	42 072	0%	34 965	0%	7 107 €	17%	42 072	0%	34 965	0%	7 107 €	17%
Infrastructures réseaux	2 000	0%	1 000	0%	1 000 €	50%	4 000	0%	2 000	0%	2 000 €	50%	9 000	0%	3 000	0%	6 000 €	67%	13 000	0%	4 000	0%	9 000 €	69%	13 000	0%	4 000	0%	9 000 €	69%	14 000	0%	9 000	0%	5 000 €	36%
Réseau de transport	856 083	22%	412 540	31%	443 543 €	52%	1 343 593	20%	735 819	18%	607 774 €	45%	1 524 572	19%	998 835	18%	525 737 €	34%	1 685 081	19%	1 223 221	20%	461 860 €	27%	1 889 180	19%	1 461 006	20%	428 174 €	23%	2 052 039	19%	1 652 779	20%	399 260 €	19%
TOTAL	3 946 423 €		1 310 938 €		2 635 485 €	67%	6 701 998 €		3 991 270 €		2 710 728 €	40%	8 008 697 €		5 633 361 €		2 375 336 €	30%	8 645 456 €		6 170 632 €		2 474 824 €	29%	9 770 221 €		7 460 294 €		2 309 927 €	24%	10 619 261 €		8 440 089 €		2 179 172 €	21%

Tableau 5. 18 – Détail des montants de dommages par enjeu / par période de retour / état actuel et aménagé - projet d'aménagement du ruisseau Ste-Christine

Figure 5. 59 – Illustration des résultats de l'évaluation des montants de dommages - projet d'aménagement du ruisseau Ste-Christine



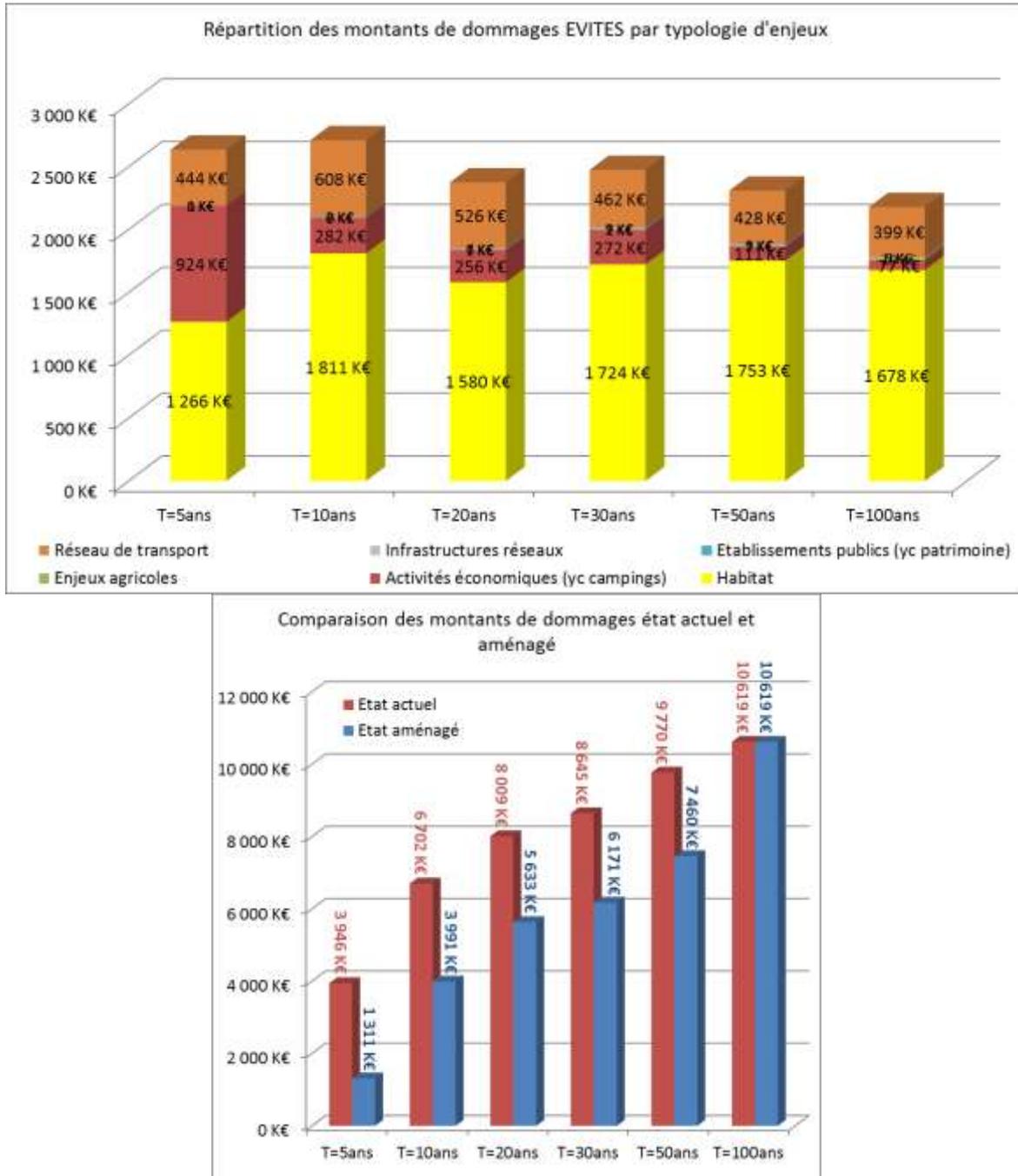


Figure 5. 60 – Illustration des résultats de l'évaluation des montants de dommages EVITES - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine

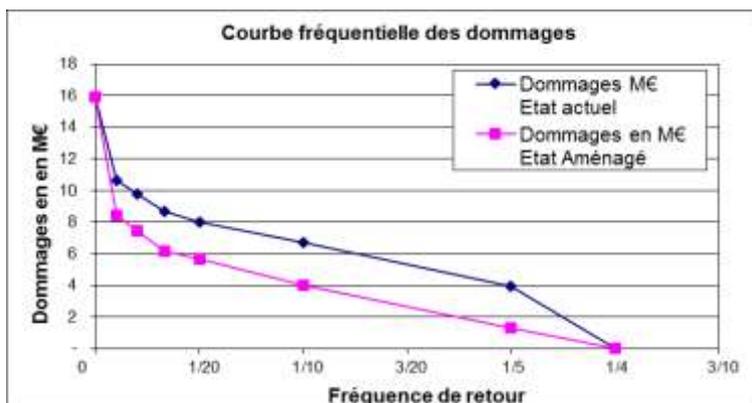


Figure 5. 61 – Courbe fréquentielle de dommages - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine

Synthèse des valeurs des indicateurs synthétiques

Nota : les valeurs des NEMA habitants et emplois sont déterminés selon la même méthode que celles utilisés pour la détermination du DEMA d'après les résultats des indicateurs élémentaires 1 « Part des personnes habitant en zone inondable » et 4 « Nombre d'emplois en zone inondable ».

Objectifs	Indicateur synthétique considéré	Résultats Saint-Christine à Solliès-Pont
Mesurer l'efficacité	NEMA Habitants	91
	NEMA Emplois	4
	DEMA	566 K€
	DEMA / DMA référence	38%
Mesurer le rapport coût-efficacité	Coût d'investissement	4 243 K€
	Coût d'investissement actualisé* à l'échéance 50ans (C actualisé)	6 418 K€
	C actualisé / NEMA Habitants	29 637 € / habitant protégé Soit 593 € / habitant protégé / an
	C actualisé / NEMA Emplois	727 075 € / emploi protégé Soit 14 541 € / emploi protégé / an
Mesurer la rentabilité	VAN	9 643 K€
	Horizon temporel à partir duquel VAN > 0	10 ans
	B / C	2,51

* Prise en compte des coûts de fonctionnement et d'entretien annuel ainsi que du taux d'actualisation.

Tableau 5. 19 – Tableau synthétique des résultats de l'analyse synthétique réalisée - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine

Les valeurs des indicateurs obtenues mettent en évidence l'efficacité et la rentabilité importante du programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine

Résultats de la détermination des indicateurs élémentaires

Ils sont déterminés pour Q5 (crue la plus proche de l'évènement de dimensionnement) et Q10, 1^{er} évènement supérieur disponible afin de cerner l'incidence maximale du projet.

Les indicateurs 1 « Part des personnes habitant en zone inondable » et 4 « Nombre d'emplois en zone inondable » exploités pour la détermination des NEMA nécessite leur définition pour toutes les périodes de retour exploitées.

Un parallèle avec les habitations (pour la population) et les entreprises (pour les emplois) a été réalisé afin de donner une vision plus globale de ces indicateurs et fournir des données qui pourront être reprises dans des actions de réduction de la vulnérabilité par exemple.

Scénario d'aléa considéré		Nombre d'habitants exposés		Incidence		Nombre d'habitations exposées		Incidence	
Tr	F	Etat Actuel	Etat Aménagé	Nombre d'habitants protégés	%	Etat Actuel	Etat Aménagé	Nombre d'habitations protégées	%
4 ans	0,250	-	-			-	-		
5 ans	0,200	662	272	390	59%	231	104	127	55%
10 ans	0,100	882	472	410	46%	310	166	144	46%
20 ans	0,050	992	641	351	35%	360	214	146	41%
30 ans	0,033	1 161	716	446	38%	420	245	175	42%
50 ans	0,020	1 301	809	493	38%	479	289	190	40%
100 ans	0,010	1 414	986	428	30%	534	345	189	35%

Tableau 5. 20 – Résultats de l'indicateur 1 « Part des personnes habitant en zone inondable » - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine

Scénario d'aléa considéré		Nombre d'emplois exposés		Incidence		Nombre d'entreprises exposées		Incidence	
Tr	F	Etat Actuel	Etat Aménagé	Nombre d'emplois protégés	%	Etat Actuel	Etat Aménagé	Nombre d'entreprises protégées	%
4 ans	0,250	-	-			-	-		
5 ans	0,200	40	26	14	35%	6	2	4	67%
10 ans	0,100	81	57	24	30%	13	6	7	54%
20 ans	0,050	97	76	21	22%	15	11	4	27%
30 ans	0,033	97	88	9	9%	15	12	3	20%
50 ans	0,020	97	97	0	0%	15	15	0	0%
100 ans	0,010	107	100	7	7%	17	16	1	6%

Tableau 5. 21 – Résultats de l'indicateur 4 « Nombre d'emplois en zone inondable » - programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine

Indicateur relatif aux enjeux EXPOSES (inondés ou non mais présents en zone inondable)	Q5 ans (crue de dimensionnement)		Incidence		Q10 ans		Incidence	
	Etat actuel	Etat aménagé	Nombre	%	Etat actuel	Etat aménagé	Nombre	%
1: Population habitant en zone inondable	662	272	390	59%	882	472	410	46%
1bis: Nombre d'habitation en zone inondable	231	104	127	55%	310	166	144	46%
2 : Population habitant dans les logements de plain-pied en zone inondable	111	44	68	61%	149	63	86	58%
2bis: Nombre d'habitations de plain-pied en zone inondable	69	30	39	57%	91	44	47	52%
3 : Nombre d'activités économiques (entreprises) en zone inondable	6	2	4	67%	13	6	7	54%
4: Nombre d'emplois en zone inondable	40	26	14	35%	81	24	57	70%
5 : Linéaire de réseau routier en zone inondable	7,6 km	4,1 km	3	46%	10,7 km	5,9 km	5	45%
6 : Nombre total d'établissements publics en zone inondable	1 (Espace culturel)	1 (Espace culturel)	0	0%	1 (Espace culturel)	1 (Espace culturel)	0	0%
6bis : Nombre d'établissements publics hébergeant une population sensible en zone inondable	0	0	0	-	0	0	0	-
6ter : Nombre d'établissements utiles à la gestion de crise en zone inondable	0	0	0	-	0	0	0	-
7 : Surface de parcellaire agricole en zone inondable (cultures uniquement / pas de serre)	0,20 ha	0,00 ha	0,2	100%	0,2 ha	0,0 ha	0,2	100%

Tableau 5. 22 – Tableau synthétique des résultats des indicateurs élémentaires analysés

Conclusion de l'ACB-AMC sur le projet d'aménagement du ruisseau Ste-Christine

D'un point de vue économique (rentabilité)...

Les résultats économiques mettent en évidence la nette performance économique des aménagements du ruisseau Ste-Christine à Solliès-Pont.

Ils sont économiquement rentables 10 ans après leur réalisation : cet horizon temporel est très inférieur à l'échéance des 50 ans visée pour qualifier l'efficacité des projets.

A cet horizon (50 ans) :

Pour 1€ d'investissement, on gagne 2.51€ de dommages évités. Les montants financiers engagés sont donc amortis : ils sont très inférieurs au 566K€ de dommages évités annuels apportés par le projet et permettent un gain de plus de 9.6M€ à l'échéance 50 ans.

Les aménagements permettent de réduire les dommages annuels de près de 38%.

Concernant la protection des enjeux (efficacité)...

Les habitations sont le principal enjeu dommageable en situation actuelle : elles représentent entre 42 et 51% du total des dommages estimés toutes crues confondues. Les entreprises sont également un enjeu notable avec environ 1/3 du total.

Le dimensionnement du projet étant restreint (<5ans), il ne permet pas de soumettre les enjeux exposés aux inondations les plus fréquentes (Q5). Pour cet événement, les aménagements permettent la protection de :

67% des entreprises (soit 4) et 35% des salariés (soit 14) exposés

55% des habitations (soit 127) et 59% des habitants (soit 231) exposés.

Bien que la protection apportée par le projet en Q5 soit modérée, on note qu'il a cependant une incidence notable sur les événements supérieurs (de la Q10 à la Q100), il permet :

De protéger entre 35 et 46% des habitations / 30 à 46% de la population

De réduire les dommages totaux de 20 à 40%

Concernant le coût-efficacité...

A l'heure actuelle, il est encore difficile de critiquer les valeurs obtenues sur les indicateurs de coût-efficacité. On rappelle qu'ils représentent ce que la société consent à payer pour protéger les principaux enjeux en zone inondable, en l'occurrence, la population.

Cependant, le prestataire EGIS-Eau ayant participé à la réalisation de multiples AMC de ce type, il est possible de mettre en relation les valeurs obtenues de l'indicateur C actualisé / NEMA avec celles obtenues sur des territoires dont les PAPI ont été labellisés. Ainsi, nous avons exploité les résultats des AMC réalisées pour les PAPI suivants : Calavon-Coulon, Cagne, Estuaire (Bordeaux Métropole), Ouvèze Provençale, Montesson / Sartrouville (inclus dans PAPI Seine Grands Lacs), Draguignan (aménagements de la Riaille inclus dans le PAPI Argens) et Yser.

Le montant d'investissement par habitant protégé tous les ans calculés (0,6K€) présente une valeur plus basse que celles disponibles, comprises entre 1.2 K€ (pour le PAPI Ouvèze provençale) à 4.9 K€ (pour Draguignan).

En revanche, le montant d'investissement par emploi protégé tous les ans de 14K€ est plus important que ceux constatés sur des territoires où les activités économiques présentent un enjeu où il varie entre 3.7 K€ (Draguignan) et 10.2K€ (Bordeaux) mais moindre que sur les autres territoires, les entreprises n'étant pas un enjeu prépondérant, le ratio est beaucoup plus important : entre 170 et plus de 300K€ / emploi / an.

Les ratios coût-efficacité du programme d'aménagement du ruisseau Sainte-Christine peuvent donc être jugés performants.