



Programme d'Action de Prévention des Inondations du bassin versant de l'Ouvèze Provençale (Départements de Vaucluse et de la Drôme)

Dossier de candidature à la labellisation PAPI

Pièce F : Analyse multicritère

Vdéfinitive – Intégration remarques CGDD



Plaque commémorative en mémoire aux victimes de la crue de 1992 à Roaix

RIV40281J

Août 2015



Auvergne – Rhône-Alpes



Informations qualité

Contrôle qualité

| Version | Date | Rédigé par | Visé par : |
|----------------------|------------|------------|---|
| V1 | 18/11/2014 | N Morales | |
| V2 | | N Morales | Michel Sevaire |
| V définitive (dépôt) | 21/01/2015 | N Morales | Delphine Rouchon (CGDD) |
| V4 | 08/06/2015 | N Morales | |
| V5 | 28/08/2015 | N Morales | Intégration remarques DREAL / CGDD post-dépôt |

Destinataires

| Envoyé à : | | |
|-----------------------------------|-----------|-------------|
| Nom | Organisme | Envoyé le : |
| Olivier Navarro / Michel Servaire | SMOP | 28/08/2015 |
| Pascaline Guillaume | DREAL | 28/08/2015 |
| | | |

| Copie à : | | |
|-----------|-----------|-------------|
| Nom | Organisme | Envoyé le : |
| | | |
| | | |
| | | |

Table des matières

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Principe de l'analyse | 8 |
| 1.1 | Principes | 8 |
| 1.2 | Présentation des indicateurs synthétiques de l'AMC | 9 |
| 2. | Présentation du territoire de l'AMC | 10 |
| 2.1 | Justification des actions structurelles retenues | 10 |
| 2.1.1 | Présentation synthétique du programme d'action du PAPI du bassin versant de l'Ouvèze | 10 |
| 2.1.2 | Présentation succincte des actions structurelles du programme d'action du PAPI du bassin versant de l'Ouvèze | 11 |
| 2.1.3 | Les actions structurelles faisant l'objet de la présente analyse multicritère | 14 |
| 2.2 | Le périmètre d'étude | 14 |
| 2.2.1 | Localisation à l'échelle du bassin versant | 14 |
| 2.2.2 | Contexte hydraulique du bassin versant de la Seille | 16 |
| 3. | Description des aménagements définis dans les actions structurelles retenues | 18 |
| 3.1 | Réalisation de quatre champs d'expansion des crues sur la Seille (dont 2 sont dans l'action 6.2) | 18 |
| 3.1.1 | Description des travaux | 18 |
| 3.1.2 | Estimation financière | 20 |
| 3.2 | Action 7.1 « Améliorer le fonctionnement global de la Seille et de la Contre-Seille » | 21 |
| 3.2.1 | Description des travaux | 21 |
| 3.2.2 | Estimation financière | 22 |
| 4. | Les scénarii d'inondation pris en compte | 23 |
| 4.1 | Présentation des sources de données | 23 |
| 4.2 | Données hydrologiques | 23 |
| 4.2.1 | Caractéristiques de la modélisation pluie-débit réalisée | 23 |
| 4.2.2 | Les débits de crue retenus | 25 |
| 4.3 | Caractéristiques des modélisations hydrauliques réalisées | 25 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.3.1 | Action 6.2 / Modèle HEC-RAS | 25 |
| 4.3.2 | Action 7.1 / Modèle Mike | 25 |
| 4.4 | Les zones inondables prises en compte | 26 |
| 5. | Diagnostic de la vulnérabilité du territoire : détermination des enjeux | 28 |
| 5.1 | Les sources de données exploitées | 28 |
| 5.1.1 | Les bases de données existantes | 28 |
| 5.1.3 | Les données de terrain..... | 29 |
| 5.2 | La cartographie des enjeux | 30 |
| 6. | Détermination des indicateurs non monétaires | 37 |
| 6.1 | Rappel des indicateurs non monétaires définis dans l'analyse synthétique de l'AMC..... | 37 |
| 6.2 | Détermination du NEMA habitants..... | 37 |
| 6.2.1 | Détermination du nombre de personnes exposées aux inondations | 37 |
| 6.2.2 | Méthodologie générale de détermination du NMA / NEMA | 40 |
| 6.2.3 | Valeur du NEMA habitants | 41 |
| 6.3 | Détermination du NEMA emplois | 42 |
| 6.3.1 | Détermination du nombre d'emplois impactés par les inondations | 42 |
| 6.3.2 | Valeur du NEMA emplois | 45 |
| 6.4 | Conclusion sur les indicateurs non monétaires | 46 |
| 7. | Détermination des indicateurs monétaires | 47 |
| 7.1 | Rappel des indicateurs monétaires définis dans l'analyse synthétique de l'AMC..... | 47 |
| 7.2 | Analyse coût-bénéfice | 48 |
| 7.3 | Synthèse des coûts des aménagements | 49 |
| 7.4 | Méthode d'évaluation du coût des dommages par typologie d'enjeu / Fonctions de dommages appliquées..... | 49 |
| 7.4.1 | Méthodologie générale..... | 49 |
| 7.4.2 | L'habitat | 50 |
| 7.4.3 | Les activités économiques | 51 |
| 7.4.5 | L'agriculture | 53 |
| 7.4.6 | Les équipements publics (superstructures)..... | 54 |
| 7.4.7 | Les réseaux de transport | 55 |
| 7.4.8 | Résultats de l'évaluation du montant des dommages avant et après aménagement | 57 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 7.5 | Les bénéfices liés au projet : dommages moyens annuels (DMA) et dommages évités (DEMA) | 61 |
| 7.6 | Rapport des dommages évités (moyens annuels) grâce au projet sur les dommages (moyens annuels) en situation de référence | 62 |
| 7.7 | Calcul des critères de décision de l'ACB (VAN et ratio bénéfice-coût) | 62 |
| 7.7.1 | Hypothèses | 62 |
| 7.7.2 | Le calcul des critères de décision de l'ACB | 63 |
| 7.7.3 | Résultats | 63 |
| 7.8 | Analyse de sensibilité | 64 |
| 7.8.1 | Principe | 64 |
| 7.8.2 | Méthodologie proposée : présentation du logiciel @risk | 64 |
| 7.8.3 | Les résultats | 65 |
| 8. | Récapitulatif des valeurs des critères synthétiques | 68 |

Liste des annexes

Annexe 1 : Zones inondables état actuel et aménagé Q5, Q10, Q20 et Q100

Annexe 2 : Tableaux de calcul de la VAN et les courbes fréquentielles des dommages

Annexe 3 : Les lois de probabilité appliquées aux variables retenues dans l'analyse de sensibilité

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Carte de localisation des actions structurelles du programme d'action du PAPI Ouvèze..... | 11 |
| Figure 2 : Localisation générale du périmètre d'étude | 15 |
| Figure 3 : Schéma des axes d'écoulements en crue de l'Ouvéze sur sa partie aval | 17 |
| Figure 4 : localisation des sites d'écêtement | 19 |
| Figure 5 : Vue en plan du projet de rehausse des berges de la Seille (Ingérop – 2012)..... | 21 |
| Figure 6 : Structure du modèle hydrologique de la Seille | 24 |
| Figure 7 : Carte des enjeux pour l'évènement de dimensionnement (Q10ans) – Etat Actuel..... | 31 |
| Figure 8 : Carte des enjeux pour l'évènement de dimensionnement (Q10ans) – Etat Aménagé | 34 |
| Figure 9 : Courbe fréquentielle du nombre de personnes exposées au risque inondation..... | 41 |
| Figure 10 : Courbe fréquentielle du nombre de personnes exposées au risque inondation..... | 45 |
| Figure 11 : Schéma récapitulatif des grandes étapes structurant la démarche de l'ACB (source : guide CEPRI – novembre 2011) | 48 |



| | | |
|--|--|----|
| Figure 12 : Illustration de la répartition des montants de dommages par typologie d'enjeux et par scénario | Figure 13 : Diagramme de répartition des dommages évités par typologie d'enjeux..... | 58 |
| Figure 14 : Illustration de la comparaison des montants de dommages état actuel – état aménagé..... | | 59 |
| Figure 15 : Courbe fréquentielle de dommages..... | | 61 |
| Figure 16 : Résultats de l'analyse de sensibilité sur la variation de la VAN à 50ans..... | | 66 |
| Figure 17 : Résultats de l'analyse de sensibilité sur la variation du ratio bénéfice-coût..... | | 67 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Objectifs et indicateurs synthétiques de l'AMC (source : CGDD)..... | 9 |
| Tableau 2 : Répartition des actions du programme d'actions du PAPI du bassin versant de l'Ouvèze par axe d'intervention | 10 |
| Tableau 3 : Tableau récapitulatif des actions structurelles (axes 6 et 7) du programme d'action PAPI Ouvèze | 11 |
| Tableau 4 : Quantiles de pluie retenus. | 24 |
| Tableau 5 : Proportion des habitations en fonction de leur hauteur de seuil estimée | 30 |
| Tableau 6 : Tableau identifiant les indicateurs non monétaires de l'analyse synthétique (source : CGDD)..... | 37 |
| Tableau 7 : Résultats du nombre de personnes exposées en fonction des différents scénarios de crue disponibles (état actuel / état aménagé) | 39 |
| Tableau 8 : Tableau de calcul du NMA / NEMA habitants | 41 |
| Tableau 9 : Sources de détermination du nombre de salariés par domaine d'activité..... | 43 |
| Tableau 10 : Résultats du nombre d'emplois impactés en fonction des différents scénarios de crue disponibles (état actuel / état aménagé) | 44 |
| Tableau 11 : Tableau de calcul du NMA / NEMA emplois | 45 |
| Tableau 12 : Tableau identifiant les indicateurs monétaires de l'analyse synthétique (source : CGDD)..... | 47 |
| Tableau 13 : Rappel des domaines d'activités principaux des entreprises de la zone d'étude / des références aux courbes d'endommagement du Plan Rhône et du nombre de salariés estimés | 52 |
| Tableau 14 : Montant de dommages aux exploitations agricoles pris en compte (source : Outil standard ACB – Missions Rhône)..... | 54 |
| Tableau 15 : tableau de correspondance pour les équipements publics | 54 |
| Tableau 16 : Grille d'endommagement de la voirie (source : Guide CEPRI « Evaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation » - 2007) | 55 |
| Tableau 17 : Grille d'endommagement de la voirie en € 2013 – Correspondance avec les données disponibles dans la BDTopo..... | 57 |



| | |
|--|----|
| Tableau 18 : Récapitulatif des montants de dommages par enjeu et par période de retour | 58 |
| Tableau 19 : Tableau de calcul du DMA / DEMA | 61 |
| Tableau 20 : Critères de décision de l'ACB : résultats | 63 |
| Tableau 21 : Incertitude forfaitaire proposée par défaut pour différents paramètres d'entrée. Source: CGDD..... | 64 |
| Tableau 22 : Synthèse des résultats de l'analyse de sensibilité..... | 65 |
| Tableau 23 : Tableau synthétique des résultats de l'analyse synthétique réalisée | 68 |

1. Principe de l'analyse

1.1 Principes

Conformément au cahier des charges PAPI, cette pièce vise à fournir, via une Analyse Coût Bénéfice, les éléments économiques permettant une évaluation de la rentabilité des actions structurelles du projet.

Compte-tenu des dernières publications (juillet 2014) du Ministère de l'Ecologie du Développement Durable et de l'Energie, qui propose une démarche d'Analyse Multicritère, cette étude sera complétée par une évaluation des mesures structurelles du projet.

La présente pièce s'inscrit dans le cadre d'une démarche volontariste visant à mettre en œuvre une analyse multicritères (AMC) outil d'évaluation et de comparaison de critères quantitatifs et qualitatifs via les indicateurs synthétiques définis dans le guide méthodologique du CGDD de juillet 2014.

Cette approche permet d'établir la pertinence, la faisabilité, l'efficacité et l'efficience du programme de mesures.

Les documents méthodologiques de réalisation des AMC ont été publiés alors que l'étude été engagée (les enquêtes de terrain notamment étaient déjà réalisées), des adaptations ont donc été faites afin de satisfaire aux exigences de l'instruction de dossier, au contexte territorial et aux données disponibles au moment de la réalisation de l'analyse.

1.2 Présentation des indicateurs synthétiques de l'AMC

Ils permettent de répondre à une demande de justification de la pertinence dans le cadre de la labellisation d'un dossier de candidature PAPI.

Ils sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 1 : Objectifs et indicateurs synthétiques de l'AMC (source : CGDD)

| 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 | Indicateurs monétaires |
| Coût-efficacité | Coût total moyen du projet par habitant protégé grâce au projet | C/ NEMA habitants | |
| | 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 | |

- Les indicateurs d'efficacité synthétisent l'information sur les enjeux principaux protégés par le projet (population, emploi et biens)
- 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.

Ces indicateurs sont définis dans le cadre du présent dossier.

2. Présentation du territoire de l'AMC

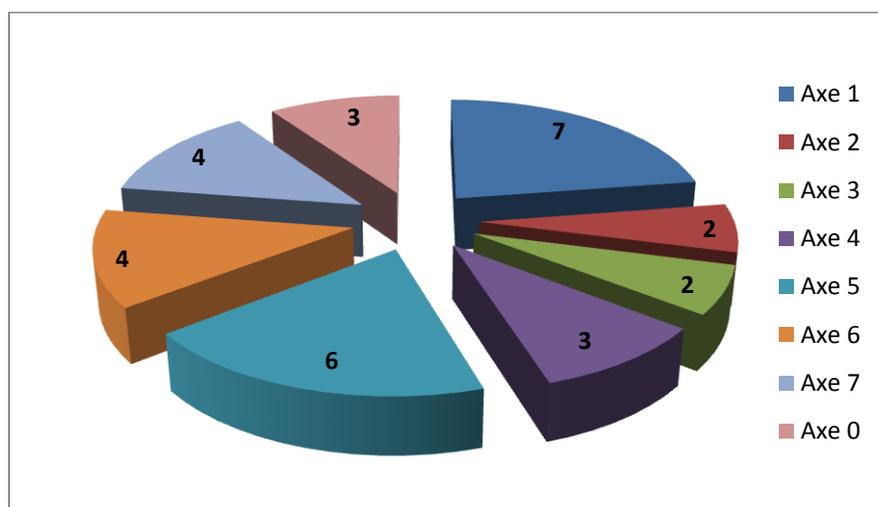
2.1 Justification des actions structurelles retenues

2.1.1 Présentation synthétique du programme d'action du PAPI du bassin versant de l'Ouvèze

Le programme d'actions du PAPI du bassin versant de l'Ouvèze comporte 31 actions réparties selon les sept axes d'intervention définis par le Ministère.

La pièce H du présent dossier détaille l'intégralité du programme d'action et fournit –notamment- les fiches action et le calendrier de réalisation.

Tableau 2 : Répartition des actions du programme d'actions du PAPI du bassin versant de l'Ouvèze par axe d'intervention



Rappel de la définition des « domaines » d'intervention des axes :

Axe 1 : Amélioration de la connaissance et de la conscience du risque

Axe 2 : La surveillance, la prévision des crues et des inondations

Axe 3 : L'alerte et la gestion de crise

Axe 4 : La prise en compte du risque inondation dans l'urbanisme

Axe 5 : La réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens

Axe 6 : Le ralentissement des écoulements

Axe 7 : La gestion des ouvrages de protection hydrauliques

Axe 0 : Actions de gouvernance

Les axes 1 à 5 visent à agir sur les enjeux afin de réduire leur vulnérabilité au risque inondation / à anticiper les conséquences prévisibles d'une crise

Les axes 6 et 7 visent à agir directement sur l'aléa inondation : les actions définies dans ces axes sont qualifiées de « structurelles » et sont susceptibles de faire l'objet d'une AMC.

Dans le cas du bassin versant de l'Ouvèze, on dénombre huit actions structurelles.

2.1.2 Présentation succincte des actions structurelles du programme d'action du PAPI du bassin versant de l'Ouvèze

La pièce E du présent dossier de candidature détaille le contenu de chaque des actions structurelles du programme.

2.1.2.1 Caractéristiques principales

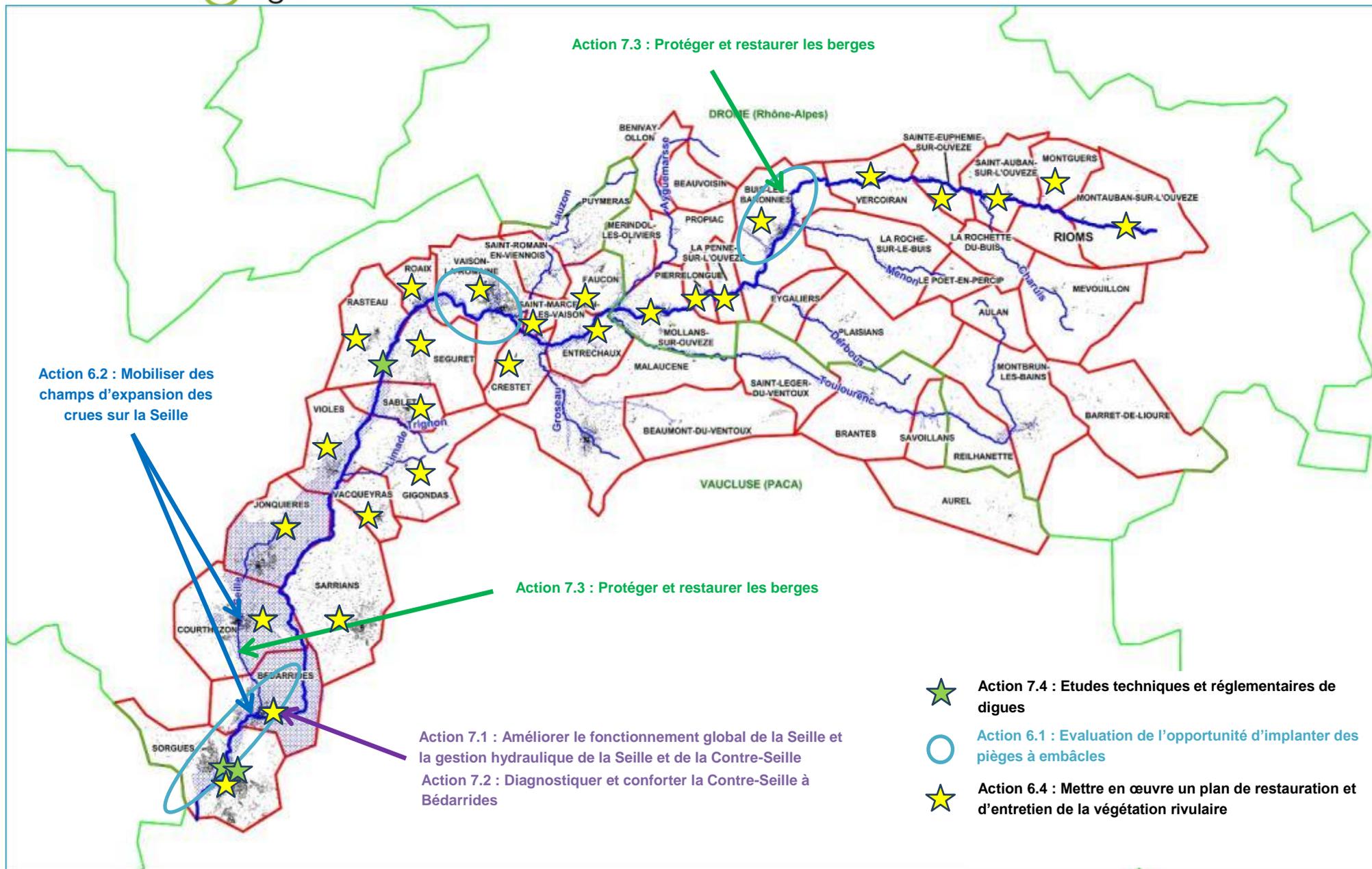
Le tableau ci-après recense les caractéristiques de l'ensemble des actions structurelles du programme :

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des actions structurelles (axes 6 et 7) du programme d'action PAPI Ouvèze

| Intitulé du programme d'aménagement | Fiche action associée | Niveau de définition des aménagements au moment du dossier de candidature PAPI | Objectif de réalisation de l'action PAPI |
|---|-----------------------|---|--|
| Evaluer l'opportunité d'implanter des pièges à embâcles | 6.1 | Schéma | Etude |
| Mobiliser des champs d'expansion des crues sur la Seille | 6.2 | PRO | Etude, travaux et acquisitions foncières |
| Réaliser une étude sur le fonctionnement hydromorphologique de l'Ouvèze | 6.3 | Faisabilité | Etude (action faisant l'objet d'une <i>évaluation à mi-parcours</i>) |
| Mettre en œuvre un plan de restauration et d'entretien de la végétation rivulaire | 6.4 | Faisabilité | Travaux |
| Améliorer le fonctionnement global de la Seille et la gestion hydraulique de la Seille et de la Contre-Seille | 7.1 | Faisabilité | Etude, travaux et acquisitions foncières |
| Diagnostiquer et conforter la Contre-Seille à Bédarrides | 7.2 | Faisabilité | Etude (action faisant l'objet d'une <i>évaluation à mi-parcours</i>) |
| Protéger et restaurer les berges | 7.3 | Faisabilité (sites de Buis-les-Baronnies) PRO (sur de Courthézon) | Etude et travaux |
| Etudes techniques et réglementaires de digues | 7.4 | Faisabilité | Etude (action faisant l'objet d'une <i>évaluation à mi-parcours</i>) |

2.1.2.2 Localisation

Figure 1 : Carte de localisation des actions structurelles du programme d'action du PAPI Ouvèze



2.1.2.3 Spécificités

Les actions structurelles proposent une combinaison d'aménagements qui devrait permettre de mieux gérer le risque inondation sur le territoire et assurer une meilleure protection des biens et des personnes.

Le tableau de synthèse ci-avant montre que sur les huit actions structurelles du programme, on dénombre :

- ❖ 3 actions structurelles qui feront l'objet d'une évaluation à mi-parcours :

Ces actions sont :

- **6.3 « Réaliser une étude sur le fonctionnement hydromorphologique de l'Ouvèze »**
- **7.2 « Diagnostiquer et conforter la Contre-Seille à Bédarrides »**
- **7.4 « Etudes techniques et réglementaires de digues »**

En effet, il est envisagé de réaliser les études générales de définition des aménagements envisageables (dont analyse coût-bénéfice si nécessaire) dans les trois premières années du PAPI afin de disposer de tous les éléments d'aide à la décision au mi-parcours du PAPI et ainsi évaluer la pertinence de leur réalisation au cours des années suivantes.

- ❖ 1 action « étude » :

Afin d'être réaliste en terme de calendrier de réalisation et l'action 6.1 « Evaluer l'opportunité d'implanter des pièges à embâcles » sera étudiée au stade étude et pourra être éventuellement mise en œuvre dans un programme ultérieur selon les conclusions obtenues.

- ❖ 4 actions comprenant la réalisation de travaux :

Ces actions sont :

- **6.2 « Mobiliser des champs d'expansion des crues sur la Seille »**
- **6.4 « Mettre en œuvre un plan de restauration et d'entretien de la végétation rivulaire »**
- **7.1 « Améliorer le fonctionnement global de la Seille et la gestion hydraulique de la Seille et de la Contre-Seille »**
- **7.3 « Protéger et restaurer les berges »**

On note que l'action 6.4 a pour objectif de maintenir la section d'écoulement et d'éliminer les embâcles potentiels. Sur action sur l'aléa inondation n'est pas quantifiable, elle ne peut faire l'objet d'une analyse multicritère.

Il en est de même pour l'action 7.3 vise à intervenir sur trois sites prioritaires d'érosion de berges dans des secteurs à enjeux.

2.1.3 Les actions structurelles faisant l'objet de la présente analyse multicritère

Compte-tenu des éléments précédents, les actions 6.2 « Mobiliser des champs d'expansion des crues sur la Seille » et 7.1 « Améliorer de la gestion hydraulique de la Seille et de la Contre-Seille » font l'objet de la présente AMC.

On note également que ces aménagements présentent une zone d'incidence commune : ils visent à réduire l'aléa inondation par débordement de cours d'eau sur le bassin versant de la Seille.

L'analyse traitera donc un seul périmètre d'étude qui sera défini par l'incidence de ces deux actions.

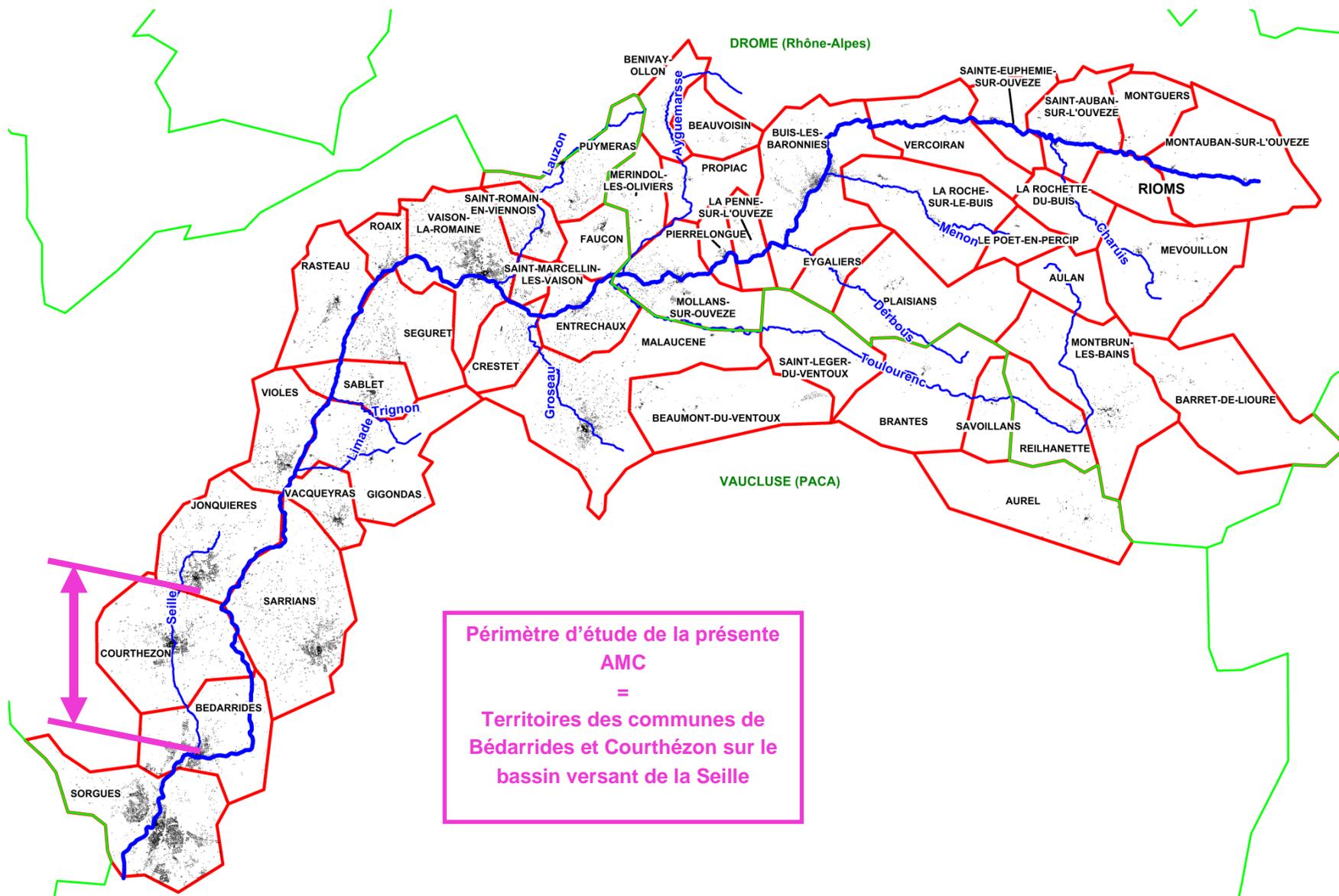
2.2 Le périmètre d'étude

2.2.1 Localisation à l'échelle du bassin versant

Le périmètre d'étude porte sur les territoires des communes de Bédarrides et Courthézon, riveraines du bassin versant de la Seille, dans la partie aval du bassin versant de l'Ouvèze.

La localisation précise du périmètre d'étude est disponible en **Annexe 1**.

Figure 2 : Localisation générale du périmètre d'étude



Périmètre d'étude de la présente AMC
 =
Territoires des communes de Bédarrides et Courthézon sur le bassin versant de la Seille

2.2.2 Contexte hydraulique du bassin versant de la Seille

La Seille s'étend sur 13km et draine un bassin versant de l'ordre de 70 km² à sa confluence avec l'Ouvèze sur la commune de Bédarrides.

- **Contexte général lié à l'Ouvèze :**

Compte tenu de la topographie du secteur d'étude, le bassin versant de la Seille, et à plus forte raison son lit majeur, est majoritairement compris dans le lit majeur de l'Ouvèze dont elle est l'ancien lit.

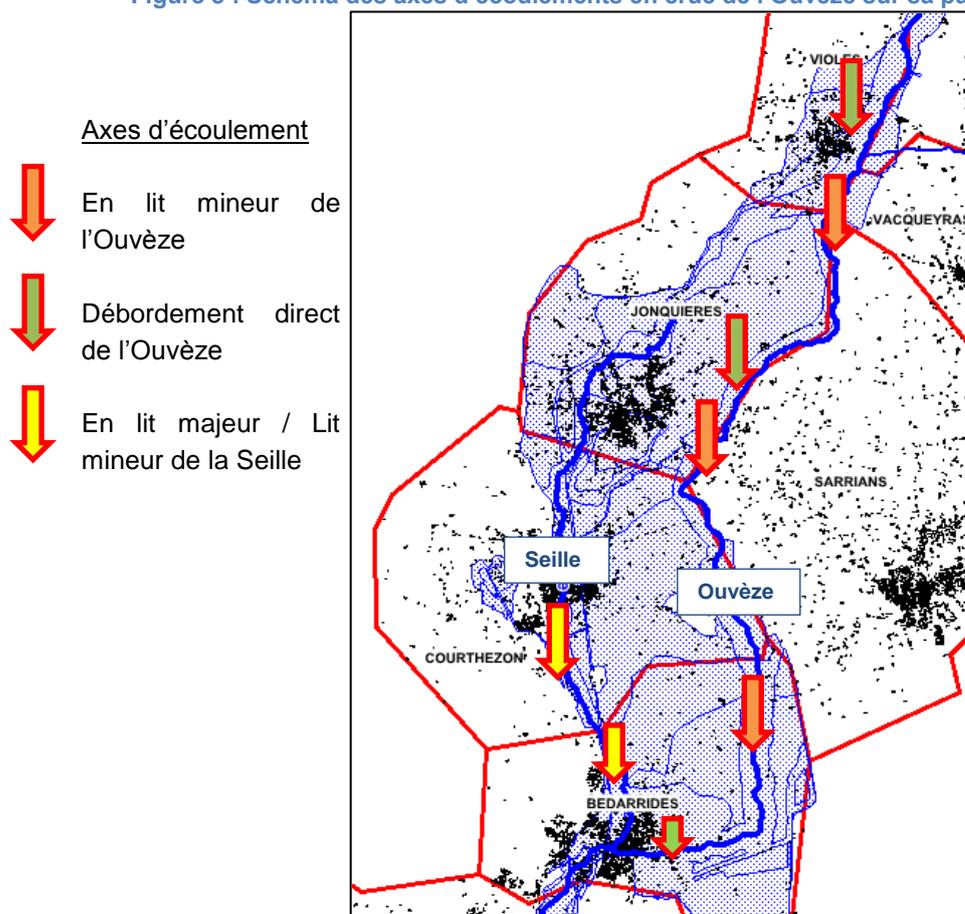
Pour des crues de période de retour de l'Ouvèze supérieures à 20ans environ, des débordements peuvent survenir en rive droite sur les communes de Violès et Jonquières et transiter ensuite par le lit majeur de la Seille. Ce phénomène a notamment été observé lors de la crue de l'Ouvèze de 1992.

La configuration de lit en toit du lit majeur de l'Ouvèze empêche les débits débordés de revenir en lit mineur, une dissociation des écoulements lit mineur / lit majeur est alors constatée. Le point de convergence aval des écoulements est situé dans la zone agglomérée de Bédarrides qui est soumis aux inondations :

- De la Seille / Contre-Seille (cf. ci-après)
- De l'Ouvèze : via les débordements amont sur Violès et Jonquières ou par débordement direct

Afin d'être complet, il faut également mentionner que la commune est également inondable pour les crues :

- Du Rhône
- De la Sorgues

Figure 3 : Schéma des axes d'écoulements en crue de l'Ouvèze sur sa partie aval¹


- **Concernant les débordements directs de la Seille :**

La Seille reçoit les apports de ses deux principaux affluents le Grand Raonnelle et la Grande Mayre situés dans la traversée du bourg de Courthézon.

Dans la traversée de Courthézon, l'écoulement de la Seille se divise en deux écoulements parallèles qui se croisent au centre-ville et se rejoignent en aval de la commune.

En aval immédiat de la confluence avec la Grande Mayre, un canal de décharge (nommé la Contre-Seille) longe la voie SNCF (PLM) et se rejette dans l'Ouvèze au Sud-Ouest de Bédarrides.

La Seille (et la Contre-Seille à Bédarrides) fait partie intégrante du tissu urbain des agglomérations de Bédarrides et Courthézon où elle est canalisée et présente des débordements dès les périodes de retour 2 à 3 ans.

Pour un évènement de période de retour 5 ans, les débordements se situent dans la vallée de la Seille en amont de Bédarrides et dans les zones basses des centres bourgs de Courthézon et Bédarrides où les hauteurs d'eau peuvent dépasser 0,5 m localement. De plus, des échanges peuvent être observés entre les écoulements de la Seille et de la Contre-Seille dans le bourg de Bédarrides, notamment sous la voie ferrée à proximité de la gare.

Les cartes des zones inondables avec précision sur les hauteurs d'eau calculées sont fournies en **Annexe 1**.

¹ Illustration des données fournies dans la note de cadrage préalable à la réunion du 29 mai 2013 « Réalisation de 4 bassins de rétention sur la Seille » (SIABO – CESAME)

3. Description des aménagements définis dans les actions structurelles retenues

La pièce E du présent dossier de candidature détaille le contenu des aménagements proposés dans les actions 6.2 et 7.1 retenues pour l'AMC.

Ce chapitre vise à fournir les principaux éléments de compréhension de ces aménagements.

La combinaison de l'ensemble des aménagements définis dans les actions 6.2 et 7.1 vise à une protection proche de la crue décennale des zones agglomérée de Courthézon et Bédarides.

3.1 Réalisation de quatre champs d'expansion des crues sur la Seille (dont 2 sont dans l'action 6.2)

3.1.1 Description des travaux

Ils ont été définis par le bureau d'étude ISL pour le compte du SMOP dans le rapport « Mission de maîtrise d'œuvre de bassins d'écrêtement des crues de la rivière Seille » de septembre 2014.

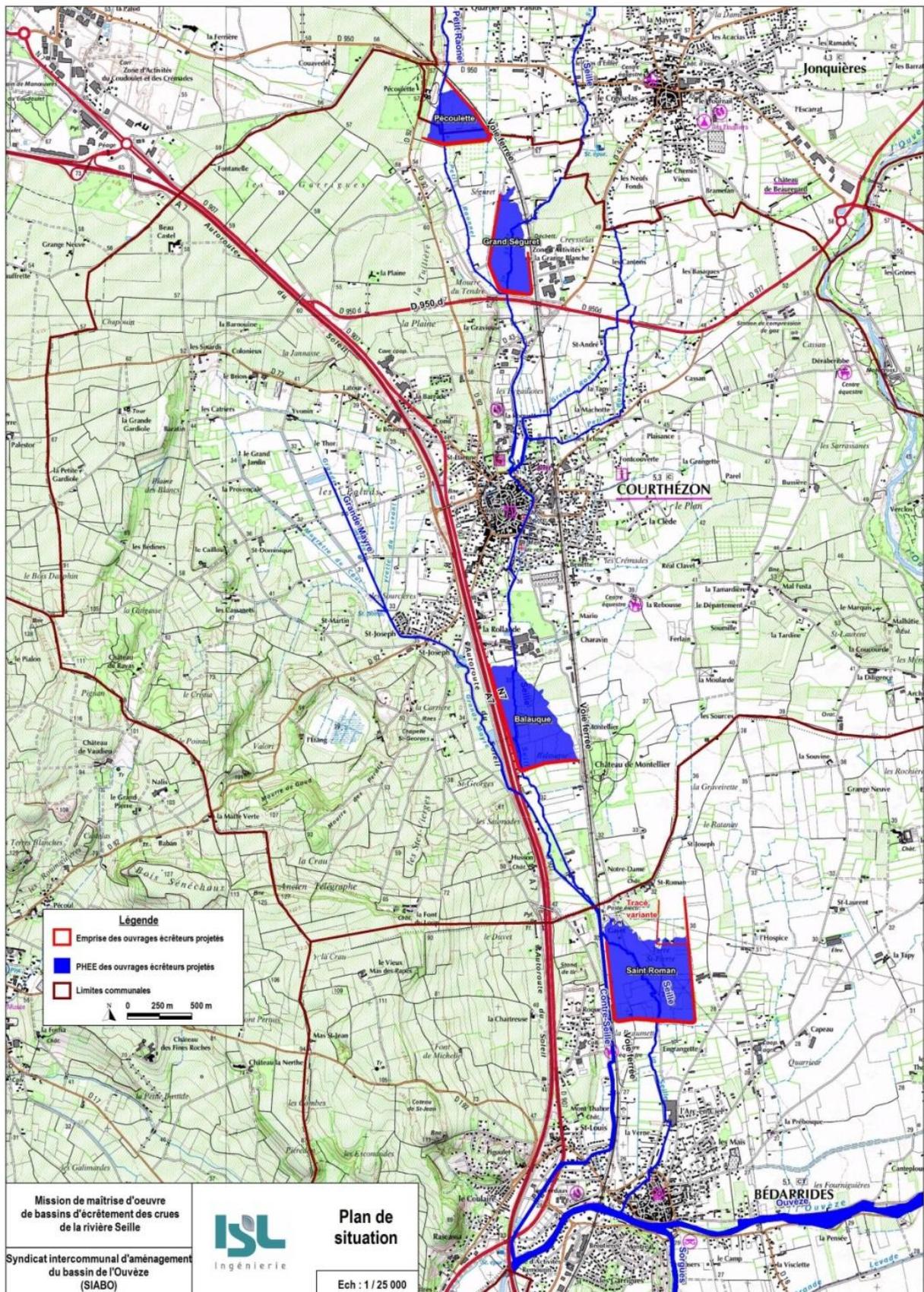
Cette action consiste à réaliser quatre bassins d'écrêtement de crue.

Il s'agit de bassins "secs", fonctionnant uniquement en période de crue. Les terrains seront situés en zones agricoles cultivées mais la vocation agricole des emprises sera conservée.

Remarque : Afin de prendre en compte les contraintes financières, foncières et humaines du territoire, ainsi que les délais de réalisation estimés, l'action 6.2 vise à créer 2 bassins d'écrêtements sur la Seille sur les 4 définis dans le programme de protection global. Les sites de Grand Séguret et Saint Roman ont été retenus (cf. détail dans la Pièce E chapitre « 3. Action 6.2 – Mobiliser des champs d'expansion des crues sur la Seille »).

La localisation des sites d'écrêtement est fournie page suivante

Figure 4 : localisation des sites d'écrêtement



3.1.2 Estimation financière

| Répartition du coût (en €) | Site de Pécoulette | Site de Balauque | Site du Grand Séguret | Site de Saint-Roman | Cumul |
|---|--------------------|------------------|-----------------------|---------------------|--|
| Travaux (MOE: ACT jusqu'à la fin) | 1 380 062€ | 2 227 046€ | 2 317 723€ | 2 547 659€ | 8 472 490€ |
| Etudes de conception (MOE: PRO-DCE dont reconnaissances géotechniques complémentaires) | 76 794€ | 114 718€ | 128 779€ | 139 709€ | 460 000€ |
| Investigations d'archéologie préventive | - | - | - | - | 500 000€ (montant total pour les 4 rétentions) |
| réalisation d'un dossier PSR | - | - | - | - | 100 000€ (montant total pour les 4 rétentions) |
| Acquisitions foncières | | | - | - | 1 381 800 (montant total pour les 4 rétentions) |
| Coût total de l'aménagement des 4 sites d'écrêtement (€ HT) | | | | | 10 914 290€ |

Le montant pris en compte dans l'analyse coût-bénéfice pour la réalisation du projet des 4 bassins d'écrêtement est arrondi à :

10 920 000€HT

NB : comme évoqué plus haut, la présente AMC est réalisée sur l'ensemble du programme d'action de lutte contre les inondations de la Seille qui comprend la réalisation de 4 sites d'écrêtement. Dans le cadre du présent PAPI, seuls deux sites (Grand Séguret et Saint Roman) seront réalisés dans le cadre de l'action 6.2 (cf. Pièce E chapitre « 3. Action 6.2 – Mobiliser des champs d'expansion des crues sur la Seille ») pour un montant d'investissement de 7.3 M€HT.

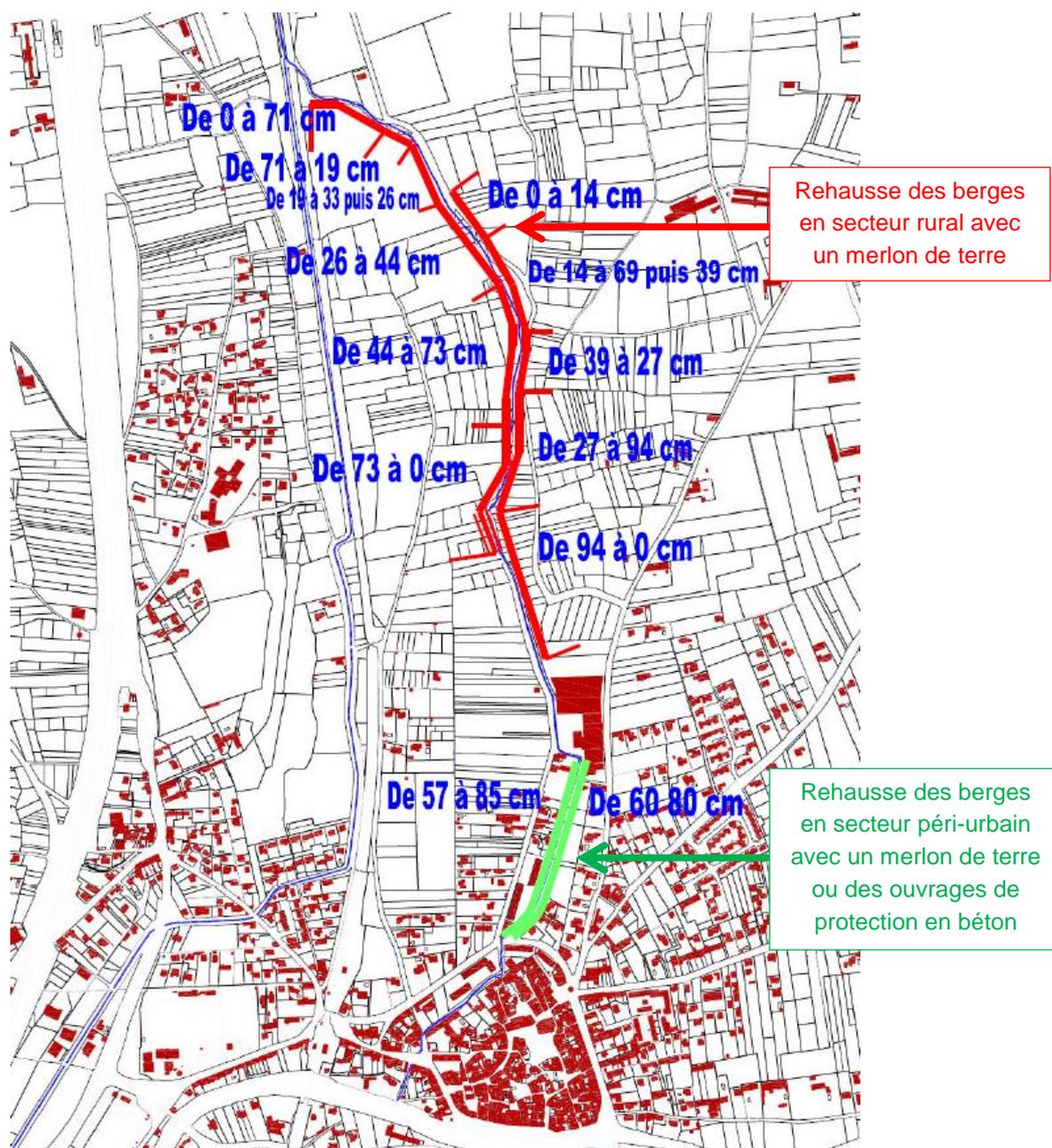
3.2 Action 7.1 « Améliorer le fonctionnement global de la Seille et de la Contre-Seille »

3.2.1 Description des travaux

Ils ont été définis par le bureau d'étude Ingerop pour le compte du SMOP dans le rapport « Etude capacitaire et socio-économique de la Seille à l'amont de Bédarrides – Etude capacitaire et propositions d'aménagement » de novembre 2012.

Les principaux aménagements entrant dans le cadre de cette action sont relatifs à la rehausse des berges de la Seille dans les zones de débordement sur la commune de Bédarrides

Figure 5 : Vue en plan du projet de rehausse des berges de la Seille (Ingérop – 2012)



3.2.2 Estimation financière

| Phases | Coût |
|------------------------|--------------------|
| Etudes générales | 40 000 € |
| Etudes de conception | 120 000 € |
| Acquisitions foncières | 110 000 € |
| Travaux | 380 000 € |
| Total | 650 000 €HT |

Le montant pris en compte dans l'analyse coût-bénéfice pour la réalisation du projet rehausse des berges de la Seille est de **650 000€HT.**

4. Les scénarii d'inondation pris en compte

4.1 Présentation des sources de données

Les actions 6.2 « Mobiliser des champs d'expansion des crues sur la Seille » et 7.1 « Améliorer de la gestion hydraulique de la Seille et de la Contre-Seille » ont été définies à l'occasion de deux études différentes menées par deux prestataires différents.

Respectivement ISL « Mission de maîtrise d'œuvre de bassins d'écrêtement des crues de la rivière Seille » en septembre 2014 et stade PRO et Ingerop « Etude capacitaire et socio-économique de la Seille à l'amont de Bédarrides – Etude capacitaire et propositions d'aménagement » en novembre 2012 au stade faisabilité.

4.2 Données hydrologiques

4.2.1 Caractéristiques de la modélisation pluie-débit réalisée

Elles sont issues d'un modèle pluie-débit, construit sur le bassin versant de la Seille à partir du logiciel ECRET_{ISL}².

Le système ECRET_{ISL} comprend :

1. un modèle pluie-débit de type hydrogramme unitaire (et d'autres types également GR3 notamment),
2. un modèle de propagation et de sommation des hydrogrammes de type Muskingum,
3. des modèles d'écrêtement par laminage dans des retenues artificielles avec ou sans influence aval.

Le modèle comprend un ensemble de **NOEUDS**, 2 nœuds délimitant un **BIEF**. Un nœud reçoit les apports :

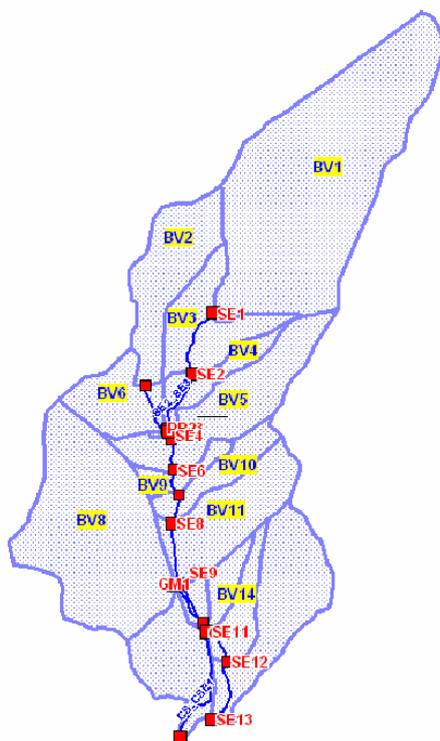
- de son bassin versant propre (modèle pluie-débit),
- du bief amont (modèle de propagation).

Ces apports sont ensuite propagés dans le bief aval avec la possibilité d'introduire, avant la propagation, un écrêtement par une retenue ou la mobilisation d'une zone d'expansion naturelle ou artificielle en dérivation (création d'un déversoir sur une Pour le cas particulier de Seille, le modèle ECRET_{ISL} a principalement été employé pour définir les hydrogrammes d'apport intermédiaire qui sont ensuite injectés dans le modèle hydraulique, présenté ci-après.

Le modèle mis en œuvre sur le bassin de la Seille comprend :

- 16 bassins versants
- 17 nœuds,
- 16 biefs.

² Cf. « Mission de maîtrise d'œuvre de bassins d'écrêtement des crues de la rivière Seille » - rapport ISL RM08-39, 2008

Figure 6 : Structure du modèle hydrologique de la Seille


Les données pluviométriques ont été basées sur les données de la station d'Orange-Caritat (située à moins de 5 km du domaine d'étude) sur la période 1970 – 2006 ainsi que sur l'expérience d'ISL relative aux événements exceptionnels recensés sur l'arc méditerranéen. Le tableau suivant présente les quantiles de pluie retenus.

Tableau 4 : Quantiles de pluie retenus.

| T en heures | P5 en mm | P10 en mm | P20 en mm | P50 en mm | P100 en mm | P1000* en mm |
|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------|
| 1 | 39 | 53 | 62 | 81 | 100 | 147 |
| 3 | 55 | 71 | 87 | 116 | 142 | 213 |
| 6 | 69 | 85 | 109 | 144 | 177 | 269 |
| 12 | 86 | 101 | 136 | 180 | 221 | 341 |
| 24 | 107 | 121 | 170 | 225 | 275 | 430 |

* extrapolé avec le gradex 10-100 ans

Les hyétoigrammes de projet de référence ont été construits sur une durée de 24h, soit 1 à 2 fois le temps de concentration du bassin versant de la Seille.

Le hyétoigramme de l'évènement majeur des 8 et 9 septembre 2002 a été recueilli. La période de retour de la pluie de l'évènement de septembre 2002 est estimée proche de 100 ans.

4.2.2 Les débits de crue retenus

En situation actuelle, le débit de la Seille au niveau de la limite communale Courthézon – Bédarrides est de :

- Pour une période de retour de 5ans : 20.2 m³/s
- Pour une période de retour de 10ans : 35.6 m³/s
- Pour une période de retour de 20ans : 47.3 m³/s
- Pour une période de retour de 100ans : 133 m³/s

4.3 Caractéristiques des modélisations hydrauliques réalisées

4.3.1 Action 6.2 / Modèle HEC-RAS

Réalisé sur l'ensemble des communes de Courthézon et Bédarrides.

Le Maître d'Ouvrage a fourni à ISL l'ensemble des données topographiques à sa disposition (profils en travers, relevés photogrammétriques..).

Le modèle hydraulique a été construit à l'aide du **logiciel HEC-RAS version 4.1**, développé par l'Hydrologic Engineering Center de l'US Army Corps, qui permet la modélisation des écoulements permanent ou transitoire maillés (plusieurs bras d'écoulement) en régime fluvial, torrentiel ou mixte.

Le modèle hydraulique transitoire mis en place couvre l'ensemble de la zone susceptible d'être influencée par la mise en place des ouvrages de rétention, à savoir :

- **le lit majeur du Petit Raonel** depuis la RD 950 jusqu'à sa confluence avec la Seille soit un linéaire de l'ordre de 2 km,
- **le lit majeur de la Seille**, depuis 600 m en amont de la RD 950 jusqu'à sa confluence avec l'Ouvèze soit un linéaire de l'ordre de 10 km.
- **le lit majeur de la Grande Mayre**, depuis l'autoroute A7 jusqu'à sa confluence avec la Seille soit un linéaire de l'ordre de 1 km.
- **le lit majeur de la Contre-Seille**, depuis l'ouvrage de répartition Seille / Contre-Seille jusqu'à sa confluence avec l'Ouvèze soit un linéaire de l'ordre de 3 km.

L'ensemble des ouvrages hydrauliques ou remblais présents sur le secteur ont été modélisés.

Les hydrogrammes d'apport pour les différentes périodes de retour étudiées ont été injectés dans le modèle. Pour l'ensemble des crues modélisées, une crue non débordante de l'Ouvèze, de période de retour approximative 10 ans, a été considérée comme condition limite aval du modèle, afin de bien distinguer les phénomènes d'inondation uniquement liés aux crues de la Seille.

Le modèle a été calé sur la crue de septembre 2002 pour laquelle on dispose de la zone inondée par la Seille issue du recensement des dégâts de crue réalisé pour le compte de la DIREN PACA et de quelques laisses de crues.

A l'issue de cette analyse complétée par une analyse sur le modèle ECRET_{ISL} de la Seille, la crue de septembre 2002 de la Seille a été estimée assimilable à une crue centennale sur l'ensemble du bassin versant.

4.3.2 Action 7.1 / Modèle Mike

Réalisé la commune Bédarrides.

Ce modèle couple un modèle unidimensionnel (1D) représentant les cours d'eau avec un modèle bidimensionnel (2D) pour la plaine (lit majeur, champ d'expansion de crue). La partie 1D a été prolongée dans la plaine amont de Bédarrides jusqu'à l'amont de l'ouvrage de répartition Seille / Contre-Seille.

Le modèle 1D a été établi sous le logiciel MIKE 11. Les géométries de la Seille et de la Contre-Seille sont définies par leur profil en long et les différents profils en travers disponibles.

Le secteur modélisé pour l'étude capacitaire se situe entre l'amont immédiat de l'ouvrage de répartition entre la Seille et la Contre-Seille à l'amont de la voie ferrée (à environ 150m, lieu-dit Pont Gayet), et leurs exutoires à l'Ouvèze dans Bédarrides. La Seille et la Contre-Seille sur le secteur de l'étude capacitaire couvrent donc un linéaire d'environ 2650 m et 2860 m respectivement.

L'ouvrage de répartition Seille / Contre-Seille est considéré comme totalement ouvert dans le cadre de la modélisation.

Condition limite aval : niveau bas de l'Ouvèze qui ne contraint absolument pas les écoulements provenant de l'amont.

Cette condition aval est modélisée avec une hauteur d'eau aval calculée en fonction du débit et des conditions de pente à l'aval (Loi de hauteur normale d'un écoulement non contraint).

Ceci est envisagé pour l'ensemble des crues modélisées (Q5, Q10, Q20 et Q100) ;

Condition limite amont : cette étude reprend les hydrogrammes des états actuels et états aménagés de l'étude précédente.

Remarque : pour les états aménagés prenant en compte les actions 6.2 et 7.1 sur la commune de Bédarrides, les simulations ont été réalisées à l'occasion de la réalisation de la présente analyse.

4.4 Les zones inondables prises en compte

L'AMC se basera sur les caractéristiques des zones inondables (emprises et hauteurs d'eau) définis par :

- ISL sur la commune de Courthézon
- Ingérop sur la commune de Bédarrides.

Conformément au guide méthodologique du CGDD de juillet 2014, les scénarios d'aléa retenus sont :

- **« le scénario engendrant les premiers dommages »³ : c'est l'évènement de période de retour 5ans**
- **« le scénario de dimensionnement du projet » : c'est l'évènement de période de retour 10ans qui est l'objectif de protection.**
- **« un scénario d'aléa pour lequel l'ouvrage ou le système de protection a un impact hydraulique limité » : c'est l'évènement de période de retour 100ans**
- **« un scénario d'aléa extrême, de période de retour au moins 1 000ans » :**

Ce scénario n'étant pas disponible dans les études hydrauliques réalisées, 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 ».

³ Les intitulés entre guillemets sont ceux définis par le guide méthodologique de juillet 2014.

Il est à noter que cette méthode est classiquement admise par les services instructeurs et a été autorisée dans le cadre de la réalisation de la présente étude par les services de la DREAL.

La présente analyse est enrichie d'un scénario d'aléa supplémentaire, permettant d'apporter de la précision dans la détermination du Coût Moyen Annuel (CMA).

Ce scénario est le suivant :

- ***Scénario aléa légèrement supérieur au scénario de dimensionnement : c'est l'évènement de période de retour 20ans***

Pour l'état actuel et l'état aménagé : l'analyse prend en compte 5 scénarios d'aléa pour la détermination de la courbe fréquentielle de dommages. Les dommages seront cependant déterminés pour 4 d'entre eux (le montant de dommage de la crue 1000ans étant déduit de celui de la crue centennale).

Les cartes des zones inondables / hauteurs d'eau définies sont disponibles en **Annexe 1**.

5. Diagnostic de la vulnérabilité du territoire : détermination des enjeux

Ce chapitre vise à fournir la méthodologie utilisée pour la détermination des enjeux du périmètre d'étude. Ces enjeux, une fois clairement identifiés et géolocalisés permettent la détermination des critères de l'AMC, objet des chapitres suivants.

5.1 Les sources de données exploitées

5.1.1 Les bases de données existantes

Outre les informations recueillies lors des enquêtes de terrain (cf. chapitre ci-après), les sources de données utilisées pour la réalisation de l'étude sont :

- La BDTopo 2013 :

Cette source permet une première détermination de la vocation des bâtis du périmètre d'étude (habitat, équipement public, activité économique,...).

Elle permet également d'identifier les serres, le bâti agricole, de déterminer la présence ou non d'un étage.

- Les cadastres des communes de Courthézon et Bédarrides

Ils permettent de distinguer le bâti dur du bâti léger.

- La base de données ERP du SDIS de Vaucluse ;

Elle permet l'identification des établissements sensibles / de gestion de crise

- Registre Parcellaire Graphique (RPG) ;

Il permet la définition du parcellaire agricole

- Base de données ERU (localisation des STEP de plus de 2000 équivalent habitant) ;
- Base de données DREAL pour la détermination des ICPE / enjeux patrimoniaux

5.1.3 Les données de terrain

Les enquêtes de terrain se sont déroulées durant le mois de juin 2014. Elles ont été réalisées de manière à couvrir l'ensemble de l'emprise de la zone inondable Q100 état actuel (emprise maximale d'étude).

Elles ont permis de préciser les caractéristiques des bâtis identifiés dans les cadastres des communes de Bédarrides et Courthézon.

Les informations ainsi recueillies, validées de visu, représentent la majeure partie des données utilisées pour la suite de l'étude.

Les caractéristiques des constructions relevées sont décrites ci-après (cf. table SIG) :

- **Vocation du bâti** : elle peut être de différentes natures :
 - o 1 = Habitat ;
 - o 2 = Activité Economique ;
 - o 3 = Établissement public (ERP notamment) ;
 - o 4 = patrimoine
 - o Serre ;
 - o Exploitation agricole (considérée par la suite comme des activités économiques).

- **Hauteur de seuil** : c'est la hauteur entre le terrain naturel et le premier plancher habitable (pour tous les bâtis)

- Présence ou non de **sous-sol**

- Présence ou non d'**étage**

- **Précisions apportées pour les équipements publics** :
 - o Nature / Dénomination (école, clinique, mairie...)
 - o Etablissement sensible ?
 - o Etablissement de gestion de crise ?

- **Précisions apportées pour les activités économiques** :
 - o Domaine d'activité :

Les enquêtes de terrain ont identifié les activités économiques présentes dans le périmètre investigué.

Compte-tenu du caractère peu industriel du secteur, les entreprises ont ensuite été regroupées en huit domaines d'activités principaux, spécifiquement déterminés d'après les constatations de terrain.

Ces domaines d'activité sont :

1. Activité de bureau,
2. Commerce de proximité,
3. Activités pour la santé humaine,
4. Garage automobile
5. Activité de restauration,
6. Commerce spécialisé,
7. Activité vétérinaire,
8. Transport routier de fret

- Nombre d'entreprises / polygone cadastral (pour les commerces de proximité / en zone urbaine dense)

Remarque : les caractéristiques des constructions ont été relevées par bâtiment pour les activités économiques, équipement publics et ERP et par groupes de bâtiments aussi appelé îlots dans le cas des habitations.

Les caractéristiques des îlots relevées correspondent à des « moyennes ». Ces caractéristiques peuvent être imprécises à l'échelle du bâti mais se veulent être les plus représentatives possibles de l'îlot considéré.

184 îlots ont été déterminés dans le cadre des enquêtes de terrain pour caractériser les habitations de la zone d'étude.

On note que la hauteur moyenne du premier plancher habitable (pour les habitations) est de 0.4m.

D'une manière plus précise, les hauteurs de seuil sont réparties de la manière suivante :

Tableau 5 : Proportion des habitations en fonction de leur hauteur de seuil estimée

| Hauteur de seuil | Proportion |
|----------------------------------|------------|
| 0 m (pas de surélévation) | 19% |
| 0.1 à 0.2m | 39% |
| 0.3 à 0.4m | 23% |
| 0.5 à 0.8m | 9% |
| 1 à 2m | 3% |
| 2.5m(partie habitable à l'étage) | 7% |

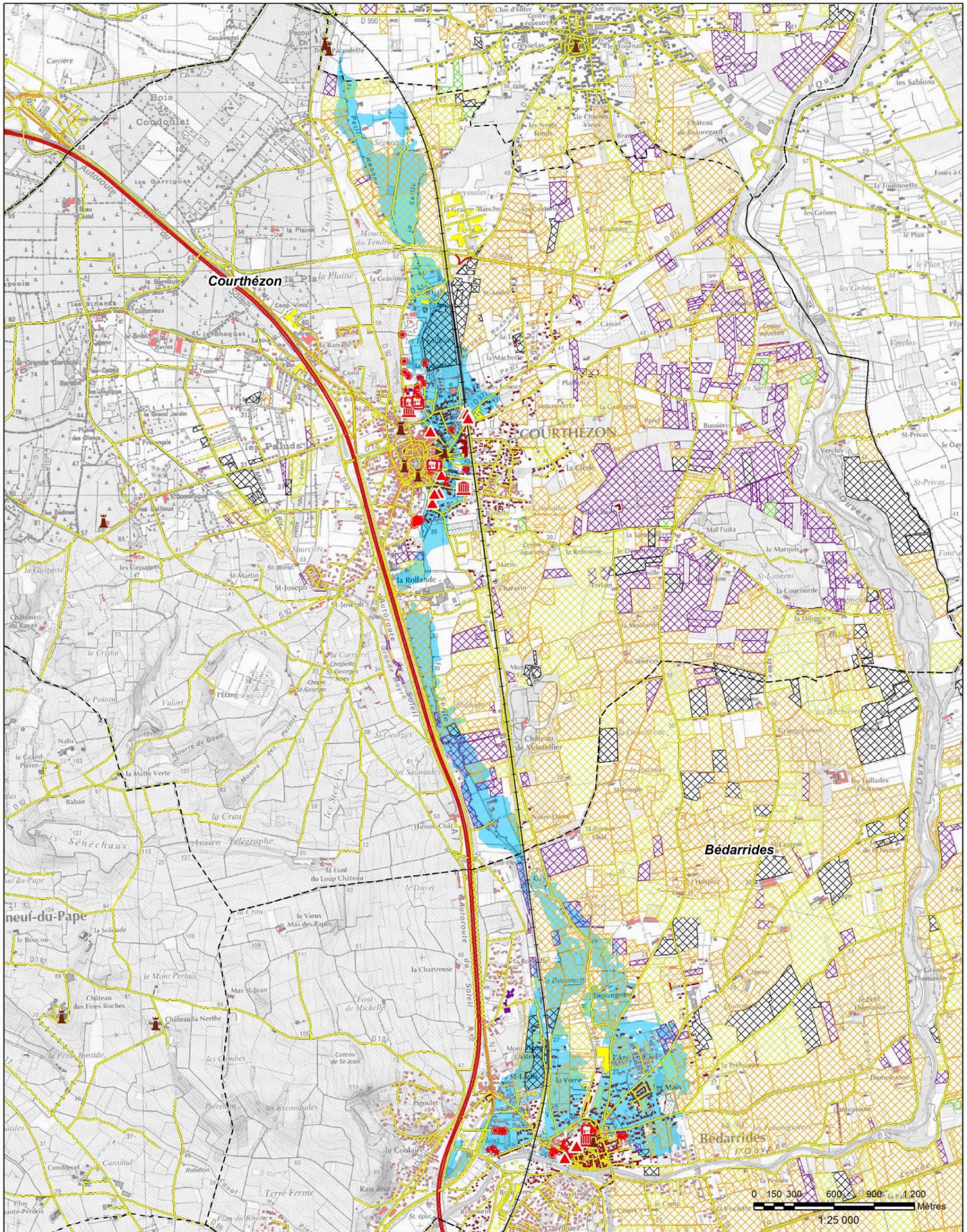
Ce tableau montre que près de 60% des habitations disposent d'une hauteur de seuil maximale équivalente à une marche ($\leq 0.2m$). Les parties habitables uniquement à l'étage sont peu représentées (7%).

Les autres caractéristiques des habitations (étage) sont développées dans les critères d'efficacité de l'AMC.

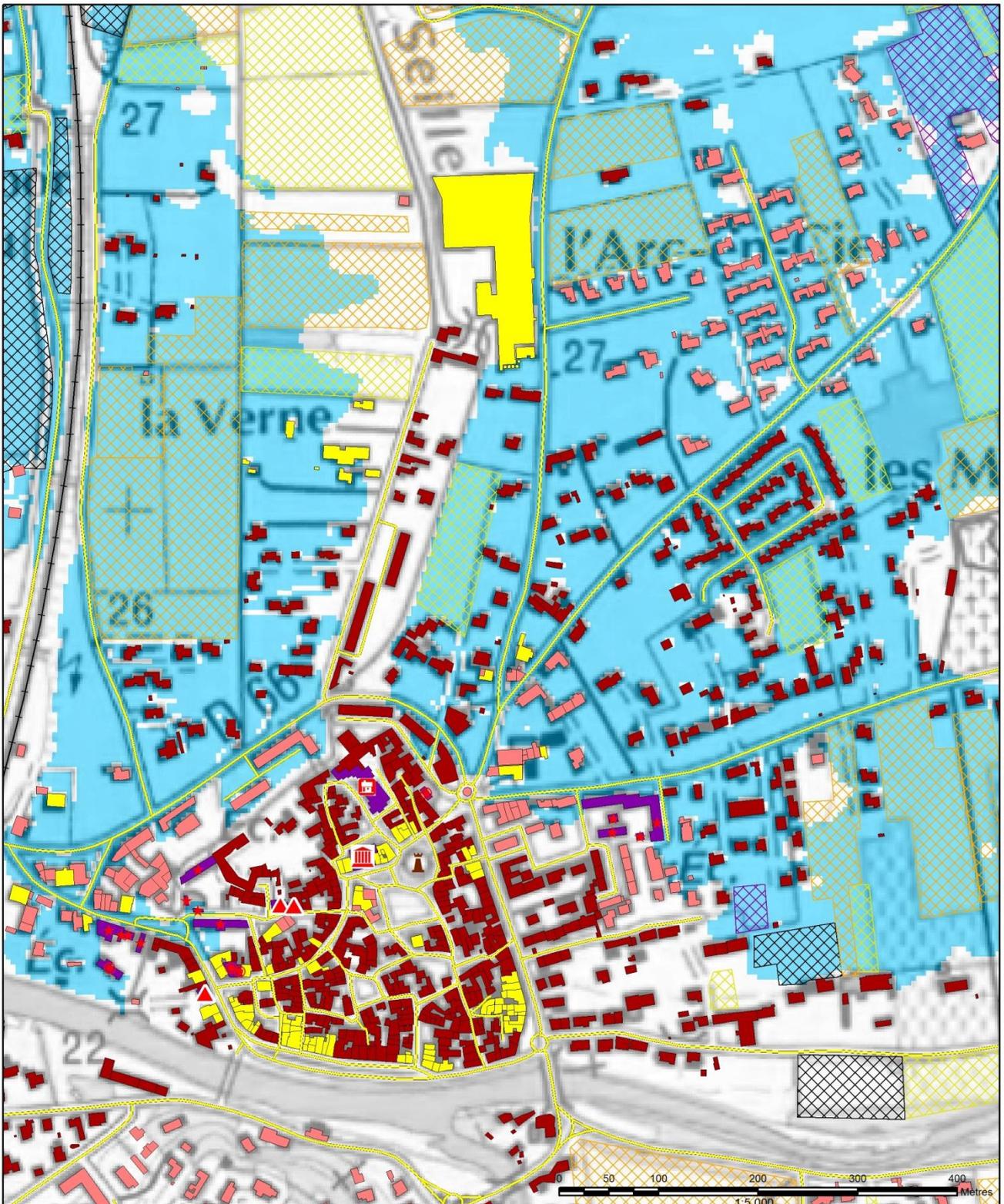
5.2 La cartographie des enjeux

Conformément au guide méthodologique des AMC, elle est fournie pour le scénario de dimensionnement (cf. page suivante)

Figure 7 : Carte des enjeux pour l'évènement de dimensionnement (Q10ans) – Etat Actuel

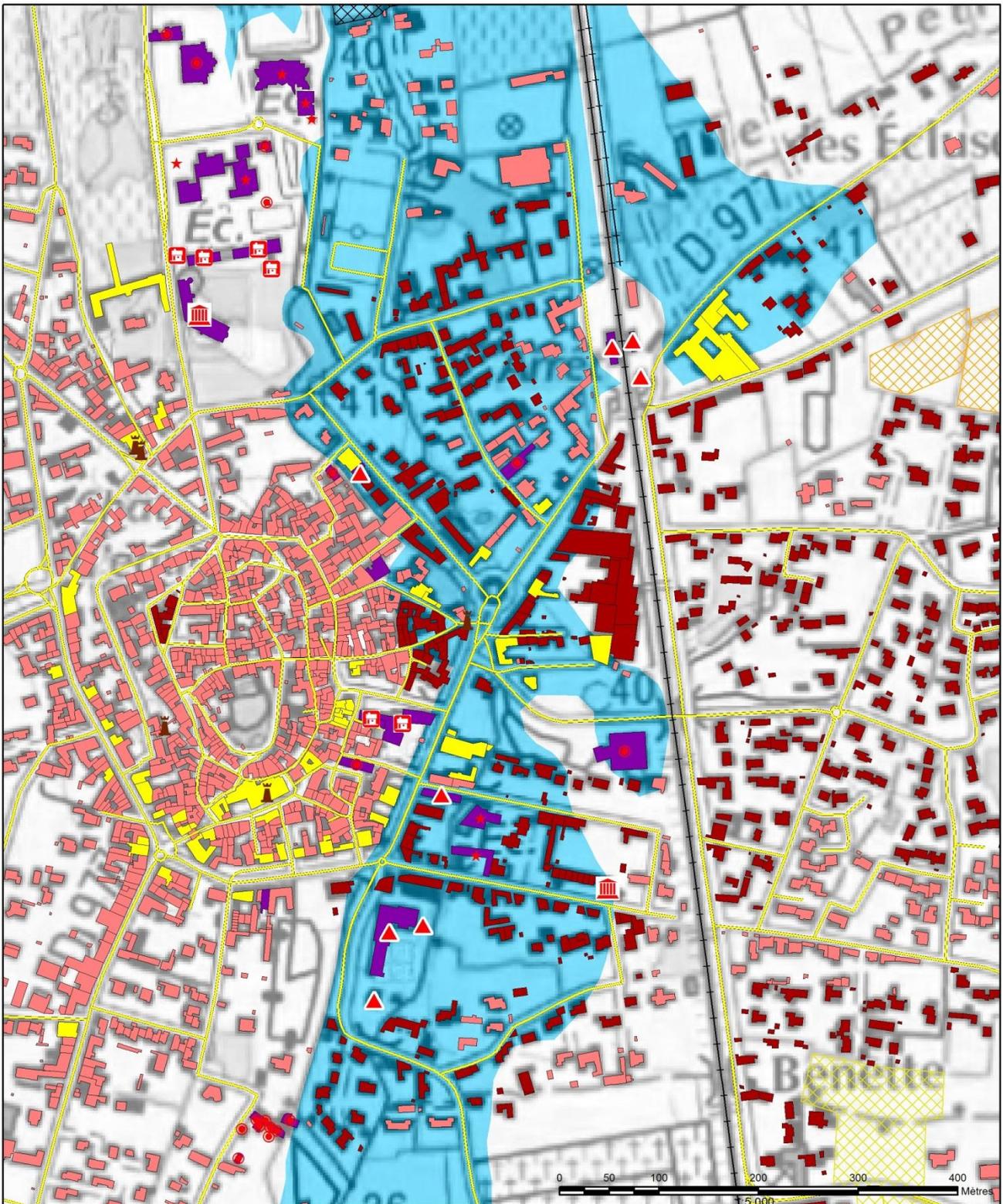

Légende CARTOGRAPHIE DES ENJEUX - AMC du programme global de protection contre les inondations de la Seille - Q10

| Habitation | Etablissements publics | Parcelles cultivées | Transports |
|-----------------------|----------------------------|--|-------------------------|
| Plein pied | Gestion de crise | Grandes cultures à haute valeur ajoutée hors serre | Voie ferrée |
| Avec étage | Centre administratif | Grandes cultures d'hiver (blé dur, blé tendre) | Autoroute |
| Activités économiques | Hébergement | Grandes cultures de printemps (maïs, riz, tournesol) | Route à 2 chaussées |
| Equipements publics | Centre technique municipal | Vergers | Route à 1 chaussée |
| Patrimoine | Etablissement scolaire | Vigne | Zones inondables |
| | | | Etat initial |



Légende

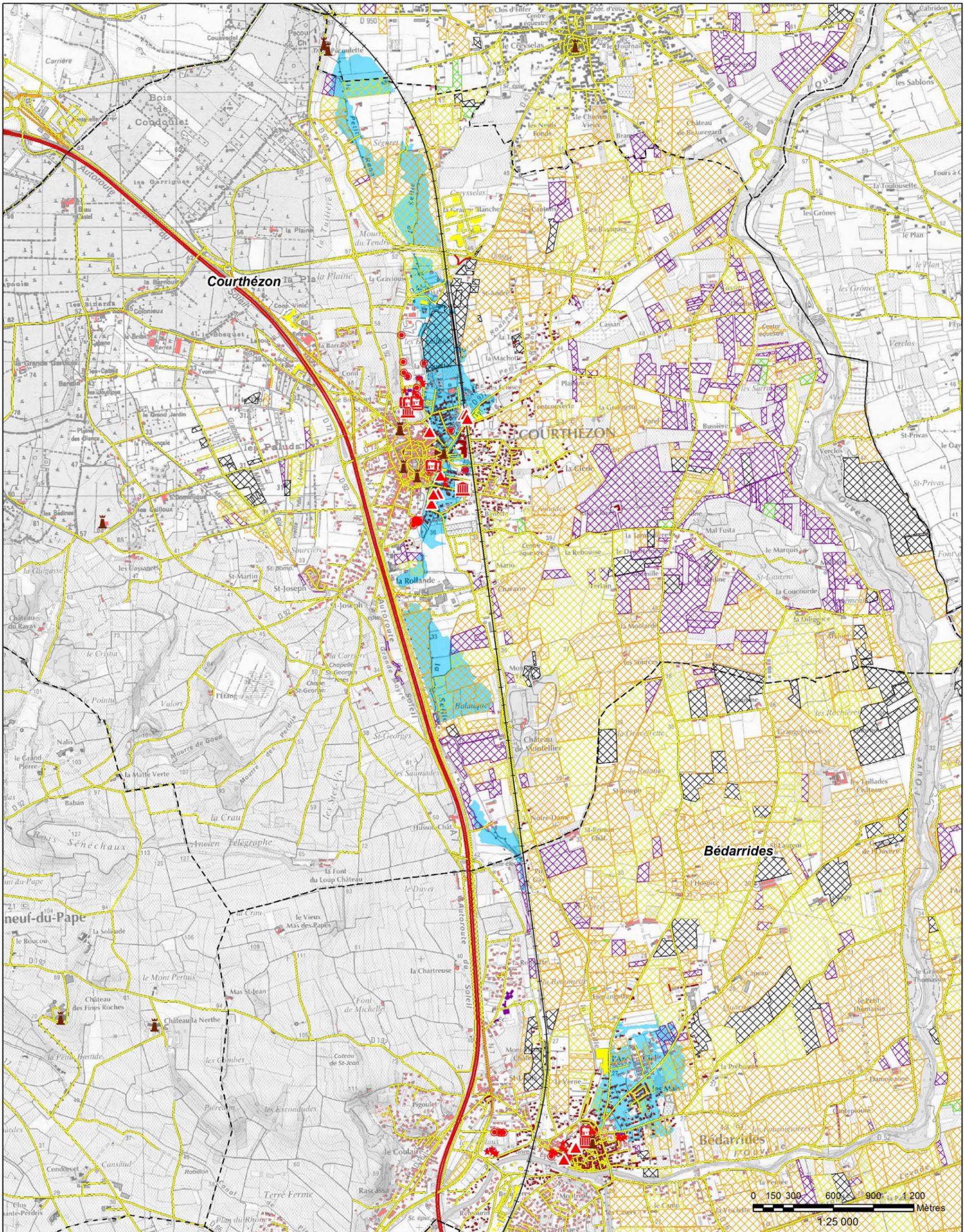
| CARTOGRAPHIE DES ENJEUX - AMC du programme global de protection contre les inondations de la Seille - Q10 COMMUNE DE BEDARRIDES | | | |
|--|--|--|---|
| Habitation Plein pied Avec étage Activités économiques Equipements publics Patrimoine | Etablissements publics Gestion de crise Centre administratif Hébergement Centre technique municipal Etablissement scolaire | Parcelles cultivées Grandes cultures à haute valeur ajoutée hors serre Grandes cultures d'hiver (blé dur, blé tendre) Grandes cultures de printemps (maïs, riz, tournesol) Vergers Vigne | Transports Voie ferrée Autoroute Route à 2 chaussées Route à 1 chaussée Zones inondables Etat initial |



Légende

| CARTOGRAPHIE DES ENJEUX - AMC du programme global de protection contre les inondations de la Seille - Q10 COMMUNE DE COURTHEZON | | | |
|--|--|--|---|
| Habitation Plein pied Avec étage Activités économiques Equipements publics Patrimoine | Etablissements publics Gestion de crise Centre administratif Hébergement Centre technique municipal Etablissement scolaire | Parcelles cultivées Grandes cultures à haute valeur ajoutée hors serre Grandes cultures d'hiver (blé dur, blé tendre) Grandes cultures de printemps (maïs, riz, tournesol) Vergers Vigne | Transports Voie ferrée Autoroute Route à 2 chaussées Route à 1 chaussée Zones inondables Etat initial |

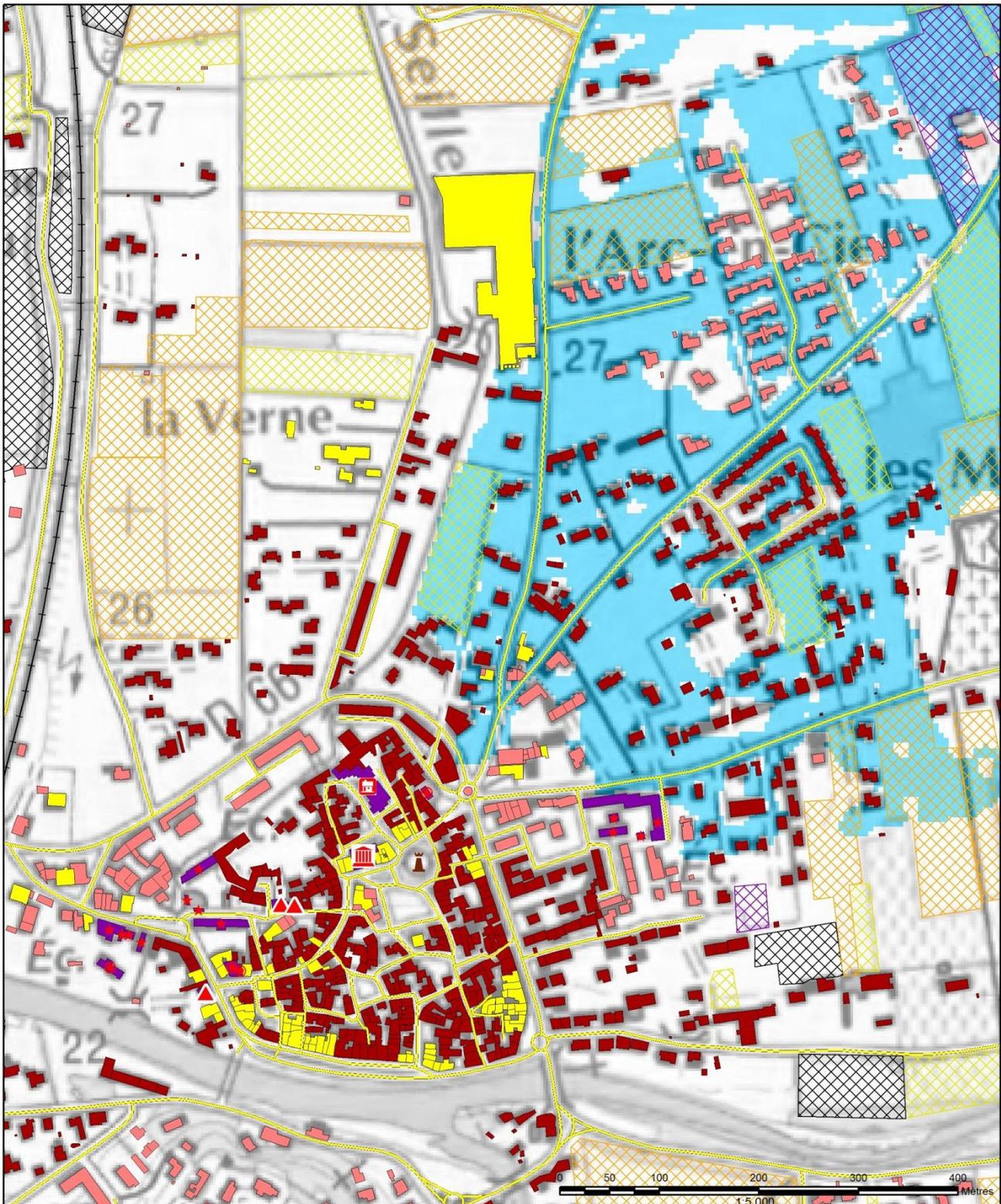
Figure 8 : Carte des enjeux pour l'évènement de dimensionnement (Q10ans) – Etat Aménagé


Légende CARTOGRAPHIE DES ENJEUX - AMC du programme global de protection contre les inondations de la Seille - Q10

| Habitation | Etablissements publics | Parcelles cultivées | Transports |
|-----------------------|----------------------------|--|-------------------------|
| Plein pied | Gestion de crise | Grandes cultures à haute valeur ajoutée hors serre | Voie ferrée |
| Avec étage | Centre administratif | Grandes cultures d'hiver (blé dur, blé tendre) | Route à 2 chaussées |
| Activités économiques | Hébergement | Grandes cultures de printemps (maïs, riz, tournesol) | Route à 1 chaussée |
| Equipements publics | Centre technique municipal | Vergers | Zones inondables |
| Patrimoine | Etablissement scolaire | Vigne | Etat projet |

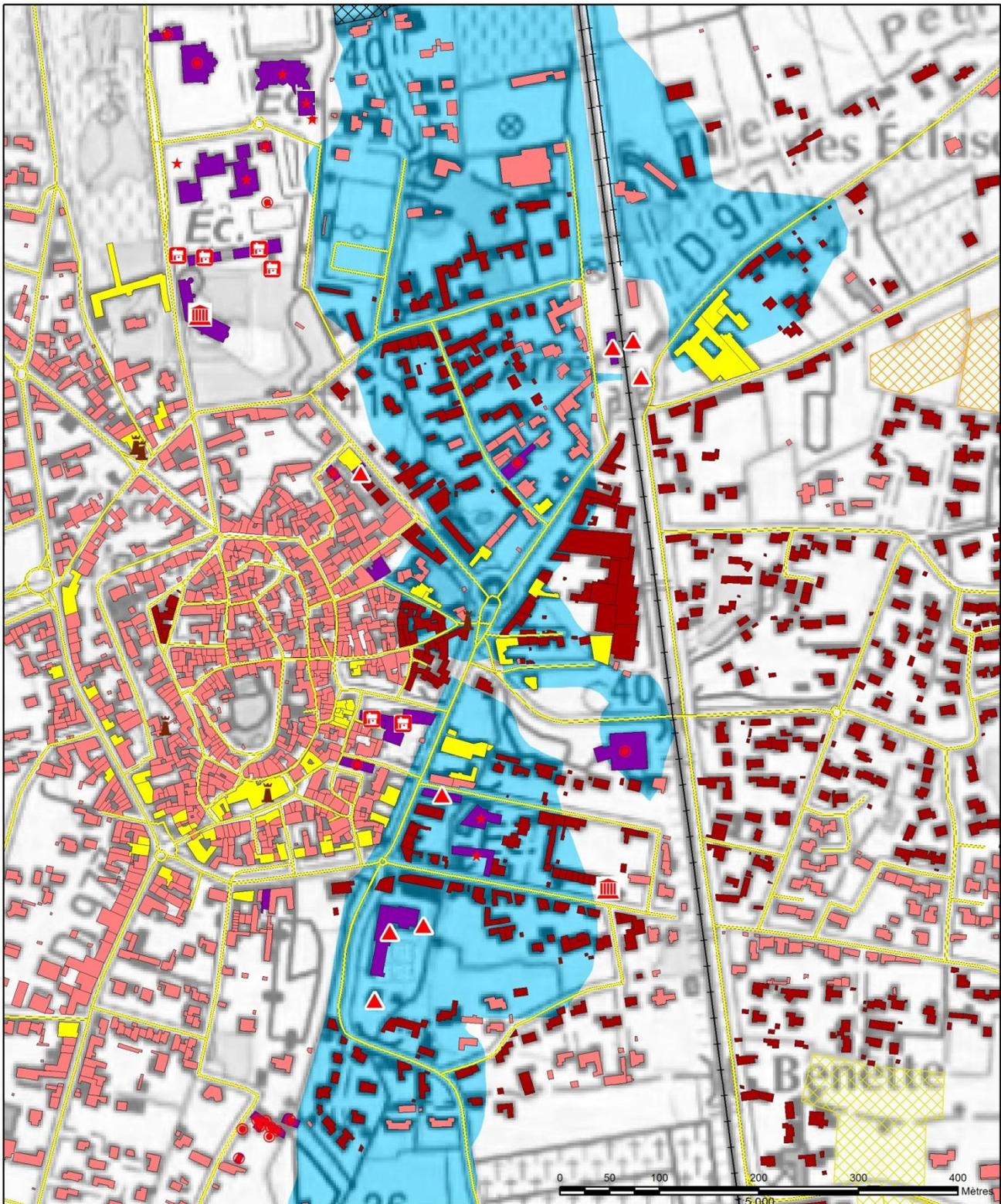


Mai 2015



Légende

| CARTOGRAPHIE DES ENJEUX - AMC du programme global de protection contre les inondations de la Seille - Q10 COMMUNE DE BEDARRIDES | | | |
|--|--|--|--|
| Habitation Plein pied Avec étage Activités économiques Equipements publics Patrimoine | Etablissements publics Gestion de crise Centre administratif Hébergement Centre technique municipal Etablissement scolaire | Parcelles cultivées Grandes cultures à haute valeur ajoutée hors serre Grandes cultures d'hiver (blé dur, blé tendre) Grandes cultures de printemps (maïs, riz, tournesol) Vergers Vigne | Transports Voie ferrée Autoroute Route à 2 chaussées Route à 1 chaussée Zones inondables Etat projet |



Légende

| CARTOGRAPHIE DES ENJEUX - AMC du programme global de protection contre les inondations de la Seille - Q10 COMMUNE DE COURTHEZON | | | |
|--|--|--|--|
| Habitation Plein pied Avec étage Activités économiques Equipements publics Patrimoine | Etablissements publics Gestion de crise Centre administratif Hébergement Centre technique municipal Etablissement scolaire | Parcelles cultivées Grandes cultures à haute valeur ajoutée hors serre Grandes cultures d'hiver (blé dur, blé tendre) Grandes cultures de printemps (maïs, riz, tournesol) Vergers Vigne | Transports Voie ferrée Autoroute Route à 2 chaussées Route à 1 chaussée Zones inondables Etat projet |

6. Détermination des indicateurs non monétaires

6.1 Rappel des indicateurs non monétaires définis dans l'analyse synthétique de l'AMC

Tableau 6 : Tableau identifiant les indicateurs non monétaires de l'analyse synthétique (source : CGDD)

| 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 | Indicateurs monétaires |
| Coût-efficacité | Coût total moyen du projet par habitant protégé grâce au projet | C/ NEMA habitants | |
| | 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 | |

6.2 Détermination du NEMA habitants

La détermination de ce critère vise à déterminer :

- ✓ dans un premier temps : le nombre de personnes exposées aux différents scénarios d'aléa retenus
- ✓ déterminer la courbe fréquentielle – calculer le nombre moyen annuel et le nombre évité moyen annuel.

On dénombre donc le nombre de personnes habitant dans un bâtiment situé en zone inondable (le bâtiment pouvant être inondé ou non - fonction du niveau de seuil-), en incluant également les personnes habitant dans les étages. Cet indicateur donne une information sur la population pouvant être impactée à son domicile, en situation de nuit, puisque la population active n'est généralement pas présente à son domicile dans la journée.

6.2.1 Détermination du nombre de personnes exposées aux inondations

6.2.1.1 Données source

- Nombre d'habitants sans double compte par carreau de 200x200 m (source : Données Carroyées Insee) : http://www.insee.fr/fr/themes/detail.asp?reg_id=0&ref_id=donnees-carroyees&page=donneesdetaillees/donnees-carroyees/donnees-carroyees-200m.htm
- Bâti de la BD Topo (classe BATI_INDIFFERENCIE) (source : IGN)

6.2.1.2 Méthode de calcul

- Croisement géographique des aléas et du carroyage de population Insee
- Sélection du bâti d'habitation

- Suppression des bâtiments dont la hauteur est supérieure à 100 mètres
- Suppression des bâtiments de surface inférieure à 20 m²
- En cas de présence de bâtiments de hauteur inférieure à 3 mètres, imposer une hauteur égale à 3 mètres pour ces bâtiments
- Calcul de la surface développée par bâtiment = surface * hauteur/3
- Répartition de la population située dans chaque carreau intersecté par l'enveloppe de l'aléa, sur les bâtiments triés de la BD Topo, au prorata de leur surface développée
- Somme de la population des bâtiments situés à l'intérieur des scénarii d'événements.

Le calcul de population avec et sans mesure conduit à connaître l'évolution de la population communale en zone inondable suite aux aménagements projetés.

6.2.1.3 Résultats

Ils sont détaillés dans le tableau ci-après :

Tableau 7 : Résultats du nombre de personnes exposées en fonction des différents scénarios de crue disponibles (état actuel / état aménagé)

| Commune | Nombre d'habitants INSEE (2009) | Q5 | | | | | | Q10 | | | | | | Q20 | | | | | | Q100 | | | | | |
|--------------|---------------------------------|--------------|------------|--------------|-----------|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|-----------|-----------|
| | | Etat Actuel | | Etat Aménagé | | Incidence | | Etat Actuel | | Etat Aménagé | | Incidence | | Etat Actuel | | Etat Aménagé | | Incidence | | Etat Actuel | | Etat Aménagé | | Incidence | |
| | | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % |
| Bédarrides | 5 140 | 546 | 11% | 0 | 0% | 546 | 100% | 1048 | 20% | 454 | 9% | 594 | 57% | 1455 | 28% | 886 | 17% | 569 | 39% | 2184 | 42% | 2184 | 42% | 0 | 0% |
| Courthézon | 5 335 | 630 | 12% | 0 | 0% | 630 | 100% | 734 | 14% | 634 | 12% | 101 | 14% | 784 | 14% | 784 | 14% | 0 | 0% | 1188 | 22% | 1163 | 22% | 25 | 2% |
| TOTAL | 10 475 | 1 176 | 11% | 0 | 0% | 1176 | 100% | 1 783 | 17% | 1 088 | 10% | 695 | 39% | 2 239 | 21% | 1 670 | 16% | 569 | 25% | 3 372 | 32% | 3 347 | 32% | 25 | 1% |

6.2.2 Méthodologie générale de détermination du NMA / NEMA

Le nombre obtenu pour chaque période de retour permettent de construire une courbe fréquentielle du nombre d'habitants (ou d'emplois ou tout autre paramètre) protégé liés aux crues en situation actuelle et une courbe en état aménagé.

Chaque point de la courbe est représentatif d'une crue de période de retour caractéristique. La définition précise de cette courbe nécessite la connaissance du nombre de personnes exposé (ou emplois,...) aux inondations 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.

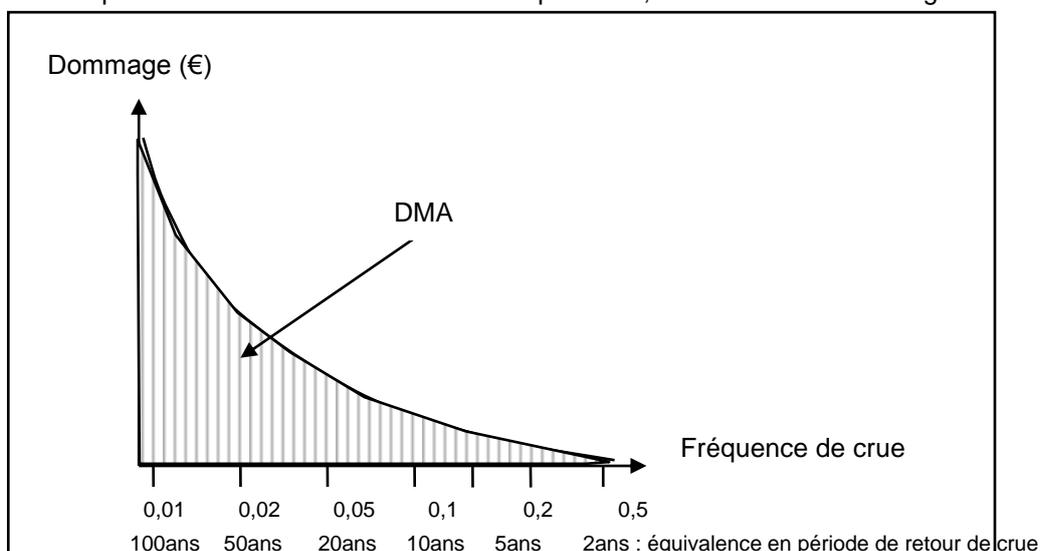
La surface délimitée par cette courbe et l'axe des abscisses représente le nombre moyen annuel (NMA), évalué à partir de la formule suivante :

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

Avec :

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

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



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 nombre moyen annuel (NMA), contrairement à des crues plus faibles mais beaucoup plus fréquentes.

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

$$NEMA = NMA (\text{sans projet}) - NMA (\text{avec projet})$$

Nota : les modélisations ont déterminé le début des débordements pour une crue de période de retour équivalente à 2 ans.

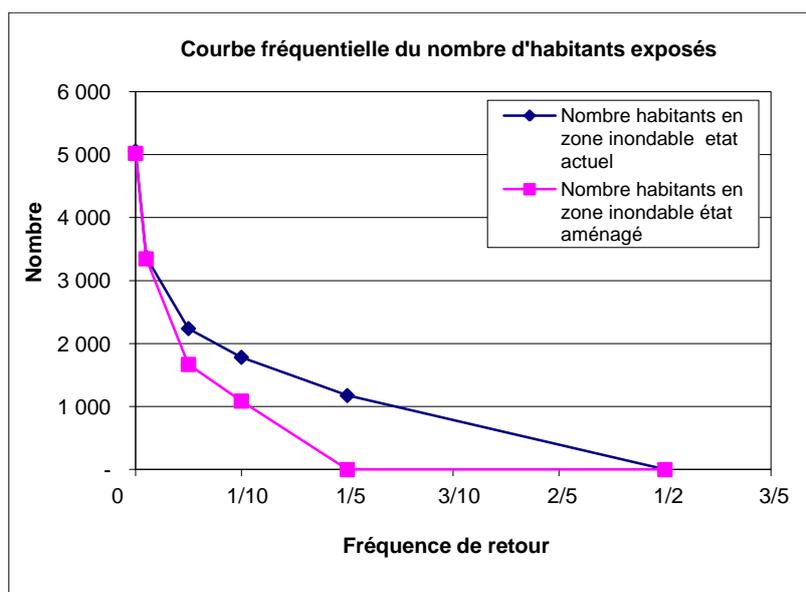
6.2.3 Valeur du NEMA habitants

La méthodologie précédente appliquée aux résultats fournis au paragraphe 6.2.1.3 donne les résultats suivants :

Tableau 8 : Tableau de calcul du NMA / NEMA habitants

| Paramètres des scénarios hydrologiques | | | Nombre d'habitants état actuel | Nombre d'habitants état futur |
|--|---------|-------|--------------------------------|-------------------------------|
| Nom | T | F | | |
| <i>Crue non débordante état actuel</i> | 2 | 0.500 | - | - |
| | 5 | 0.200 | 1176 | 0 |
| | 10 | 0.100 | 1783 | 1088 |
| <i>Q extrême</i> | 20 | 0.050 | 2239 | 1670 |
| | 100 | 0.010 | 3372 | 3347 |
| <i>Crue "infinie"</i> | infinie | - | 5058 | 5021 |
| | coef | 1.5 | NMA Etat actuel | NMA Etat aménagé |
| | | | 579 | 266 |
| | | | NEMA Habitants | |
| | | | 314 | |

Figure 9 : Courbe fréquentielle du nombre de personnes exposées au risque inondation.



Ainsi, on retient les résultats suivants :

| |
|---|
| <p>NMA habitants état actuel = 579 NMA habitants état aménagé = 266 NEMA = 314 habitants</p> <p>Ces résultats montrent que les aménagements des actions 6.2 et 7.1 du programme d'action du PAPI Ouvèze permettent une réduction de plus de la moitié (54%) du nombre moyen annuel de personnes exposés aux inondations.</p> |
|---|

6.3 Détermination du NEMA emplois

Selon la même méthodologie que celle employée précédemment,

6.3.1 Détermination du nombre d'emplois impactés par les inondations

6.3.1.1 Données source

- Bâti de la BD Topo (source : IGN) : faute de données plus précises, les bâtis agricoles de plus de 30m² ont été assimilés à des exploitations agricoles.

- Enquêtes de terrain :

Les enquêtes de terrain ont permis d'identifier les principaux domaines d'activités des entreprises (hors exploitations agricoles) présentes dans le périmètre investigué.

Ces domaines d'activité, spécifiquement adaptés selon les constatations de terrain réalisées, sont :

1. Activité de bureau,
2. Commerce de proximité,
3. Activités pour la santé humaine,
4. Garage automobile
5. Activité de restauration,
6. Commerce spécialisé,
7. Activité vétérinaire,
8. Transport routier de fret

Compte-tenu du caractère peu industriel du secteur, cette méthode a été retenue afin de satisfaire aux contraintes de réalisation de l'étude tout en étant représentative de la grande majorité des entreprises en présence.

6.3.1.2 Méthode d'estimation du nombre d'emplois

Une fois les domaines d'activité des entreprises déterminés, nous leur avons associé un code NAF afin de faire le lien avec les courbes d'endommagement de l'outil standard ACB de la Mission Rhône mais également afin d'estimer le nombre de salariés.

Les sources de données utilisées prises en compte pour estimer ce paramètre sont récapitulées dans le tableau ci-après.

La méthode d'estimation du nombre d'emplois par activité économique a été définie de manière à apporter le plus de précision possible et prendre en compte les spécificités du territoire.

Une première estimation du nombre de salariés a été réalisée à partir des informations disponibles sur le site internet de l'Insee « Caractéristiques comptables, financières et d'emploi des unités légales en 2009 - Principales caractéristiques au niveau sous-classe » : l'Insee fournit le nombre total de salariés au 31 décembre 2009 par code NAF ainsi que le nombre d'entreprises correspondant. Il est donc possible d'en déduire le nombre moyen de salariés spécifique à un code NAF / domaine d'activité.

Dans certains cas, ce nombre moyen s'avérait peu représentatif des entreprises visualisées (effectif moyen trop important la plupart du temps), dans ce cas, nous avons mis à disposition notre retour d'expérience sur la détermination de ce paramètre dans le cadre d'autres études où la méthode se basait sur la rencontre avec les gérants des entreprises dans le cadre de la réalisation de diagnostics. Les estimations ont ainsi été ajustées afin de correspondre au territoire.

Dans le cas des administrations, cette catégorie étant identifiée dans les statistiques de la répartition du nombre d'emplois au niveau communal par l'Insee, cette source a été exploitée.

Pour les exploitations agricoles, c'est une moyenne nationale issue des données de l'ANEFA⁴ qui a été utilisée.

Tableau 9 : Sources de détermination du nombre de salariés par domaine d'activité

| Domaines d'activités déterminés par les constatations de terrain | Code NAF ou référence courbe Outil standard ACB de la Mission Rhône | Nombre salariés | Source |
|--|--|-----------------|--|
| Garage automobile | 45.20 | 6 | Retour d'expérience Egis Eau |
| Commerce de proximité (coiffeur, tabac, épicerie, fleuriste,...) | 47.11E | 3 | Retour d'expérience |
| Transport routier de fret | 49.4 | 10 | Insee « Caractéristiques comptables, financières et d'emploi des unités légales en 2009 » |
| Restauration | 56.10A | 4 | Insee « Caractéristiques comptables, financières et d'emploi des unités légales en 2009 » |
| Activité vétérinaire (1 seul cas) | 75 | 5 | Retour d'expérience Egis Eau |
| Activité de bureau | Courbe bureau (locaux à louer) | 1 | Retour d'expérience Egis Eau |
| Activité de bureau | Courbe bureau (notaire, bureau d'étude, banque, centre médical, cabinet médical) | 3 | Retour d'expérience Egis Eau |
| Activité de bureau | Courbe bureau (pharmacie / laboratoire, banque, | 5 | Retour d'expérience Egis Eau |
| Equipement public | Equipement public | 6 | Données INSEE moyennées sur le nombre de salariés travaillant dans les administrations sur Bédarrides et Courthézon (données au niveau communal) |
| - | Exploitation agricole | 2 | Données ANEFA* qui estime à 966 300 le nombre de salariés permanents sur les exploitations et 490 000 le nombre d'exploitations soit une moyenne de 2 salariés permanents par exploitation au niveau national. |

* Association Nationale pour l'Emploi et la Formation en Agriculture

6.3.1.3 Résultats

Ils sont détaillés dans le tableau ci-après :

⁴ Association Nationale pour l'Emploi et la Formation en Agriculture

Tableau 10 : Résultats du nombre d'emplois impactés en fonction des différents scénarios de crue disponibles (état actuel / état aménagé)

| Commune | Q5 | | | | Q10 | | | | Q20 | | | | Q100 | | | |
|--------------|-------------------|--------------------|-----------|-------------|-------------------|--------------------|-----------|-------------|-------------------|--------------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|-----------|------------|
| | Etat actuel Nb | Etat Aménagé Nb | Incidence | | Etat actuel Nb | Etat Aménagé Nb | Incidence | | Etat actuel Nb | Etat Aménagé Nb | Incidence | | Etat actuel Nb | Etat Aménagé Nb | Incidence | |
| | | | Nb | % | | | Nb | % | | | Nb | % | | | Nb | % |
| Bédarrides | 20 | 0 | 20 | 100% | 33 | 0 | 33 | 100% | 87 | 23 | 64 | 74% | 125 | 125 | 0 | 0% |
| Courthézon | 64 | 0 | 64 | 100% | 62 | 51 | 11 | 18% | 64 | 61 | 3 | 5% | 68 | 61 | 7 | 10% |
| TOTAL | 84 | 0 | 84 | 100% | 95 | 51 | 44 | 46% | 151 | 84 | 67 | 44% | 193 | 186 | 7 | 4% |

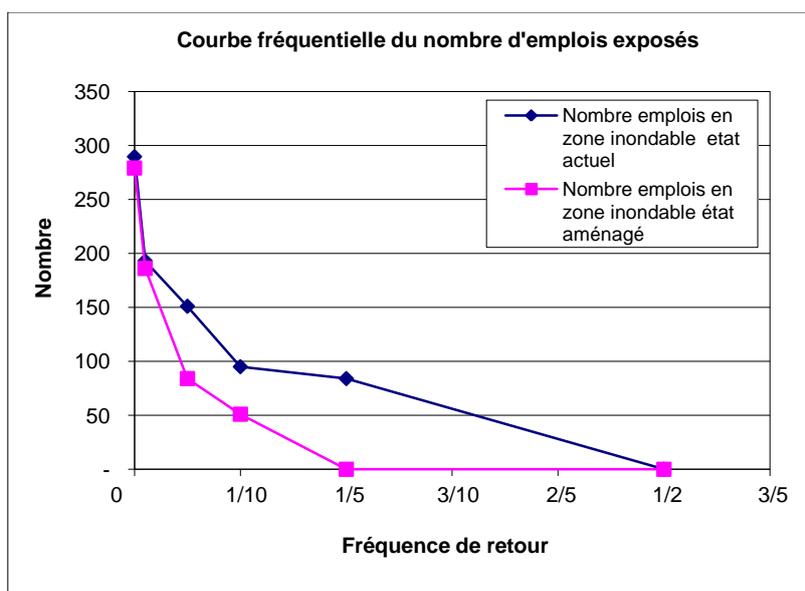
6.3.2 Valeur du NEMA emplois

Selon la même méthodologie que celle décrite au paragraphe 6.2.2., on obtient les résultats suivants :

Tableau 11 : Tableau de calcul du NMA / NEMA emplois

| Paramètres des scénarios hydrologiques | | | Nombre emplois en zone inondable état actuel | Nombre emplois en zone inondable état aménagé |
|--|---------|-------|--|---|
| Nom | T | F | | |
| <i>Crue non débordante état actuel</i> | 2 | 0.500 | - | - |
| | 5 | 0.200 | 84 | 0 |
| | 10 | 0.100 | 95 | 51 |
| <i>Q extrême</i> | 20 | 0.050 | 151 | 84 |
| | 100 | 0.010 | 193 | 186 |
| <i>Crue "infinie"</i> | infinie | - | 290 | 279 |
| | coef | 1.5 | NMA Etat actuel | NMA Etat aménagé |
| | | | 37 | 14 |
| | | 1 | NEMA Emplois | |
| | | | 23 | |

Figure 10 : Courbe fréquentielle du nombre de personnes exposées au risque inondation.



Ainsi, on retient les résultats suivants :

| |
|---|
| <p>NMA emplois état actuel = 37 NMA emplois état aménagé = 14 NEMA = 23 emplois</p> <p>Ces résultats montrent que les aménagements des actions 6.2 et 7.1 du programme d'action du PAPI Ouvèze permettent une réduction de plus de 62% du nombre moyen annuel d'emplois exposés aux inondations.</p> |
|---|

6.4 Conclusion sur les indicateurs non monétaires

L'analyse montre les résultats suivants :

- **Concernant la protection des habitants...**

Pour la période de retour 10ans :

Les aménagements contribuent à protéger de 695 riverains dont 85% (soit 594) sur la commune de Bédarrides.

On note cependant qu'il demeure 1 088 personnes en zone inondable sur le périmètre d'étude, ces personnes sont concernées par :

- les apports en provenance du chemin des Taillades (ruissellement), en rive gauche de la Seille sur la commune de Bédarrides pour lequel aucune protection n'est prévue.
- sur la commune de Courthézon : bien que le programme d'action améliore la situation en réduisant les hauteurs d'eau, l'emprise de la zone inondable est globalement peu impactée au droit du centre-ville. Cela s'explique par le fait que deux des quatre bassins d'écrêtement du programme se situent en amont de cette zone à enjeux.

Bien que l'objectif de protection contre une crue décennale ne semble pas être totalement rempli, les aménagements contribuent à réduire de moitié le nombre moyen annuel d'habitants exposés aux inondations et permet une protection annualisée de 314 habitants.

- **Concernant la préservation des emplois / tissu économique...**

Pour la période de retour 10ans :

Les aménagements permettent de sortir de la zone inondable décennale 44 des 95 emplois estimés en situation actuelle (soit 46%) dont les $\frac{3}{4}$ se situent sur la commune de Bédarrides où l'ensemble des bassins ainsi que les rehausses de berges ont une incidence. On note que l'intégralité des emplois sur Bédarrides est préservée au terme de la réalisation du projet.

La protection décennale est atteinte sur la commune de Bédarrides où tous les aménagements sont efficaces mais pas sur le centre-ville de Courthézon où 82% demeurent en zone inondable.

Malgré des résultats mitigés pour l'évènement décennal, le projet contribue à préserver chaque année 23 emplois des inondations, soit une réduction de plus de 60% par rapport à la situation actuelle. On note cependant que les emplois identifiés en zone inondable sur le périmètre d'étude sont limités.

7. Détermination des indicateurs monétaires

7.1 Rappel des indicateurs monétaires définis dans l'analyse synthétique de l'AMC

Tableau 12 : Tableau identifiant les indicateurs monétaires de l'analyse synthétique (source : CGDD)

| 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* | |
| Coût-efficacité | Rapport des dommages évités (moyens annuels) grâce au projet sur les dommages (moyens annuels) en situation de référence | DEMA/ DMA sc. de référence | Indicateurs monétaires |
| | Coût total moyen du projet par habitant protégé grâce au projet | C/ NEMA habitants | |
| | 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 | |

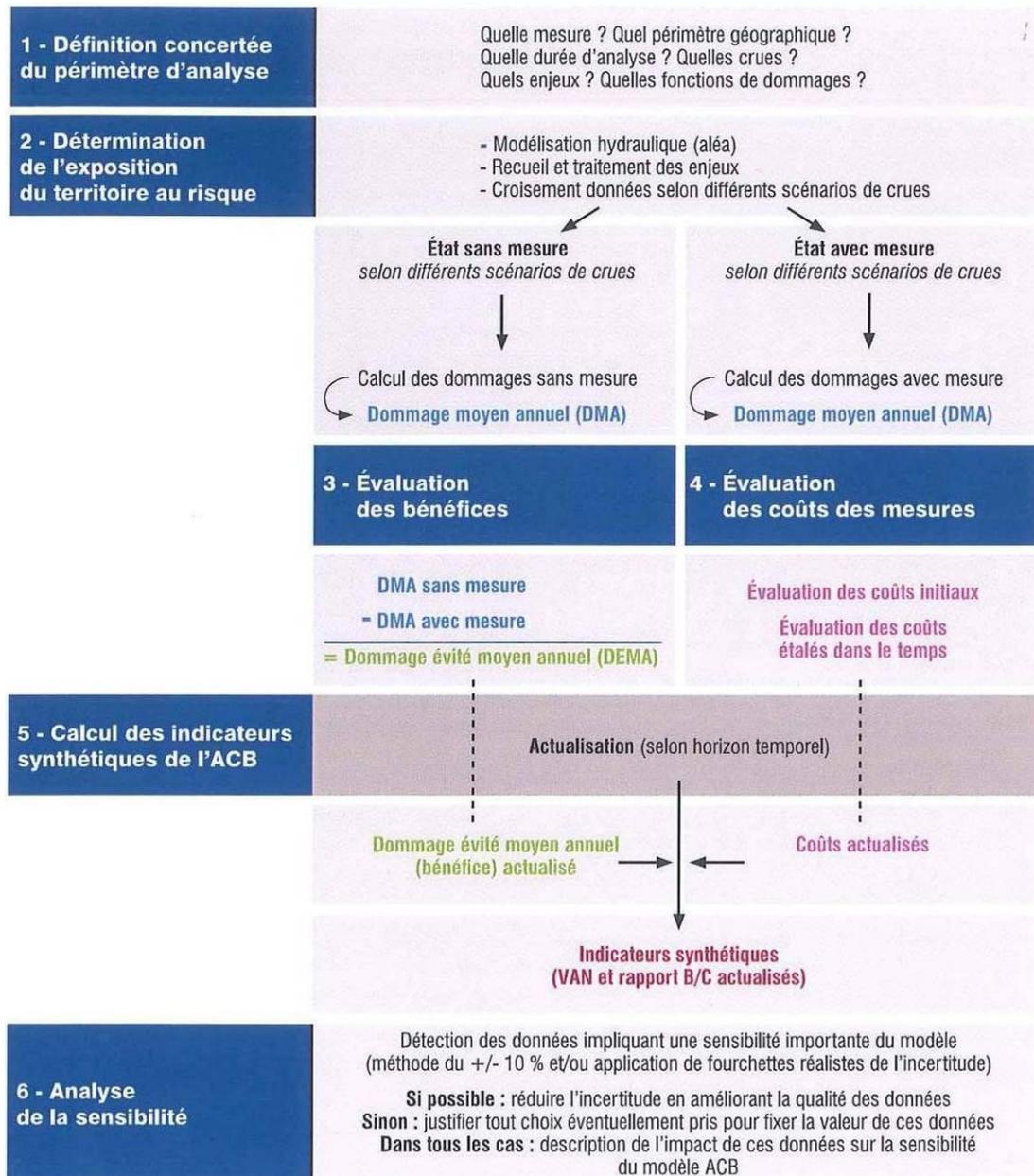
Les indicateurs monétaires de l'analyse à réaliser sont issus des résultats d'une analyse coût-bénéfice.

7.2 Analyse coût-bénéfice

La détermination des indicateurs monétaires d'efficacité et d'efficience (DEMA/DMA, VAN, B/C) nécessitent la réalisation d'une analyse coût-bénéfice.

Les étapes principales d'une analyse coût-bénéfice sont résumées dans le schéma ci-après :

Figure 11 : Schéma récapitulatif des grandes étapes structurant la démarche de l'ACB (source : guide CEPRI – novembre 2011)



7.3 Synthèse des coûts des aménagements

Ils sont détaillés par poste dans les paragraphes 3.1.2 (pour l'action 6.2) et 3.2.2 (pour l'action 7.1) :

- Total des 4 bassins d'écrêtement : 10 920 000€HT
- Total action 7.1 : 650 000 €HT

On prendra donc en compte un montant global d'investissement de :

11 570 000 €HT

7.4 Méthode d'évaluation du coût des dommages par typologie d'enjeu / Fonctions de dommages appliquées

Ce chapitre vise à fournir les sources des courbes d'endommagement utilisées ainsi que les hypothèses retenues pour leur application.

7.4.1 Méthodologie générale

Le coût global des inondations sur la zone d'étude sera calculé pour les crues de période de retour **5, 10, 20, 100 ans**.

Comme évoqué précédemment, 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* ». Cette méthodologie a été validée par la DREAL PACA en charge de l'instruction du présent dossier.

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) disponible dans le cadastre

Les fonctions de dommages utilisées sont issues de guides méthodologiques reconnus. *Dans tous les cas, seuls les dommages directs ont été chiffrés.*

La correspondance entre les typologies d'enjeux identifiés préalablement et les courbes d'endommagement disponibles est fournie dans les paragraphes suivants.

L'étude d'enjeux réalisée a donné lieu à des enquêtes de terrain qui avaient pour but de satisfaire aux exigences imposées par les fonctions de dommages disponibles et à la méthodologie imposée dans les Annexes techniques de décembre 2010 : en effet, les enquêtes de terrain ont été réalisées avant la sortie du guide méthodologique de réalisation des AMC de Juillet 2014 : des adaptations ont donc été nécessaires afin de satisfaire aux exigences du guide sur la base des données disponibles.

Les catégories d'enjeux identifiés sur le périmètre d'étude sont :

- L'habitat ;
- Les activités économiques (entreprises dont les exploitations agricoles) ;
- L'agriculture (cultures) ;
- Les équipements publics (administrations diverses, écoles, églises, STEP,...) ;

- Le réseau de transport (routier et ferroviaire).

Les bâtiments concernés par l'analyse sont ceux qui sont considérés inondables. Les hypothèses suivantes ont été retenues :

- *Bâti présentant une surface de plus de 20 m²* : cette hypothèse est conforme à celle retenue dans le guide méthodologique de l'analyse multicritères de septembre 2012.
- *Prise en compte des hauteurs de seuil définies par les enquêtes de terrain pour la détermination des hauteurs d'eau dans le bâti.*

7.4.2 L'habitat

Le guide méthodologique de Juillet 2014 fournit des courbes de dommages pour les catégories d'habitat suivantes :

- Individuel :
 - sans étage
 - avec étage

Remarques :

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

Les enquêtes de terrain ont montré que les habitations du périmètre d'étude n'avaient pas de sous-sol, les montants de dommages spécifiques à ce paramètre n'ont donc pas été appliqués.

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.

- Logement en collectif

Comme pour l'habitat individuel, il n'a pas été constaté la présence de garage ou de sous-sol attenant à ces logements. En effet, les logements collectifs sur la zone d'étude sont caractérisés par des immeubles mitoyens en centre urbain dense.

Une fois ces typologies d'habitat définies, 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.

Compte-tenu du fait que les enquêtes de terrain ont été réalisées avant l'édition du guide, le nombre de logements par bâti d'habitation n'a pas été déterminé.

Ainsi, les hypothèses suivantes ont été appliquées :

- Pour l'habitat individuel : prise en compte des courbes au logement en prenant l'hypothèse qu'un bâti abrite un logement
- Pour l'habitat collectif : prise en compte des courbes applicables à la surface d'habitat collectif.

Les modèles hydrauliques ont permis de déterminer les durées de submersion pour chacune des périodes de retour, les courbes d'endommagement étant différentes pour des durées inférieures ou supérieures à 48h.

Il est retenu :

- Pour les événements de périodes de retour 5, 10 et 20ans : la durée de submersion est inférieure à 48h
- Pour l'évènement de période de retour 100ans : la durée de submersion est supérieure à 48h.

7.4.3 Les activités économiques

Le guide méthodologique de Juillet 2014 propose l'application des courbes de l'outil standard ACB de la Mission Rhône.

Ces données ont été actualisées par la « méthode standard de l'ACB » de la Mission Rhône en 2008 et le taux d'inflation entre 2008 et 2013 a été appliqué dans le cadre de la présente étude.⁵

Ces courbes impliquent que l'on dispose, par entreprise, de la nature de l'activité pratiquée (rattachée à un code NAF).

Le coût des dommages directs (seuls dommages à être évalués) peut ensuite être calculé :

- ✚ De manière globale par entreprise ;
- ✚ Par salarié : ce calcul nécessite donc d'avoir des informations sur le nombre de salariés par entreprise.

Comme évoqué au paragraphe 6.3.1, les enquêtes de terrain ont permis de regrouper les entreprises sous 8 domaines d'activités principaux, représentatifs du périmètre d'étude et d'estimer un nombre de salariés par activité, également ajusté au territoire.

Les courbes d'endommagement sont donc appliquées à chacun des domaines d'activité en fonction du nombre de salariés.

⁵ Source INSEE : 1€(2008) = 1.07€ (2013)

Tableau 13 : Rappel des domaines d'activités principaux des entreprises de la zone d'étude / des références aux courbes d'endommagement du Plan Rhône et du nombre de salariés estimés

| Domaines d'activités déterminés par les constatations de terrain | Code NAF ou référence courbe Outil standard ACB de la Mission Rhône | Nombre salariés |
|--|--|-----------------|
| Garage automobile | 45.20 | 6 |
| Commerce de proximité (coiffeur, tabac, épicerie, fleuriste,...) | 47.11E | 3 |
| Transport routier de fret | 49.4 | 10 |
| Restauration | 56.10A | 4 |
| Activité vétérinaire (1 seul cas) | 75 | 5 |
| Activité de bureau | Courbe bureau (locaux à louer) | 1 |
| Activité de bureau | Courbe bureau (notaire, bureau d'étude, banque, centre médical, cabinet médical) | 3 |
| Activité de bureau | Courbe bureau (pharmacie / laboratoire, banque, | 5 |
| Equipement public | Equipement public | 6 |
| - | Exploitation agricole | 2 |

* Association Nationale pour l'Emploi et la Formation en Agriculture

Hormis le nombre de salariés dans l'entreprise (cf. méthode de détermination dans le paragraphe 6.3.1.2) et la hauteur d'eau (fournies par les résultats des modélisations hydrauliques réalisées), l'application des courbes d'endommagement disponibles nécessite la détermination des paramètres suivants :

○ **Le temps d'intervention :**

L'expertise ayant conduit à la mise au point de ces grilles a mis en évidence que les dommages aux entreprises étaient significativement aggravés lorsqu'aucune intervention n'avait pu avoir lieu dans les 48h après le début du sinistre. Les grilles proposent donc des valeurs de dommages dans les hypothèses où la durée du sinistre est inférieure à 48h.

○ **La durée de submersion :**

Il est retenu une valeur seuil à 24h dans les courbes d'endommagement disponibles.

Les modélisations hydrauliques réalisées visent à considérer, de manière générale, une durée de submersion :

- < 24h pour les évènements Q5, Q10 et Q20ans,
- > 24h pour Q100ans.

7.4.5 L'agriculture

7.4.5.1 Les cultures

Le guide méthodologique de réalisation des AMC de juillet 2014 fourni des courbes d'endommagement spécifiques à la détermination du montant des dommages aux cultures.

Les différentes cultures considérées sont :

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Le blé tendre | 8. Les autres cultures industrielles |
| 2. Le maïs grain et ensilage | 9. L'arboriculture et les vergers |
| 3. L'orge | 10. Les vignes |
| 4. Les autres céréales | 11. Les légumes-fleurs |
| 5. Le colza | 12. Le fourrage |
| 6. Le tournesol | 13. Les prairies permanentes |
| 7. Les autres oléagineux | 14. Les prairies temporaires |

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

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

1. **La hauteur d'eau :**

Disponible dans les simulations hydrauliques réalisées.

2. **La durée de submersion :**

Egalement fournie par les modélisations hydrauliques, elle est estimée à :

- Courte (< 1 jour) pour les évènements Q5, Q10 et Q20ans,
- Longue (5 à 10 jours) pour Q100ans.

3. **La saison :**

Ce paramètre vise à définir la saison la plus probable pour la survenance d'une inondation. L'analyse des crues historique, fournie en Pièce C (chapitre 1 paragraphe 2.2.1) montre une majorité d'évènements survenus en automne : sur les 13 évènements identifiés, 11 sont survenus entre les mois de septembre et novembre.

C'est donc cette saison qui a été prise en compte dans l'analyse.

4. **La vitesse du courant :**

Il existe trois « catégories » de vitesses : <0.5 m/s, 0.5 à 1 m/s et 1 à 2 m/s.

Les résultats des modélisations montrent que les vitesses supérieures à 0.5 m/s sont marginales dans les zones inondables considérées.

7.4.5.2 Les exploitations agricoles

Comme évoqué précédemment, ce sont les bâtis agricoles de plus de 20m² qui sont assimilés à des exploitations agricoles dans le cadre de la présente étude.

Les montants de dommages estimés sont issus des données de la Mission Rhône (outil standard ACB), les valeurs prises en compte sont les suivantes (€/ha):

Tableau 14 : Montant de dommages aux exploitations agricoles pris en compte (source : Outil standard ACB – Missions Rhône)

| Hauteur d'eau | Septembre | | |
|---------------|-----------|-----------|----------|
| | <1m/s | 1m/s 2m/s | >2m/s |
| <0,5m | 0 € | 0 € | 20 223 € |
| 0,5-1,5m | 16 545 € | 16 545 € | 23 901 € |
| >1,5m | 23 901 € | 23 901 € | 47 801 € |

7.4.6 Les équipements publics (superstructures)

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...

Les données disponibles ne permettent que de définir les réseaux en sous-sol ou aériens (poste de relèvement, captage ou STEP de moins de 2000 éq. Habitant). On note cependant que les canalisations enterrées ne sont que très peu vulnérables au risque inondation.

Les réseaux de transport sont traités dans le paragraphe ci-après.

- Les équipements de superstructure (bâtiments à usage collectif) : bâtiments administratifs, équipements sportifs, écoles, mairie, commissariat, gendarmerie, STEP, déchetterie...

Ce sont les équipements de superstructure qui sont considérés dans le cadre de ce paragraphe.

Le guide méthodologique de Juillet 2014 fourni 6 courbes d'endommagement spécifiques aux établissements suivants :

1. Etablissements scolaires
2. Etablissements d'incendie et de secours
3. Centres techniques municipaux
4. Mairies/ centres administratifs
5. Commissariats de police/ gendarmeries
6. Hébergements

La détermination de ces enjeux a été réalisée sur la base des données fournies par le SDIS 84 et ajustée en fonction des investigations de terrain.

Pour les équipements publics non identifiés dans les catégories précédentes, les correspondances suivantes ont été réalisées :

Tableau 15 : tableau de correspondance pour les équipements publics

| Catégories d'enjeux issues de l'analyse réalisée (données SDIS + terrain) | Courbe d'endommagement appliquée |
|---|----------------------------------|
| Boulodrome | Centre technique municipal |
| centre communal d'action social PMI | Centre technique municipal |
| Centre de loisirs | Hébergement |

| | |
|--|----------------------------|
| Centre médical | Commissariat |
| Club de judo | Centre technique municipal |
| Gare | Centre administratif |
| maison de retraite | Hébergement |
| maison paroissiale | Centre administratif |
| Salle municipale (Don du sang) | Centre administratif |
| Salle de Basketball | Centre technique municipal |
| salle de réception | Centre technique municipal |
| salle municipale | Centre technique municipal |
| Secours catholique Saint-Vincent (EHPAD) | Centre administratif |
| services des eaux | Centre technique municipal |
| Stade municipal + skateparc | Centre technique municipal |

Ces correspondances ont été pratiquées de manière à prendre en compte la nature de l'enjeu et le montant de dommage pouvant y être associé.

Les hypothèses prises en compte pour l'attribution des montants de dommages sont :

1. La hauteur d'eau :

Disponible dans les simulations hydrauliques réalisées.

2. La durée de submersion :

Il est retenu :

- Pour les événements de périodes de retour 5, 10 et 20ans : la durée de submersion est inférieure à 48h
- Pour l'évènement de période de retour 100ans : la durée de submersion est supérieure à 48h.

7.4.7 Les réseaux de transport

Les valeurs d'endommagement utilisées 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).

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

Tableau 16 : Grille d'endommagement de la voirie (source : Guide CEPRI « Evaluation de la pertinence des mesures de gestion du risque inondation » - 2007)

| Usage | Type | Unité | Hauteur d'eau (m) | Valeur (€ 2007) | | | Ratio d'endommagement |
|------------------|-------------|------------------|-------------------|-----------------|---------|---------|-----------------------|
| | | | | minimum | moyenne | maximum | |
| Voiries / Routes | Routes | / m ² | < 0.5m | 20 € | 60 € | 100 € | 20% |
| | | | 0.5 – 1m | | | | 60% |
| | | | > 1m | | | | 100% |
| | Voirie avec | / m ² | < 0.5m | 30 € | 70 € | 110 € | 20% |
| | | | 0.5 – 1m | | | | 60% |
| | | | | | | | |

| Usage | Type | Unité | Hauteur d'eau (m) | Valeur (€ 2007) | | | Ratio d'endommagement |
|-------|----------|-------|-------------------|-----------------|---------|---------|-----------------------|
| | | | | minimum | moyenne | maximum | |
| | trottoir | | > 1m | | | | 100% |

Le tableau ci-après fournit les valeurs applicables dans notre cas, prenant en compte :

1. L'inflation entre 2007 et 2013 ;
2. La correspondance entre les typologies de voiries disponibles dans la BDTopo et celle des courbes d'endommagement utilisées ;
3. Un coût de dommage au kilomètre de voirie.

Tableau 17 : Grille d'endommagement de la voirie en € 2013 – Correspondance avec les données disponibles dans la BDTopo

| Type | Nature de l'attribut de la classe « Route » de la BDTopo | Unité | Hauteur d'eau (m) | Valeur (€ 2013) ⁶ | Valeurs de dommages estimées | |
|----------------------|---|------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| | | | | | m ² | Km* |
| Routes | Route à 1 chaussée | / m ² | < 0.5m | 22 € | 4 € | 22 000 € |
| | Bretelle | | 0.5 – 1m | | 13 € | 66 000 € |
| | Autre | | > 1m | | 22 € | 110 000 € |
| Voirie avec trottoir | Autoroute ⁷ Quasi-autoroute (2 * 2 voies) Voie ferrée | / m ² | < 0.5m | 121 € | 24 € | 605 000 € |
| | | | 0.5 – 1m | | 73 € | 1 815 000 € |
| | | | > 1m | | 121 € | 3 025 000 € |
| | Route à 2 chaussées (2 * 1 voie) | / m ² | < 0.5m | 77 € | 15 € | 184 800 € |
| | | | 0.5 – 1m | | 46 € | 554 400 € |
| | | | > 1m | | 77 € | 924 000 € |

* Les résultats au kilomètre sont des valeurs arrondies.

7.4.8 Résultats de l'évaluation du montant des dommages avant et après aménagement

L'application des courbes d'endommagement décrites aux paragraphes précédents donnent les résultats synthétisés dans le tableau suivant :

⁶ Rappel : les valeurs 2014 ne sont pas disponibles 1€ 2007 = 1.1€ (2013) – Source INSEE

⁷ A défaut de courbe d'endommagement plus spécifique, les autoroutes et quasi-autoroutes sont assimilées aux voiries avec trottoir avec la prise en compte d'une largeur de voirie adaptée.

Tableau 18 : Récapitulatif des montants de dommages par enjeu et par période de retour

| Nature de l'enjeu | T = 5 ans | | | | | | T = 10 ans | | | | | | T = 20 ans | | | | | | T = 100 ans | | | | | |
|---|--------------------|-----|--------------|---|--------------------|-------------|---------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|------------|---------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|------------|---------------------|-----|---------------------|-----|--------------------|-----------|
| | Etat Actuel | | Etat Aménagé | | Incidence | | Etat Actuel | | Etat Aménagé | | Incidence | | Etat Actuel | | Etat Aménagé | | Incidence | | Etat Actuel | | Etat Aménagé | | Incidence | |
| | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % | Montant | % |
| Habitat | 5 003 395 € | 62% | 0 € | - | 5 003 395 € | 100% | 7 417 532 € | 69% | 3 541 216 € | 64% | 3 876 316 € | 52% | 9 637 802 € | 62% | 6 814 165 € | 72% | 2 823 637 € | 29% | 27 400 999 € | 56% | 25 243 535 € | 54% | 2 157 464 € | 8% |
| Activités économiques | 1 991 555 € | 25% | 0 € | - | 1 991 555 € | 100% | 1 784 010 € | 17% | 1 378 965 € | 25% | 405 045 € | 23% | 3 607 855 € | 23% | 1 712 631 € | 18% | 1 895 224 € | 53% | 14 004 514 € | 29% | 13 896 428 € | 30% | 108 086 € | 1% |
| Etablissements publics | 894 878 € | 11% | 0 € | - | 894 878 € | 100% | 925 636 € | 9% | 202 552 € | 4% | 723 083 € | 78% | 1 160 649 € | 7% | 388 165 € | 4% | 772 484 € | 67% | 4 333 958 € | 9% | 4 502 211 € | 10% | -168 253 € | -4% |
| Agriculture (cultures + exploitation agricoles) | 22 455 € | 0% | 0 € | - | 22 455 € | 100% | 61 843 € | 1% | 36 270 € | 1% | 25 574 € | 41% | 82 148 € | 1% | 85 617 € | 1% | -3 469 € | -4% | 795 403 € | 2% | 875 046 € | 2% | -79 642 € | -10% |
| Voiries | 208 919 € | 3% | 0 € | - | 208 919 € | 100% | 613 586 € | 6% | 337 569 € | 6% | 276 018 € | 45% | 1 105 797 € | 7% | 411 122 € | 4% | 694 675 € | 63% | 2 011 470 € | 4% | 1 929 457 € | 4% | 82 013 € | 4% |
| TOTAL | 8 121 202 € | | 0 € | | 8 121 202 € | 100% | 10 802 607 € | | 5 496 572 € | | 5 306 036 € | 49% | 15 594 251 € | | 9 411 700 € | | 6 182 551 € | 40% | 48 546 345 € | | 46 446 677 € | | 2 099 668 € | 4% |

Figure 12 : Illustration de la répartition des montants de dommages par typologie d'enjeux et par scénario

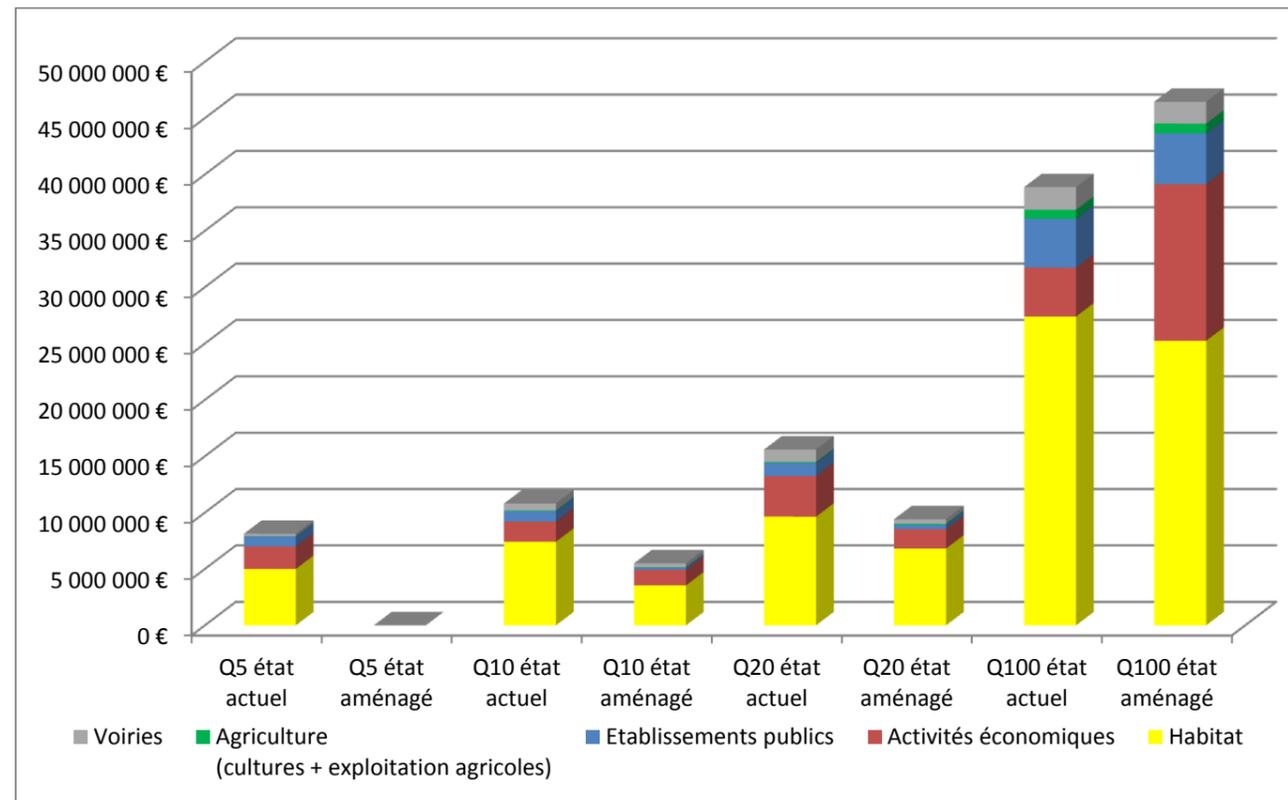


Figure 13 : Diagramme de répartition des dommages évités par typologie d'enjeux

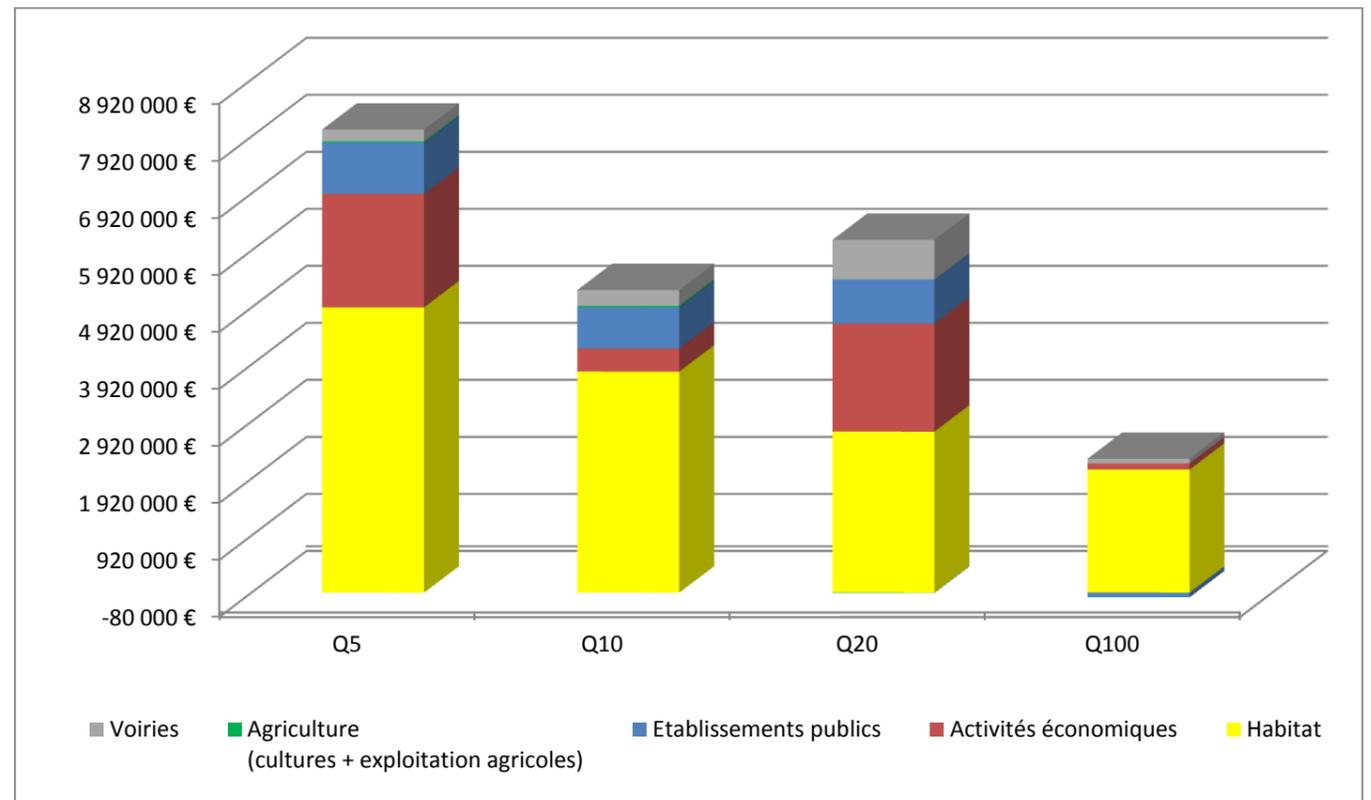
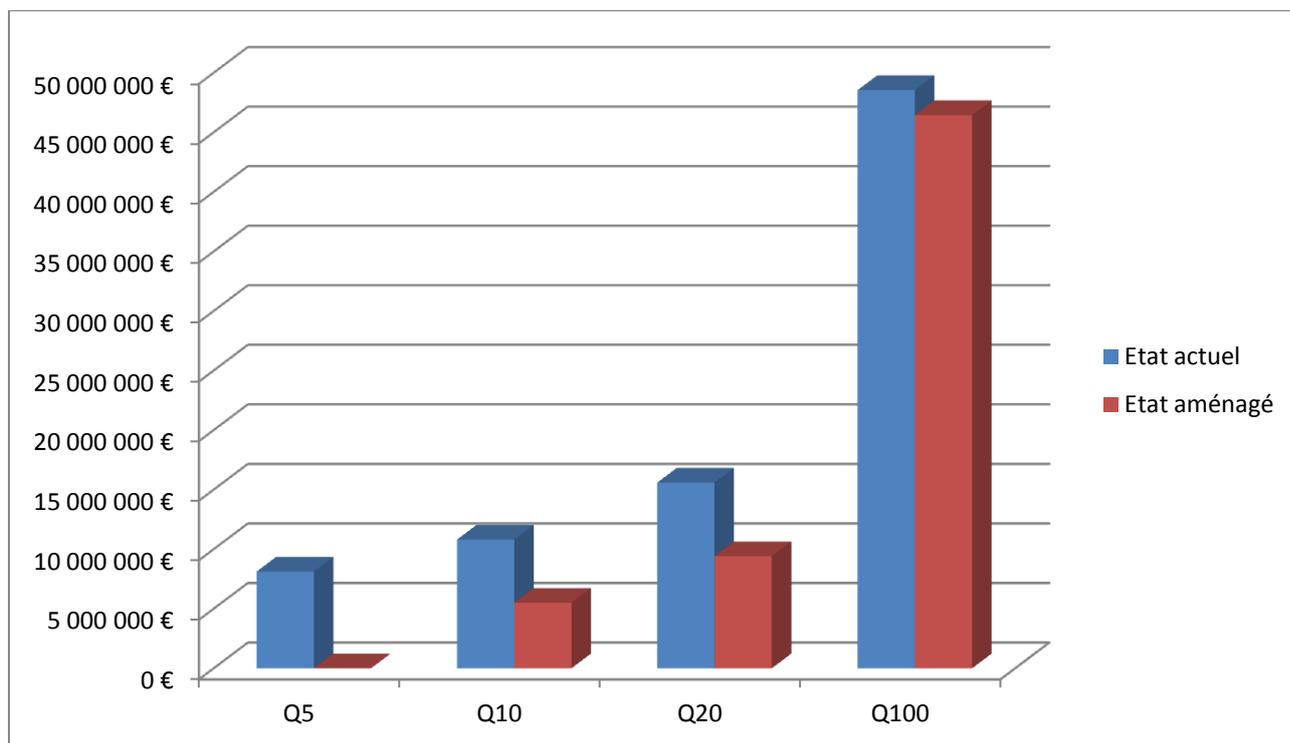


Figure 14 : Illustration de la comparaison des montants de dommages état actuel – état aménagé


Ces résultats montrent :

- Des montants de dommages associés aux habitations :

Que ce soit en état actuel ou en état aménagé, les montants de dommages calculés sont représentés par les dommages aux habitations à hauteur de 50 à 70%, toutes périodes de retour confondues. La proportion est similaire si l'on considère les dommages évités.

- Une réduction de moitié des dommages pour un évènement décennal :

Evènement dimensionnant sur le cours d'eau de la Seille, on note que l'abattement du montant des dommages pour cette période de retour n'est cependant pas des plus importants. Cela est dû notamment :

- *sur la commune de Bédarrides* : à l'importance des apports en provenance du chemin des Taillades (ruissellement), en rive gauche de la Seille pour lesquels les aménagements n'ont pas d'incidence.
- *sur la commune de Courthézon* : bien que le programme d'action améliore la situation en réduisant les hauteurs d'eau, l'emprise de la zone inondable est globalement peu impactée au droit du centre-ville. Cela s'explique par le fait que deux des quatre bassins d'écrêtement du programme se situent en amont de cette zone à enjeux.

- Une incidence négative sur les cultures au-delà de l'évènement décennal :

Les bassins d'écrêtement, de par leur principe de fonctionnement, induisent une surinondation des cultures sur la commune de Courthézon et une réduction sur la commune de Bédarrides pour une période de retour de 20ans.

Pour 100ans, on constate également une surinondation sur la commune de Bédarrides dont les causes sont décrites ci-après.

- **Une incidence négative pour un évènement centennal.**

Elle est constatée pour :

o les dommages aux équipements publics sur la commune de Courthézon :

D'une manière générale, pour un évènement de période de retour 100 ans, les ouvrages sont quasiment transparents hydrauliquement ; on constate cependant des variations peu significatives de débits essentiellement dues à des phénomènes de remise en concomitance des pointes de crues. Cette légère variation identifiée par ISL dans son étude de maîtrise d'œuvre, se traduit toutefois en termes de zone inondable et de hauteurs d'eau et donc de montant de dommages.

o les dommages aux cultures sur l'ensemble du périmètre d'étude :

Sur la commune de Courthézon, cette incidence est expliquée dans le paragraphe précédent « incidence négative sur les cultures au-delà de l'évènement décennal ».

A ce phénomène se cumule l'incidence négative évoquée par Ingérop sur la rehausse des berges de la Seille.

En effet, ces aménagements permettent le passage sans débordements des faibles crues, elle limite et retarde l'écrêtement des amont du centre-ville et favorise de fait, également le transit d'un débit plus important vers l'aval pour les plus fortes crues, et notamment la crue centennale. Ainsi on constate une augmentation de la zone inondable sur la partie Est de la commune.

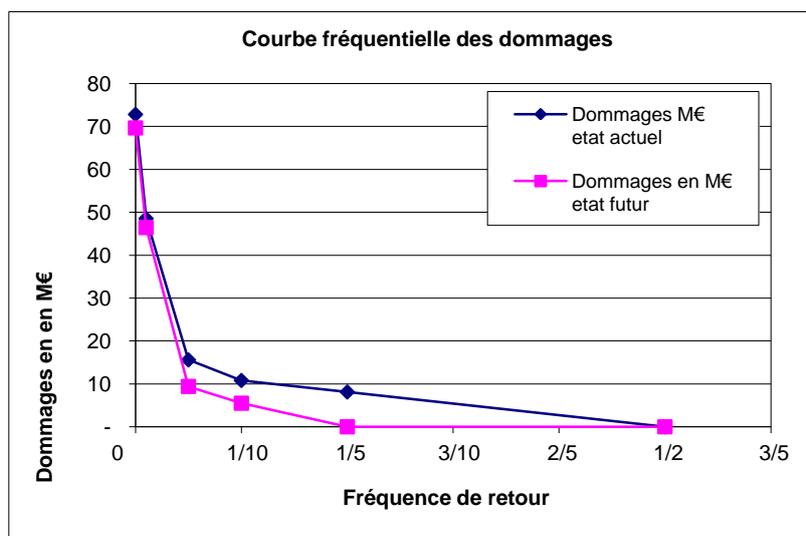
7.5 Les bénéfices liés au projet : dommages moyens annuels (DMA) et dommages évités (DEMA)

Selon la même méthodologie que celle décrite au paragraphe 6.2.2., on obtient les résultats suivants :

Tableau 19 : Tableau de calcul du DMA / DEMA

| Paramètres des scénarios hydrologiques | | | Domage (en M€) | Domage (en M€) |
|--|---------|-------|------------------------|-------------------------|
| Nom | T | F | état actuel | état aménagé |
| <i>Crue non débordante état actuel</i> | 2 | 0.500 | - | - |
| | 5 | 0.200 | 8.12 | 0.00 |
| | 10 | 0.100 | 10.80 | 5.50 |
| <i>Q extrême</i> | 20 | 0.050 | 15.59 | 9.41 |
| | 100 | 0.010 | 48.55 | 46.45 |
| <i>Crue "infinie"</i> | infinie | - | 72.82 | 69.67 |
| | coef | 1.5 | DMA état actuel | DMA état aménagé |
| | | | 4.71 | 2.35 |
| | | 1 | DEMA | |
| | | | 2.37 | |

Figure 15 : Courbe fréquentielle de dommages.



Ainsi, on retient les résultats suivants :

| |
|--|
| <p>DMA état actuel = 4.71 M€ DMA état aménagé = 2.35M€ DEMA = 2.37M€</p> <p>Ces résultats montrent que les aménagements des actions 6.2 et 7.1 du programme d'action du PAPI Ouvèze permettent une réduction de plus de 50% du montant des dommages moyens annuels.</p> |
|--|

7.6 Rapport des dommages évités (moyens annuels) grâce au projet sur les dommages (moyens annuels) en situation de référence

Identifié comme le premier des indicateurs monétaires dans le tableau 12 du paragraphe 7.1, il vise à fournir le ratio suivant :

DEMA / DMA du scénario de référence

Est défini comme scénario de référence, le scénario avant réalisation des aménagements, dans notre cas, il correspond à l'état actuel.

Dans notre cas, on obtient :

$$\text{DEMA / DMA état actuel} = 2.37 / 4.71 \\ = \underline{\underline{0.50}}$$

Ce critère montre que les dommages évités par la mise en place du projet représentent 50% des dommages actuel (avant réalisation des aménagements)

7.7 Calcul des critères de décision de l'ACB (VAN et ratio bénéfico-coût)

Nous exposons ici le calcul de la valeur actualisée nette, qui correspond à la différence entre les bénéfices du projet (les dommages évités par le projet dans la méthode présentée) et les coûts d'aménagement.

C'est une étape-clé de l'analyse coût-bénéfice (ACB).

7.7.1 Hypothèses

➤ Les coûts d'entretien :

Ils ont fait l'objet d'une analyse spécifique par le SMOP sur la base de :

- son retour d'expérience
- des coûts estimés par ISL dans la maîtrise d'œuvre des bassins d'écrêtement en cours

Au final, les montants estimés correspondent à une moyenne de 2% du montant d'investissement, ce qui est en adéquation avec les ratios estimés dans le guide de réalisation des AMC de 2012.

- 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 **2 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). Il a donc été retenu, pour les tests de sensibilité, **le calcul de la VAN à l'échéance de 50 ans**.

7.7.2 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

7.7.3 Résultats

Les tableaux de calcul de la VAN et les courbes fréquentielles des dommages sont fournies en **Annexe 2**.

Les résultats aux horizons 30 et 40ans sont fournis à titre indicatif.

Ils sont recensés dans le tableau suivant :

Tableau 20 : Critères de décision de l'ACB : résultats

| Critère considéré | Résultat |
|---|---------------------|
| VAN à 50ans | <u>49.05</u> |
| VAN à 40ans | 42.08 |
| VAN à 30ans | 33.16 |
| VAN > 0 | <u>6</u> |
| Ratio bénéfices – coût à 50 ans* | <u>5.24</u> |
| Ratio bénéfices – coût à 40 ans* | 4.64 |
| Ratio bénéfices – coût à 30 ans* | 3.87 |
| Montant d'investissement (rappel) | 11.57 M€ |

* Afin de faciliter la lecture des résultats, il est convenu pour l'ensemble des valeurs du ratio bénéfices – coût fournies dans le présent rapport d'utiliser un code couleur qui sera fonction de la fiabilité du résultat annoncé :

Fiable pour un ratio ≥ 1.2 **Moyennement Fiable** pour $1 \geq \text{ratio} > 1.2$ **Peu fiable** pour un ratio < 1

Ces résultats montrent que le programme d'action du PAPI est économiquement rentable 6ans après sa réalisation. Il permet un gain de près de 50M€ à l'échéance 50ans, horizon temporel visé pour qualifier l'efficience des projets.

7.8 Analyse de sensibilité

7.8.1 Principe

L'analyse de sensibilité vise à estimer la robustesse des résultats fournis précédemment en estimant la contribution de chaque paramètre d'entrée à la variabilité des résultats de sortie du modèle.

Les paramètres dont les variations conditionnent la robustesse finale des résultats de l'analyse économique sont :

- Le montant du coût d'investissement
- Le taux estimé pour l'entretien / fonctionnement annuel des ouvrages
- Le montant des dommages

Sont concernés par cette analyse les indicateurs synthétiques suivants : C/NEMAhabitants, C/NEMAemploi, VAN, ratio B/C, DEMA/DMA état actuel.

Remarques : les périodes de retour des différents scénarios d'aléa et notamment le scénario générant les premiers dommages ayant fait l'objet de nombreux études et modélisations hydrologiques et hydrauliques, elles ne sont pas prises en compte dans la présente analyse.

De même, la hauteur de premier plancher des enjeux n'est pas considérée, les enquêtes de terrain ayant permis de minimiser les incertitudes sur ce paramètre.

Le tableau ci-après fournit les incertitudes forfaitaires proposées par défaut par le CGDD (dans le guide méthodologique de réalisation des AMC de juillet 2014) pour les différents paramètres soumis à variations :

Tableau 21 : Incertitude forfaitaire proposée par défaut pour différents paramètres d'entrée. Source: CGDD.

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Coûts des dommages | +/- 50 % |
| Coût d'investissement | +/- 50 % |
| Coûts d'entretien | [1 %; 5 %] du coût d'investissement |

7.8.2 Méthodologie proposée : présentation du logiciel @risk

Compte tenu des incertitudes qui entourent la réalisation des analyses coût-bénéfice, il est proposé de construire un **modèle probabiliste** : @risk, équivalent du logiciel R préconisé dans le guide méthodologique de réalisation des AMC de juillet 2014.

Cela signifie que plutôt que d'attribuer une seule valeur déterminée aux variables du modèle pour lesquelles il existe une forte incertitude, c'est une distribution de probabilité qui leur sera attribuée. De ce fait, les résultats sont eux aussi exprimés selon leur probabilité d'occurrence.

Une fonction de Pert permettra de définir la variation de certaines données du modèle. Cette fonction possède les mêmes caractéristiques qu'une loi normale mais permet de définir des valeurs bornes (minimum et maximum). La densité de probabilité est centrée sur la valeur retenue dans l'analyse initiale (et varie en fonction des incertitudes fixées dans le tableau 13 précédent).

Les lois de probabilité appliquées aux variables retenues sont disponibles en **Annexe 3** : les valeurs suivantes sont fournies :

- Maximales
- Minimales

- Moyennes
- L'écart type

Lors de la simulation, l'ensemble des variables retenues (coût des dommages, de l'investissement, de l'entretien) sont prises en compte de manière simultanée.

Grâce à cette méthode (méthode de Monte Carlo), on obtient une plage complète de résultats possibles, et les probabilités de les voir se réaliser.

Dans le cadre de cette simulation, le modèle est recalculé 10 000 fois à chaque fois de nouvelles **valeurs aléatoires** dans les lois de probabilité spécifiées sont prises en compte.

Cette méthode de calcul est identique à celle proposée dans le logiciel « R » proposée par l'Irstea dans le guide des AMC.

7.8.3 Les résultats

Les 10 000 simulations réalisées fournissent les résultats synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 22 : Synthèse des résultats de l'analyse de sensibilité

| | VAN (M€) | Ratio B/C |
|--|-------------|-----------|
| Valeur moyenne | 47.95 | 5.376 |
| Valeur extrême | 107.92 | 16.38 |
| Ecart type | 16.84 | 1.962 |
| Intervalle de valeurs dans 90% des cas | 19.7 – 76.1 | 2.56 - 9 |
| Probabilité d'un résultat positif (VAN>0 – B/C>1) | 99.9% | 99.9% |

Les résultats obtenus montrent la robustesse de l'analyse initiale et confirment ses conclusions : les aménagements projetés dans le cadre du PAPI Ouvèze Provençale sont économiquement rentables.

Les figures ci-après illustrent les résultats obtenus dans le cadre de l'analyse de sensibilité.

Figure 16 : Résultats de l'analyse de sensibilité sur la variation de la VAN à 50ans

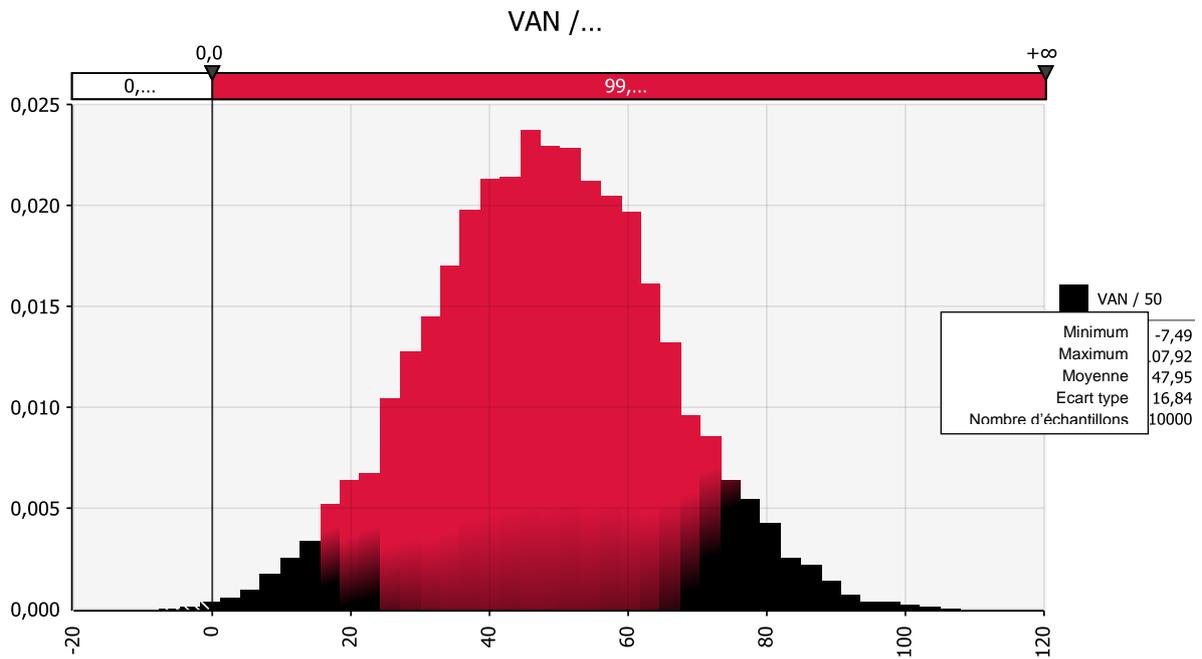
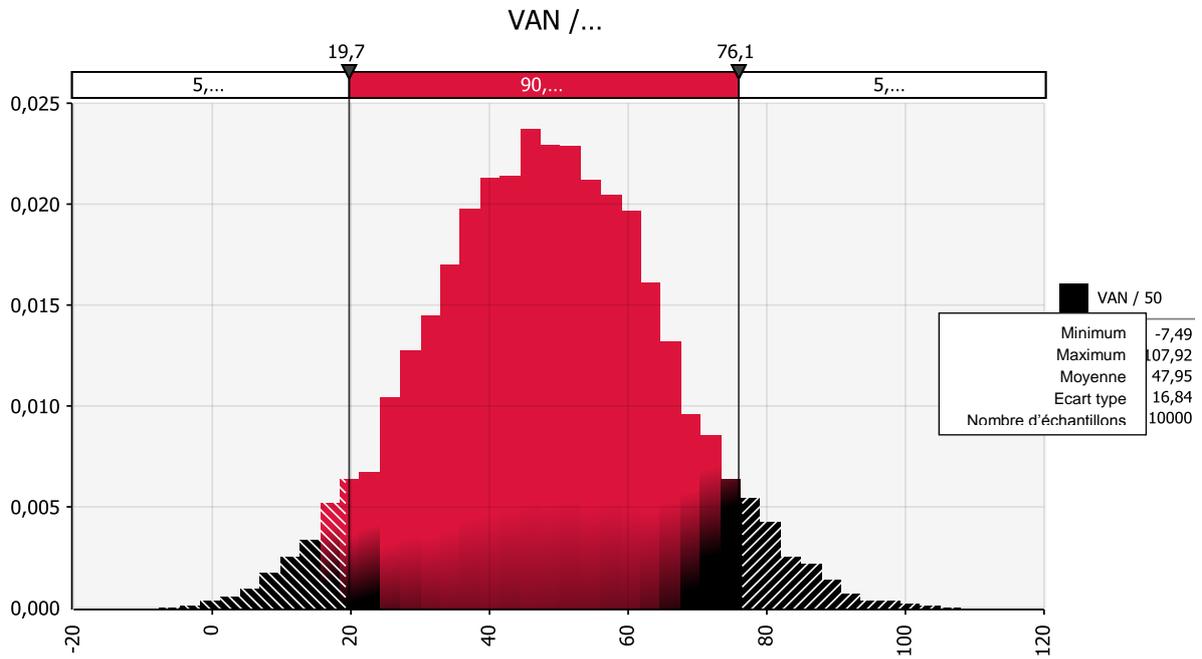
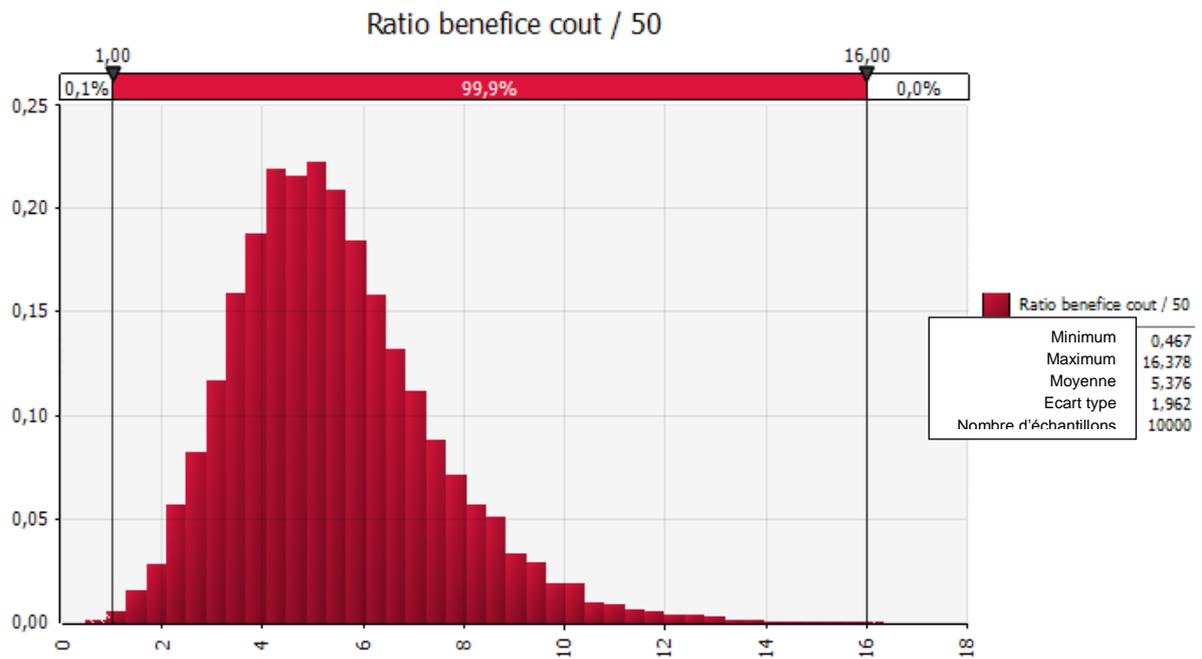
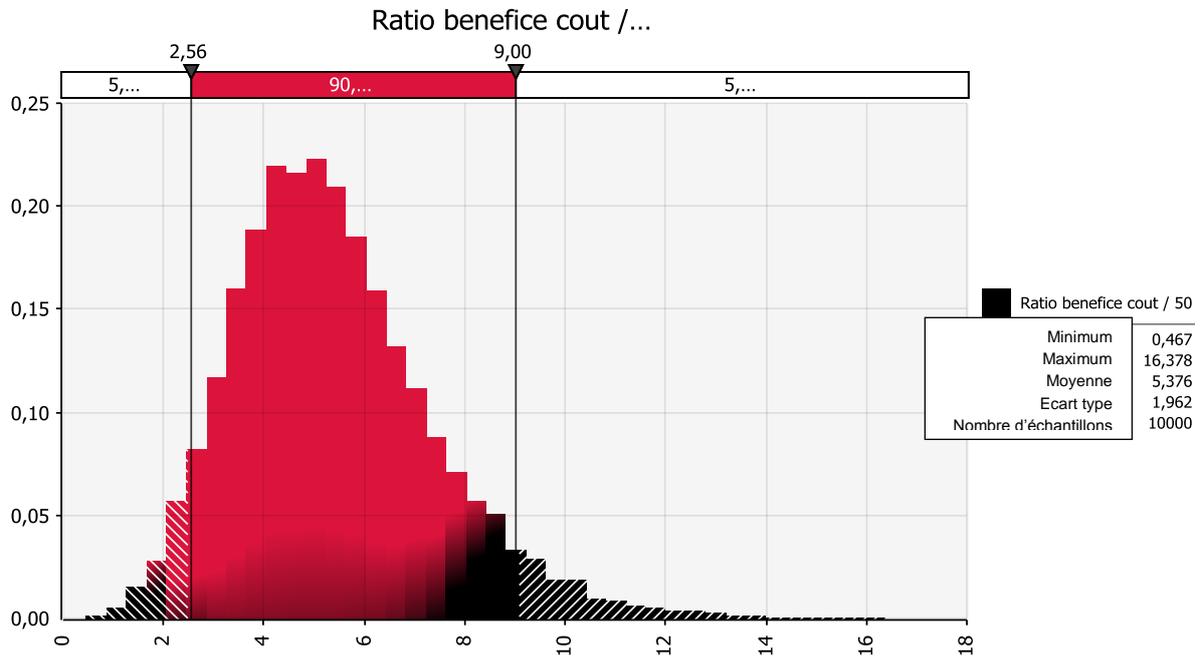


Figure 17 : Résultats de l'analyse de sensibilité sur la variation du ratio bénéfice-coût



8. Récapitulatif des valeurs des critères synthétiques

Ce chapitre vise à synthétiser dans un tableau l'ensemble des valeurs des critères synthétiques de l'AMC obtenus ainsi que les principales remarques réalisées.

Tableau 23 : Tableau synthétique des résultats de l'analyse synthétique réalisée

| Indicateurs synthétiques considérés | Résultat |
|---|--|
| NEMA Habitants | 314 |
| NEMA Emplois | 23 |
| Coût d'investissement | 11.57M€ |
| Coût d'investissement actualisé* à l'échéance 50ans (C actualisé) | 18.22M€ |
| DEMA | 2.37M€ |
| DEMA / DMA référence | 0.50 |
| C actualisé / NEMA Habitants | 58 064 € / habitant protégé |
| <u>DEMA / NEMA habitants</u> | <u>7 550 € de dommage évité / habitant protégé</u> |
| C actualisé / NEMA Emplois | 780 428 € / emploi préservé |
| VAN | 49.05 M€ |
| B / C | 5.24 |

* Prise en compte des coûts de fonctionnement et d'entretien annuel ainsi que du taux d'actualisation.
Critère ajouté par la maîtrise d'ouvrage : ce critère vise à rendre plus intelligible les critères de coût-efficacité (C actualisé / NEMA) en ramenant le montant du dommage évité par habitant.

Les valeurs des indicateurs obtenues mettent en évidence une efficacité et une efficience importantes du programme d'action du PAPI du bassin versant de l'Ouvèze Provençale. Ces résultats sont consolidés par l'analyse de sensibilité réalisée qui montrent que la VAN et le ratio bénéfice-coût présentent des valeurs acceptables (VAN>0 – B/C>1) dans 99.9% des cas.

- **Un investissement en cohérence avec la protection apportée**

Les aménagements proposés visent à protéger deux communes ayant une population totale d'environ 10 700 personnes. Ils présentent une période de retour de protection limitée (entre 5 et 10ans) pour un investissement de 11.57M€.

Les indicateurs monétaires (VAN – B/C) montrent cependant la rentabilité du programme d'action. L'analyse a mis en évidence que les investissements étaient rentables 6ans après la réalisation des travaux.

- **Une efficacité avérée sur la protection de la population**

Le NEMA habitants présente une valeur importante en comparaison de celles obtenues sur d'autres bassins versant labellisés PAPI (NEMA habitants de 301 sur le bassin versant du Calavon-Coulon dans le même département ou de 275 sur la Cagne (06)).

On note également que 50 à 70% du montant des dommages est associé aux habitations et permet un montant d'investissement modéré (58 064€) par habitant protégé tous les ans.

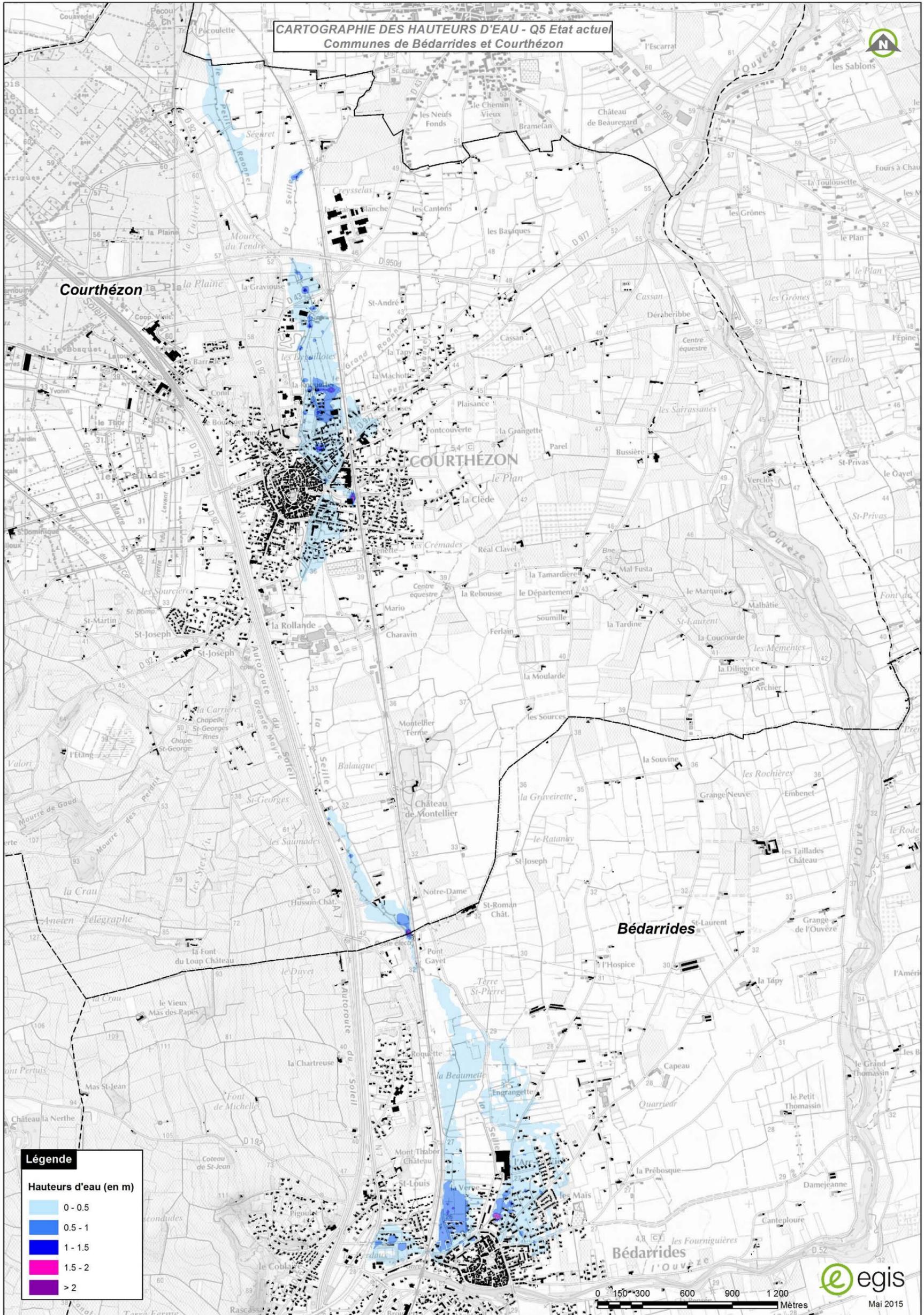
A contrario, le montant des dommages associé aux activités économiques est plus restreint ; et induit un investissement important pour la préservation des emplois en zone inondable.

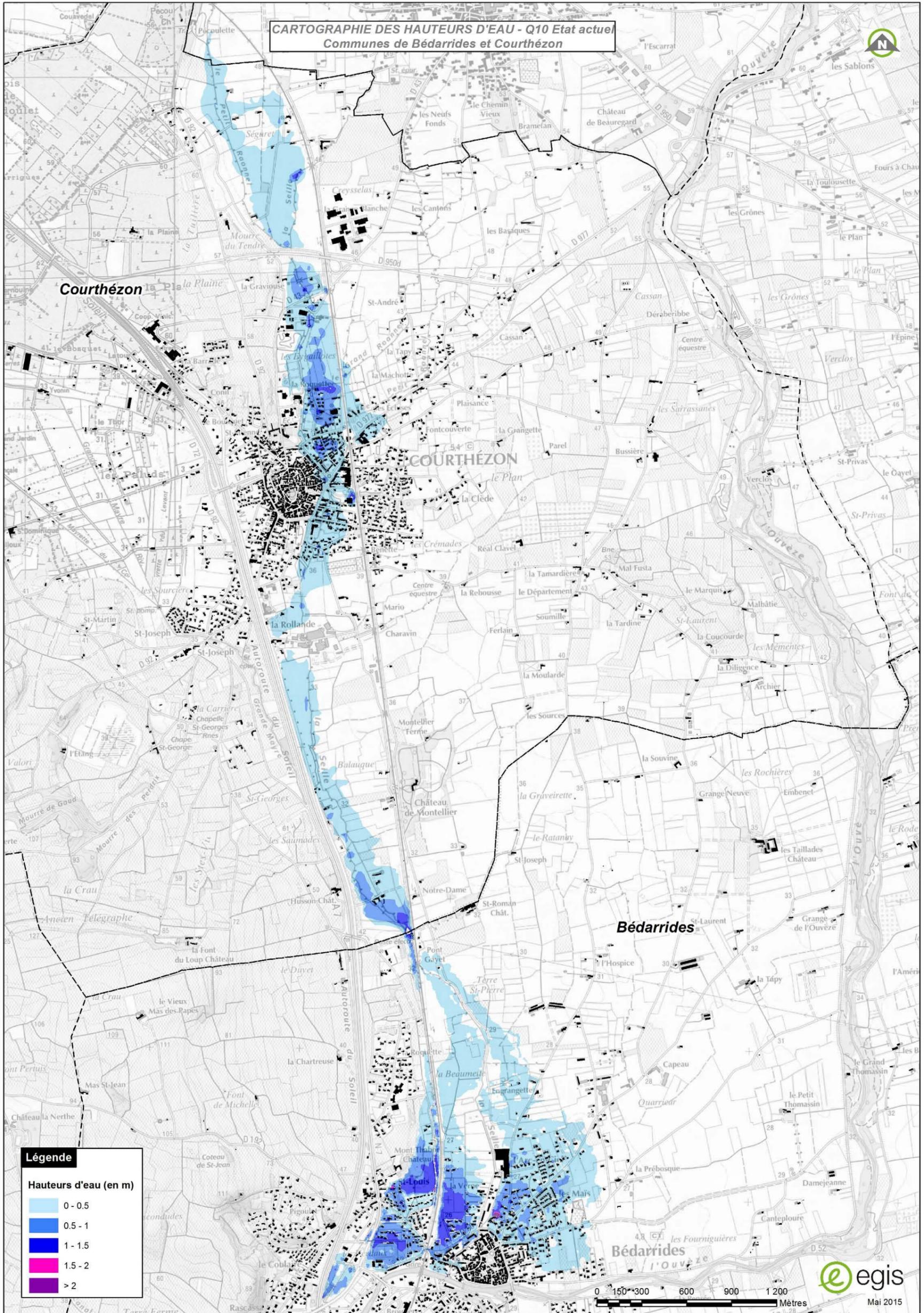
Le ratio DEMA / DMA état actuel présente également une valeur correcte bien que le montant du DEMA soit directement impacté par la faible période de retour de protection des ouvrages.

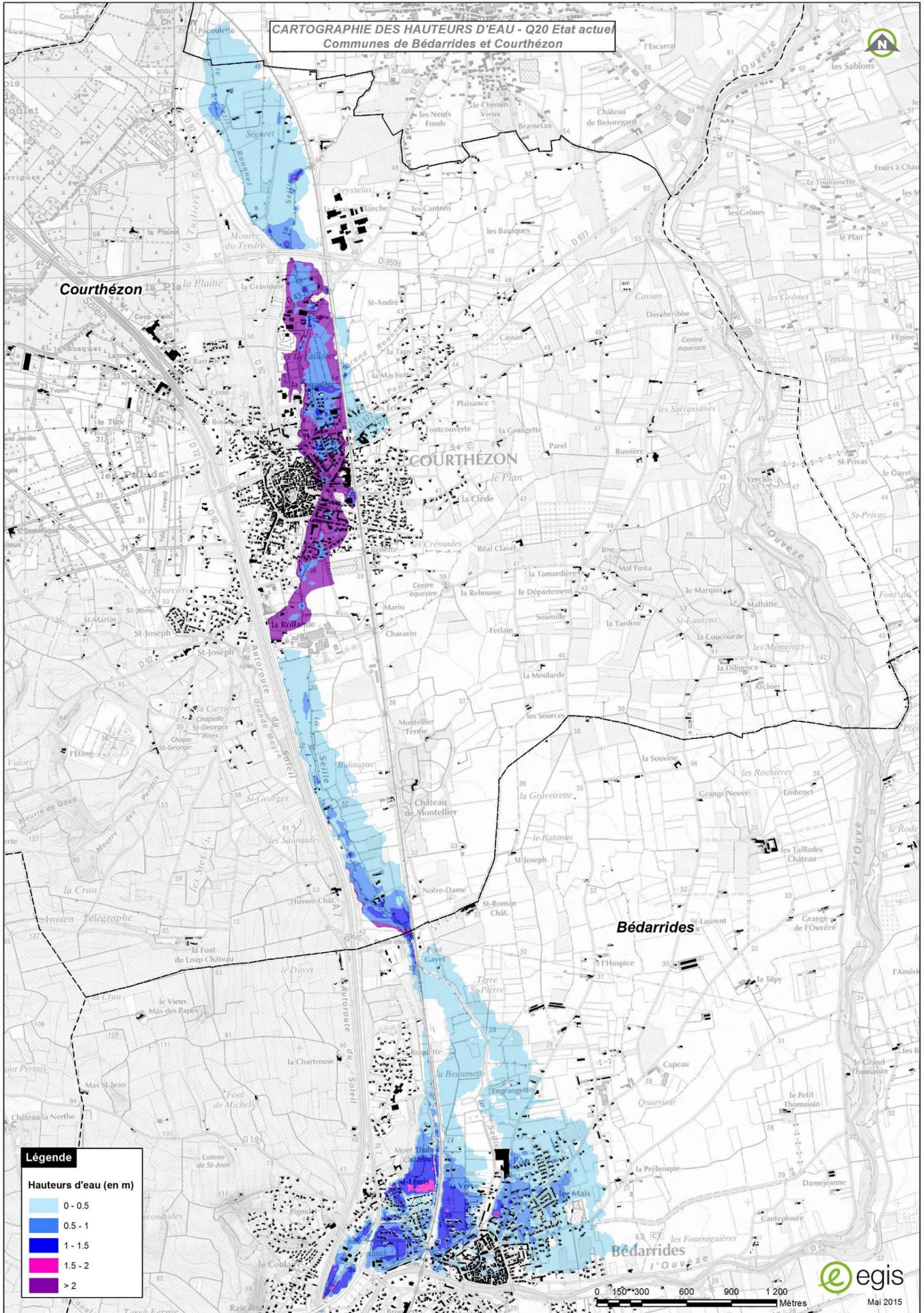
Afin de communiquer sur l'efficacité de son programme, le SMOP a souhaité introduire un critère supplémentaire visant à définir le gain apporté par les aménagements : ainsi le ratio DEMA / NEMA habitants a été défini et obtient une valeur de 7 550€ de dommage évité / habitant protégé. On note que ce ratio est moindre que sur la Cagne (10 109€/habitant protégé) ou le Calavon-Coulon (8 428€ / habitant protégé) mais, compte-tenu de la période de retour de la protection considérée (entre 5 et 10ans contre 100ans pour la Cagne et 83ans pour le Calavon-Coulon), le résultat obtenu semble très favorable et proche des autres bassins versants.

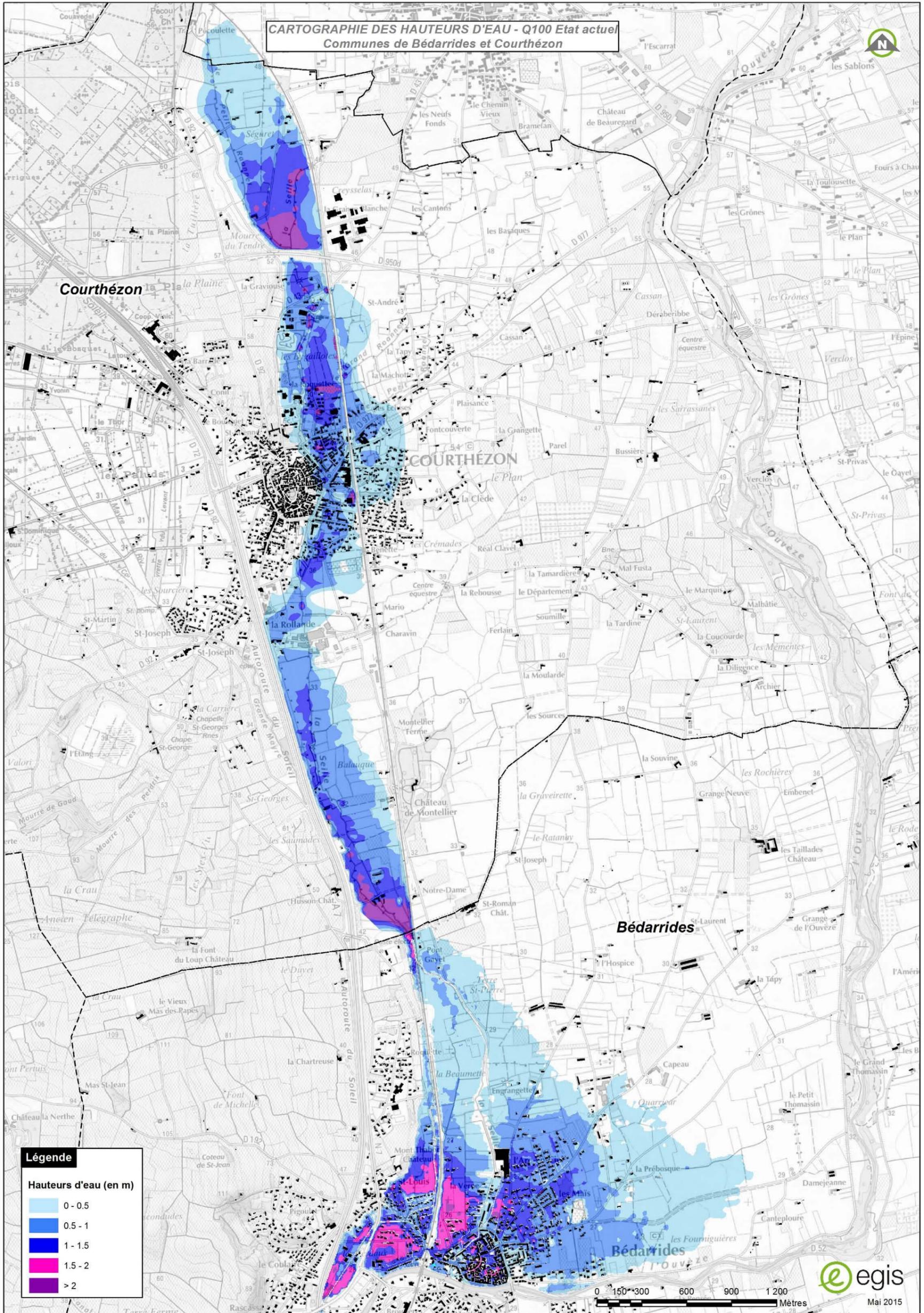
ANNEXES

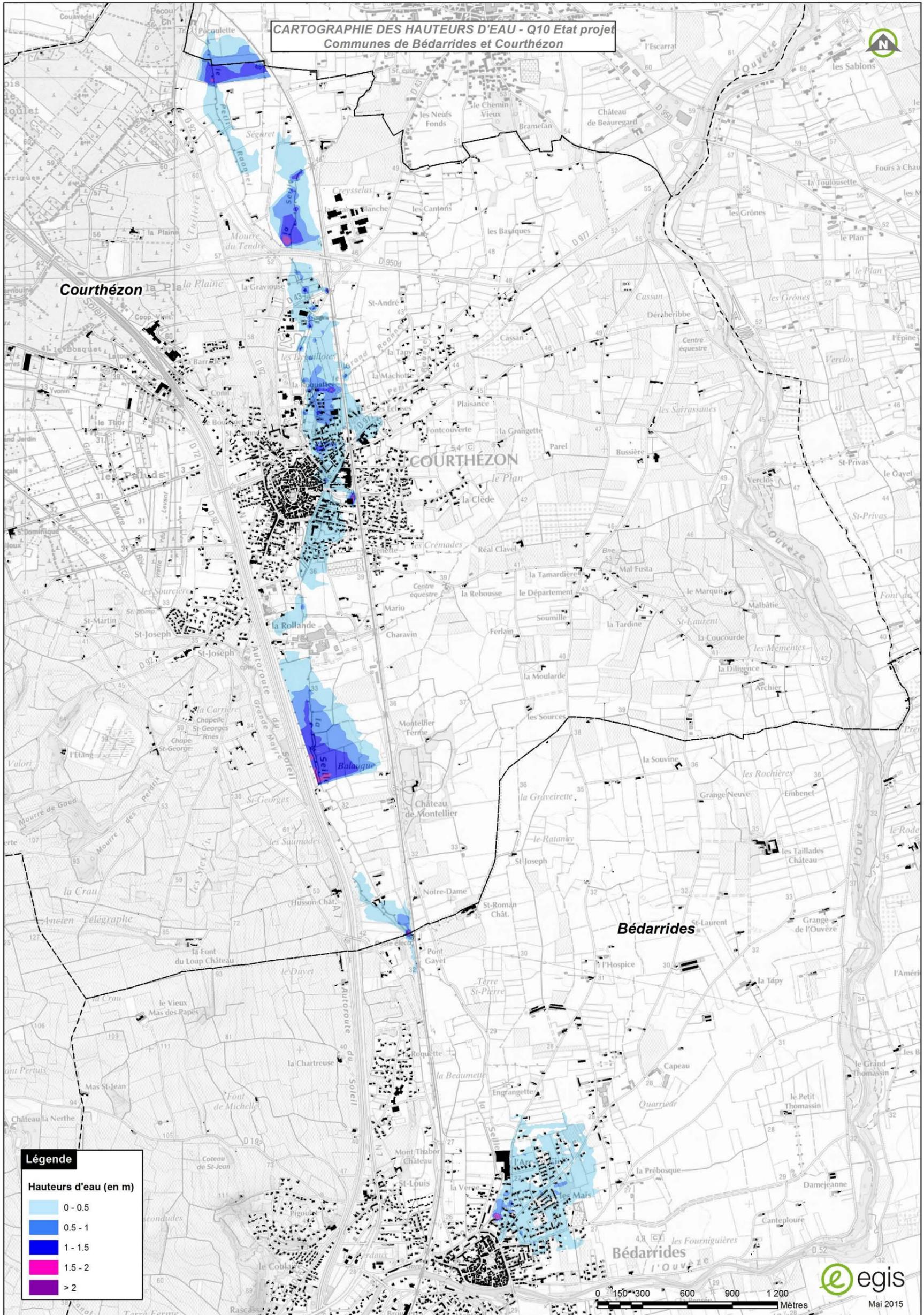
Annexe 1 : Cartographie des hauteurs d'eau état actuel et aménagé Q5, Q10, Q20 et Q100

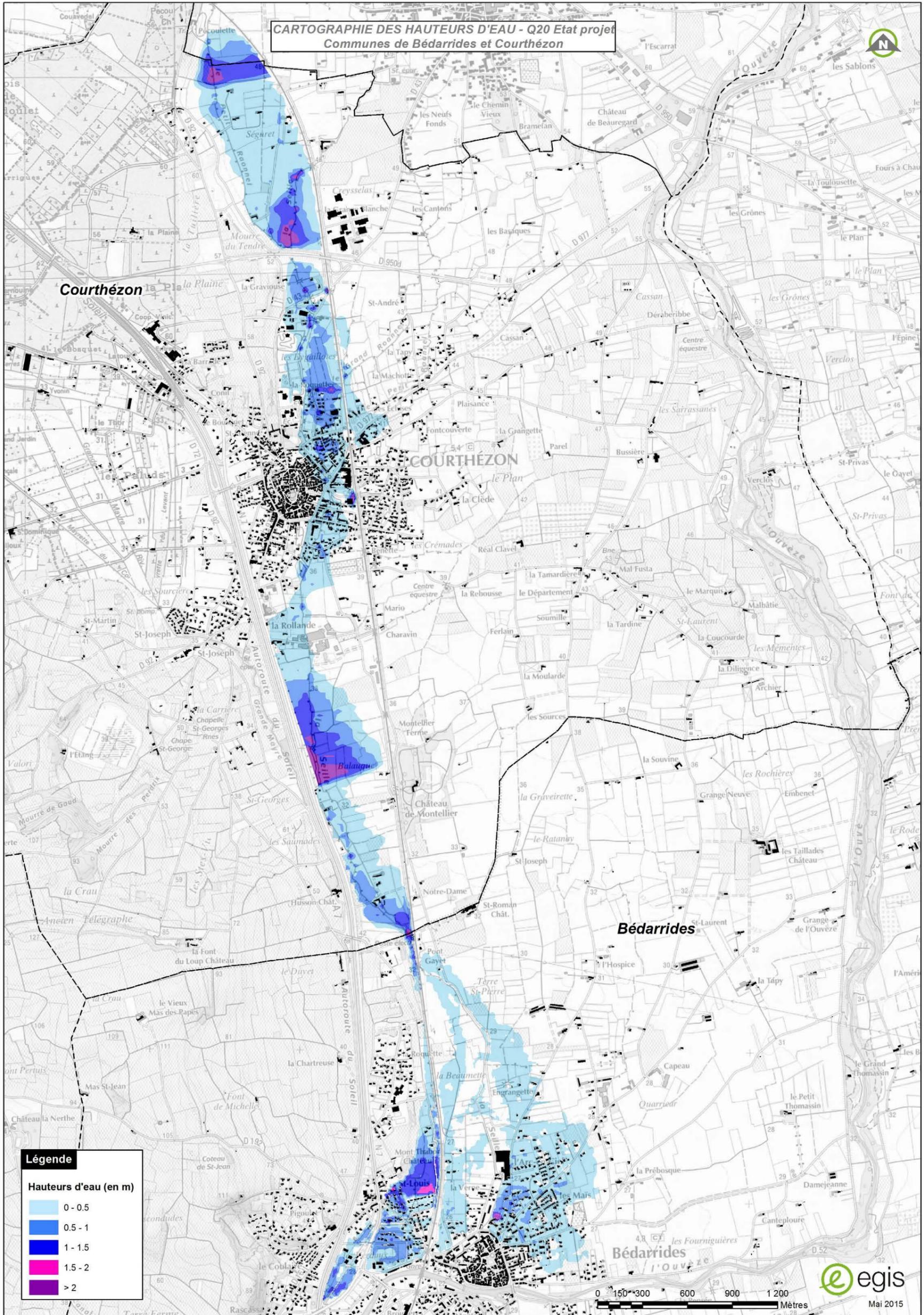


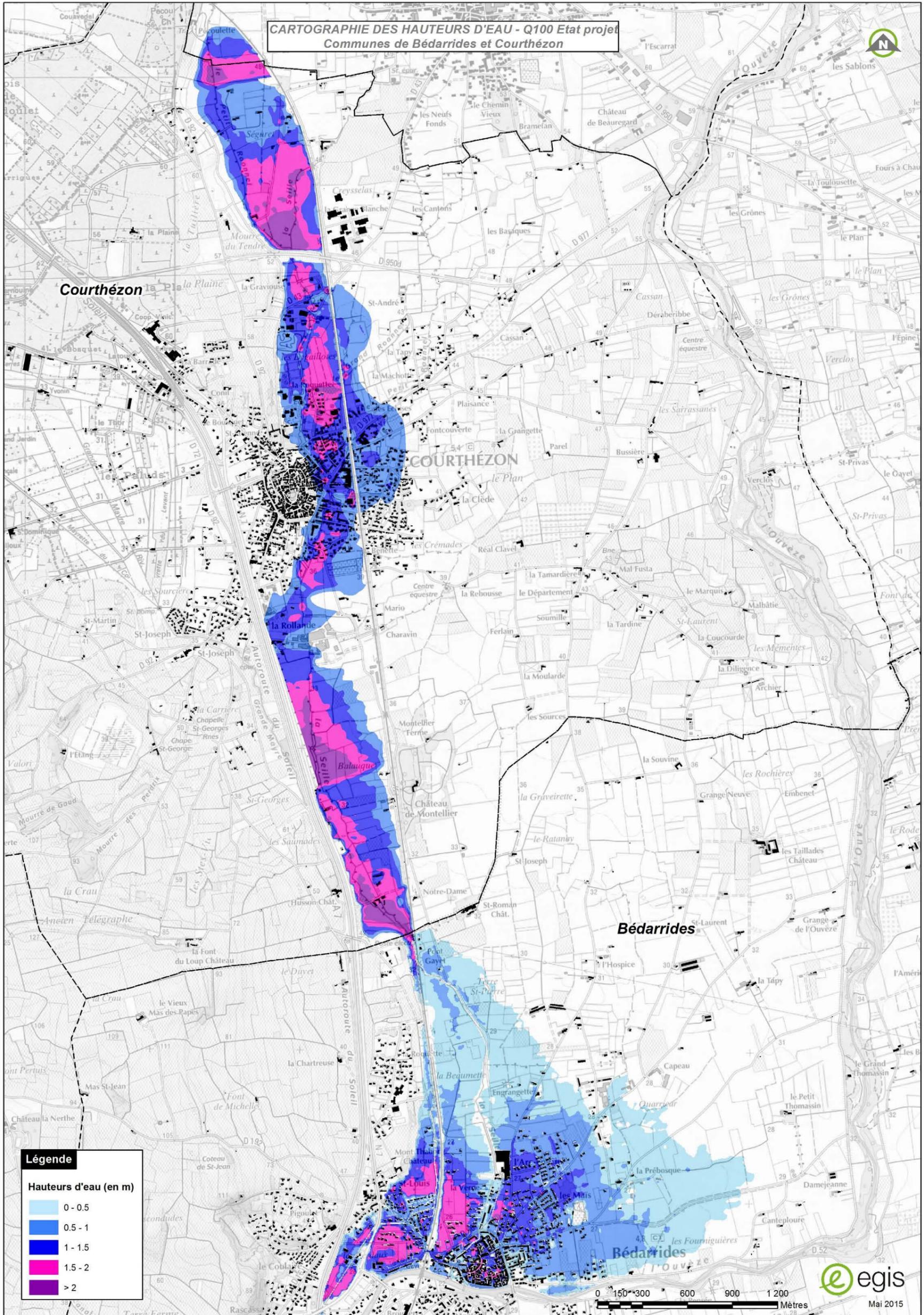












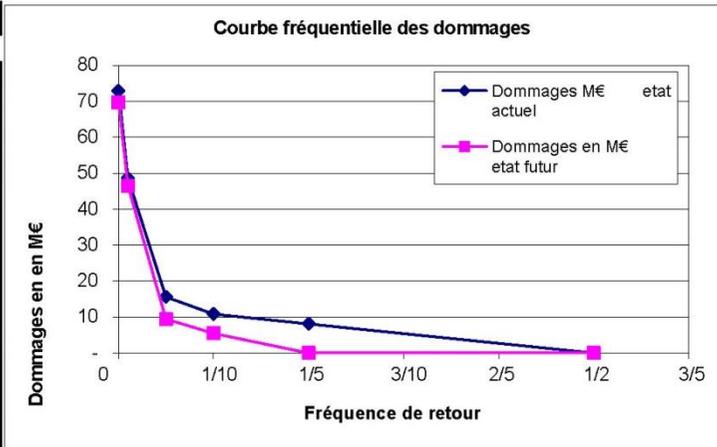
Annexe 2 : Tableaux de calcul de la VAN et les courbes fréquentielles des dommages.

Nom du projet d'aménagements **ACB GLOBALE PAPI OUVEZE (4 bassins + Rehausse berges Seille)**

Zone étudiée

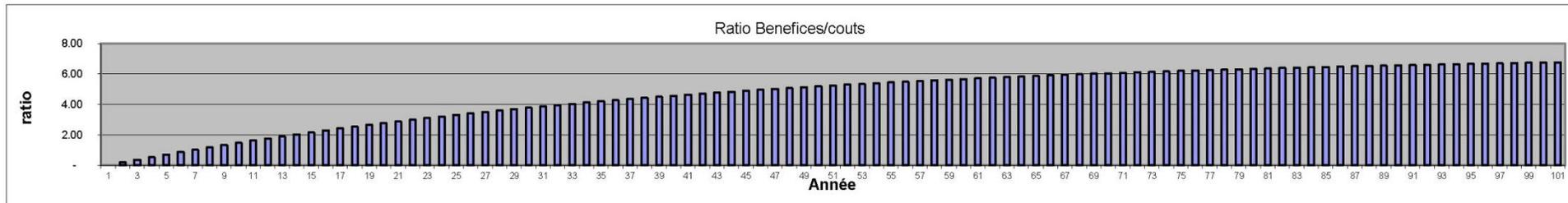
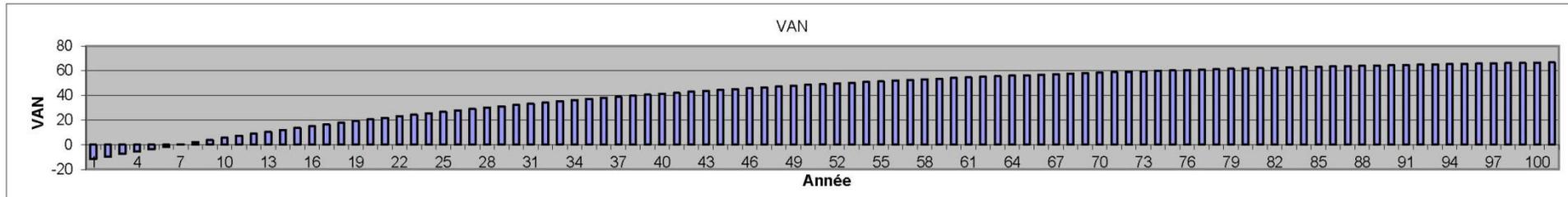
Bédarrides / Courthézon

| Paramètres des scénarios hydrologiques | | | Dommages M€ état actuel | Dommages en M€ état futur |
|--|---------|-------|----------------------------|------------------------------|
| Nom | T | F | | |
| Crue non débordante état actuel | 2 | 0.500 | - | - |
| | 5 | 0.200 | 8.12 | 0.00 |
| | 10 | 0.100 | 10.80 | 5.50 |
| | 20 | 0.050 | 15.59 | 9.41 |
| Q extrême | 100 | 0.010 | 48.55 | 46.45 |
| | infinie | - | 72.82 | 69.67 |
| Crue "infinie" | coef | 1.5 | DMA état actuel | DMA état aménagé |
| | | | 4.71 | 2.35 |



| Paramètres économiques | |
|--------------------------------|-------|
| Montant initial investi M€ | 11.57 |
| Coef du coût de fonctionnement | 2.00% |
| Taux d'actualisation | 2.5% |

| | | |
|------------------------------|----|-------------|
| DEMA | | 2.37 |
| Rentabilité (VAN>0) | 6 | ans |
| VAN à | 50 | ans |
| ratio bénéfices coûts | | 5.24 |



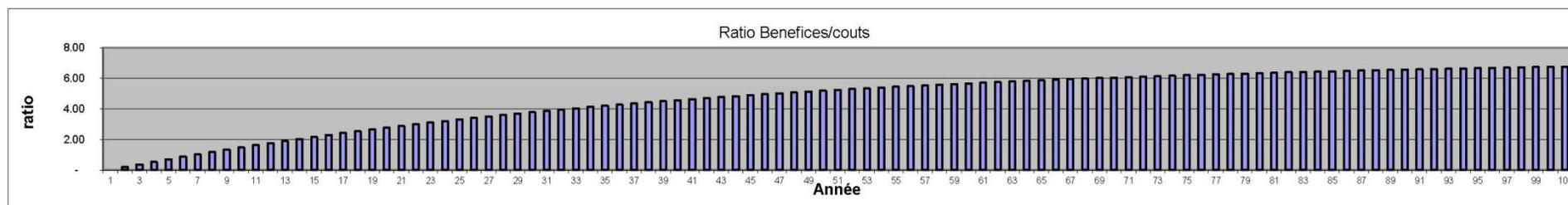
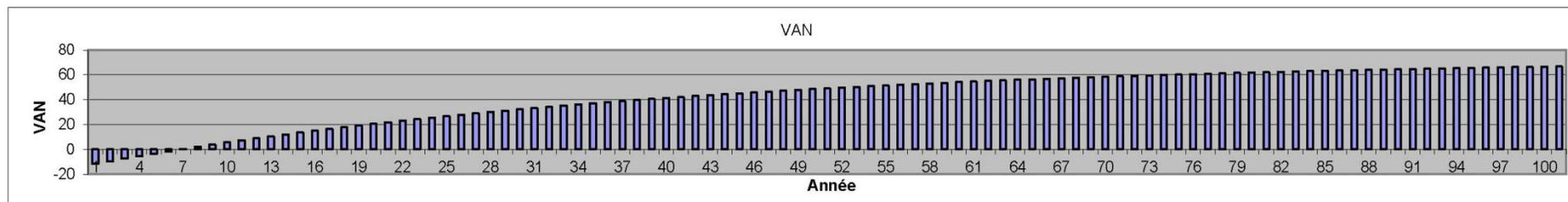
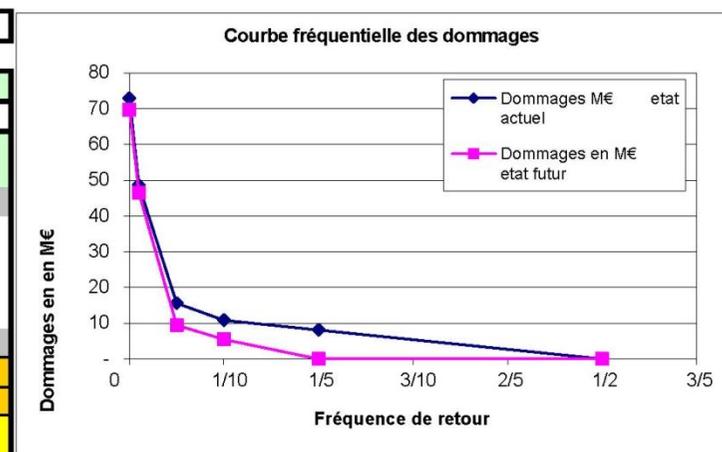
Nom du projet d'aménagements **ACB GLOBALE PAPI OUEZE (4 bassins + Rehausse berges Seille)**
Zone étudiée
 Bédarrides / Courthézon

| Paramètres des scénarios hydrologiques | | | Dommages M€ état actuel | Dommages en M€ état futur |
|--|---------|-------|----------------------------|------------------------------|
| Nom | T | F | | |
| Crue non débordante état actuel | 2 | 0.500 | - | - |
| | 5 | 0.200 | 8.12 | 0.00 |
| | 10 | 0.100 | 10.80 | 5.50 |
| | 20 | 0.050 | 15.59 | 9.41 |
| | 100 | 0.010 | 48.55 | 46.45 |
| Crue "infinie" | infinie | - | 72.82 | 69.67 |
| | coef | 1.5 | DMA état actuel | DMA état aménagé |

| | | | |
|-------------------------------|--|--------|--|
| 4.71 | | 2.35 | |
| DEMA | | | |
| | | 2.37 | |
| Rentabilité (VAN>0) | | 6 ans | |
| VAN à | | 40 ans | |
| | | 42.08 | |
| ratio bénéfices coûts | | 4.64 | |

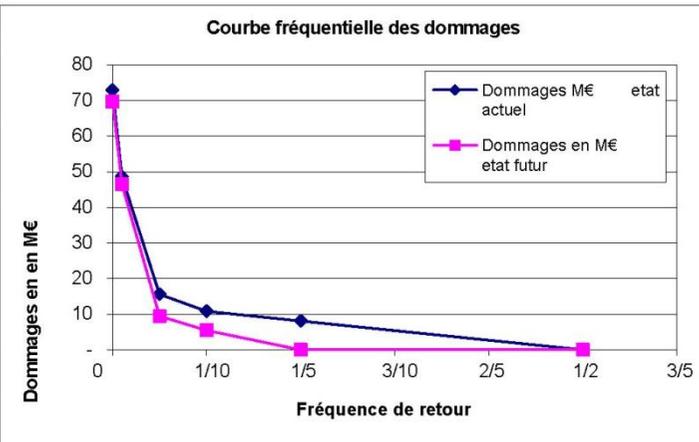
| Paramètres économiques | |
|--------------------------------|-------|
| Montant initial investi M€ | 11.57 |
| Coef du coût de fonctionnement | 2.00% |
| Taux d'actualisation | 2.5% |

Rapport Quinet



Nom du projet d'aménagements **ACB GLOBALE PAPI OUVEZE (4 bassins + Rehausse berges Seille)**
Zone étudiée
 Bédarrides / Courthézon

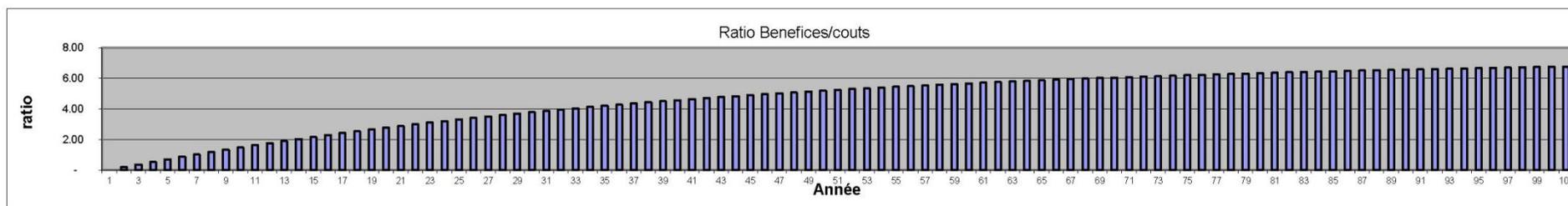
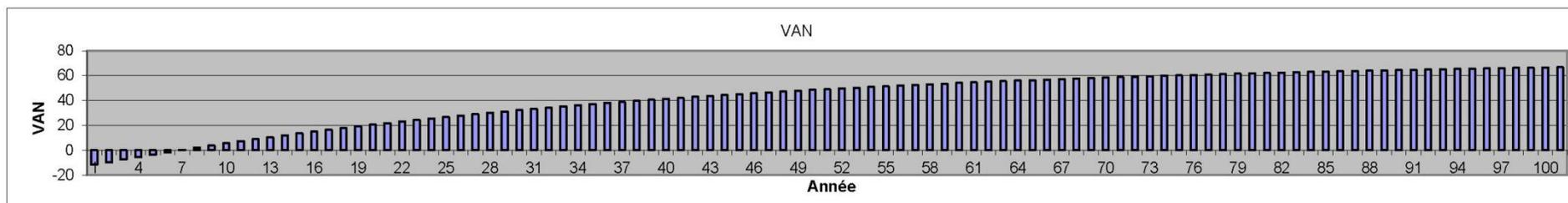
| Paramètres des scénarios hydrologiques | | | | |
|--|---------|-------|-------------------------|---------------------------|
| Nom | T | F | Dommages M€ état actuel | Dommages en M€ état futur |
| Crue non débordante état actuel | 2 | 0.500 | - | - |
| | 5 | 0.200 | 8.12 | 0.00 |
| | 10 | 0.100 | 10.80 | 5.50 |
| | 20 | 0.050 | 15.59 | 9.41 |
| Q extrême | 100 | 0.010 | 48.55 | 46.45 |
| | infinie | - | 72.82 | 69.67 |
| Crue "infinie" | coef | 1.5 | DMA état actuel | DMA état aménagé |
| | | | 4.71 | 2.35 |



| | | | |
|---|--|-------------------------------|-----------------|
| 1 | | DEMA | 2.37 |
| 1 | | Rentabilité (VAN>0) | 6 ans |
| 1 | | VAN à | 30 ans 33.16 |
| 1 | | ratio bénéfices coûts | 3.87 |

| Paramètres économiques | |
|--------------------------------|-------|
| Montant initial investi M€ | 11.57 |
| Coef du coût de fonctionnement | 2.00% |
| Taux d'actualisation | 2.5% |

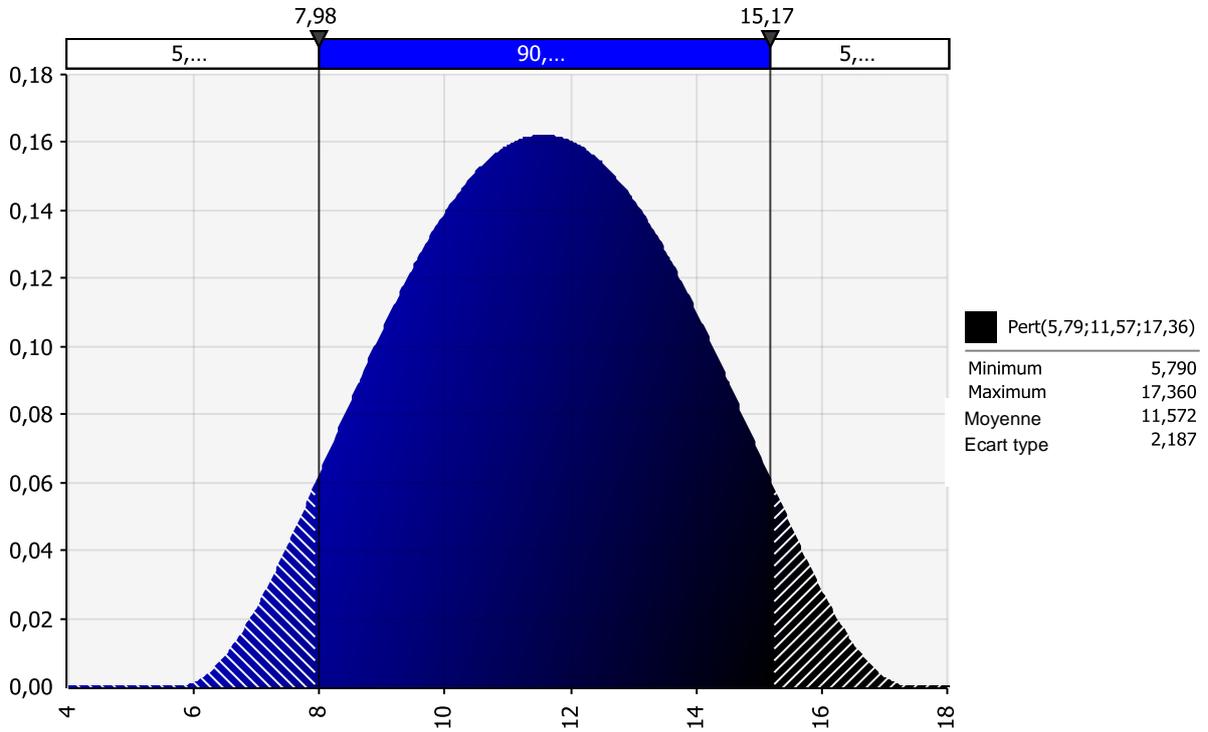
Rapport Quinet



Annexe 3 : Les lois de probabilité appliquées aux variables retenues dans l'analyse de sensibilité.

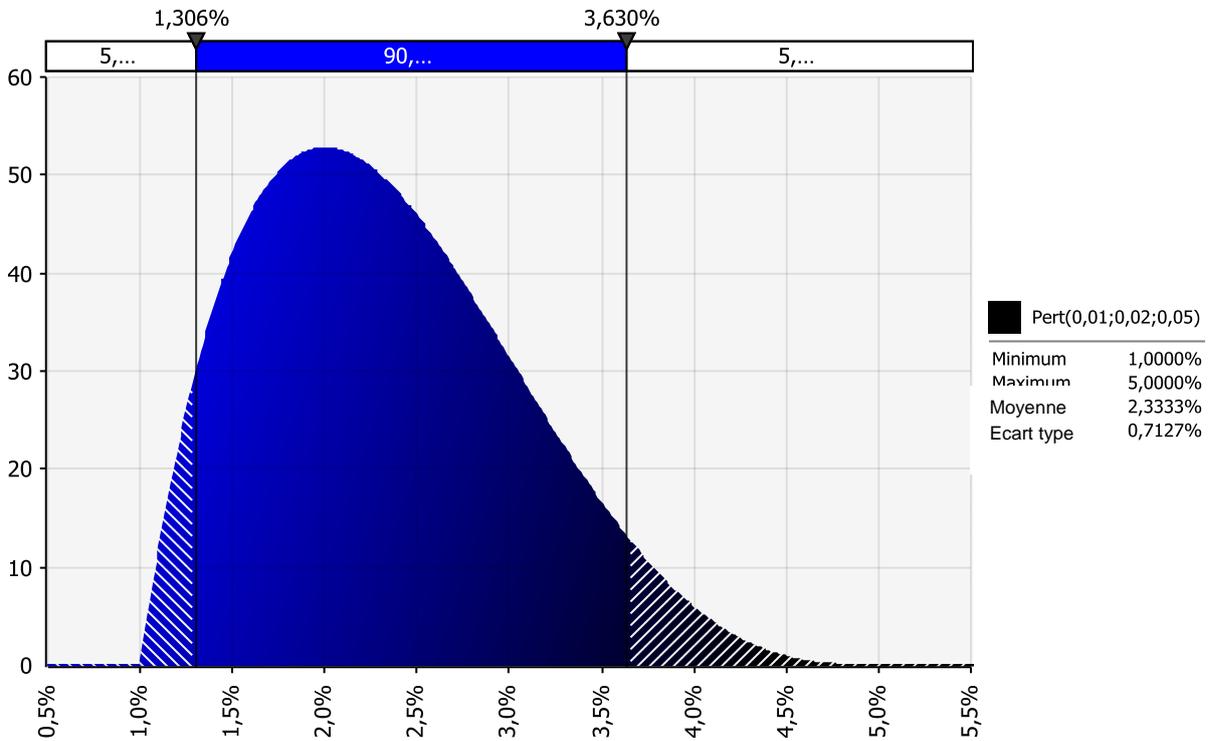
Coût d'investissement

Montant initial investi M€ / Paramètres économiq...

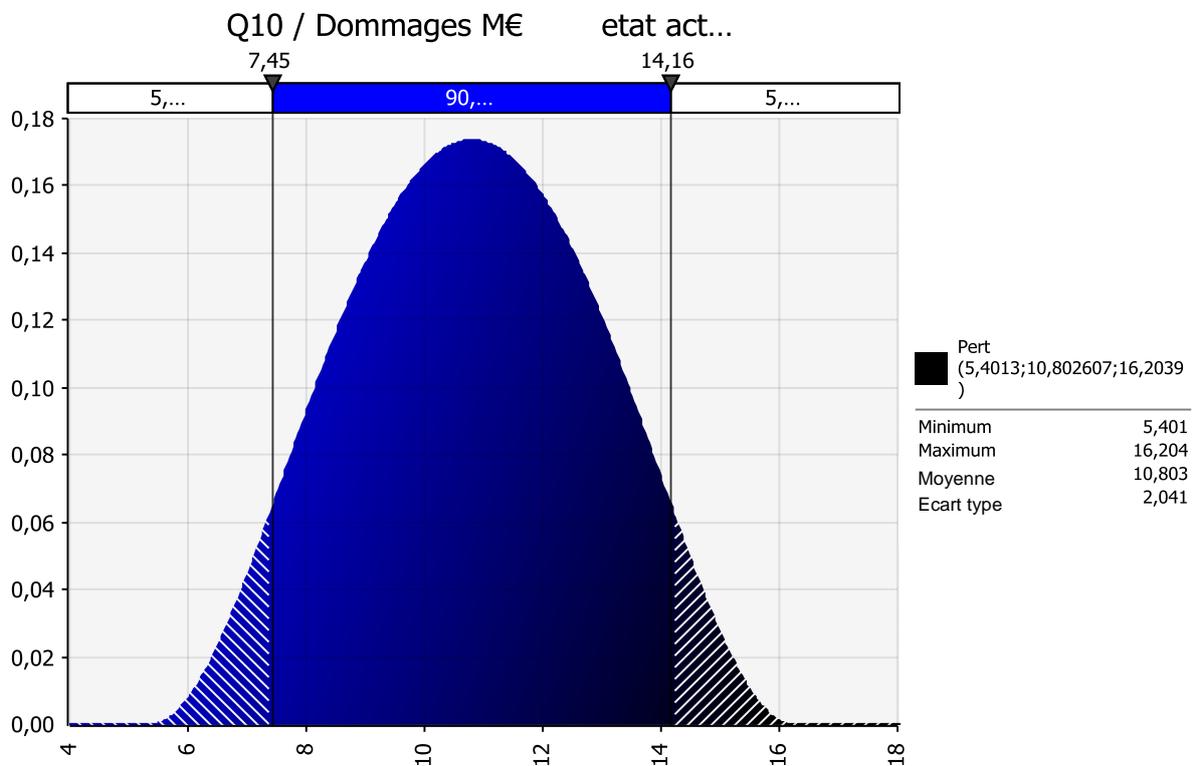
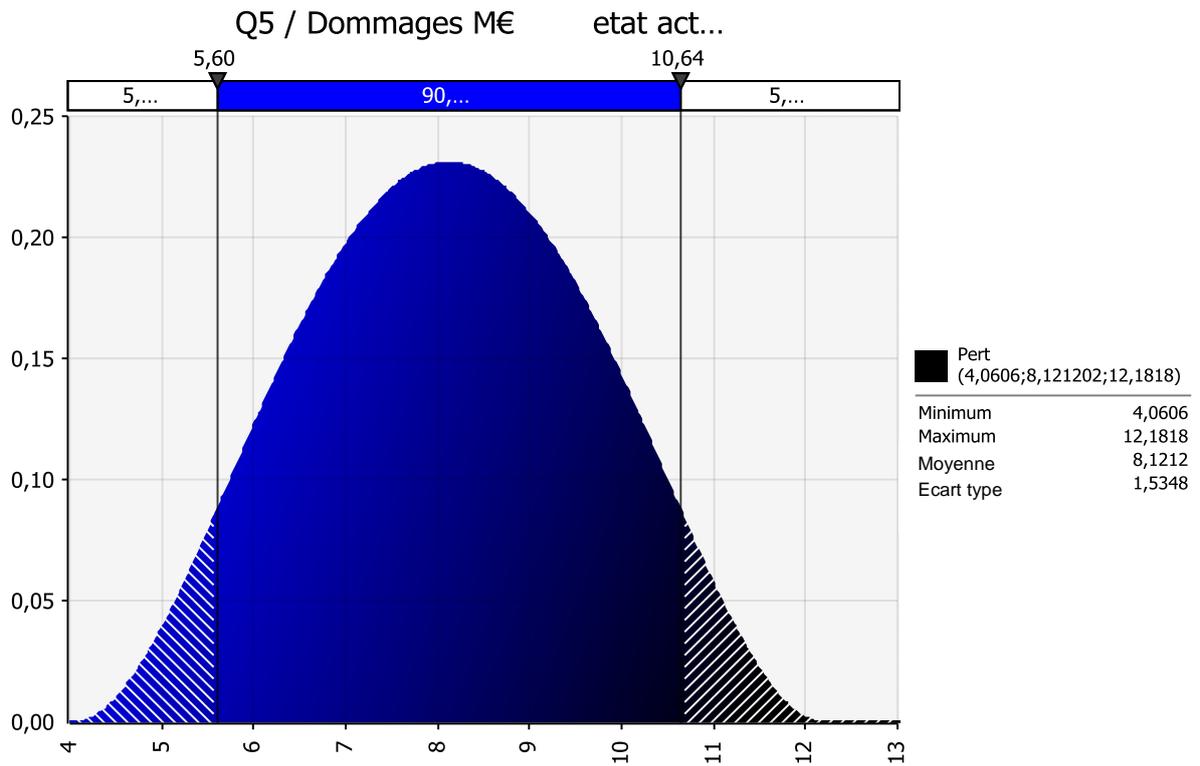


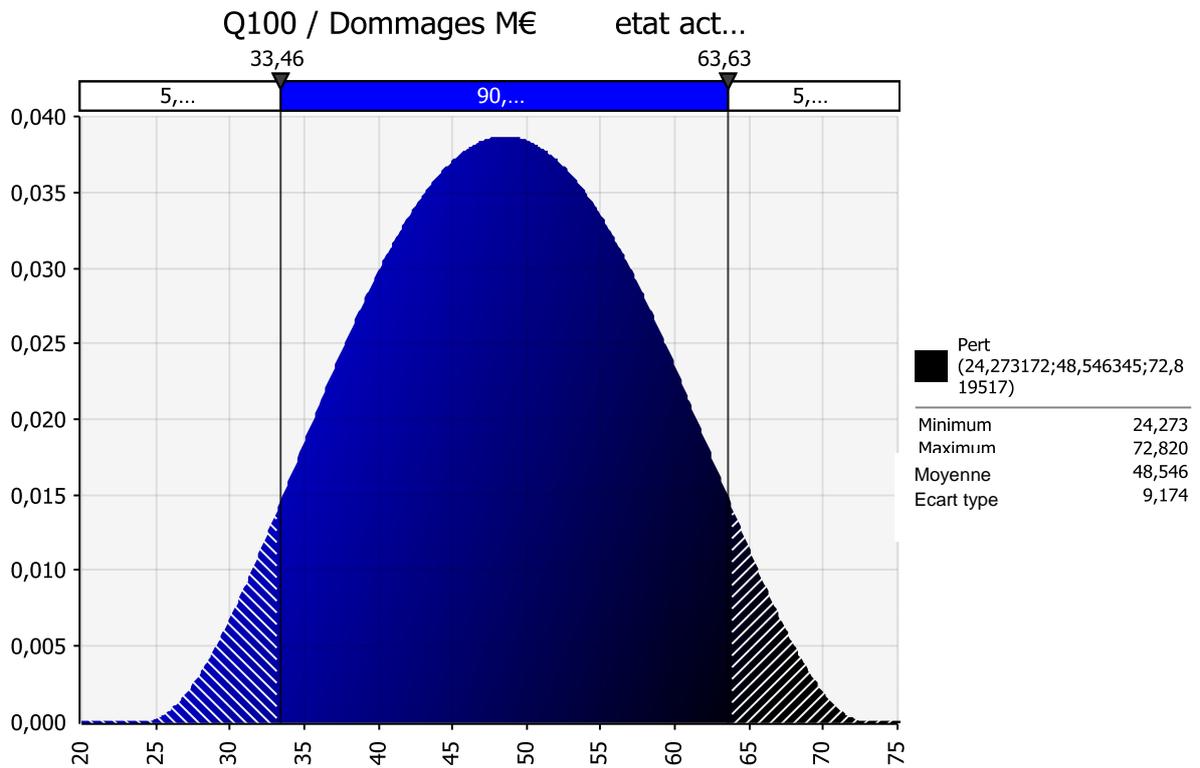
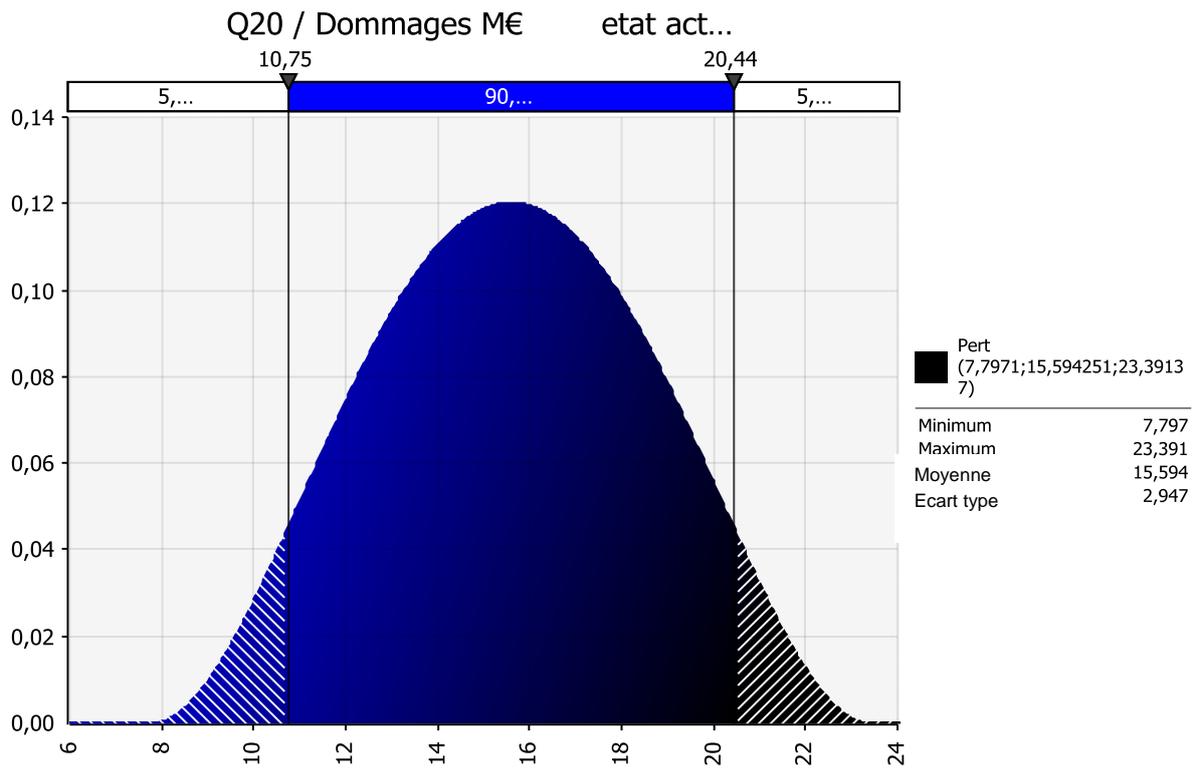
Coût de fonctionnement (% du montant d'investissement)

Coef du coût de fonctionnement / Paramètres économiq...

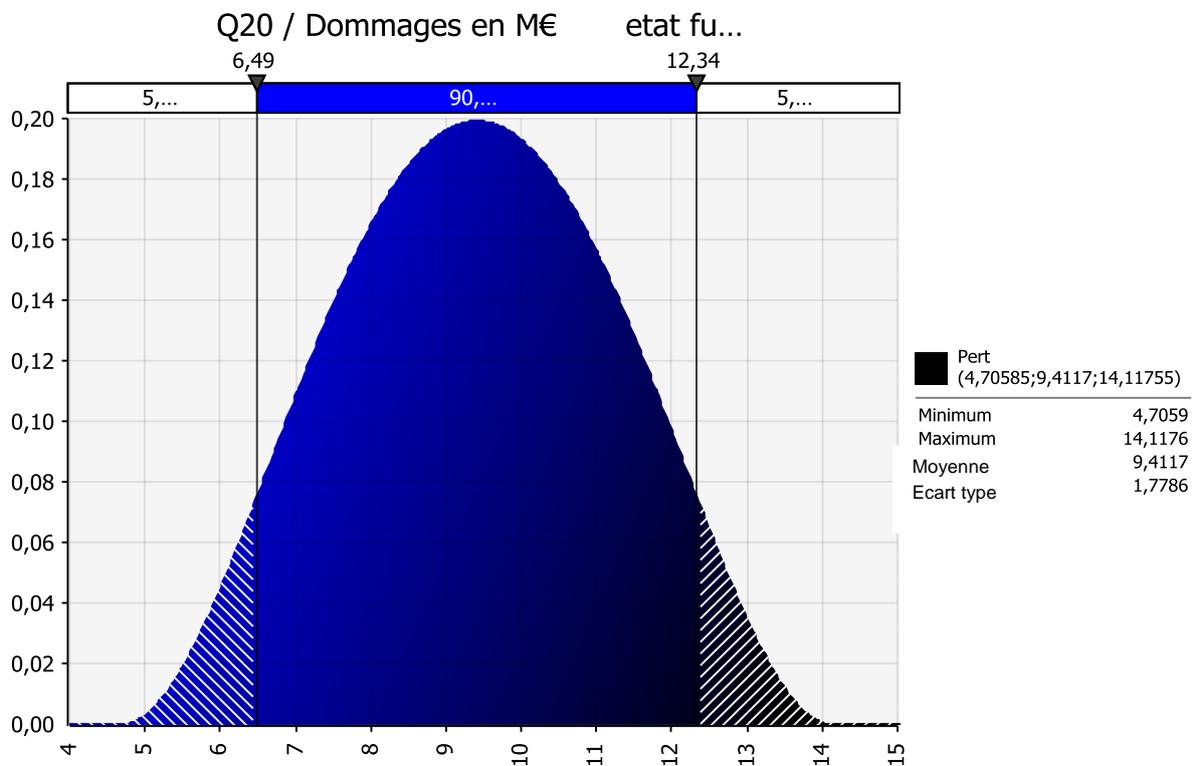
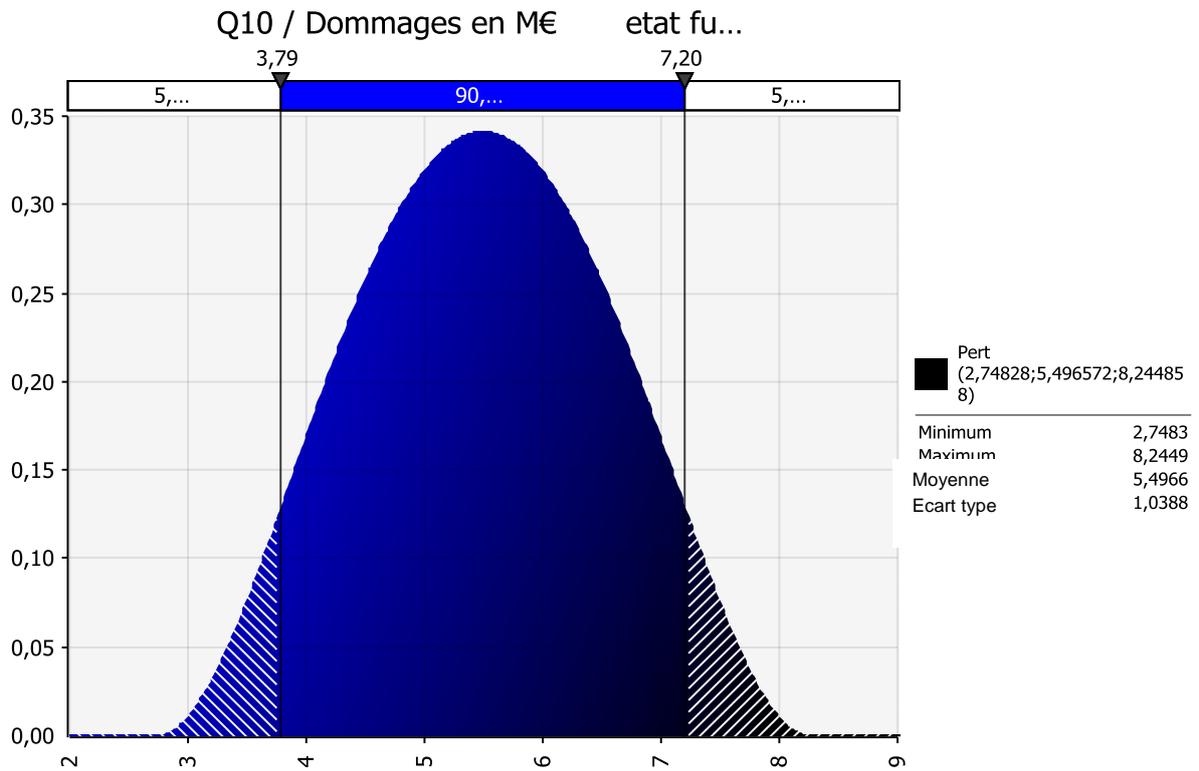


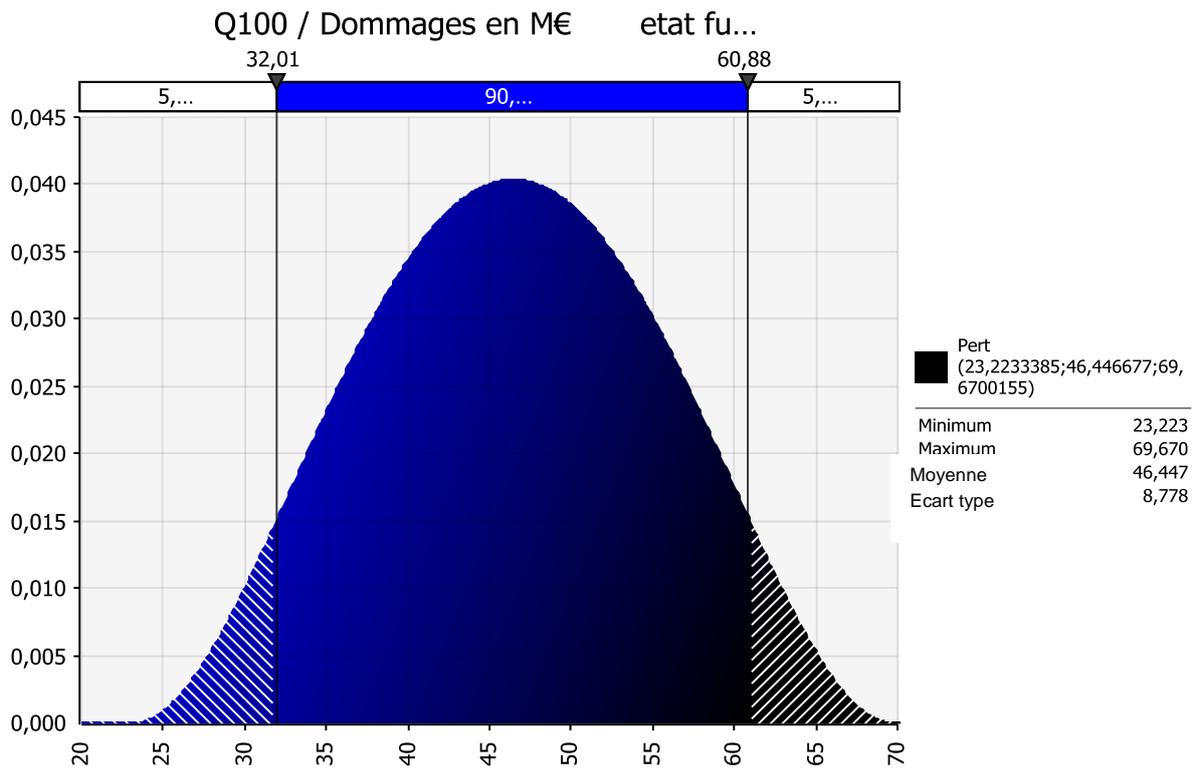
Montants de dommages Etat actuel





Montants de dommages Etat futur





Etudes générales

- Assistance au Maître d'Ouvrage
- Maîtrise d'œuvre conception
- Maîtrise d'œuvre travaux
- Formation

Egis Eau Siège social
78, allée John Napier
CS 89017
34965 - Montpellier Cedex 2
Tél. : 04 67 99 22 00
Fax : 04 67 65 03 18
montpellier.egis-eau@egis.fr
<http://www.egis-eau.fr>