EPTB
Etablissement Public Territorial de Bassin

Etude de Projet - Création des digues de second rang - Aimargues et Gallargues le Montueux

Rapport de Phases A, B et C

V3



WANE053RIV

Octobre 2019

egis

Informations qualité

Contrôle qualité

Version	Date	Modifications	Rédigé par	Visé par :
V0	Avril 2018	Phase A : état initial	FS	CL
V1	Juillet 2018	Phase B : modélisation des scénarios	FS	
V2	Septembre 2018	Phase B : modélisation scénario digue Aimargues supplémentaire	FS	
V3	Octobre 2019	Phase C + modélisation supplémentaire d'un scénario de digue sur Aimargues	FS	

Destinataires

Envoyé à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :
SR	EPTB Vidourle	

Copie à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :

egis

Table des matières

1. Contexte et objet de l'étude 1

2. Objectifs et méthodologie de la modélisation hydraulique 2

3. Volet A : Modélisation hydraulique du Vidourle en état initial 3

3.1 Construction et calage des modèles 3

3.1.1 Modélisation globale du Vidourle 3

3.1.2 Modélisation 2D de la rive gauche du Vidourle 7

3.1.2.1 Choix du modèle 7

3.1.2.2 Construction du modèle 8

3.1.2.3 Calage 11

3.2 Modélisation de l'état initial 12

3.2.1 Scénarios hydrologiques du Vidourle 12

3.2.2 Hypothèses de digues 13

3.2.3 Résultats des simulations de l'état initial 14

3.2.3.1 Débits surversés dans la plaine rive gauche 14

3.2.3.2 Résultats dans la plaine rive gauche 15

3.2.3.3 Résultats sur la commune de Gallargues Le Montueux 22

3.2.3.4 Résultats de l'état initial sur la commune d'Aimargues 24

3.3 Modélisation des écoulements pluviaux 27

3.3.1 Données de pluies 27

3.3.2 Méthode de calcul des débits et volumes 32

3.3.3 Calculs des débits et volume pour la commune de Gallargues Le Montueux 34

3.3.4 Calculs des débits et volume pour la commune d'Aimargues 36

4. Volet B : analyse multicritères des différents tracés de digue de 2nd rang 41

4.1 Propositions de tracés 41

4.1.1 Commune de Gallargues Le Montueux 41

4.1.2 Commune d'Aimargues 45

4.2 Modélisation des tracés sur la commune de Gallargues Le Montueux 49

4.2.1 Tracé de base 49

4.2.2 Tracé variante 52

4.3 Modélisation des tracés sur la commune d'Aimargues 54

4.3.1 Tracé de base 54

4.3.2 Tracé variante 57

4.3.3 Tracé intermédiaire 61
4.4 Analyse multi-critère 64
5. Volet C : chiffrage du projet retenu 65

Liste des annexes

Annexe 1 : résultats de l'état initial sans brèche

Annexe 2 : Volet C estimation financière de la solution retenue

Liste des figures

Figure 1 : emprise du modèle global du Vidourle 5
Figure 2 : maillage 2D de la rive gauche 10
Figure 3 : hydrogramme de la crue de septembre 2002 13
Figure 4 : cartographie des hauteurs d'eau crue 10 ans état initial sans brèche 16
Figure 5 : cartographie des hauteurs d'eau crue 20 ans état initial sans brèche 17
Figure 6 : cartographie des hauteurs d'eau crue 50 ans état initial sans brèche 18
Figure 7 : cartographie des hauteurs d'eau crue 100 ans état initial sans brèche 19
Figure 8 : cartographie des hauteurs d'eau crue septembre 2002 état initial sans brèche 20
Figure 9 : cartographie des hauteurs d'eau crue exceptionnelle état initial sans brèche 21
Figure 10 : inondation de Gallargues pour la crue de référence 23
Figure 11 : inondation d'Aimargues pour la crue de référence 26
Figure 12 : zonage des pluies utilisées dans les études RFF/OCVIA (source DLE 2013 dossier 3a) : 28
Figure 13 - Hyétogrammes de la pluie de projet 31
Figure 14 : découpage en bassins versants sur la commune de Gallargues Le Montueux 35
Figure 15 : découpage en bassins versants sur la commune d'Aimargues 37
Figure 16 : carte du ru du Razil interceptés par la digue d'Aimargues (source étude CNM) 40
Figure 17 : tracés de base pour Gallargues Le Montueux 41
Figure 18 : tracés envisagés pour la commune de Gallargues (réunion avec la commune) 43
Figure 19 : tracés retenus pour la modélisation pour la commune de Gallargues 44
Figure 20 : tracés de base pour Aimargues 45
Figure 21 : tracés envisagés pour Aimargues (réunion avec la commune) 47
Figure 22 : tracés retenus pour la modélisation pour Aimargues 48
Figure 23 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé de base par rapport à l'état initial pour la crue type 2002 49
Figure 24 : profil en long de la digue de Gallargues pour le tracé de base (tracé rose) 51
Figure 25 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé variante par rapport à l'état initial pour la crue type 2002 52
Figure 26 : profil en long de la digue de Gallargues pour le tracé variante (tracé violet) 53
Figure 27 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé de base par rapport à l'état initial pour la crue type 2002 55
Figure 28 : profil en long de la digue d'Aimargues pour le tracé de base (tracé rose) 56
Figure 29 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé variante par rapport à l'état initial pour la crue type 2002 58
Figure 30 : profil en long de la digue d'Aimargues pour le tracé variante (tracé violet) 59

Figure 31 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé intermédiaire par rapport à l'état initial pour la crue type 2002 62

Figure 32 : implantation et profil en long de la digue d'Aimargues pour le tracé intermédiaire (pointillés rouge) 63

Figure 33 : localisation et emprise des aménagements (digue et bassins) 67

Figure 34 : tracé du scénario supplémentaire (tracé rouge) 68

Figure 35 : impact sur les cotes d'eau du tracé supplémentaire par rapport au tracé retenu 69

Figure 36 : impact sur les cotes d'eau du tracé supplémentaire par rapport à l'état initial 70

Figure 37 : impact sur les cotes d'eau du tracé retenu en mai 2019 par rapport à l'état initial .. 71

Liste des tableaux

Tableau 1 : résultat du calage pour la crue du Vidourle septembre 2002 avec brèches 6

Tableau 2 : résultat du calage pour la crue du Vidourle septembre 2002 avec brèches 11

Tableau 3 : débit de crue du Vidourle (source étude Villetelle La mer, 2005, p11) 12

Tableau 4 : synthèse des débits du Vidourle surversés et dans le lit mineur (hypothèse sans brèche) 14

Tableau 5 : Paramètres de Montana des courbes IDF retenue dans étude CNM zone 2 (avec t en minutes et i en mm/h) : 28

Tableau 6 : hauteurs de pluies retenues dans étude CNM zone 2 (en mm) 29

Tableau 7 - Hauteurs de pluie retenues 29

Tableau 8 - Caractéristiques des pluies de projet 30

Tableau 9 : pluies journalières 33

Tableau 10 : rétention initiale 33

Tableau 11 : coefficients de ruissellement 33

Tableau 12 : caractéristiques des bassins versants sur la commune de Gallargues Le Montueux 34

Tableau 13 : résultats de la modélisation hydrologique sur Gallargues Le Montueux 34

Tableau 14 : caractéristiques des bassins versants sur la commune d'Aimargues 36

Tableau 15 : résultats de la modélisation hydrologique sur Aimargues 38

1. Contexte et objet de l'étude

L'objectif de l'étude est d'établir un projet d'aménagement des digues de second rang d'Aimargues et de Gallargues le Montueux après examen de plusieurs scénarii de tracés comparatifs.

Cette étude se décompose en 2 tranches :

- Tranche ferme : choix du tracé à partir d'une analyse multicritères et pré-dimensionnement des ouvrages retenus.

- Tranches optionnelles 1 et 2 : étude de projet des digues de 2nd rang – Aimargues – Gallargues-Le-Montueux

La tranche ferme comporte les phases suivantes :

- Volet A : modélisation hydraulique du fonctionnement en crue et des points de surverses suite aux derniers travaux de l'EPTB Vidourle, analyse des débits déversants selon plusieurs types de crues, cartographie des hauteurs d'eau dans la plaine rive gauche en tenant compte des ouvrages traversant (RN 113, Ligne LGV, travaux OCVIA), évaluation des vitesses et des principaux axes d'écoulements, gestion du pluvial
- Volet B : analyse multicritères des différents tracés des futures digues de 2nd rang
- Volet C : chiffrage estimatif de chaque partie du projet

Les tranches optionnelles concernent les étapes suivantes pour chacun des deux projets de digue de second rang :

- Implantation de chaque ouvrage, définition des caractéristiques techniques, étude parcellaire, recensement des propriétaires concernés
- Aménagement et reprise des voies d'accès en bordure de digue
- Gestion des eaux pluviales
- Aménagement de déversoirs de sécurité
- Rétablissement des voies d'accès
- Interception des réseaux
- Topographie + géotechnique

2. Objectifs et méthodologie de la modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique a pour but de qualifier le fonctionnement hydraulique du Vidourle en tout point du secteur d'étude, afin de permettre le dimensionnement des digues de 2nd rang et de tester leur impact sur l'écoulement des crues.

Cette partie de l'étude doit permettre de réaliser un **diagnostic hydraulique du fonctionnement du Vidourle au droit des digues de 2nd rang** :

- Sur tout le territoire de la plaine du Vidourle,
- Pour toutes les crues, fréquentes à exceptionnelles
- En prenant en compte les travaux récents des digues de 1er rang et les projets en cours (étude EGIS de la plaine rive droite)

Dans un deuxième temps, la modélisation permettra de **tester les différents scénarios de digue de 2nd rang,** dans le volet B de l'étude.

L'étude de modélisation hydraulique s'appuie sur :

- une **modélisation globale du Vidourle, rives droite et gauche,** entre l'autoroute et la mer, sur la base du modèle récent mis à jour par EGIS dans le cadre de l'étude rive droite en cours, et intégrant les derniers travaux et projets;
- une **modélisation 2D de la rive gauche sur le linéaire des deux digues de 2nd rang.**

Concernant le territoire à modéliser, la basse plaine rive droite du Vidourle, est intégrée à la modélisation globale, afin de quantifier les incidences du projet d'aménagement des digues de 1er rang de rive droite, sur le fonctionnement hydraulique de la plaine rive gauche.
Par ailleurs, les modèles existants d'EGIS construits sur toute la basse plaine du Vidourle, du Rhôny et du Vistre, permettent de répondre parfaitement au fonctionnement hydraulique de ces systèmes sur les aspects niveaux, débits, volumes et durées de submersion.
La modélisation 2D réalisée en rive gauche sur le linéaire des deux digues de 2nd rang, permet à la fois d'affiner le dimensionnement hydraulique des digues (hauteurs, vitesses), mais aussi de calculer avec précision tous les impacts locaux au droit des enjeux non protégés.

3. Volet A : Modélisation hydraulique du Vidourle en état initial

3.1 Construction et calage des modèles

Deux types de modélisation hydraulique sont construits pour répondre à la complexité et l'étendue de la zone d'étude :

- Une **modélisation globale** de l'ensemble de la zone inondable du Vidourle rive droite et gauche entre l'autoroute et la mer,
- Une **modélisation fine 2D** de la plaine rive gauche du Vidourle sur l'emprise du projet de digue de second rang, construite sur la base de données topographiques récentes

3.1.1 Modélisation globale du Vidourle

Un modèle hydraulique complet de toute la zone inondable rives droite et gauche du Vidourle a été réalisé entre l'autoroute A9 et la mer.
Pour réaliser ce modèle hydraulique, c'est le logiciel **STREAM**, développé par le BCEOM, qui est utilisé.
L**e modèle à casiers,** réalisé en 2008 pour le compte de l'EPTB, a été réutilisé et réactualisé à partir des données topographiques récentes.
Le modèle s'étend depuis l'autoroute A9 jusqu'à la mer au Grau du Roi.
Il prend en compte le lit mineur du Vidourle, du Razil, de la Cubelle, du Rhôny, du Vistre, et la totalité de la zone inondable rive droite et gauche du Vidourle et du Vistre.
La totalité du modèle comprend environ **1500 casiers**, la longueur moyenne des casiers varie entre 100 et 200 m en zone urbaine et 300 à 500 m en zone rurale.
La modélisation hydraulique globale du Vidourle est basé sur le modèle d'EGIS en cours d'actualisation dans le cadre de l'étude de la plaine rive droite.
Ce modèle du Vidourle s'étend depuis **l'autoroute A9** à l'amont du Vidourle, de la Cubelle, du Razil, et du Rhôny, le Canal BRL à l'amont du Vistre **jusqu'à la mer** au Grau du Roi.
Il prend en compte le lit mineur du Vidourle, du Razil, de la Cubelle, du Rhôny, du Vistre, et la totalité de la zone inondable **rive droite et gauche** du Vidourle, du Rhôny et du Vistre.

Il intègre **tous les remblais structurants en rive gauche**, qui peuvent avoir des incidences sur le fonctionnement hydraulique au droit des digues de 2nd rang :

- la **voie ferrée Nîmes - Montpellier** qui traverse la plaine de Gallargues en viaduc. Les débordements du Vidourle s'écoulent au travers de 28 arches de 6 mètres de largeur.
- le **canal d'irrigation du Bas Rhône** qui franchit la Cubelle en siphon. Une section trapézoïdale de 50 m au plafond et 5 m de hauteur permet l'écoulement des eaux du Vidourle
- la **nouvelle ligne CNM** et les modifications d'ouvrages sur le Razil dans le secteur Royal Canin
- la **RN 113** qui traverse la plaine de Gallargues en remblai, munie de 44 ouvrages de décharge répartis entre le Vidourle et l'échangeur de Royal Canin

- **l'ancienne voie ferrée Lunel - AIMARGUES** - Vauvert. Elle est munie de plusieurs ouvrages de franchissement (D'Ouest en Est jusqu'au RD 979, Du RD 979 au Rhôny, on rencontre 7 ouvrages maçonnés)
- la **voie ferrée Aimargues - Aigues-Mortes** (son remblai ne dispose pas d'ouvrage de décharge à l'exception du franchissement de la Cubelle.)
- la **RD 979**. Cette voie en remblai dispose de deux ouvrages de franchissement en amont de la voie ferrée à Aimargues

■ **Données topographiques :**

Ce modèle a été construit avec la topographie suivante :

- pour la rive gauche photorestitution relevée en 1999, dans le cadre de l'étude du Triangle d'eau (MNT réalisé par RICHER au 1/2000).
- Pour la rive droite, photorestitution au 1/2000 relevé par SINTEGRA en 1996 sur LUNEL et relevé topographique sur Marsillargues pour la DDE en 1999, et photorestitution de 2003 fournie par le Syndicat Vidourle
- Levé de points de crête de digue du Vidourle, réalisé en 2003 fourni par le Syndicat Vidourle (en particulier sur le secteur des digues en amont du canal BRL)
- Levé topographique des digues du Vidourle réalisé par Bilicki en 2005 (secteur des digues rive droite entre le canal BRL et la RN 113, et de Marsillargues)
- Levé topographique des digues du Vidourle réalisé par REY en 2008 (secteur des digues rive droite à l'aval de la RN 113 et rive gauche à l'aval du canal BRL)
- Levé topographique des digues du Vidourle réalisé par REY en 2011 (secteur des digues rive droite à l'aval de Marsillargues, et secteur Tamariguière)
- Plans de recollement des travaux des digues rive gauche sur Gallargues, Aimargues et St Laurent d'Aigouze, et rive droite sur les digues classées de Lunel et de Marsillargues, fournis par l'EPTB Vidourle en 2017
- Plans topographiques des travaux de la ligne CNM fournis en avril 2017 par Ocvia
- Plans de projet des travaux de la RD61 fourni par le département en octobre 2017 (rive droite)
- Relevé LIDAR de la zone d'étude réalisé par l'EPTB en 2017
- Levés topographiques terrestres réalisés par pour l'EPTB en août 2017 (fossés et canaux en rive droite), et compléments topographiques sur les digues en 2018.

Le modèle hydraulique, avant actualisation avec les derniers travaux de digues, a été calé dans le cadre des études antérieures sur les crues non débordantes pour le lit mineur du Vidourle et sur les crues débordantes de 1958, 1994, 1996, pour le lit majeur du Vidourle, dans le cadre de l'étude du Triangle d'eau réalisée en 2000, et sur la crue de septembre 2002 (dans la configuration des digues du Vidourle de 2002 et avec les brèches observées en 2002), dans le cadre des études pour l'EPTB Vidourle.

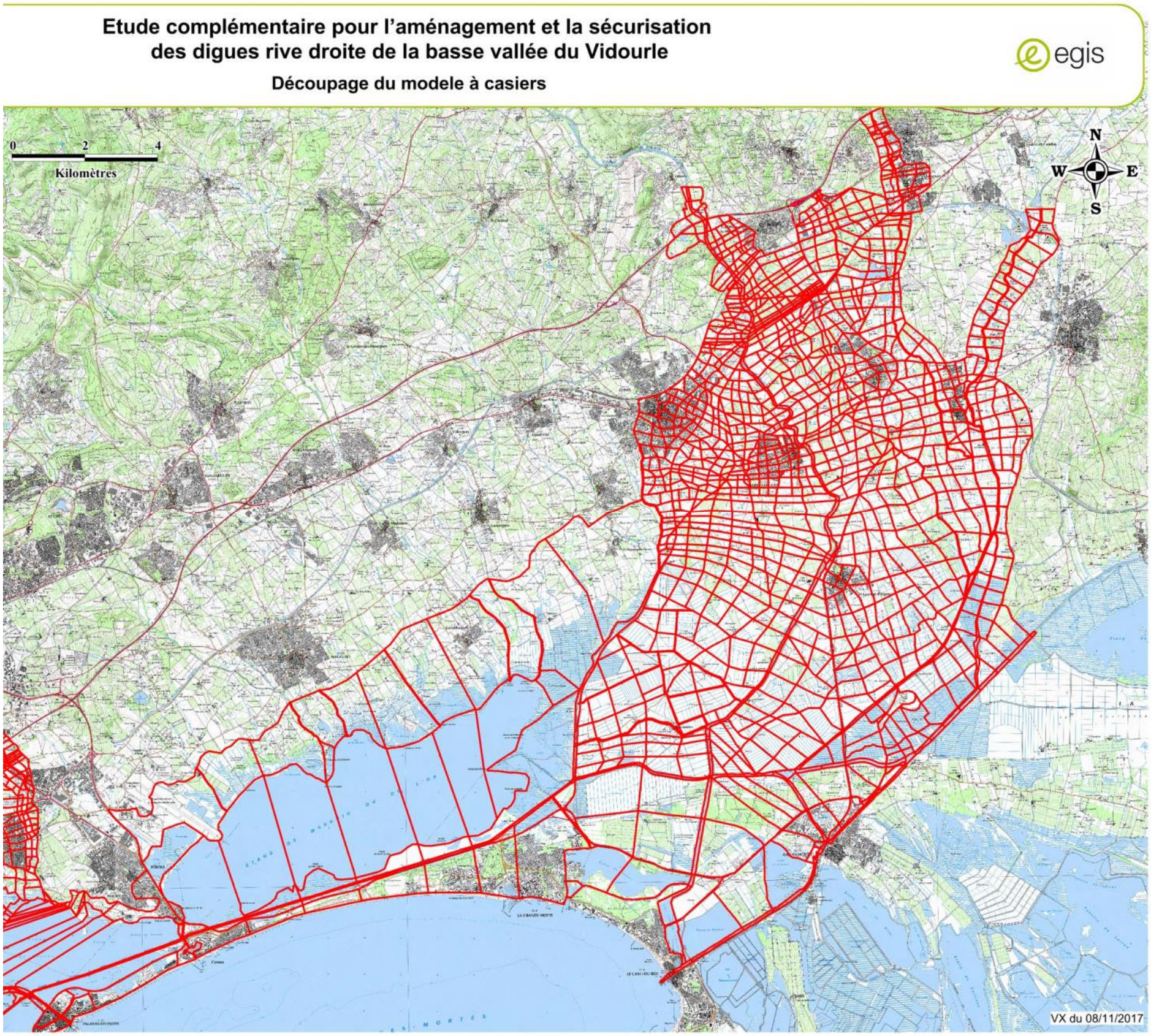
■ **Travaux pris en compte dans la modélisation globale du Vidourle** :

Les données topographiques des plans de recollement des travaux réalisés pour l'EPTB ont permis de mettre à jour la topographie des digues du Vidourle rive droite et gauche, prenant en compte :

- L'actualisation avec les levés topographiques des digues de 2008 et 2011
- les travaux de la digue classé B de Lunel
- les travaux de la digue classée B de Marsillargues
- les travaux de recul de digue rive gauche sur les communes de Gallargues-Le- Montueux et Aimargues sans modification de la crête de digue
- la ligne CNM.

L'emprise et le découpage de la zone globale complète modélisée sont donnés sur la figure ci-après.

Figure 1 : emprise du modèle global du Vidourle



- **Calage du modèle global :**

Ce modèle a été calé dans le cadre des études antérieures, avant réalisation des travaux de digues et de la ligne CNM, sur les crues de septembre 2002, 1994 et 1996, pour le Vidourle, et de 1988 pour le Vistre et le Rhôny.

Dans le cadre de l'étude pour l'EPTB Vidourle, le modèle a été calé sur la crue de septembre 2002 (avant prise en compte des projets décrits ci-dessus), à partir des données fournies par le Syndicat Vidourle (brèches et PHE). Les résultats du calage sur la zone d'étude sont rappelés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : résultat du calage pour la crue du Vidourle septembre 2002 avec brèches

Position du repère	Cote observée (m NGF)	Cote calculée (m NGF)	Ecart cal - obs(m)
Gallargues- lit mineur aval A9	17.35	17.38	+0.03
Gallargues- lotissement amont SNCF	16.38	16.36	-0.02
Gallargues- stade	16.27	16.32	+0.05
Gallargues – aval BRL	13.62	13.60	-0.02
Aimargues- centre	6.84	6.79	-0.05
Aimargues- lotissement	7.44	7.22	-0.22
Aimargues- lotissement	7.22	7.13	-0.09
Aimargues- amont SNCF	7.03	7.03	+0

3.1.2 Modélisation 2D de la rive gauche du Vidourle

Une modélisation fine 2D de la plaine rive gauche du Vidourle a été réalisée sur le linéaire de la digue de 2nd rang de Gallargues Le Montueux et d'Aimargues avec des données topographiques récentes.

Ces modèles 2D permettront d'une part d'affiner **les caractéristiques hydrauliques des digues** à aménager, et d'autre part de quantifier avec précision **les impacts hydrauliques du projet** au droit des enjeux.

3.1.2.1 Choix du modèle

Une modélisation 1D – 2D est réalisée à l'aide de la suite logicielle INFOWORK ICM sur l'ensemble de la plaine rive droite.
L'intérêt de ce logiciel est qu'il permet de coupler des zones en 1D et en 2D. Ce logiciel développé par HR WALLINGFORD SOFTWARE est commercialisé en France par la société GEOMOD. Cette suite logicielle bénéficie des dernières évolutions cartographiques (intégration d'outils SIG) et présente donc une convivialité très supérieure pour la construction du modèle, et pour l'exploitation graphique des résultats.
Un module 2D a été développé par HR WALLINGFORD, permettant de modéliser les écoulements de surface complexes en zones inondables par un maillage bidimensionnel. La zone inondable est alors représentée par des mailles triangulaires. Les hauteurs d'eau et vitesses sont calculées localement en chaque point du maillage.
La modélisation 2D se justifie pour représenter finement les écoulements bidimensionnels à surface libre, et permet de calculer précisément le fonctionnement sur les secteurs particuliers (zones urbaines, digues, …).
Le module 2D utilise le principe de discrétisation de la zone inondable sous forme de mailles triangulaires et résout les équations de St Venant pour la hauteur et la vitesse en deux dimensions. La surface à modéliser est discrétisée en un maillage triangulaire. Le MNT doit être utilisé pour la création du maillage. Des zones de vides, des lignes de contrainte et des murs peuvent être inclus dans le maillage.
L'intérêt du logiciel utilisé INFOWORKS ICM 2D est qu'il permet en outre de coupler la modélisation **à** surface libre 2D dans le lit majeur avec une modélisation 1D de cours d'eau permettant de représenter correctement la bathymétrie des cours d'eau (sans simplification topographique lié à la limitation du nombre de mailles 2D) et les ouvrages en charge. Dans ce cas, toutes les lois d'hydraulique classiques sont modélisables en fonction du type d'ouvrage et de son fonctionnement (lois d'orifice, lois de Bernouilli, lois de seuils, siphons, vannes mobiles…).

L'intérêt du logiciel INFOWORKS réside dans ses possibilités d'adaptation aux écoulements à modéliser, du plus simple au plus complexe.
Le modèle, en **couplage 1D/2D** devra permettre de représenter les écoulements, les ouvrages de franchissements, et les aménagements connexes (digues, seuils, bras morts …).

- Modélisations 1D

En effet, il permet de représenter les écoulements simples par des profils en travers (modélisation 1D représentant sans simplification la bathymétrie), qui peuvent être maillés (dans le cas de bras de dérivation, ou de lit majeur actif).

Les surverses sur digues et ou berges sont représentées par des lois de seuils.
Les ouvrages sont modélisés en fonction de leurs caractéristiques par différentes lois : de type Bradley pour les ouvrages à surface libre, de type lois de seuil ou d'orifice pour les ouvrages en charge.

- Modélisations 2D

Les lits majeurs avec des écoulements plus complexes peuvent être représentés par le module bidimensionnel du logiciel. Dans ce cas, le maillage du lit majeur est beaucoup plus dense et adapté aux contraintes du terrain. Le lit mineur reste modélisé en 1D (pour une meilleure discrétisation de la bathymétrie).
Le maillage 2D est construit pour prendre en compte les particularités des écoulements en se basant sur des lignes topographiques structurantes appelées « lignes de contraintes » (obstacles, remblais, ouvrages, discontinuités topographiques…).

3.1.2.2 Construction du modèle

Ce chapitre explicite les différentes étapes de la réalisation du modèle hydraulique et de l'exploitation de ses résultats.

- Périmètre modélisé

Le modèle 2D est construit en rive gauche du Vidourle sur le linéaire de chaque digue de Gallargues et d'Aimargues.
L'emprise du modèle est figurée ci-après.
Le choix de cette emprise résulte de l'analyse des résultats de l'impact des digues de 2nd rang réalisée par EGIS en 2008 pour l'EPTB.

Ainsi le **modèle 2D** s'étend sur la zone inondable du Vidourle sur les communes de Gallargues et d'Aimargues comprise entre :

- les digues du Vidourle à l'ouest,
- l'autoroute au nord,
- les digues du Rhôny à l'est
- l'aval de l'ancienne voie ferrée au sud

Toute la zone inondable d'emprise environ 31 km2 est modélisé par un maillage 2D comportant 900 000 mailles de taille moyenne environ 34 m2.

Les digues, remblais, routes, et les principaux ruisseaux (en particulier la Sériguette à proximité de Royal Canin, le Razil et la Cubelle) sont intégrés avec des « lignes de rupture » représentant leur topographie.
Les remblais et ouvrages de la ligne CNM ont été intégrés à partir des plans topographiques fournis par OCVIA.
Les ouvrages (ponts sous la RN 113, buses, etc) sont modélisés par les lois d'ouvrages adaptées à chaque type (orifice, seuil, etc).
Les bâtis des centres urbains de Gallargues Le Montueux et d'Aimargues, ainsi que ceux de la zone d'activité économique d'Aimargues sont modélisés en éléments « poreux » permettant de représenter à la fois l'obstacle aux écoulements et le volume de stockage.

- Données topographiques

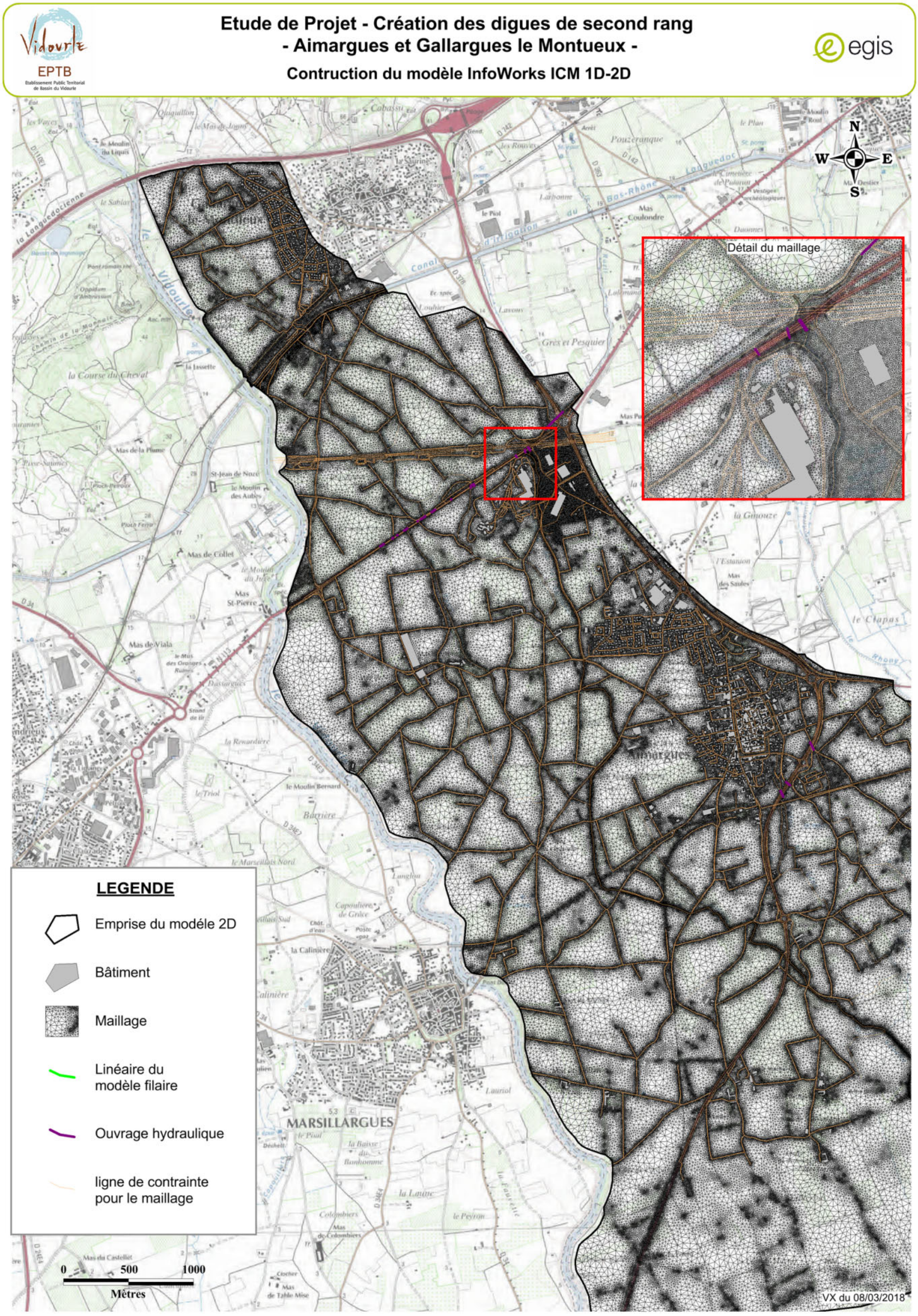
Le modèle est construit sur la base du MNT LIDAR récent fourni en Août 2017 relevé par l'EPTB Vidourle pour les besoins de l'étude, en apportant une attention particulière aux données topographiques des éléments structurants à intégrer dans le maillage 2D appelés « lignes de contraintes » du maillage (crête de digues, remblai, routes, fossés, etc...).
La topographie des remblais et ouvrages de la ligne CNM est issue des données OCVIA.

- Conditions aux limites

Les conditions aux limites sont constituées par les hydrogrammes des apports du Vidourle surversés sur les digues ou par rupture, calculés par le modèle à casiers global, et les limnigrammes en aval issus de la modélisation globale.

La figure suivante donne le maillage de la zone modélisée en 2D.

Figure 2 : maillage 2D de la rive gauche



3.1.2.3 Calage

Le modèle 2D de la rive gauche est calé sur la crue du 9 septembre 2002 en utilisant les hydrogrammes surversés sur les digues et dans les brèches calculés par le modèle à casier dans les études précédentes, dans la **situation de la crue historique de 2002**, c'est-à-dire avant les travaux de la digue 1er rang et avec les brèches observées en 2002, en rives droite et gauche.

Par contre, l'état topographique de la rive gauche n'est pas exactement le même qu'en 2002, puisque le **modèle intègre la ligne CNM, et les modifications apportées au Razil dans le secteur Royal Canin.**

17 phe sont disponibles dans la plaine rive gauche sur le secteur d'étude.

Le résultat du calage au droit des principaux secteurs de la plaine est synthétisé dans le tableau suivant. L'écart maximal est en général inférieur à 10 cm, sauf cas particulier.
Les écarts de calage peuvent provenir de modifications topographiques depuis la crue de 2002, en particulier la construction de la ligne CNM, même si son impact est faible, les modifications d'ouvrage sur le Razil et l'aménagement de la zone d'activité autour de Royal Canin.

Tableau 2 : résultat du calage pour la crue du Vidourle septembre 2002 avec brèches

n° phe	localisation	cote observée (m NGF)	cote calculée (m NGF)	écart (m)
vid_101	gallargues	17.35	17.33	-0.02
vid_12	gallargues	17.087	16.6	-0.487
vid_11	gallargues	16.266	16.298	0.032
vid_13	gallargues	16.382	16.373	-0.009
vid_10	gallargues, aval BRL	13.822	13.845	0.023
vid_7	Aimargues St Michel	8.842	8.685	-0.157
vid_8	Aimargues St Michel	7.975	8.442	0.467
vid_4	Aimargues Ravel	7.62	7.416	-0.204
vid_105	Aimargues RD6572	7.44	7.349	-0.091
vid_5	Aimargues RD6572	7.486	7.342	-0.144
vid_105	Aimargues centre	6.96	6.84	-0.12
vid_6	Aimargues centre	6.839	6.78	-0.059
aim_vid_02	Aimargues lotissement Sud ouest	7.22	7.24	0.02
vid_3	Aimargues lotissement Sud ouest	7.24	7.19	-0.05
aim_vid_03	Aimargues sud	7.06	7.02	-0.04
aim_vid_01	Aimargues amont SNCF	7.03	6.98	-0.05
vid_2	Aimargues cave coopérative	7.694	7.178	-0.516

3.2 Modélisation de l'état initial

Les crues du Vidourle de période de retour 10, 20, 50, 100 ans, crue de référence type septembre 2002, et la crue exceptionnelle de débit 3000 m3/s, sont simulées en état initial.

3.2.1 Scénarios hydrologiques du Vidourle

Les scénarios hydrologiques du Vidourle simulés sont issus des études antérieures, dont les hypothèses de débits sont celles de l'étude du Plan Vidourle, fournies dans le rapport de 2005 « étude complémentaire du scénario retenu ».

Les crues modélisées sont les suivantes :

- Crue de période de retour 10 ans, de débit à l'autoroute 1022 m3/s
- Crue de période de retour environ 20 ans, de débit à l'autoroute 1200 m3/s
- Crue de période de retour environ 50 ans, de débit à l'autoroute 1730 m3/s
- Crue de période de retour environ 100 ans, de débit à l'autoroute 1888 m3/s
- Crue de type septembre 2002, de débit à l'autoroute 2400 m3/s
- Crue exceptionnelle, de débit à l'autoroute 3000 m3/s

Le tableau ci-après rappelle la synthèse hydrologique fournie dans le rapport de l'étude Villetelle La mer de 2005.

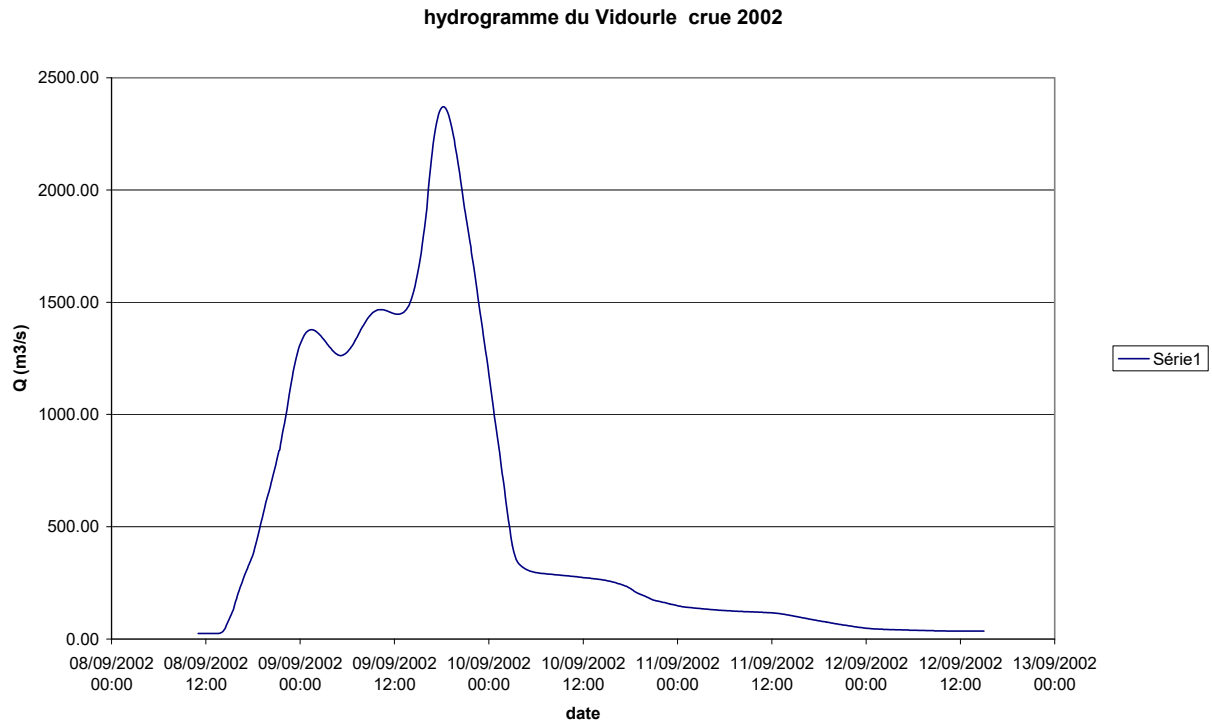
Tableau 3 : débit de crue du Vidourle (source étude Villetelle La mer, 2005, p11)

Scénario	Débit
T = 10 ans	1 022 m^3/s
T = 20 ans	1 287 m^3/s
T = 50 ans	1 631 m^3/s à 1730 m3/s
T = 100 ans	1 888 m^3/s
Crue de type septembre 2002	2 400 m^3/s
Crue de type décembre 2002	1 200 m^3/s
Crue de type décembre 1996	1 000 m^3/s

Le débit de la crue exceptionnelle est issu de l'étude hydrologique validée par les services de l'Etat dans le cadre des études pour le projet RFF de Contournement Nîmes Montpellier et du Plan Vidourle.
Il n'est pas donné dans les documents existants de période de retour pour cette crue exceptionnelle.
La période de retour de la crue de septembre 2002 de débit 2400 m3/s est estimée dans l'étude Villetelle-La mer entre 200 et 400 ans (avec l'influence des barrages).
La crue exceptionnelle serait équivalente à celle de 2002 sans les barrages du bassin versant amont du Vidourle. Sur un ajustement de Gumbel, à partir des données de l'étude Villetelle La mer (d'après rapport de phase 4, 2005), ce débit serait approximativement celui d'une crue millénale avec barrage.

Les hydrogrammes des scénarios de crues sont déduits par homothétie de l'hydrogramme de la crue de septembre 2002 fourni ci-après.

Figure 3 : hydrogramme de la crue de septembre 2002



Les scénarios de crue du Vidourle sont associés à une crue décennale du Razil de débit de pointe 12 m3/s, dont l'hydrogramme est issu de l'étude du PPRi Rhôny (EGIS 2015).

3.2.2 Hypothèses de digues

Les simulations en état initial sont réalisées dans l'hypothèse **sans rupture de digue**, ni en rive gauche, ni en rive droite.
L'hypothèse de non rupture en rive gauche est justifiée par les travaux de sécurisation des digues réalisés sur Gallargues le Montueux, Aimargues et la digue classée de St Laurent d'Aigouze.
En rive droite, cette hypothèse est justifiée par soucis de sécurité pour le calcul des cotes d'eau en rive gauche. En effet, par rapport à la crue historique de 2002 avec les brèches en rive droite, les résultats des cotes d'eau dans la plaine rive gauche sont supérieurs, dans le cas sans brèche en rive droite, d'environ +10 cm à Aimargues et un peu moins de +10 cm à Gallargues. Les calculs sont donc réalisés dans l'hypothèse, sécuritaire pour la rive gauche, de confortement des digues rive droite à la cote actuelle (c'est-à-dire sans projet de zone déversante en aval de la RN113).

3.2.3 Résultats des simulations de l'état initial

3.2.3.1 Débits surversés dans la plaine rive gauche

Les débits maximum surversés en rives droite et gauche du Vidourle et transitant dans le lit mineur calculés par la modélisation globale du Vidourle dans l'hypothèse **sans brèche** sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 4 : synthèse des débits du Vidourle surversés et dans le lit mineur (hypothèse sans brèche)

position		crue 10 ans	crue 20 ans	crue 50 ans	crue 100 ans	crue type sept 2002	crue exceptionnelle
autoroute A9		**1022**	**1200**	**1750**	**1888**	**2400**	**3000**
digue entre A9 et voie ferrée	rive gauche (déversoir Pitot)	166	301	783	949	1384	1858
voie ferrée	**lit mineur**	**838**	**887**	**1214**	**1304**	**1642**	**1961**
digue entre BRL et RN113	rive gauche	10	34	170	345	623	838
	rive droite (déversoir Lunel)	0	0	1	7	40	105
RN113	**lit mineur**	**826**	**852**	**943**	**954**	**979**	**992**
	lit majeur rive gauche	155	266	665	790	1268	1802
	lit majeur rive droite	0	0	0	<7	<40	<100
digue entre RN113 et Marsillargues	rive gauche	5	10	57	64	80	86
	rive droite	0	0	0 (limite)	0.2	0.5	0.7
Marsillargues	**lit mineur**	**820**	**841**	**889**	**893**	**902**	**906**
St Laurent d'Aigouze	**lit mineur**	**808**	**820**	**836**	**837**	**839**	**840**
digue entre pont Marsillargues et Tamariguière	rive gauche	11	27	55	57	62	69
	rive droite	48	60	66	71	73	75
déversoir Tamariguière	rive droite	59	61	61	63	63	63
aval Tamariguière	**lit mineur**	**692**	**688**	**705**	**708**	**711**	**712**

Le débit du lit mineur du Vidourle **est écrêté de façon importante entre l'autoroute et la RN113**, étant donné les **très forts débordements sur les digues rive gauche sur ce tronçon** (essentiellement sur les déversoirs de Pitot).

Le débit du lit mineur en aval du pont de la RN113 varie donc peu entre les différentes crues (il est compris entre environ 800 et 1000 m3/s).

Le débit qui transite **en rive gauche est très important au niveau de la RN113**, et augmente fortement avec la période de retour de la crue :

- environ 150 m3/s pour une crue 10 ans
- environ 260 m3/s pour une crue 20 ans
- environ 660 m3/s pour une crue 50 ans
- environ 800 m3/s pour une crue 50 ans
- environ 1300 m3/s pour la crue de référence de type Septembre 2002

- et 1800 m3/s pour une crue exceptionnelle.

Entre la RN113 et St Laurent d'Aigouze, les débits du lit mineur diminuent légèrement par surverse là aussi sur **la rive gauche**, les débordements rive gauche deviennent importants à partir de 50 ans. Sur ce tronçon, on note quelques points de surverse en rive gauche, bien moins importants que ceux en amont de la RN113, localisés :

- vers le moulin St Michel (hauteur d'eau sur digue inférieure à 50 cm pour la crue exceptionnelle)
- en amont de la voie ferrée (hauteur d'eau sur digue environ 20 cm pour la crue exceptionnelle) et entre la voie ferrée et la RD 265
- entre la route d'Aimargues et le mas de Teillan (environ 30 à 40 cm pour la crue exceptionnelle entre Bornier et Teillan, et quelques zones en aval de Teillan).

Au sud de St Laurent d'Aigouze, les débits du lit mineur diminuent de façon importante, par débordement important sur la rive droite cette fois ci. Sur ce tronçon il y a très peu de débordements sur la rive gauche.

3.2.3.2 Résultats dans la plaine rive gauche

Les scénarios de crue du Vidourle 10, 20, 50, 100 ans, type septembre 2002 et exceptionnelle, en état initial **sans brèche** sont réalisés sur le modèle 2D à partir des hydrogrammes surversés sur les digues calculés par le modèle global.

Les résultats des crues donnés **en annexe 1** se présentent sous la forme de cartographie des cotes d'eau, hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement aux mailles 2D.

Les cartes des hauteurs d'eau sont données sur les figures ci-après. Sur les figures ont été rajoutés les résultats des débits calculés par la modélisation globale par surverse sur les digues rive gauche.

Figure 4 : cartographie des hauteurs d'eau crue 10 ans état initial sans brèche

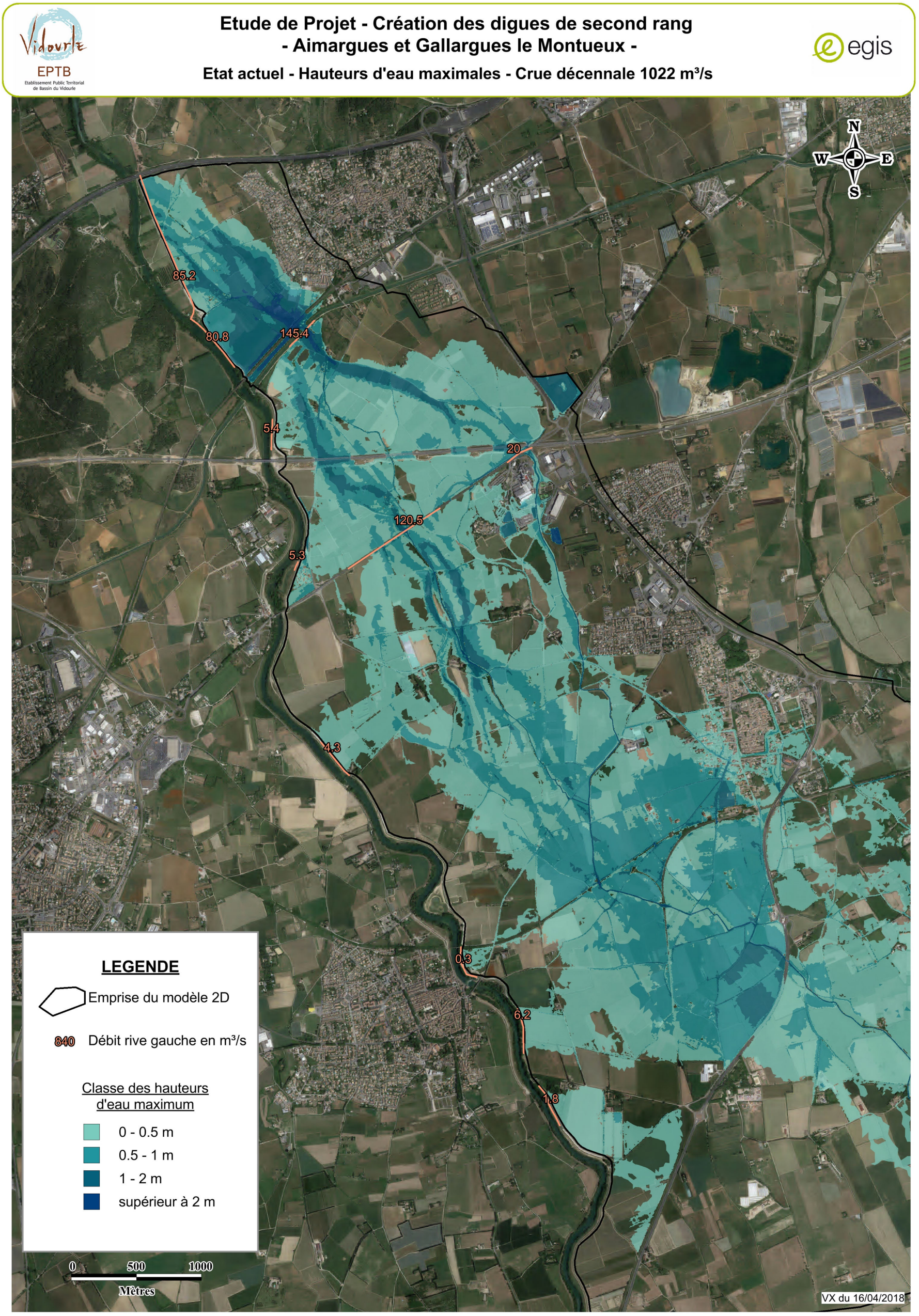


Figure 5 : cartographie des hauteurs d'eau crue 20 ans état initial sans brèche

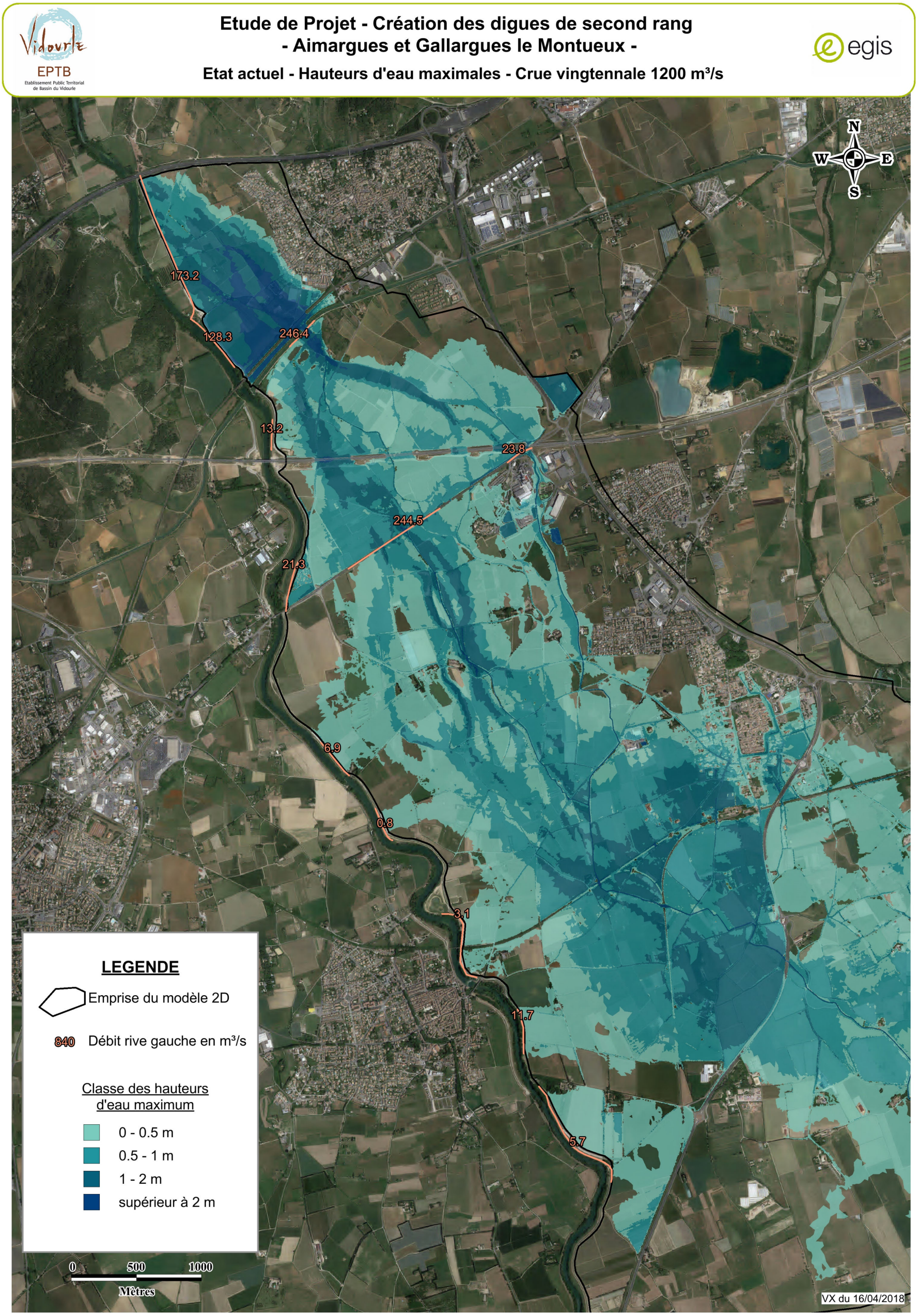


Figure 6 : cartographie des hauteurs d'eau crue 50 ans état initial sans brèche

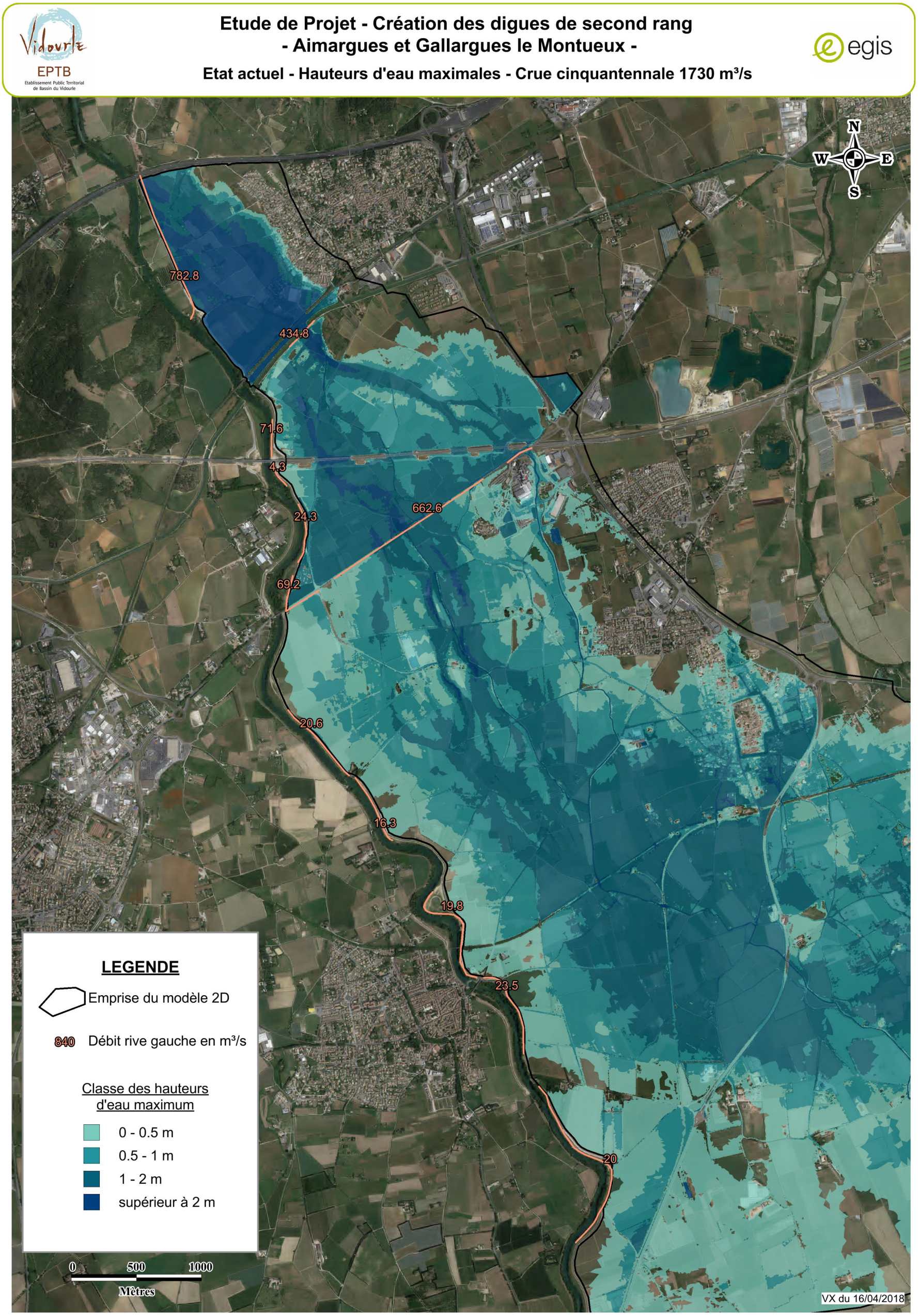


Figure 7 : cartographie des hauteurs d'eau crue 100 ans état initial sans brèche

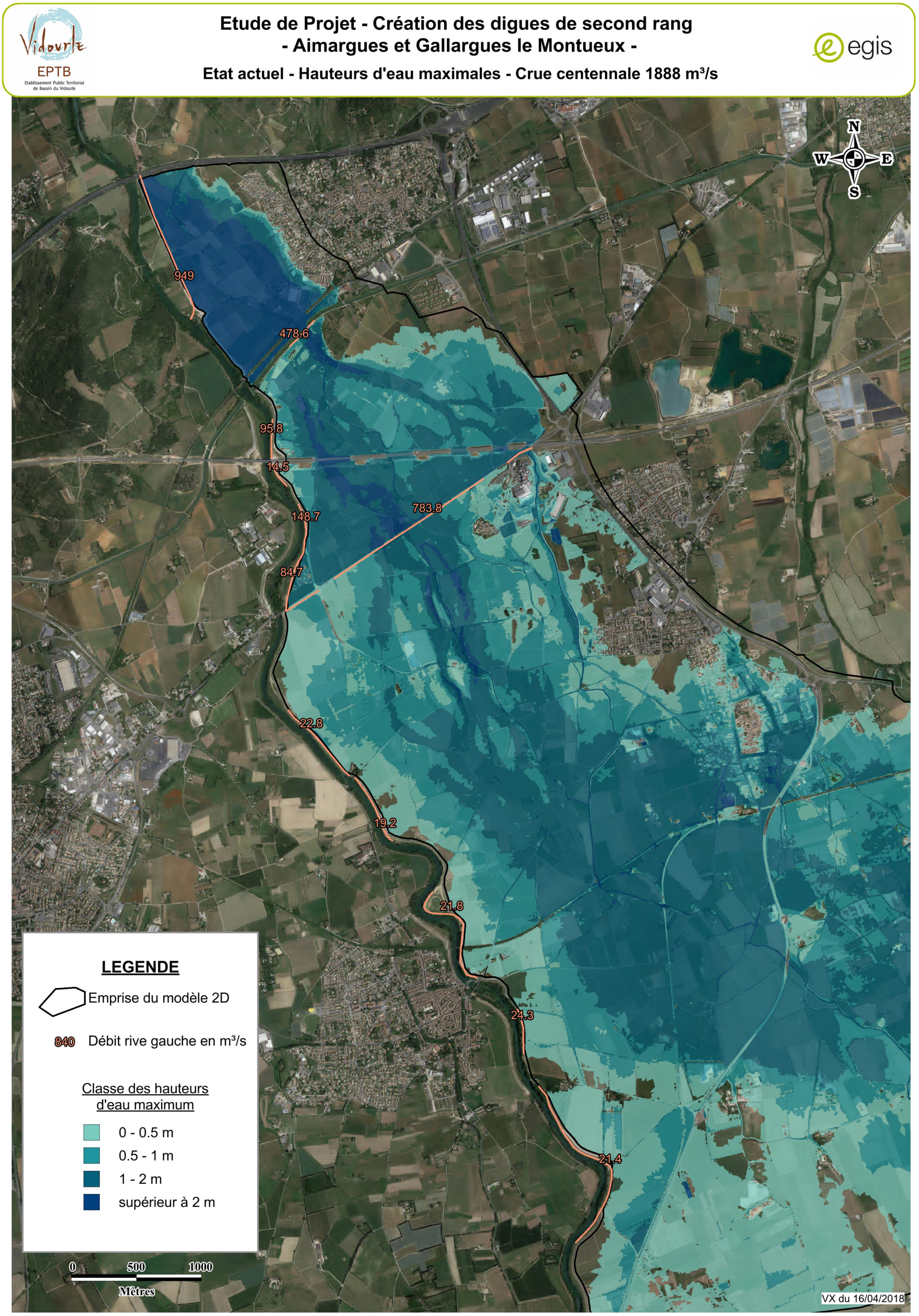


Figure 8 : cartographie des hauteurs d'eau crue septembre 2002 état initial sans brèche

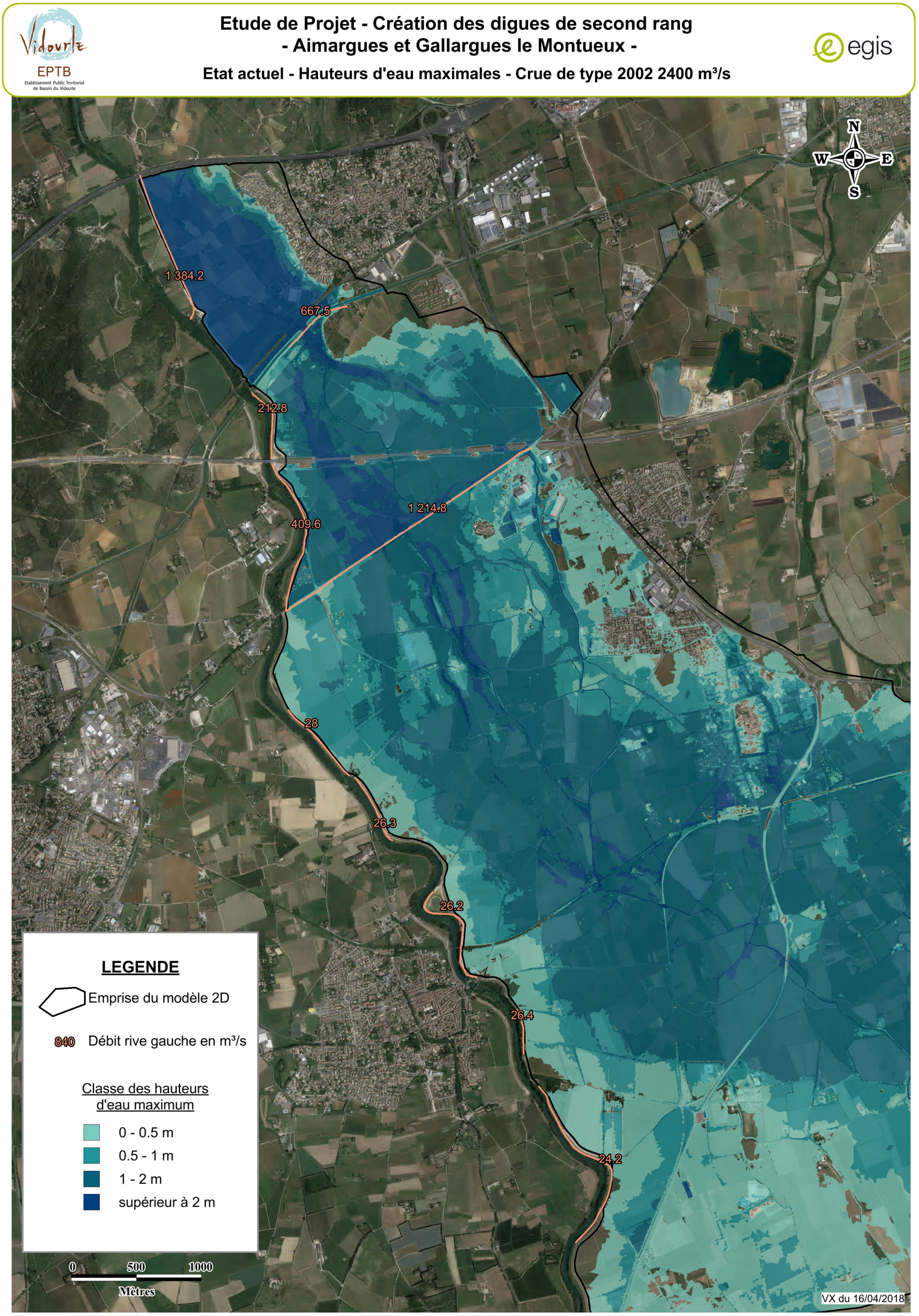
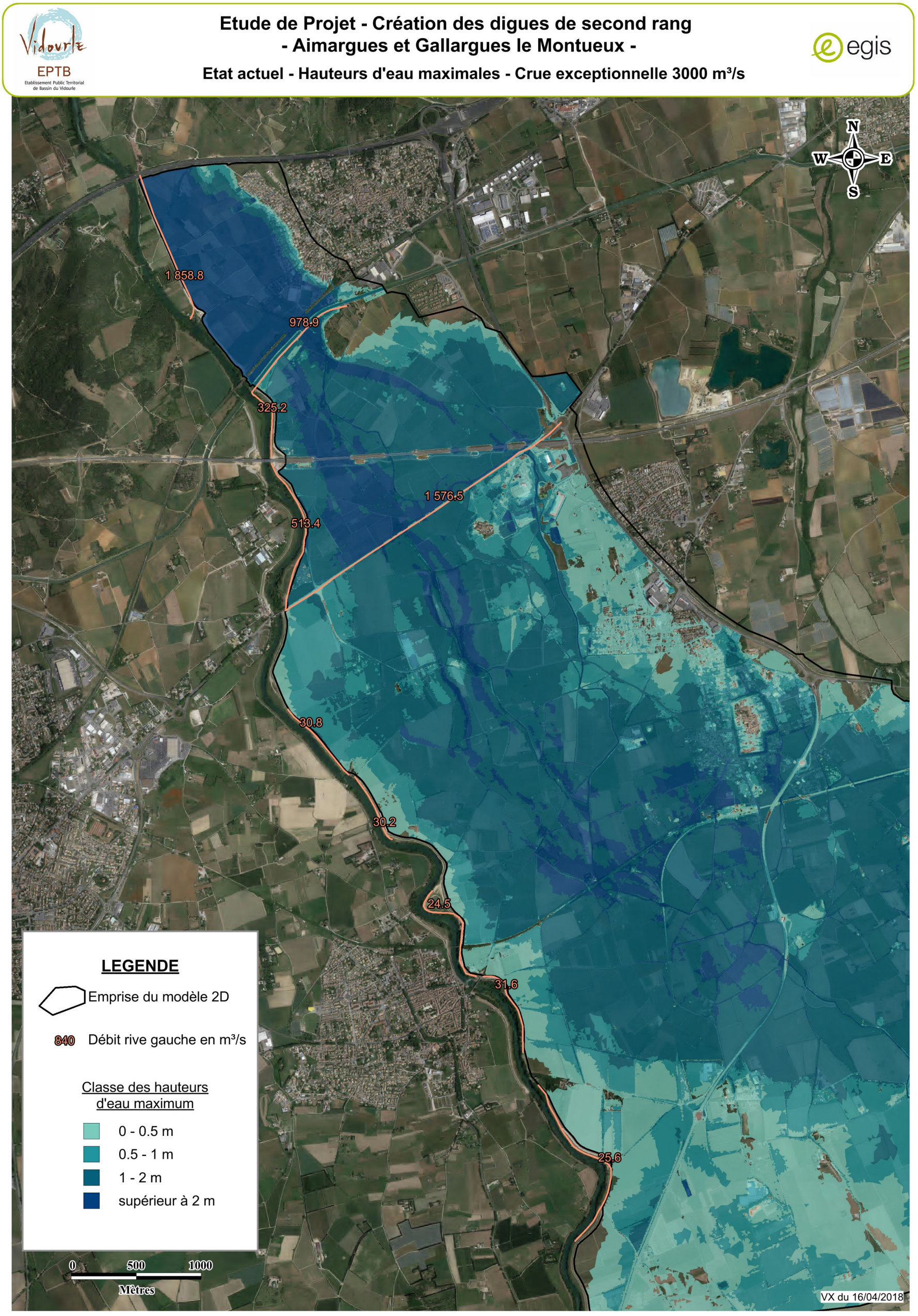


Figure 9 : cartographie des hauteurs d'eau crue exceptionnelle état initial sans brèche



3.2.3.3 Résultats sur la commune de Gallargues Le Montueux

La plaine rive gauche est inondée dès la **crue décennale** avec des hauteurs d'eau importantes (supérieures à 1 m), l'emprise de l'inondation atteint le pied des premières maisons. Les vitesses sont faibles : 0.1 à 0.3 m/s dans la plaine.

Pour la **crue 20 ans**, les hauteurs d'eau sont supérieures de 60 cm par rapport à la crue 10 ans. Les premières maisons au sud sont inondées avec environ 50 cm d'eau, et le stade au sud avec plus de 1m. La clinique vétérinaire au sud de la voie ferrée est inondée avec moins de 50 cm. Les vitesses sont faibles : 0.1 à 0.3 m/s dans la plaine.

Pour la **crue 50 ans**, les hauteurs d'eau sont supérieures de 90 cm par rapport à la crue 20 ans. Les maisons rue Courbet et rue du Péras sont inondées avec des hauteurs comprises entre 50 cm à plus de 1 m pour les plus basses. Le stade, la piscine et les terrains de tennis sont inondés avec des hauteurs comprises entre 50 cm et 2 m au niveau du stade. La clinique vétérinaire au sud de la voie ferrée est inondée avec environ 1 m. L'inondation remonte sur la route RD12 et vers la cave coopérative. Les vitesses dans la plaine varient entre 0.1 à 0.5 m/s.

Pour **la crue 100 ans**, les hauteurs d'eau sont supérieures de 20 cm par rapport à la crue 50 ans. Les maisons rue Courbet et rue du Péras sont inondées avec environ 50 cm à plus de 1 m pour les plus basses. L'inondation atteint la rue Frédéric Mistral. Le stade, la piscine et les terrains de tennis sont inondés avec moins de 50 cm pour la piscine et plus de 2 m pour le stade. La clinique vétérinaire au sud de la voie ferrée est inondée avec plus de 1 m. L'inondation remonte sur la route RD12 et vers la cave coopérative. Les vitesses dans la plaine varient entre 0.1 à 0.5 m/s.

Pour la **crue de référence type septembre 2002**, les hauteurs d'eau sont supérieures de 60 cm par rapport à la crue 100 ans. L'inondation atteint le pied des maisons rue du Couchant. Les deux premières rangées de maisons entre le chemin de la Monnaie et celui du pont Romain sont inondées avec des hauteurs entre 0.5 et 1 m. Entre le chemin du pont romain et celui de Veindran, les maisons sont inondées jusqu'à la rue Frédéric Mistral avec une hauteur d'eau comprise entre 0.5 et 2m. Le stade, les terrains de tennis et la piscine sont inondées avec 1 m à plus de 2 m d'eau pour le stade. Les maisons le long de la rue des 28 ponts sont inondées avec des hauteurs entre 0.5 à 1m.

En aval de la voie ferrée, la clinique vétérinaire au sud de la voie ferrée est inondée avec plus de 1 m. L'inondation remonte sur la route RD12 et vers la cave coopérative, inondée avec moins de 50 cm.

L'inondation remonte vers le centre ville sur la RD12 dans l'ouvrage sous la voie ferrée.

Les hauteurs d'eau pour la crue septembre 2002, au droit du futur projet de digue de 2nd rang, varient entre 2 m, au droit du chemin de la Monnaie, à 4 m, à l'amont immédiat de la voie SNCF.

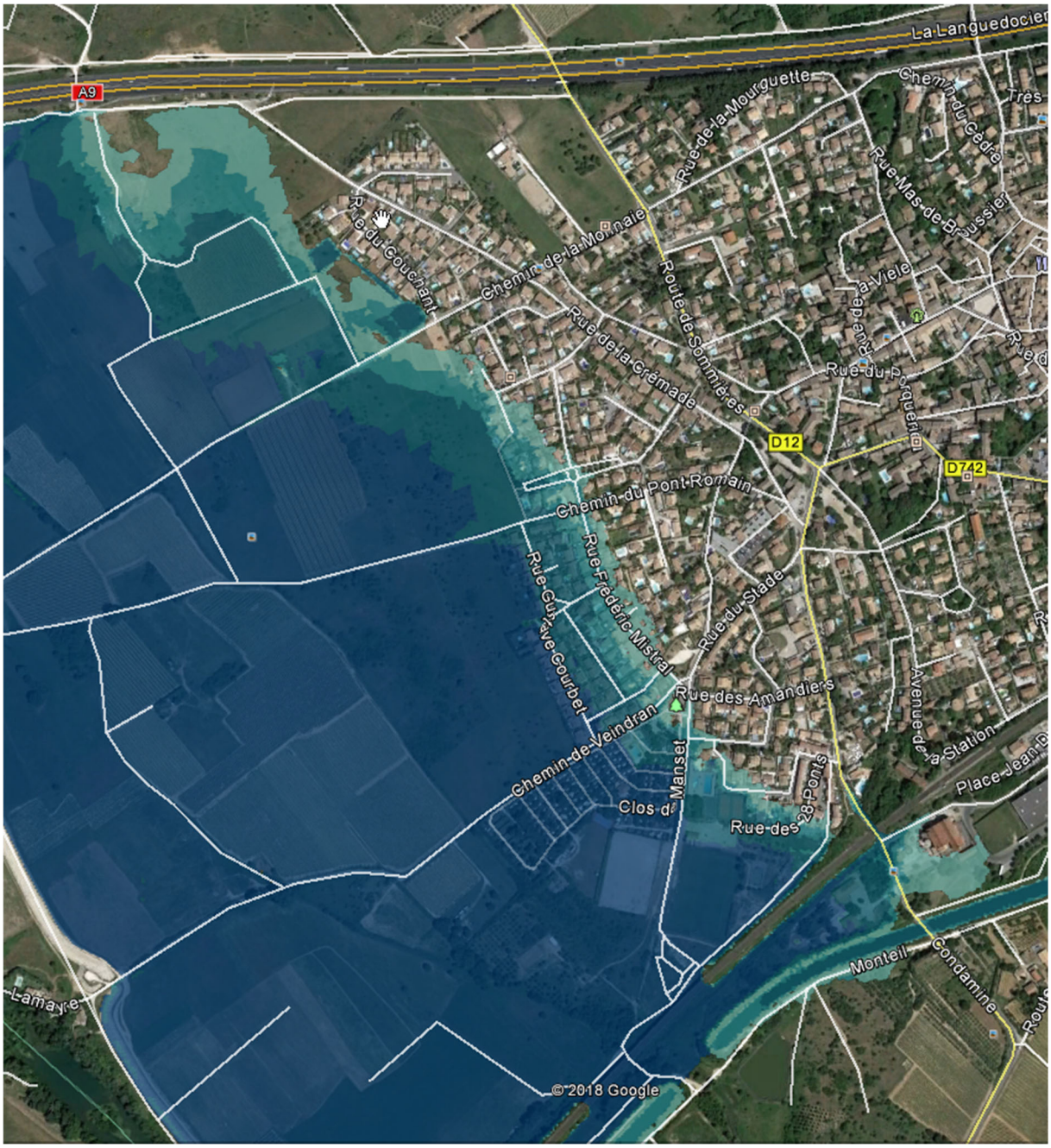
Les cotes d'eau varient entre 16.8 m NGF en aval de l'autoroute, 16.6 m NGF chemin de la Monnaie, 16.5 m NGF chemin de Veindran et 16.4 m NGF en amont de la voie ferrée.

Les vitesses dans la plaine sont comprises entre 0.2 et 0.6 m/s.

Pour la **crue exceptionnelle de 3000 m3/s**, les hauteurs d'eau sont augmentées de 0.6 m par rapport à la crue septembre 2002. Les vitesses dans la plaine varient entre 0.3 et 0.8 m/s.

La figure suivante donne l'emprise de la zone inondée et les hauteurs d'eau sur le centre de Gallargues pour la crue de référence.

Figure 10 : inondation de Gallargues pour la crue de référence



3.2.3.4 Résultats de l'état initial sur la commune d'Aimargues

Pour la **crue décennale**, les surverses du Vidourle sur les digues transitent sur Aimargues principalement par la dépression de la Cubelle, et commencent à déborder dans les enjeux bâtis de la partie sud du centre-ville du fait du blocage par l'ancienne voie ferrée (avec des hauteurs d'eau inférieures à 50 cm). Dans le secteur de Royal Canin, les débits du Vidourle et du Razil transitent par la Seriguette à l'est de Royal Canin qui commence à déborder sans toucher d'enjeu bâti. Les vitesses sont faibles dans la plaine, de l'ordre de 10 cm/s sauf dans la Seriguette et la Cubelle, où elles sont supérieures à 0.5 m/s.

Pour la **crue 20 ans**, les cotes d'eau sont supérieures par rapport à la crue 10 ans, d'environ 10 cm sur le secteur Royal Canin et 30 cm sur le centre d'Aimargues. La Seriguette commence à déborder au sud de Royal Canin. Le sud du centre urbain d'Aimargues est inondé avec localement plus de 1 m dans le lotissement rue Rémy Valez et avenue de Marsillargues, et dans les maisons au sud des boulevards des Candinières et Sallebardine. Le secteur de l'entreprise Calvet est aussi inondé avec moins de 50 cm. Les vitesses sont faibles dans la plaine, de l'ordre de 10 cm/s sauf dans la Seriguette et la Cubelle, où elles sont supérieures à 0.5 m/s.

Pour la **crue 50 ans**, les cotes d'eau sont supérieures par rapport à la crue 20 ans, d'environ 20 cm sur le secteur Royal Canin et 40 cm voir plus sur Aimargues. La Seriguette déborde au sud de Royal Canin et en rive gauche vers la route de Sommières et l'avenue de la Petite Camargue, mais avec des débits et des hauteurs d'eau très faibles (inférieures à 10 cm). Les débordements de la Sériguette dans le secteur Royal Canin commencent à toucher des bâtiments. Le sud du centre urbain d'Aimargues est inondé avec localement plus de 1 m dans le lotissement rue Rémy Valez et l'avenue de Marsillargues, et dans les maisons au sud des boulevards des Candinières et Sallebardine. Le nord du centre-ville, secteur mas d'Andron est touché par les inondations. Le secteur de l'entreprise Calvet est aussi inondé avec moins de 50 cm. Les vitesses dans la plaine sont de l'ordre de 20 à 40 cm/s, sauf dans la Seriguette et la Cubelle, où elles sont d'environ 1 m/s.

Pour la **crue 100 ans**, les cotes d'eau sont supérieures par rapport à la crue 50 ans, d'environ 10 cm sur le secteur Royal Canin et 20 cm sur Aimargues. La Seriguette déborde au sud de Royal Canin et en rive gauche vers la route de Sommières et l'avenue de la Petite Camargue, mais avec des débits et des hauteurs d'eau très faibles (inférieures à 10 cm). Les débordements de la Sériguette dans le secteur Royal Canin commencent à toucher des bâtiments. Les premières maisons à côté de la Seriguette dans le lotissement les Oliviades et l'entreprise Fermetures du sud, sont inondées. Le sud du centre urbain d'Aimargues est inondé avec localement plus de 1 m dans le lotissement rue Rémy Valez et l'avenue de Marsillargues, et dans les maisons au sud des boulevards des Candinières et Sallebardine. Le nord du centre-ville, secteur mas d'Andron, est touché avec environ 50 cm. Le secteur de l'entreprise Calvet est aussi inondé avec plus de 50 cm. Les vitesses dans la plaine sont de l'ordre de 20 à 40 cm/s, sauf dans la Seriguette et la Cubelle, où elles sont d'environ 1 m/s.

Pour la crue de **référence type septembre 2002,** les cotes d'eau sont supérieures par rapport à la crue 100 ans, d'environ 20 cm sur le secteur Royal Canin et 20 cm sur Aimargues. La Seriguette déborde au sud de Royal Canin et en rive gauche vers la route de Sommières et l'avenue de la Petite Camargue, mais avec des débits et des hauteurs d'eau faibles (environ 20 cm). Les débordements de la Sériguette dans le secteur Royal Canin touchent des bâtiments avec des hauteurs d'eau en générale inférieures à 50 cm, localement plus. Les premières maisons à côté de la Seriguette dans le lotissement les Oliviades et l'entreprise Fermetures du sud, sont inondées avec moins de 50 cm. Le sud du centre urbain d'Aimargues est inondé avec plus de 1 m dans le lotissement rue Rémy Valez et l'avenue de Marsillargues, et dans les maisons au sud des boulevards des Candinières et Sallebardine. Le nord du centre-ville, secteur mas d'Andron, est touché avec des hauteurs comprises entre 50 cm et 1 m. Le secteur de l'entreprise Calvet est aussi inondé avec un peu plus de 1m. Les

maisons au nord de la voie ferrée, dans le secteur de la cave coopérative, sont touchées avec moins de 50 cm, celles au sud de la voie ferrée avec 1 m ou plus. La voie ferrée est submersible avec moins de 50 cm.

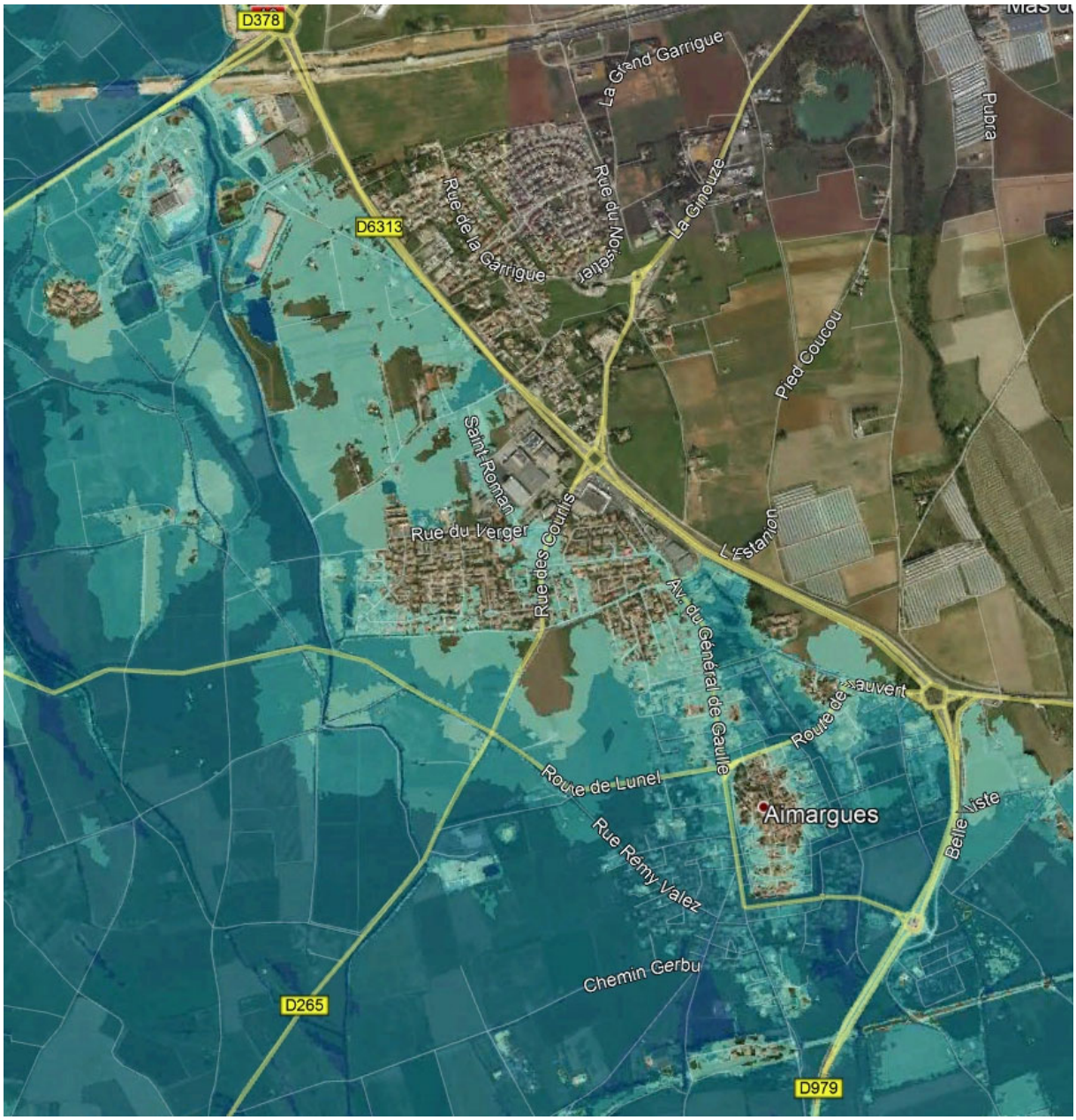
Les vitesses dans la plaine sont de l'ordre de 0.3 à 0.5 m/s sauf aux abords de la Seriguette et la Cubelle, où elles sont comprises entre 0.5 et 1 m/s.

Pour **la crue exceptionnelle,** les cotes d'eau sont supérieures par rapport à la crue de référence d'environ 20 cm sur le secteur Royal Canin et environ 10 à 20 cm sur Aimargues. Par rapport à la crue de référence, de nouveaux secteurs inondables apparaissent dans des enjeux bâtis (lotissement St Roman). Pratiquement toute la commune, sauf la partie la plus haute du centre-ville est inondée.

Les vitesses dans la plaine sont inférieures à 0.5 m/s sauf aux abords de la Seriguette et la Cubelle, où elles sont comprises entre 0.5 et 1 m/s, et entre 1 et plus de 1.5 m/s dans les ruisseaux.

La figure suivante donne l'emprise de la zone inondée et les hauteurs d'eau sur le centre d'Aimargues pour la crue de référence.

Figure 11 : inondation d'Aimargues pour la crue de référence



3.3 Modélisation des écoulements pluviaux

La modélisation des écoulements pluviaux a pour objectif le dimensionnement des futurs ouvrages hydrauliques des bassins versants interceptés par la digue et le dimensionnement des bassins de rétentions permettant le stockage du ruissellement pluvial en cas de crue concomitante du Vidourle.

Les ouvrages sur le réseau pluvial intercepté par la digue seront dimensionnés pour faire transiter le débit de pointe pour la crue de projet à déterminer. Il s'agit de ne pas aggraver les inondations à l'intérieur de la zone endiguée par la création d'un remblai. La période de retour décennale est a priori justifiée car les réseaux en amont ne permettent pas d'évacuer un débit supérieur.

Tous les ouvrages gravitaires seront munis de vannes ou clapet en cas de crue concomitante du Vidourle.

Dans le cas d'une concomitance avec une crue du Vidourle, les eaux devront être stockées dans des bassins de rétention à dimensionner qui seront vidangés soit par pompage soit gravitairement après la pointe de crue.

Il s'agit dans le cadre de cette première phase d'étude, de quantifier les apports des bassins versants potentiellement interceptés par le projet de digue de second rang. Un calcul plus précis devra être réalisé dans les phases ultérieures en fonction du tracé de digue retenu.

Les débits de pointe et volume de crue par sous bassins versants sont calculés par modélisation hydrologique, à partir des caractéristiques de pluie et de bassin versant pour chacune des deux communes.

3.3.1 Données de pluies

Les données de pluies utilisées sont celles retenues et validées per les Services de l'Etat dans le cadre des études de la ligne CNM Nîmes Montpellier (source étude RFF-OCVIA, dossier 3A, 2013).

Dans cette étude les données de pluies sont définies par zone géographique : zone 2 pour Gallargues Le Montueux (même zone que pour Lunel, où sont appliquées les données issues de l'étude DDA9 Montpellier), et zone 4 pour Aimargues (où sont utilisées les pluies de Nîmes Garons).

Les données des intensités de pluies horaires étant légèrement inférieures pour la zone d'Aimargues, nous retiendrons par la suite uniquement les données de la zone de Gallargues Le Montueux (et Lunel) pour les deux communes.

Les données de pluies horaires utilisées issues des études CNM sont donc les suivantes :

Figure 12 : zonage des pluies utilisées dans les études RFF/OCVIA (source DLE 2013 dossier 3a) :

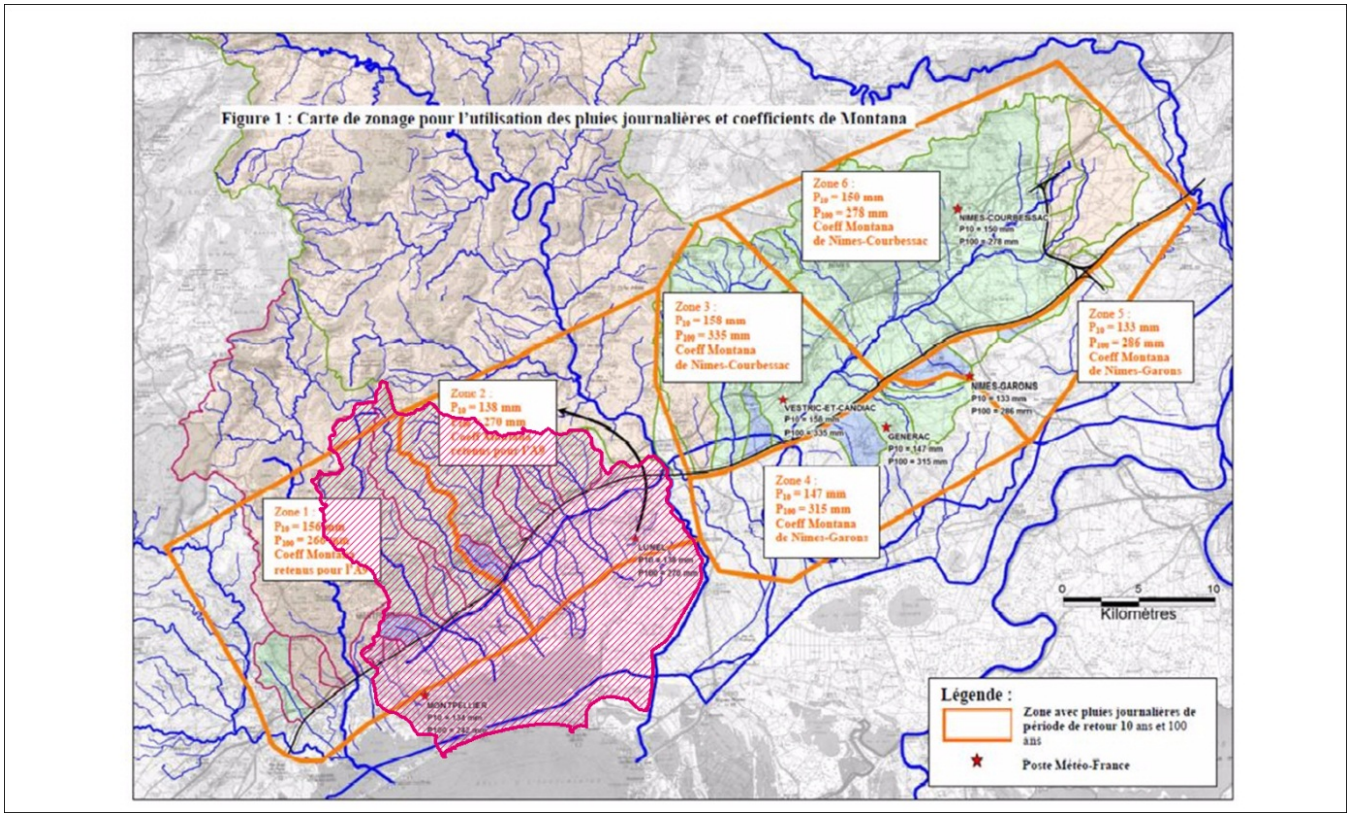


Tableau 5 : Paramètres de Montana des courbes IDF retenue dans étude CNM zone 2 (avec t en minutes et i en mm/h) :

Période de retour	Durée de la pluie	Coefficients de Montana	
		a	b
T=5ans	6min<t<60min	331.3	0.428
	60min<t<24h	1315.1	0.761
T=10ans	6min<t<80min	375.1	0.425
	80min<t<24h	1675.4	0.763
T=20ans	6min<t<100min	424.9	0.42
	100min<t<24h	2015.3	0.763
T=50ans	6min<t<2h	485.8	0.425
	2h<t<6h	1419.5	0.648
	6h<t<24h	4675.4	0.851
T=100ans	6min<t<2h	513.7	0.408
	2h<t<6h	1355.8	0.61
	6h<t<24h	6517.3	0.877

Tableau 6 : hauteurs de pluies retenues dans étude CNM zone 2 (en mm)

Quantiles des hauteurs de précipitations (mm) pour le projet A9 et CNM RFF (zones 2)										
Durées de retour	**6mn**	**15mn**	**30mn**	**1h**	**2h**	**3h**	**4h**	**6h**	**12h**	**24h**
5 ans	15,4	26,0	38,6	58,3	68,8	75,8	81,2	89,5	105,6	124,6
10 ans	17,5	29,7	44,2	65,8	86,8	95,6	102,3	112,7	132,8	156,5
20 ans	20,0	34,1	50,9	76,1	104,5	115,0	123,1	135,5	159,7	188,2
50 ans	22,7	38,4	57,2	85,3	127,6	147,2	162,9	187,3	207,7	230,3
100 ans	24,7	42,5	64,1	96,7	146,2	171,2	191,6	224,0	244,0	265,7

Les valeurs sont extrapolées pour 30 ans à partir des données précédentes les suivantes pour les différentes périodes de retour et les différentes durées de pluie :

Tableau 7 - Hauteurs de pluie retenues

Durée de la période intense	Hauteur de pluie (en mm) par période de retour		
	10 ans	**30 ans**	**100 ans**
15 mn	29.7	36.2	42.5
30 mn	44.2	54.0	64.1
1 h	65.8	80.7	96.7
2 h	86.8	118.9	146.2
3 h	95.6	130.8	171.2
6 h	112.7	153.9	224.0
12 h	132.8	181.1	244.0
24 h	156.5	213.2	265.7

Les pluies de projet modélisées sont des pluies de type Keiffer de durée totale 24 h et de durée intense 15mn, 30 mn, et 1h.
Ces pluies se caractérisent par une durée de pluie intense du même ordre de grandeur que le temps de concentration du bassin versant sur lequel elle est appliquée.
La propriété fondamentale du hyétogramme de cette pluie est qu'il est constitué d'éléments (hauteur précipitée sur une durée donnée) qui ont tous la même période de retour.
Ce type de pluie est donc pessimiste à la fois en terme de débit de pointe et de volume ruisselé (pour un dimensionnement sécuritaire des bassins de rétention).

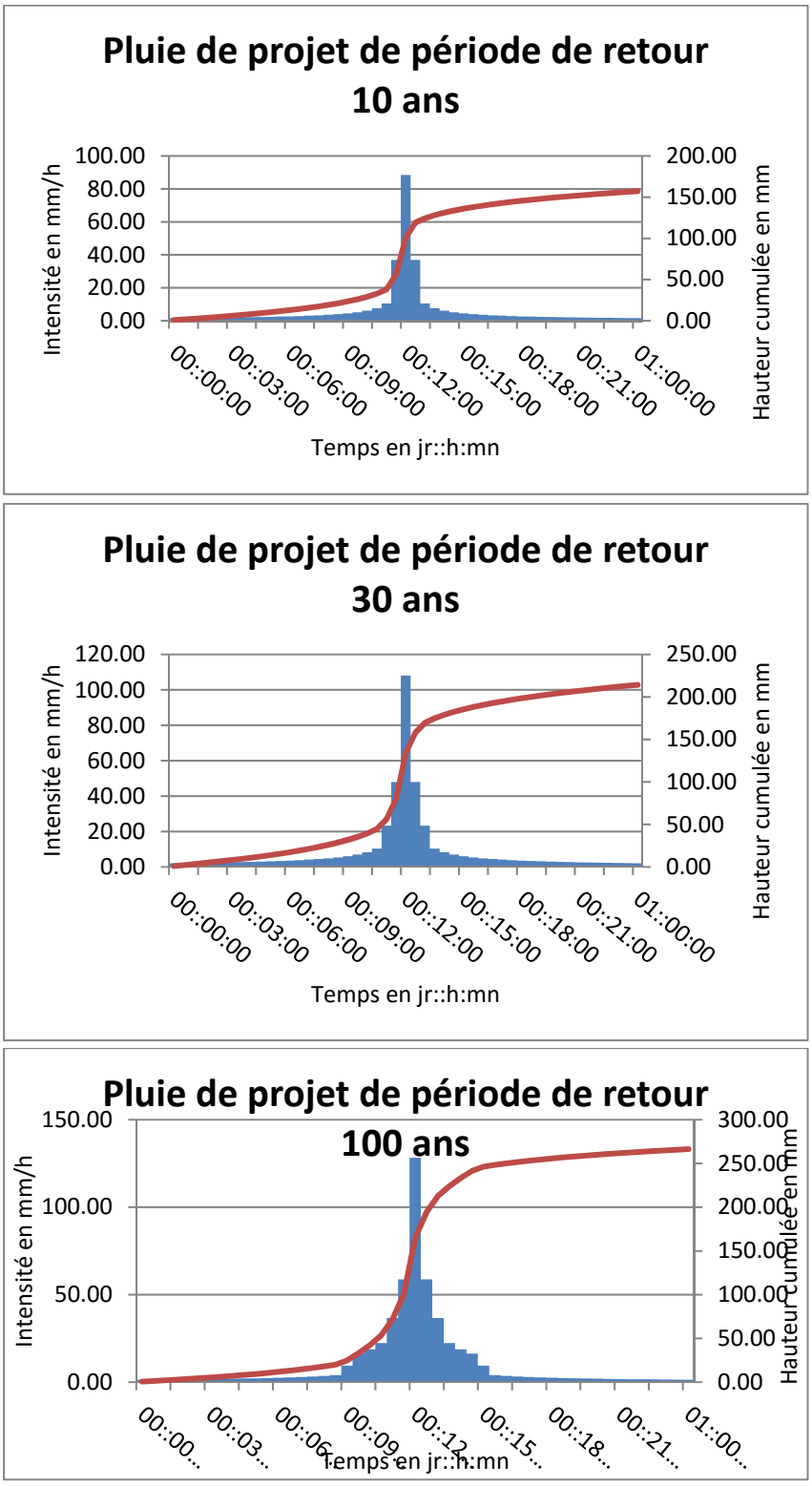
Tableau 8 - Caractéristiques des pluies de projet

Scénario de pluie	Hauteur totale sur 24 h (en mm)	Intensité maximale de la pluie (en mm/h)
Pluie de 10 ans - 30 mn	156.5	88.4
Pluie de 30 ans - 30 mn	213.2	108.1
Pluie de 100 ans - 30 mn	265.7	128.3

A noter que ces données sont sensiblement supérieures à celles utilisées précédemment dans l'étude de 2008 (issues du schéma directeur pluvial de la ville de Lunel, réalisé par BCEOM en 2004).

Les hyétogrammes des pluies de projet sont donnés ci-après.

Figure 13 - Hyétogrammes de la pluie de projet



3.3.2 Méthode de calcul des débits et volumes

Les débits de pointe et volume de crue par sous bassins versants ont été calculés par modélisation hydrologique avec le logiciel SIREA développé par EGIS, à partir des caractéristiques de pluie et de bassin versant.

Les calculs sont réalisés pour les pluies de période de retour 10, 30 et 100 ans, de durée totale 24 h et de durée intense adaptée au temps de concentration des sous bassins versants (15 mn, 30 mn, ou 1 h).

Les bassins versants intercepté par la digue sont appréhendés dans un premier temps sur la base de ceux identifiés dans les études de l'AVP 2008 et actualisés avec les nouvelles données topographiques (Lidar de l'EPTB levé en 2017).

Le découpage des bassins versants sera revu ultérieurement dans l'étude d'AVP en fonction du tracé retenu pour les digues de second rang, et des données de réseau pluvial fournies par les communes.

Les caractéristiques des sous bassins versants (pentes, surface, longueur et coefficient de ruissellement) sont ensuite déterminées.

L'occupation du sol est appréhendée par l'analyse des photos aériennes et des différents Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), en distinguant :

- les zones urbanisées (actuelle et future)
- les terres agricoles
- Les forêts et zones boisées;
- Les zones de végétation arbustive et/ou herbacée (pâturages);
- les zones humides.

Coefficients de ruissellement :

Les coefficients de ruissellement des sous bassins versants sont obtenus par pondération des coefficients estimés pour chaque type d'occupation des sols défini précédemment.
La détermination des coefficients de ruissellement est réalisée selon la même méthode que celle retenue dans le cadre des études CNM (méthode dite « des experts » définie lors des premières études hydrologiques menée par RFF/SNCF pour les études de la LGV).
Le coefficient de ruissellement dépend essentiellement de 3 paramètres : la pédologie, l'occupation des sols et la pente des bassins versants.
Selon la formule des experts, le coefficient de ruissellement dépend du temps de retour de la pluie : $C_T = 0{,}8.(1 - \frac{P_0}{P_{j(T)}})$.
Avec :
- $P_j(T)$ la hauteur de pluie journalière pour le temps de retour T en mm et
- P_0 la rétention initiale du bassin versant

Les hauteurs de pluie journalière pour chacun des temps de retour de l'étude sont les suivantes (d'après études CNM) :

Tableau 9 : pluies journalières

Temps de retour	Hauteur de pluie journalière (mm)
5 ans	124.64
10 ans	156.49
30 ans	213.17
50 ans	230.28
100 ans	265.70

Les valeurs de rétention initiale retenues sont les suivantes (d'après études CNM):

Tableau 10 : rétention initiale

Occupation	Pente (%)	P0 (terrain limoneux)
Urbanisée	0-5	10
agricole	0 - 5	35
forêts	0 - 5	65
pâturages	0 - 5	60

Les coefficients de ruissellement pour les périodes de retour 10, 30 et 100ans sont les suivants :

Tableau 11 : coefficients de ruissellement

Occupation	C10	C30	C100
Urbanisée	0.75	0.76	0.77
agricole	0.62	0.67	0.69
forêts	0.47	0.56	0.60
paturâges	0.49	0.57	0.62

La détermination des temps de concentration des bassins versants est réalisée par la méthode de Passini.

Les modèles hydrologiques sont composés d'une fonction de production (transformation de la pluie brute en pluie nette) et d'une fonction de transfert de la pluie nette à l'exutoire du bassin versant.
Les fonctions de production utilisées sont les méthodes rationnelles (dont les données sont la surface, le coefficient de ruissellement et le temps de concentration du bassin versant, détaillés ci avant).

3.3.3 Calculs des débits et volume pour la commune de Gallargues Le Montueux

Le découpage en sous bassins versants sur la commune de Gallargues Le Monteux est donné sur la figure ci-après.

Le tableau suivant donne les caractéristiques de chaque sous bassin versant (surface, longueur, pente, coefficient de ruissellement, temps de concentration).

Tableau 12 : caractéristiques des bassins versants sur la commune de Gallargues Le Montueux

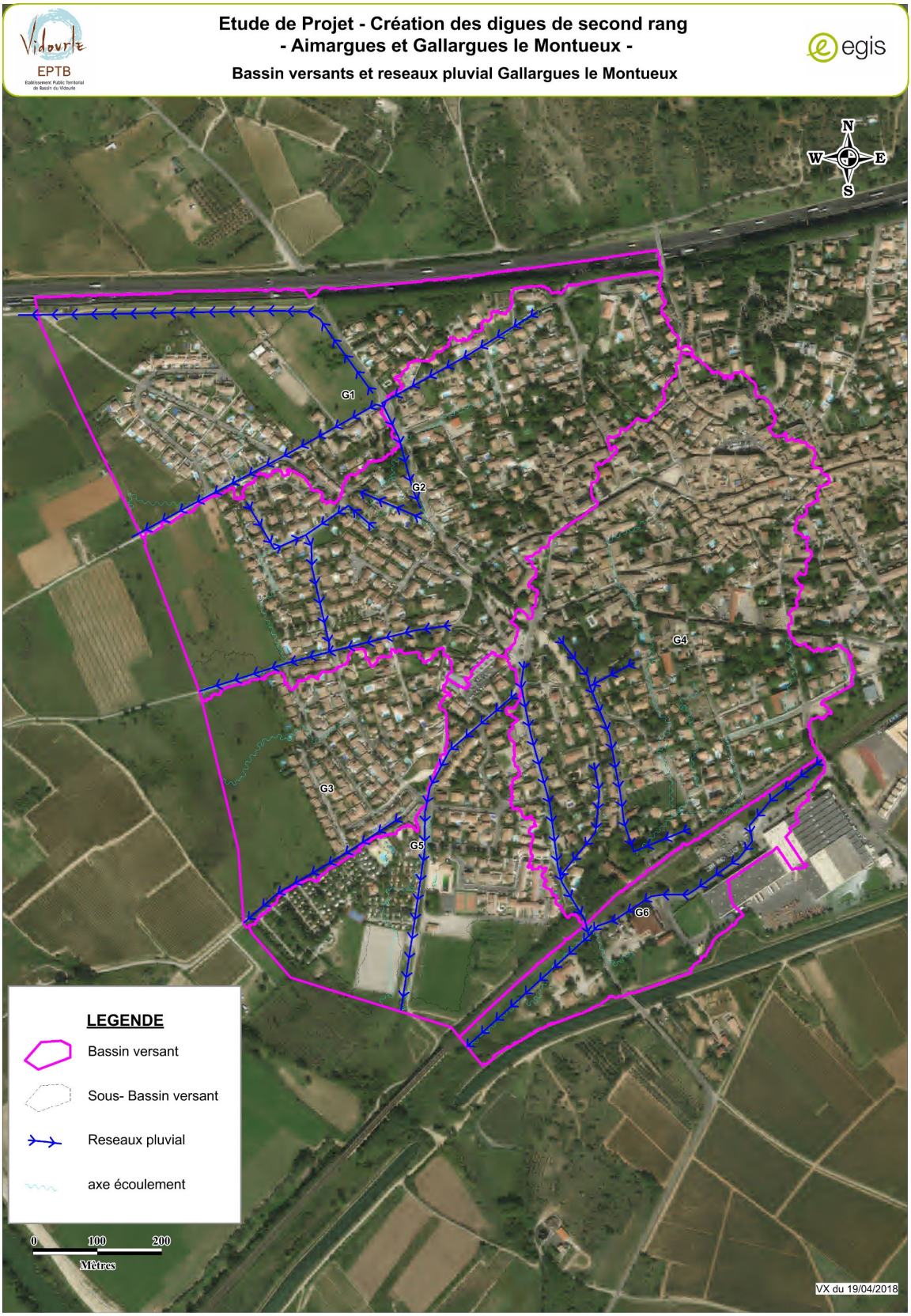
bassin versant	surface totale (m2)	longueur (m)	pente (m/m)	coefficient de ruissellement 10 et 30 ans	coefficient de ruissellement 100 ans	temps de concentration (mn)
G1	180 799	970	0.017	0.59	0.69	28
G2	275 087	1 125	0.039	0.67	0.77	22
G3	103 152	490	0.020	0.62	0.72	17
G4	291 646	980	0.045	0.70	0.80	20
G5	134 628	574	0.022	0.65	0.75	19
G6	69 861	700	0.009	0.55	0.65	24

Les résultats des modélisations hydrologiques pour les pluies 10 et 30 ans sont donnés ci-après (débit maximal et volume de ruissellement).

Tableau 13 : résultats de la modélisation hydrologique sur Gallargues Le Montueux

bassin versant	Q max (m3/s) 10 ans	volume (m3) 10 ans	Q max (m3/s) 30 ans	volume (m3) 30 ans
G1	2.53	16730	3.11	22810
G2	4.47	28950	5.48	39460
G3	1..55	10040	1.9	13680
G4	4.97	32080	6.09	43700
G5	2.12	13740	2.6	18720
G6	0.91	6040	1.11	8220

Figure 14 : découpage en bassins versants sur la commune de Gallargues Le Montueux



3.3.4 Calculs des débits et volume pour la commune d'Aimargues

Le découpage en sous bassins versants sur la commune d'Aimargues est donné sur la figure ci-après.

Le tableau suivant donne les caractéristiques de chaque sous bassin versant (surface, longueur, pente, coefficient de ruissellement, temps de concentration).

Tableau 14 : caractéristiques des bassins versants sur la commune d'Aimargues

bassin versant	surface totale (m2)	longueur (m)	pente (m/m)	coefficient de ruissellement 10 et 30 ans	coefficient de ruissellement 100 ans	temps de concentration (mn)
A1	108 251	450	0.004	0.57	0.67	37
A2	195 160	560	0.006	0.63	0.73	40
A3	128 442	580	0.007	0.61	0.71	33
A4	387 073	907	0.005	0.58	0.68	66
A5	106 591	370	0.012	0.50	0.60	20
A6	232 750	828	0.004	0.70	0.80	63
A7	810 717	2 120	0.002	0.66	0.76	174
A8	149 753	530	0.004	0.58	0.68	43
A9	555 843	1 034	0.002	0.56	0.66	110
A10	261 695	550	0.002	0.53	0.63	84
A11	268 437	940	0.001	0.61	0.71	106
A12	32 943	220	0.002	0.62	0.72	26

Les résultats des modélisations hydrologiques pour les pluies 10 et 30 ans sont donnés ci-après (débit maximal et volume de ruissellement).

Figure 15 : découpage en bassins versants sur la commune d'Aimargues

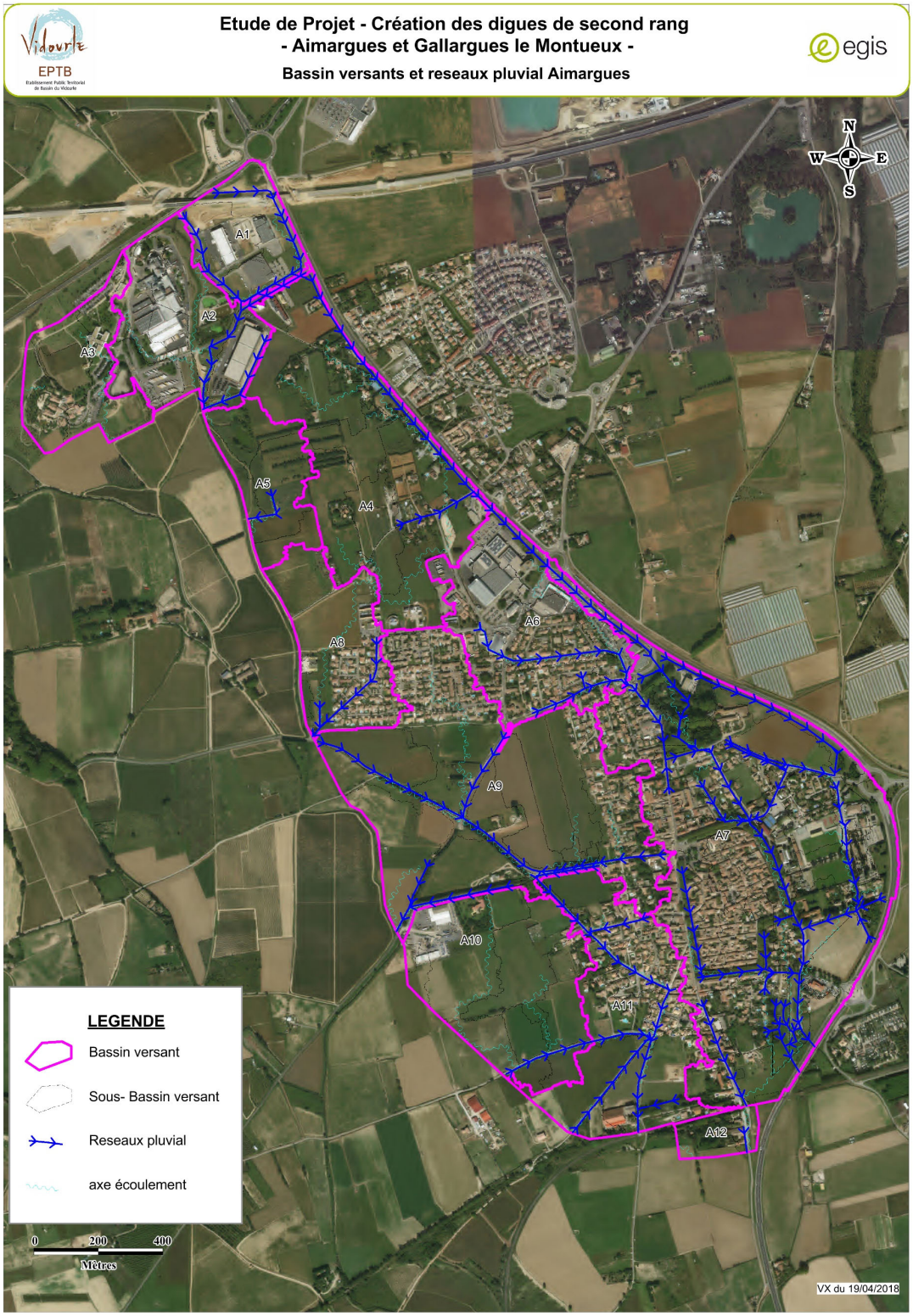


Tableau 15 : résultats de la modélisation hydrologique sur Aimargues

bassin versant	Q max (m3/s) 10 ans	volume (m3) 10 ans	Q max (m3/s) 30 ans	volume (m3) 30 ans
A1	1.4	9670	1.72	13180
A2	2.82	19290	3.47	26270
A3	1.83	12290	2.24	16740
A4	4	35210	4.9	47990
A5	1.27	8390	1.55	11390
A6	3	25550	3.6	34820
A7	6.2	83990	7.6	114470
A8	1.94	13620	2.39	18550
A9	4.5	48790	5.4	66530
A10	2.2	21720	2.7	29610
A11	2.4	25600	2.9	34930
A12	0.47	3200	0.58	4360

- **Problématique du Razil (Seriguette) dans le secteur Royal Canin**

Le ruisseau du Razil ou Seriguette est intercepté sur la partie nord du projet de digue de 2nd rang à Aimargues.

Ce ruisseau qui provient du nord de la zone d'étude, traverse la RN113 a fait l'objet d'aménagement dans le cadre de l'aménagement de Royal Canin et plus récemment lors de la construction de la ligne CNM.

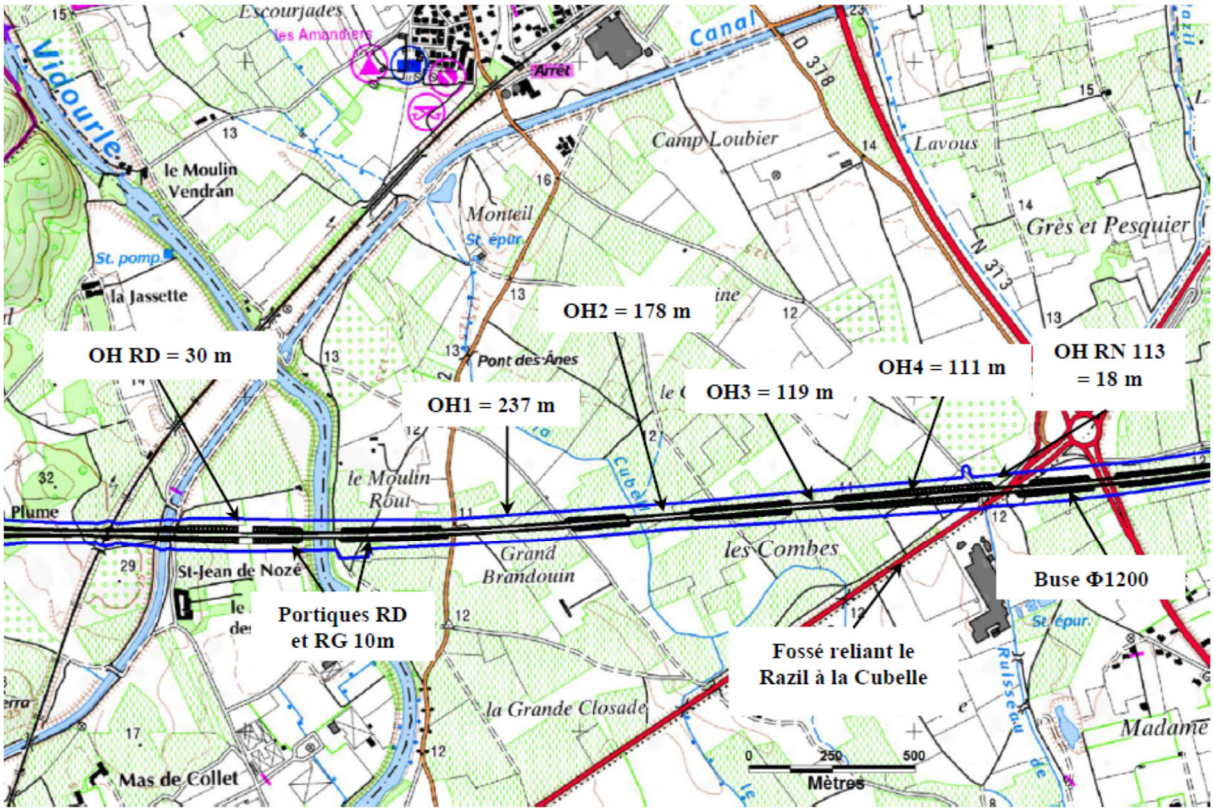
L'aménagement du Razil réalisé dans le cadre des travaux de la ligne CNM est figuré ci-dessous.

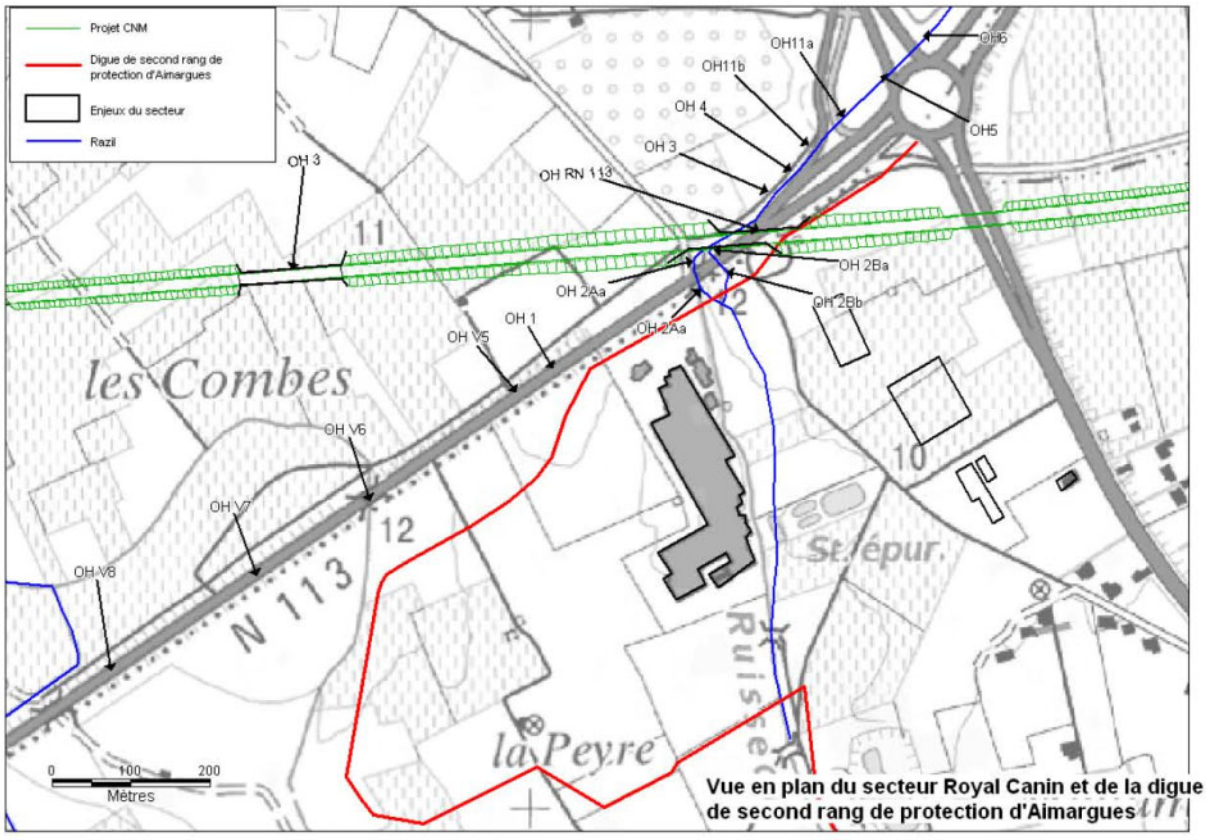
L'ouvrage, d'ouverture 18 m, réalisé pour le franchissement du Razil enjambe à la fois le Razil et la RN 113. Le lit du Razil a été rétabli pour les ouvrages OH2Ba et OH2Bb et les ouvrages OH2Aa et OH2Ab sous la RN113.
L'aménagement d'un fossé reliant le Razil à la Cubelle en amont de la RN 113 (longueur : 800m, largeur au fond 4m, largeur au sommet 10m, hauteur 2m), a de plus été réalisé pour qu'en cas de crue, les eaux soient dirigées vers le fossé longeant la RN113 au nord.

Dans l'étude CNM un débit de 33 m3/s a été pris en compte à l'amont du Razil. Les débits calculés dans l'étude de la dérivation de la Sériguette pour Royal Canin en 2001 par BCEOM est de 15 m3/s pour 10 ans et 30 m3/s pour 100 ans. Les débits calculés dans l'étude du PPRi du Rhôny sont de 13 m3/s pour la crue 10 ans et 26 m3/s pour la crue 100 ans.

Dans le projet de digue de 2nd rang, ce ruisseau intercepté en amont par le projet, devrait être détourné à l'extérieur de la digue. Dans l'AVP de 2008, il n'a pas été pris en compte dans les bassins versants interceptés par la digue.

Figure 16 : carte du ru du Razil interceptés par la digue d'Aimargues (source étude CNM)





4. Volet B : analyse multicritères des différents tracés de digue de 2nd rang

4.1 Propositions de tracés

Les propositions de tracés sont basées en première approche sur les études de projet réalisés en 2008 par BRL. Ces tracés ont fait l'objet ensuite de réunions de concertation avec les communes et la DDTM30, en juin 2018.
Ils sont décrits ci-après pour chacune des deux communes.

4.1.1 Commune de Gallargues Le Montueux

Le tracé de base issu du projet BRL de 2008 est figuré ci-après superposé aux zones inondables en état initial pour la crue type 2002.

Figure 17 : tracés de base pour Gallargues Le Montueux



Ce tracé a été présenté en Mairie et a fait l'objet de réunions de concertation et de visite sur site avec la commune, le 11 juin 2018.

Suite à la réunion avec la commune des scénarios de tracés supplémentaires ont été envisagés.

Il s'agit des scénarios suivants (cf implantation sur carte suivante) :

- Scénario 1 (rouge) : scénario issu de l'avp 2008, protection complète (y compris camping dans sa totalité, et stades)

- Scénario 2 (variante rose) : scénario 1 rapproché des habitations, coupant le camping avec protection uniquement de la zone de mobil-homes (la zone à l'ouest avec tentes serait non protégée), protection des stades

- Scénario 3 (variante en violet) : scénario sans protection du camping ni des stades, s'arrêtant au nord du camping (voir possibilité de fermeture) et digue passant au sud de la piscine (aux point hauts) protégeant la piscine, la station de relevage, le projet de bâtiment au stade (autorisé avec plancher + 2m/TN), les maisons rue 28 ponts (12 villas, dont 3 ou 4 villas sans vide sanitaire)

- Scénario 4 : idem avec mesures mitigation à la place de la digue sud piscine et rue 28 ponts

En concertation avec la commune et après visite de site, il n'est pas envisagé de protéger la clinique vétérinaire (comportant un bâti d'habitation, la clinique, un box à chevaux) au sud de la voie ferrée, étant donnée qu'elle est située dans un point bas topographique entre un fossé de pluvial au nord et le canal BRL au sud, et qu'il n'y a pas de solution technique simple pour la protéger.
De la même façon, l'inondation de la route d'entrée du village sous la voie ferrée devra être gérée dans un plan de gestion de crise (fermeture de la route). Ce secteur au sud de la voie ferrée comporte aussi l'ancienne cave coopérative mais qui n'est plus en activité actuellement.

Le scénario 3 n'a finalement pas été retenu car il conduit à réaliser un mur de plus de 3 m le long du chemin de Veindran entre les maisons et le camping (pas d'emprise disponible et hauteur de mur trop importante).

Ces scénarios ont été présentés à la DDTM30 le 25 juin 2018.

La DDTM souhaite que le tracé au nord du camping soit le plus proche possible des habitations, en prenant en compte l'emprise des bassins de rétention.

Le tracé sans protection du camping n'est pas retenu, car si le camping n'est pas protégé, l'inondation remonte dans le centre-ville, et il ne parait pas envisageable de couper le camping en deux.

De ce fait la solution variante retenue pour la modélisation est de conserver le tracé de base sur la partie nord, protégeant le centre-ville et le camping, de ne pas protéger le stade et de retrouver le scénario 3 sur la partie aval en protégeant la piscine, le projet de vestiaires et les bâtis rue 28 ponts.

Les deux scénarios sont présentés sur la figure ci-après.

Figure 18 : tracés envisagés pour la commune de Gallargues (réunion avec la commune)

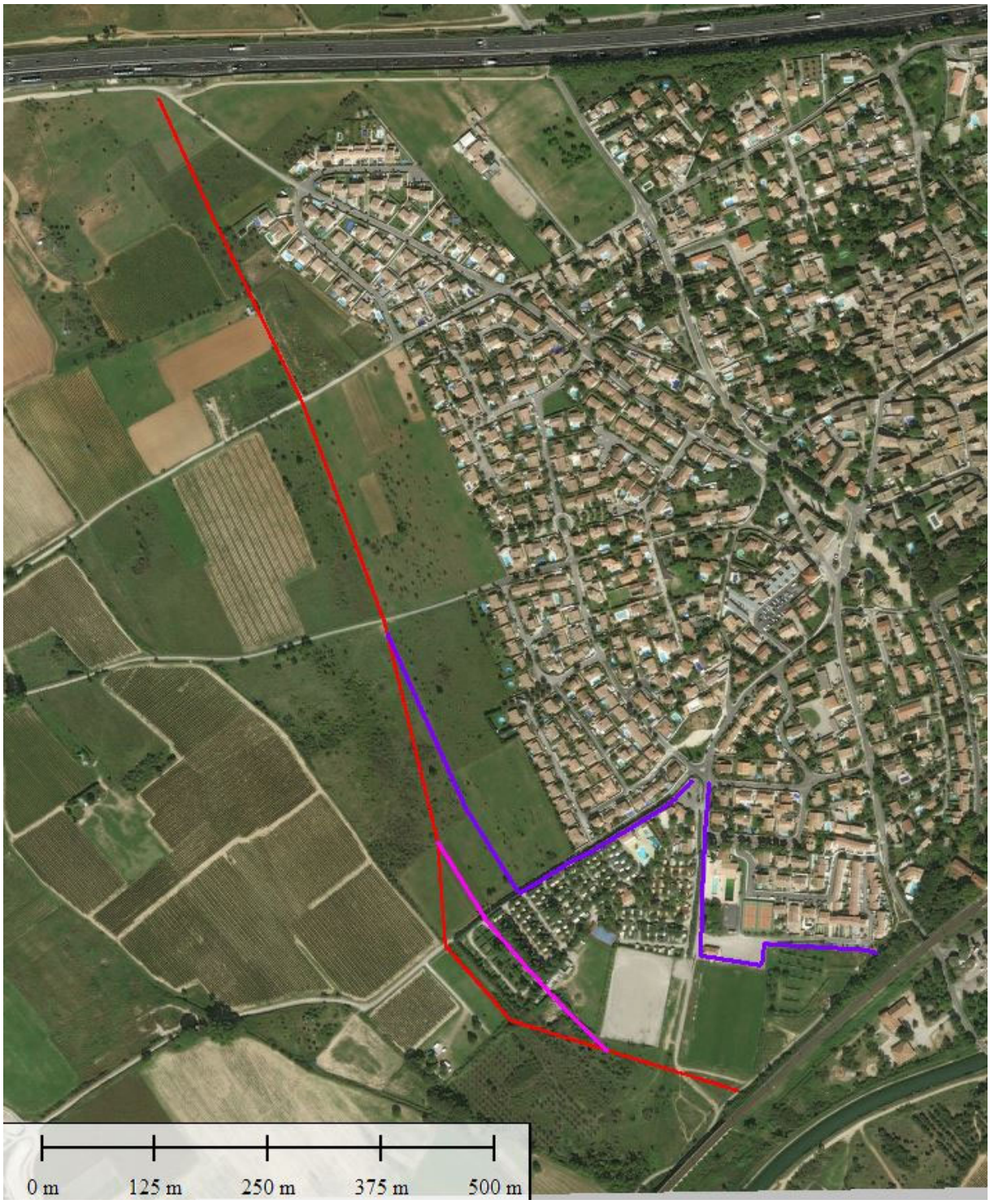


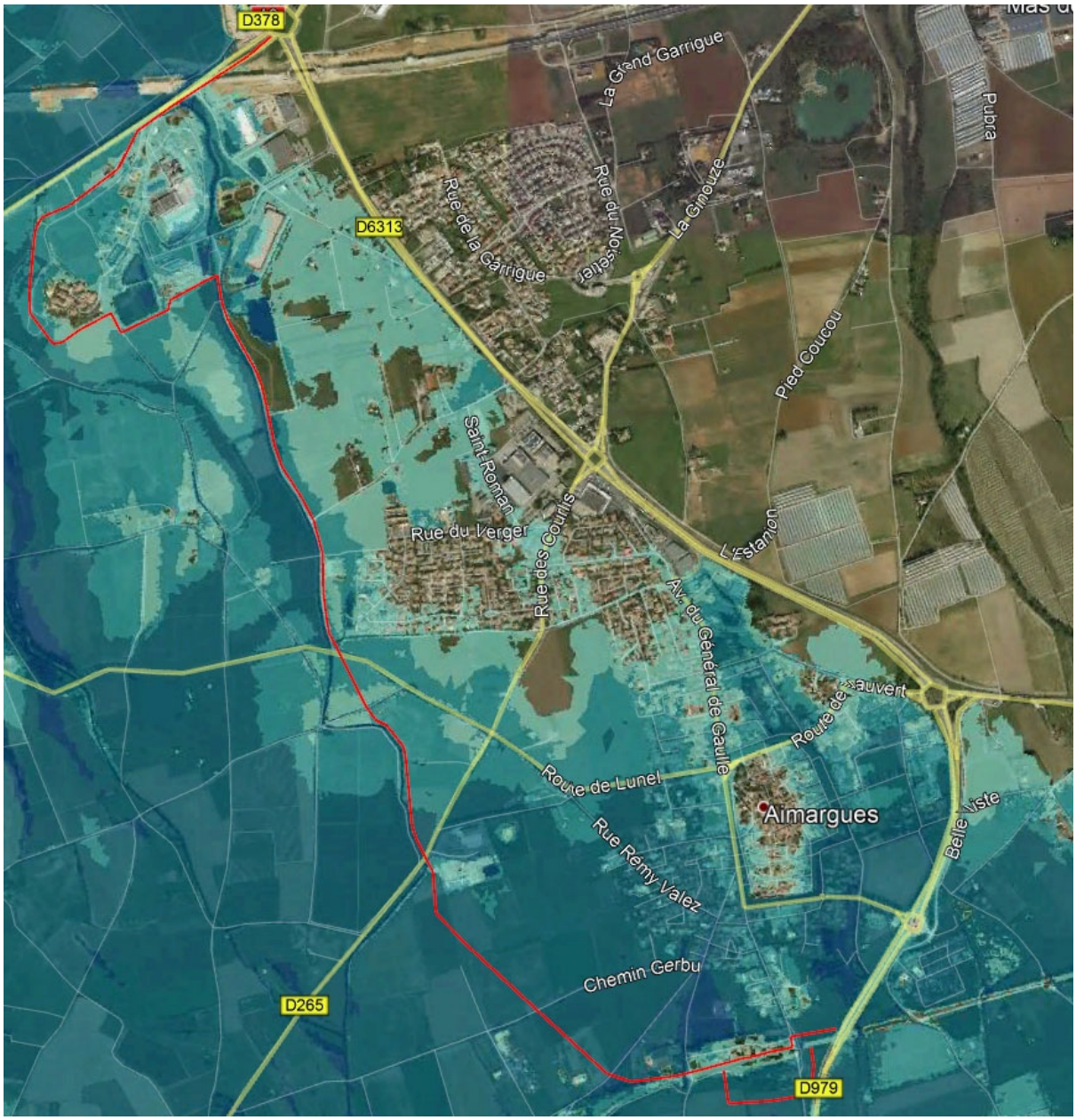
Figure 19 : tracés retenus pour la modélisation pour la commune de Gallargues



4.1.2 Commune d'Aimargues

Le tracé de base issu du projet BRL de 2008 est figuré ci-après superposé aux zones inondables en état initial pour la crue type 2002.

Figure 20 : tracés de base pour Aimargues



Ce tracé a été présenté en Mairie et a fait l'objet de réunions de concertation et de visite sur site avec la commune, le 11 juin 2018.

Suite à la réunion avec la commune des scénarios de tracés supplémentaires ont été envisagés.

Il s'agit des scénarios suivants (cf implantation sur carte suivante) :

- Scénario 1 (tracé rouge) : scénario issu de l'avp 2008, protection complète (y compris Royal canin au nord, entreprise Calvet au sud, mas Ravel)

- Scénario 2 (variante en violet): scénario identique au 1 au nord de l'entreprise Calvet, qui se rapproche des habitations au sud de l'entreprise Calvet (protection de l'entreprise Calvet, le bâti et le Mas Ravel)

- Scénario 3 (variante en rose): scénario identique au 1 jusqu'à la RD6572, puis longeant la RD6572 au nord, et passant à l'ouest des maisons jusqu'à la cave coopérative (pas de protection des bâtis Calvet et Mas Ravel), protection rapprochée de l'entreprise Calvet

La Mairie souhaite que la protection de Royal canin soit intégrée dans tous les scénarios.
La protection au sud de la voie SNCF est à étudier en option (3 bâtis pas favorables à la protection : voir mesures mitigation si possible en fonction des hauteurs d'eau).

Ces scénarios ont été présentés à la DDTM30 le 25 juin 2018.

La DDTM souhaite que soit étudiée en solution variante une protection par secteurs bâtis au plus proche du bâti dense.
Les deux tracés retenus pour la modélisation sont donc présentés sur la figure 22.

Figure 21 : tracés envisagés pour Aimargues (réunion avec la commune)

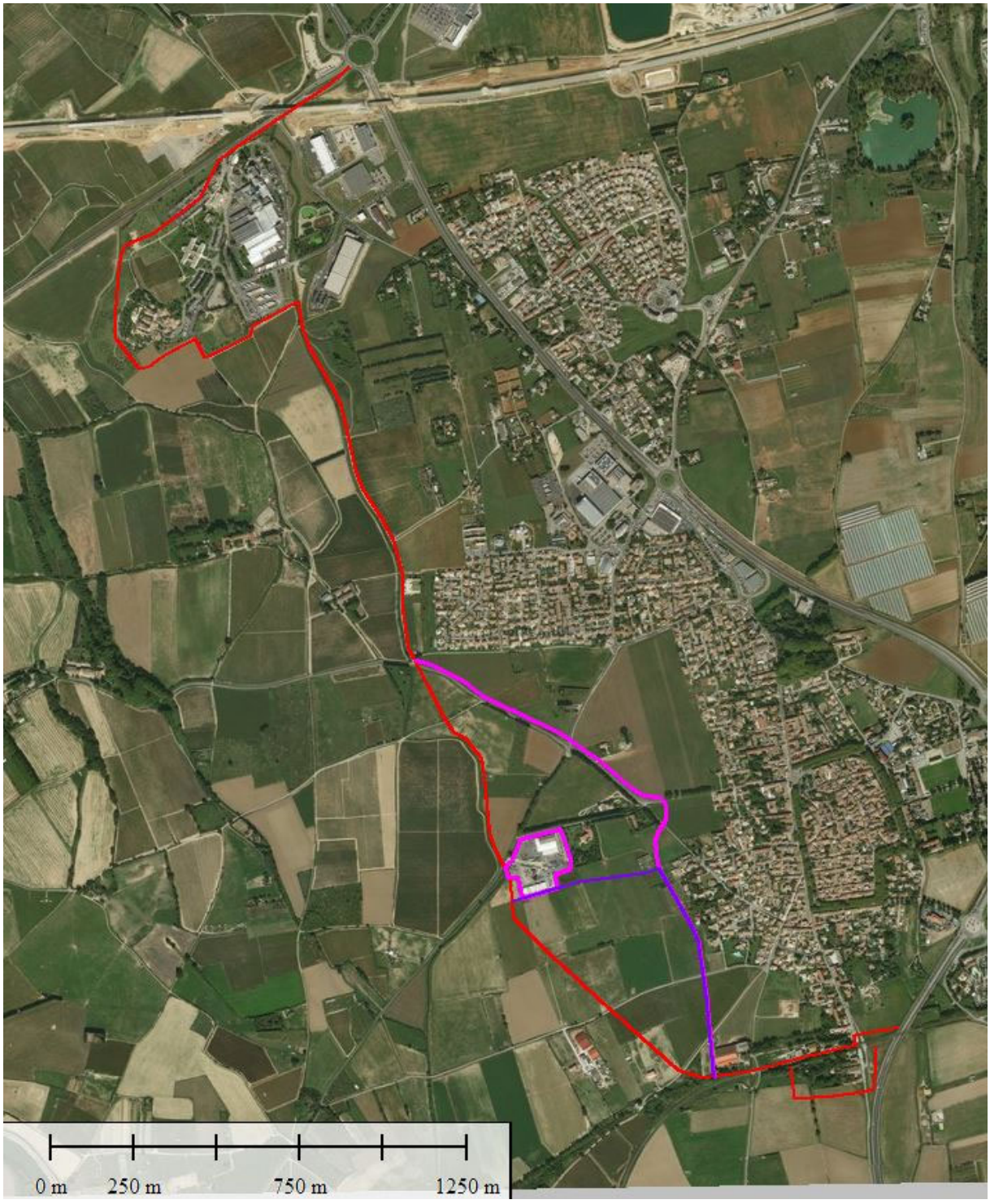
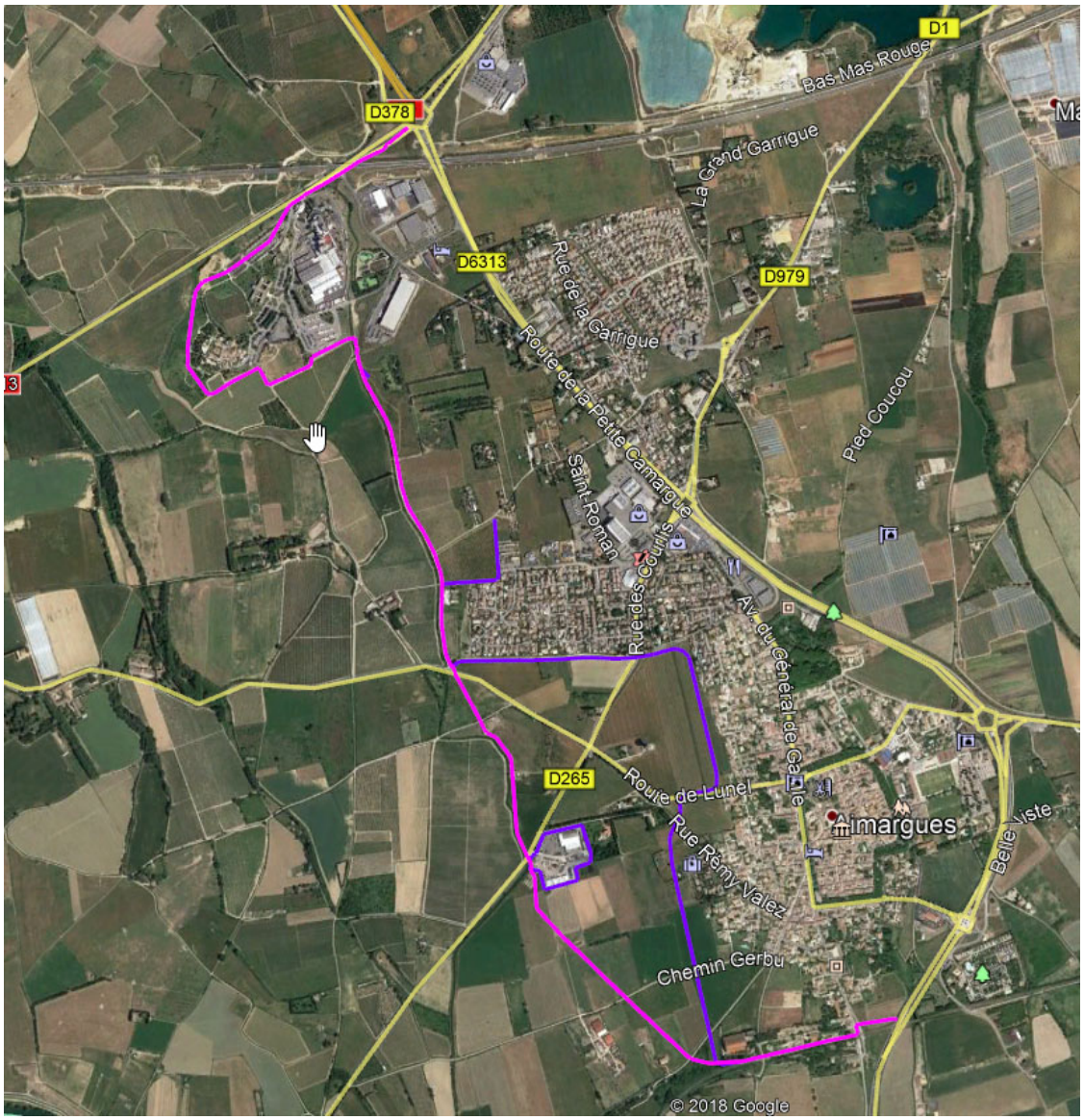


Figure 22 : tracés retenus pour la modélisation pour Aimargues



4.2 Modélisation des tracés sur la commune de Gallargues Le Montueux

Dans un premier temps les tracés sont modélisés pour la crue de référence de type septembre 2002, afin d'identifier les impacts du projet dans la plaine et les caractéristiques géométriques des digues. Les résultats sont présentés ci-après pour les deux variantes modélisées.

Le calage des digues de second rang est prévu pour la crue exceptionnelle avec un déversoir de sécurité pour la crue de référence 2002.

Des bassins de rétention pour le pluvial sont prévus à proximité de la digue.

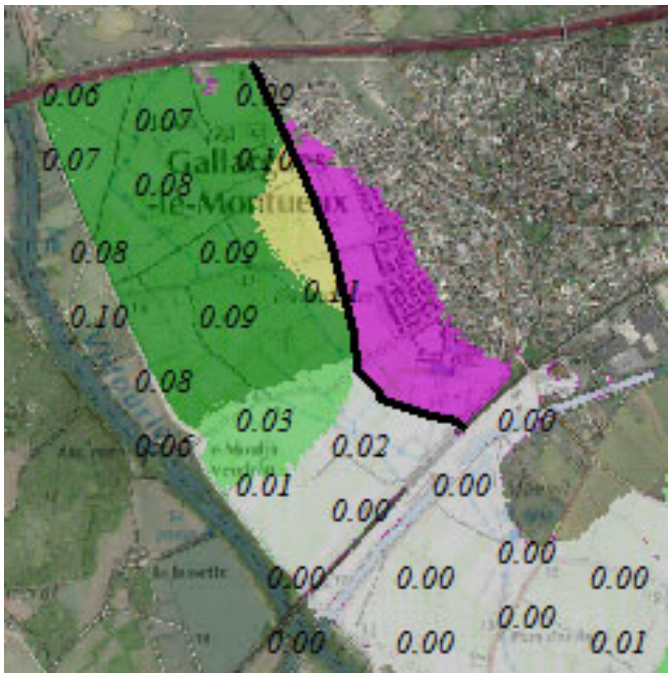
Ces aménagements seront dimensionnés pour le scénario de tracé retenu.

4.2.1 Tracé de base

La figure suivante donne la comparaison des cotes d'eau en état projet par rapport à l'état initial.

Pour la crue de type septembre 2002, le projet de digue de 2nd rang entraine une surcote maximale de +10 à +20 cm localisée en pied de la digue sur le tronçon nord, entre les chemins de la Monnaie et du Pont Romain.
Dans la plaine au nord du chemin de Veindran, la surcote maximale est inférieure à +10 cm jusqu'en pied de digue du Vidourle.
En amont de la voie ferrée et en aval, le projet n'entraine pas d'impact.

Figure 23 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé de base par rapport à l'état initial pour la crue type 2002



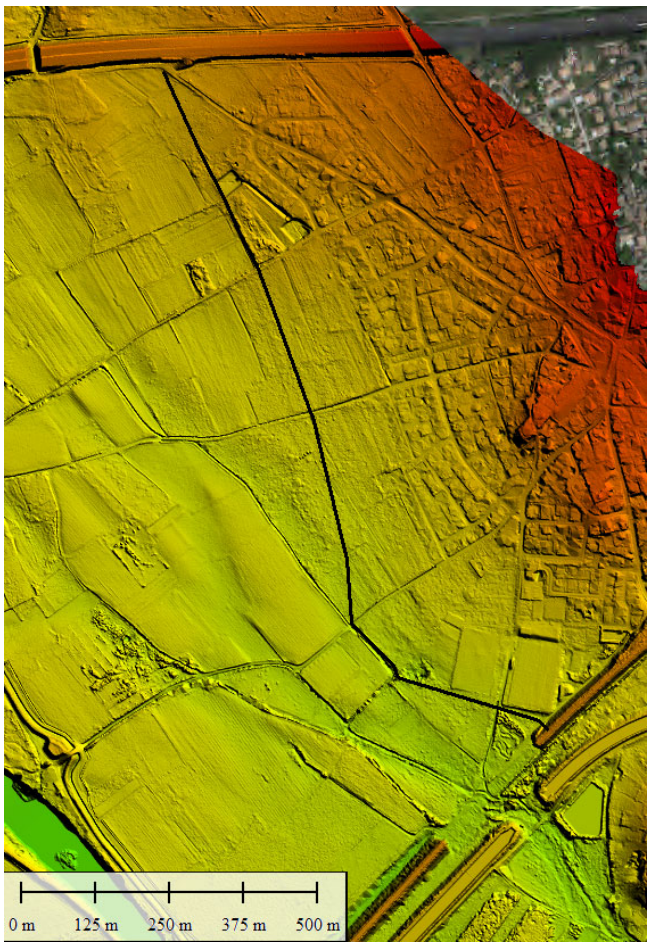
Les profils en long des cotes d'eau au droit de la digue sont donnés ci-après, figurant :

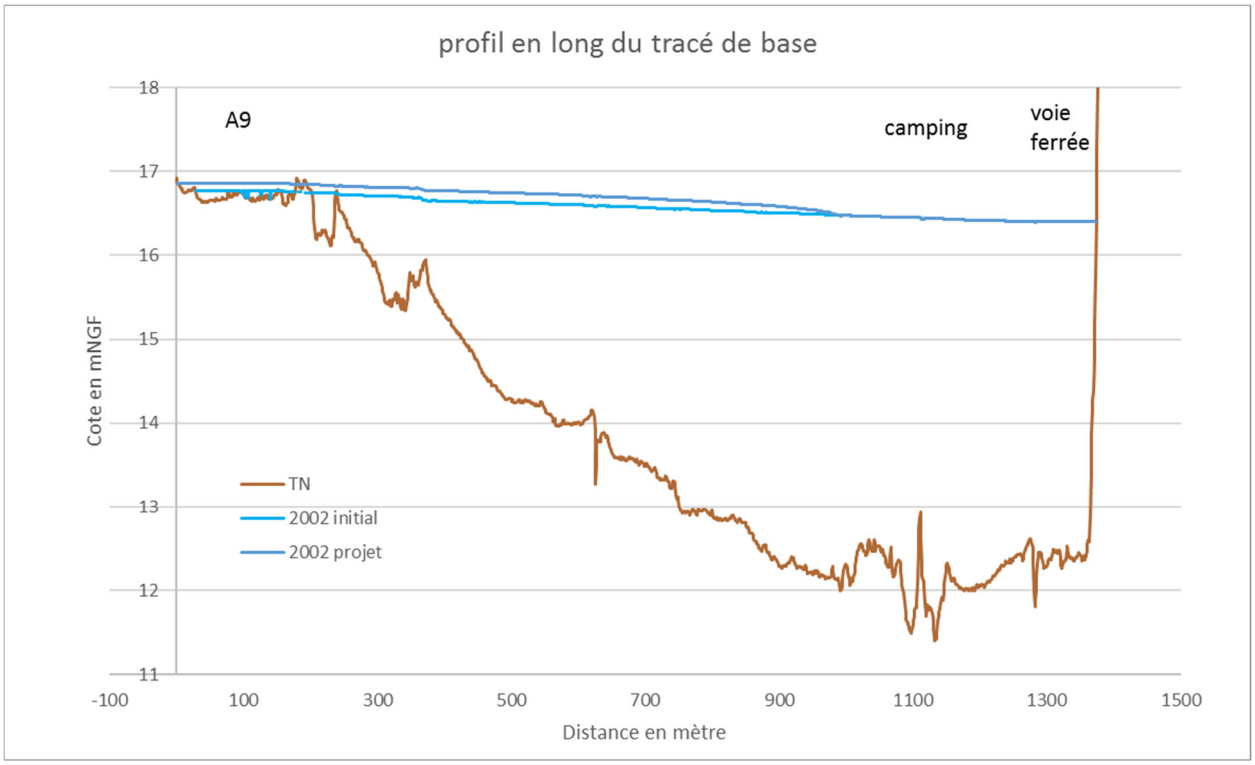
- Les cotes du terrain naturel en pied de digue,
- Les d'eau pour l'état initial pour la crue type 2002
- Les cotes d'eau en état projet

Les hauteurs d'eau pour la crue de 2002 sont très importantes en pied de la digue sur la partie aval, et atteignent 4 m en amont de la voie ferrée, où la digue se raccorde.

Figure 24 : profil en long de la digue de Gallargues pour le tracé de base (tracé rose)



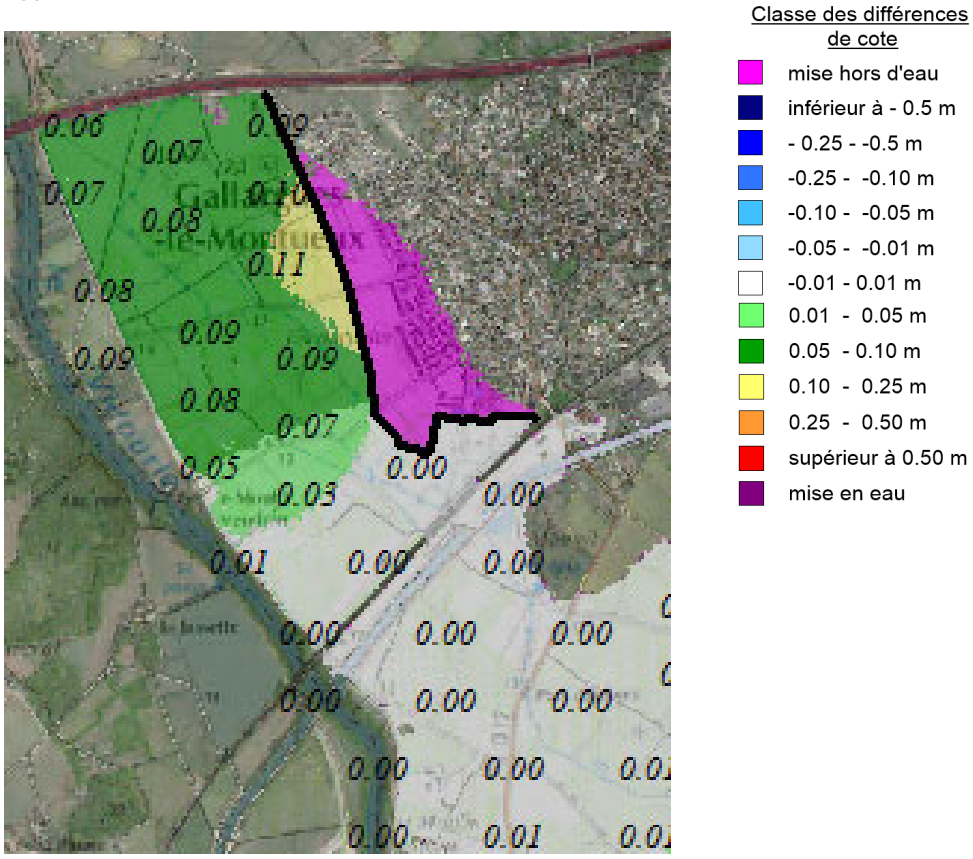




4.2.2 Tracé variante

La figure suivante donne la comparaison des cotes d'eau en état projet par rapport à l'état initial.
Les impacts hydrauliques pour le tracé variante sont les mêmes que pour le tracé de base. L'impact est contrôlé par le resserrement de la plaine au niveau du camping.
Pour la crue de type septembre 2002, le projet de digue de 2nd rang entraine une surcote maximale de +10 à +20 cm localisée en pied de la digue sur le tronçon nord, entre les chemins de la Monnaie et du Pont Romain.
Dans la plaine au nord du chemin de Veindran, la surcote maximale est inférieure à +10 cm jusqu'en pied de digue du Vidourle.
En amont de la voie ferrée et en aval, le projet n'entraine pas d'impact.

Figure 25 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé variante par rapport à l'état initial pour la crue type 2002



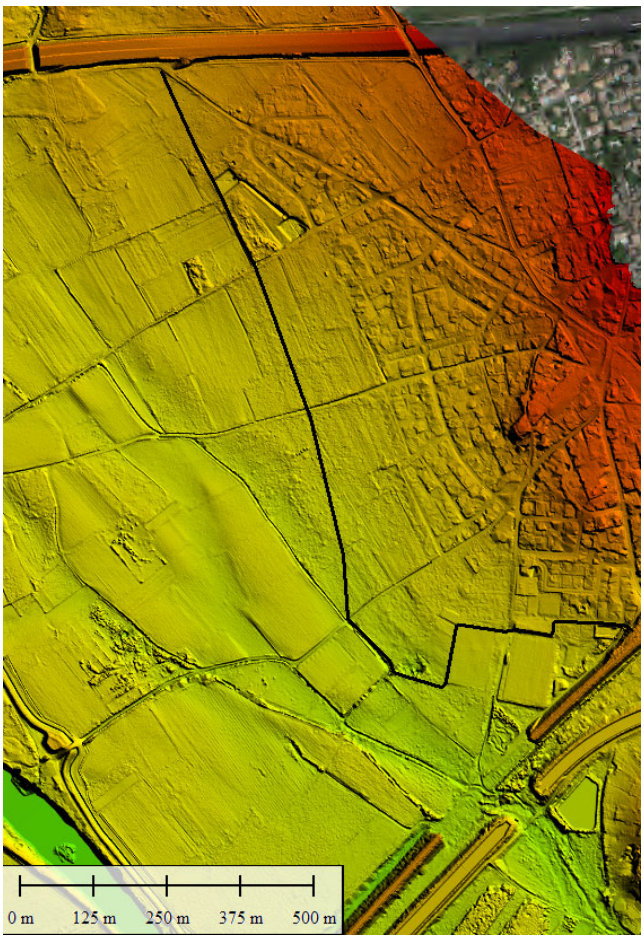
Les profils en long des cotes d'eau au droit de la digue sont donnés ci-après, figurant :

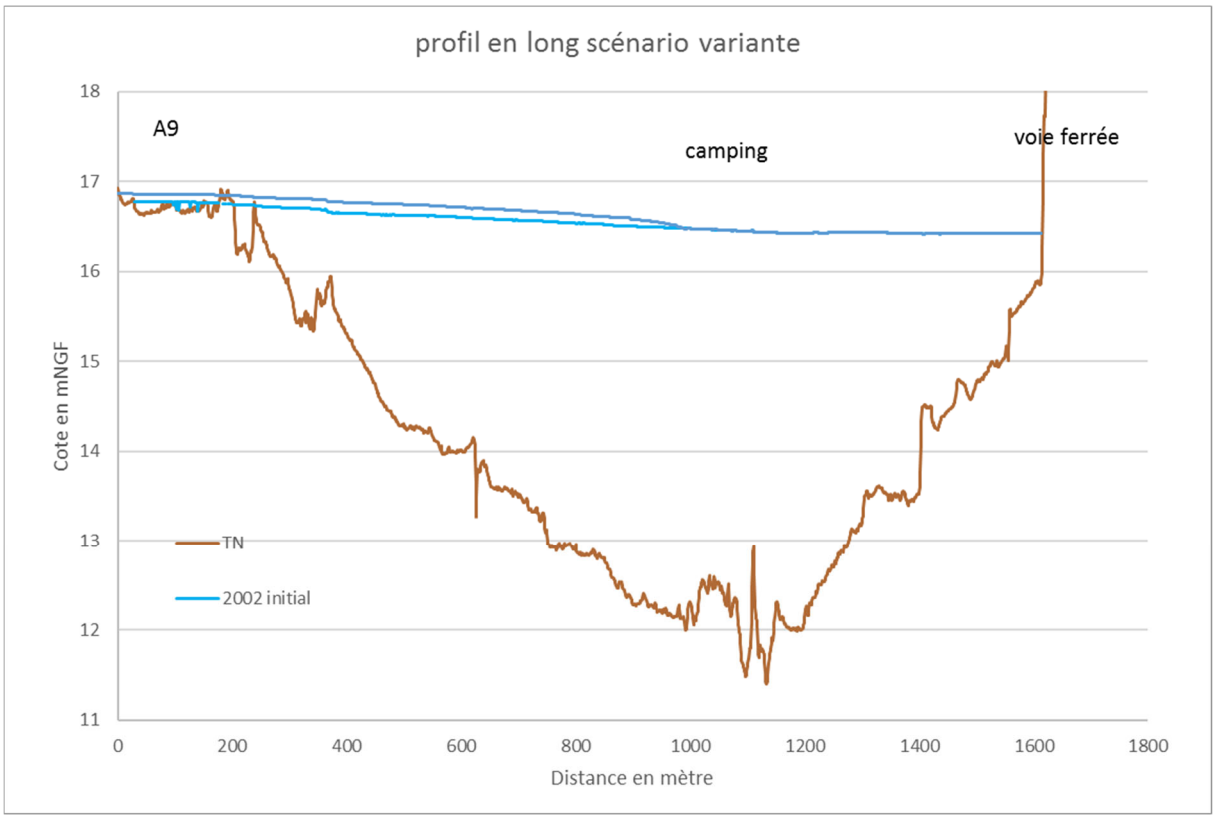
- Les cotes du terrain naturel en pied de digue,
- Les d'eau pour l'état initial pour la crue type 2002
- Les cotes d'eau en état projet

Comme pour le tracé de base, les hauteurs d'eau pour la crue de 2002 sont très importantes en pied de la digue (environ 4 m) au niveau du camping, mais elles diminuent ensuite jusqu'au raccordement à la voie ferrée : environ 2.5 m au nord des terrains du stade et environ 1 m le long de la rue des 28 ponts.

Figure 26 : profil en long de la digue de Gallargues pour le tracé variante (tracé violet)







4.3 Modélisation des tracés sur la commune d'Aimargues

Dans un premier temps les tracés sont modélisés pour la crue de référence de type septembre 2002, afin d'identifier les impacts du projet dans la plaine et les caractéristiques géométriques des digues. Les résultats sont présentés ci-après pour les deux variantes modélisées.

Le calage des digues de second rang est prévu pour la crue exceptionnelle avec un déversoir de sécurité pour la crue de référence 2002.

Des bassins de rétention pour le pluvial sont prévus à proximité de la digue.

Ces aménagements seront dimensionnés pour le scénario de tracé retenu.

4.3.1 Tracé de base

La figure suivante donne la comparaison des cotes d'eau en état projet par rapport à l'état initial.

Pour la crue de type septembre 2002, le projet de digue de 2nd rang entraine une surcote maximale d'environ +30 cm en pied de digue sur le tronçon situé entre la route de Lunel et le sud de celle de Marsillargues.
L'impact du projet en pied de digue est détaillé d'amont en aval :

- en amont de la RN113 : surcote de +2 à +3 cm
- au niveau de Royal Canin : surcote ponctuelle importante entre la RN113 et la digue, puis surcote de + 20 cm
- au sud de Royal Canin : abaissement des niveaux d'eau jusqu'en amont de la route de Lunel
- entre la route de Lunel et le chemin Gerbu : surcote maximale de +30 cm
- entre le chemin Gerbu et l'ancienne voie ferrée : surcote de +20 cm
- au sud de l'ancienne voie ferrée : abaissement des niveaux d'eau

Dans la plaine, la surcote est d'environ +5 cm entre la RN113 et le sud de la route de Lunel, puis elle augmente entre +10 et +20 cm au sud de la route de Lunel jusqu'à la voie ferrée, et à moins de +10 cm jusqu'à la route RD979. Au sud de la RD979, la surcote diminue à moins de 5 cm. A l'est de la RD979, les niveaux d'eau sont abaissés.

Les profils en long des cotes d'eau au droit de la digue sont donnés ci-après, figurant :

- Les cotes du terrain naturel en pied de digue,
- Les d'eau pour l'état initial pour la crue type 2002
- Les cotes d'eau en état projet

Les hauteurs d'eau en pied de digue pour la crue de 2002 varient le long du linéaire d'amont en aval entre :

- Environ 1 m au droit de Royal Canin
- Inférieure à 0.5 m au droit de l'ancienne décharge
- Inférieure à 1 m jusqu'à la route de Lunel (lotissement les Oliviades)
- Entre 1 et 2 m jusqu'à la voie ferrée

Les ouvrages sur le pluvial sous la voie ferrée et la route devront être munis de vannes pour éviter la remontées des eaux du Vidourle en centre-ville.

Figure 27 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé de base par rapport à l'état initial pour la crue type 2002

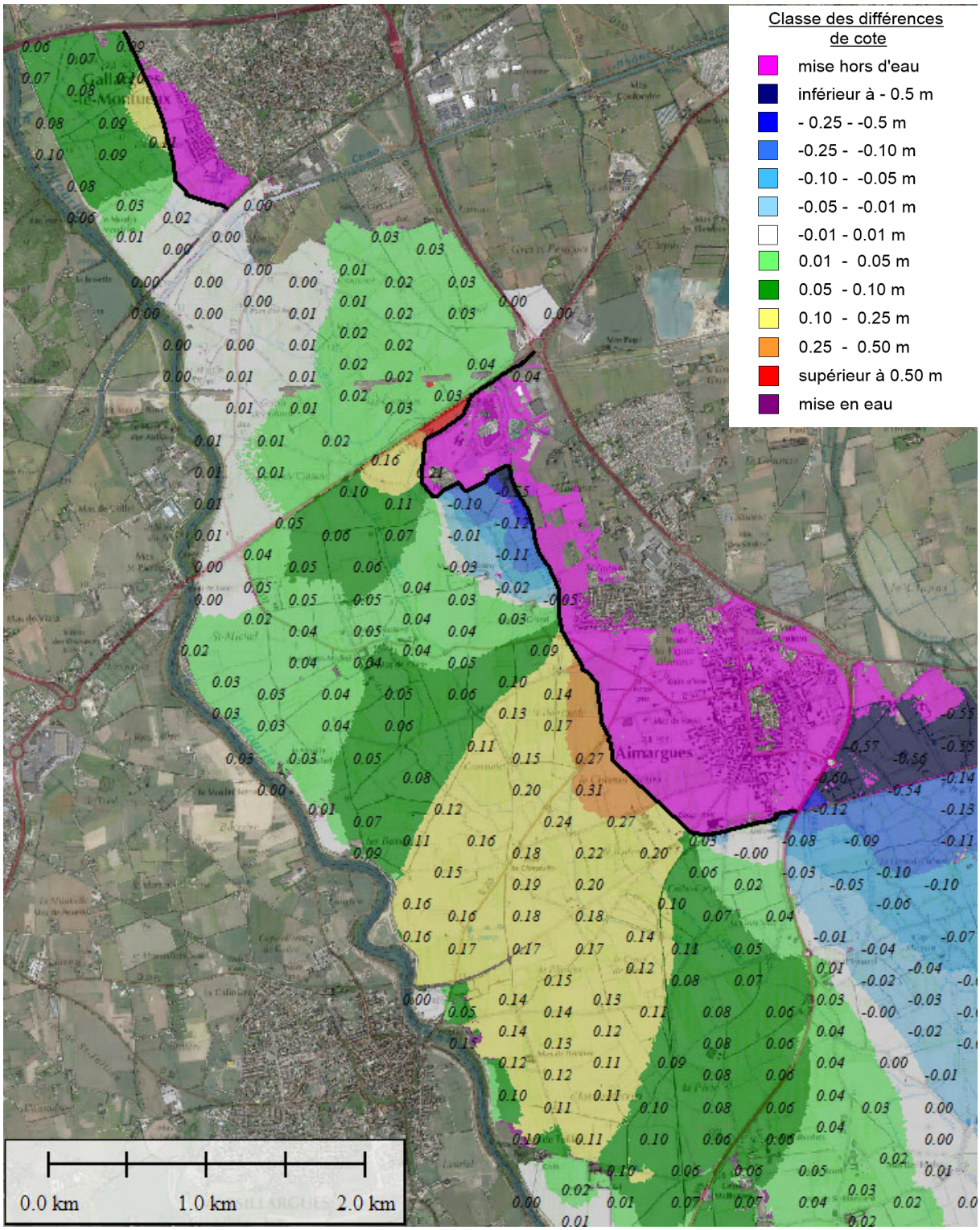
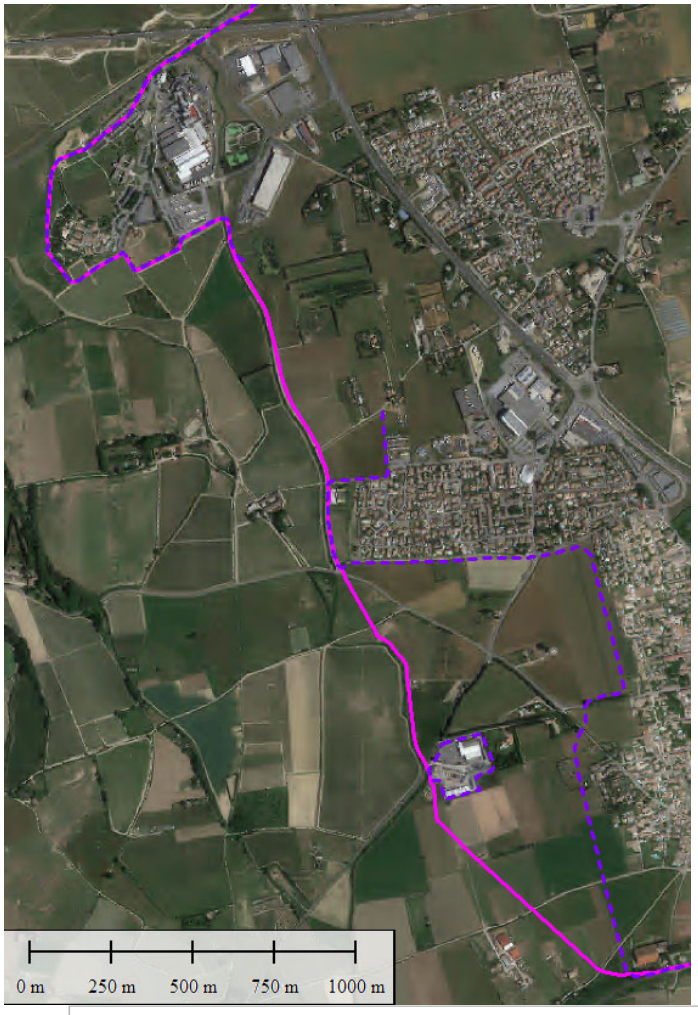
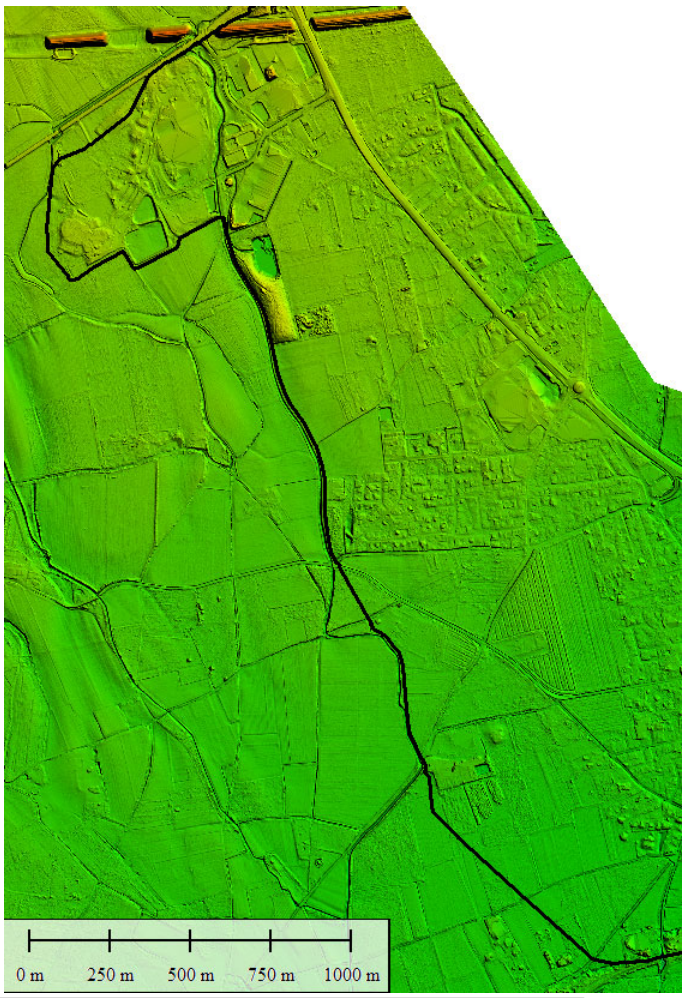
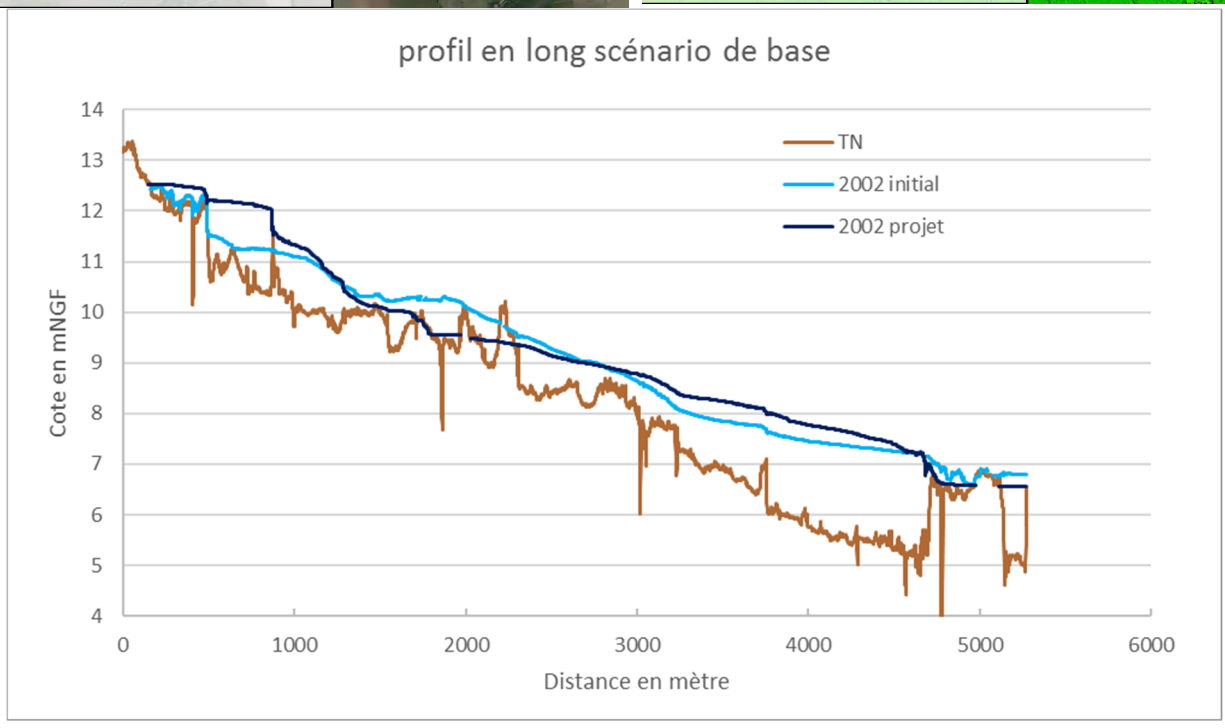


Figure 28 : profil en long de la digue d'Aimargues pour le tracé de base (tracé rose)







4.3.2 Tracé variante

La figure suivante donne la comparaison des cotes d'eau en état projet par rapport à l'état initial.

Pour la crue de type septembre 2002, le projet de digue de 2nd rang entraine une surcote maximale d'environ +30 cm en pied de digue sur le tronçon situé entre le chemin de St Roman et la voie ferrée, qui impacte les 4 bâtis non protégés sur Aimargues (route de Lunel et chemin Gerbu).
L'impact du projet en pied de digue est détaillé d'amont en aval :

- en amont de la RN113 : surcote de +2 à +3 cm (identique tracé de base)
- au niveau de Royal Canin : surcote ponctuelle importante entre la RN113 et la digue, puis surcote de + 20 cm (identique tracé de base)
- au sud de Royal canin : abaissement des niveaux d'eau jusqu'en amont de la route de Lunel (identique tracé de base) ;
- entre la route de Lunel et la voie ferrée : surcote maximale de +30 cm, qui impacte 4 bâtis non protégés, entre le pied de la digue et l'entreprise Calvet

Dans la plaine, la surcote est un peu plus faible que pour le scénario de base : d'environ +5 cm entre la RN113 et le sud de la route de Lunel, entre +5 et +10 cm jusqu'à la route de Marsillargues, entre +10 et +20 cm au sud de la route de Marsillargues jusqu'à la voie ferrée, et moins de +10 cm jusqu'à la route RD979. Au sud de la RD979, la surcote diminue à moins de 5 cm. A l'est de la RD979, les niveaux d'eau sont abaissés.

Les profils en long des cotes d'eau au droit de la digue sont donnés ci-après, figurant :

- Les cotes du terrain naturel en pied de digue,
- Les d'eau pour l'état initial pour la crue type 2002
- Les cotes d'eau en état projet

Les hauteurs d'eau en pied de digue pour la crue de 2002 pour la digue de protection Royal Canin sont d'environ 1m.
Au sud de Royal Canin, jusqu'au lotissement les Oliviades, il n'est théoriquement pas nécessaire d'aménager une digue, le remblai de l'ancienne décharge faisant office de digue, et les enjeux bâtis de la zone économique étant protégés par la digue de Royal Canin (ce secteur est inondé par le nord en état initial). Le projet BRL prévoyait cependant une étanchéité du remblai de l'ancienne décharge, à étudier ultérieurement.
Les hauteurs en pied de digue au droit du lotissement des Oliviades sont inférieures à 1m jusqu'à la rue des Courtis.
Ensuite, les hauteurs d'eau en pied de la digue rapprochée du centre-ville varient entre 1.5m et plus de 2m en amont de la voie ferrée.

Les ouvrages sur le pluvial sous la voie ferrée et la route devront être munis de vannes pour éviter la remontée des eaux du Vidourle en centre-ville.

Le tracé nécessite par ailleurs d'aménager plusieurs rétablissements routiers, soit par rehausse de route, si possible en fonction des niveaux d'eau, soit par batardeau.

Autour de la protection rapprochée de l'entreprise Calvet, les hauteurs d'eau varient entre 1 m et 2m.

Figure 29 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé variante par rapport à l'état initial pour la crue type 2002

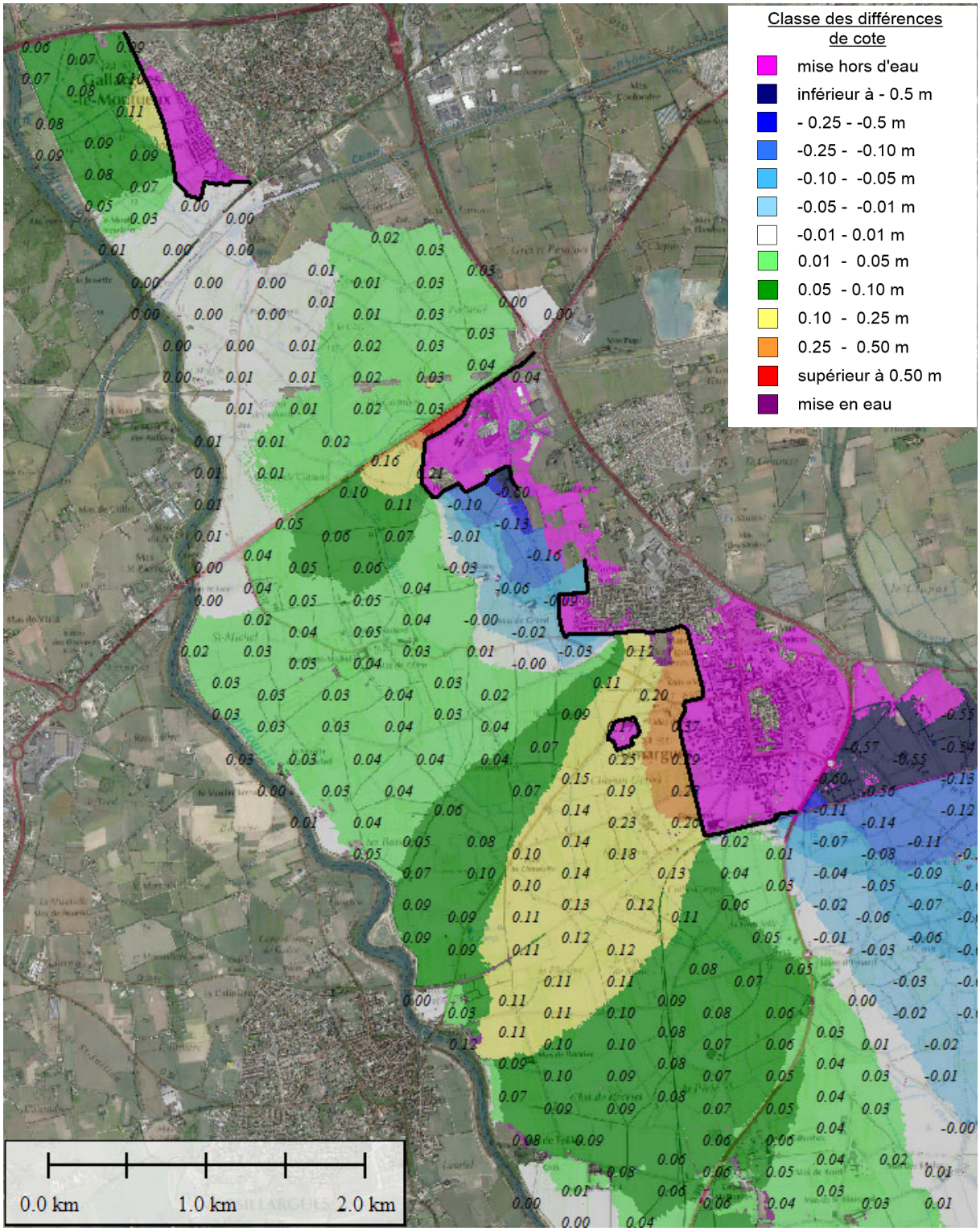
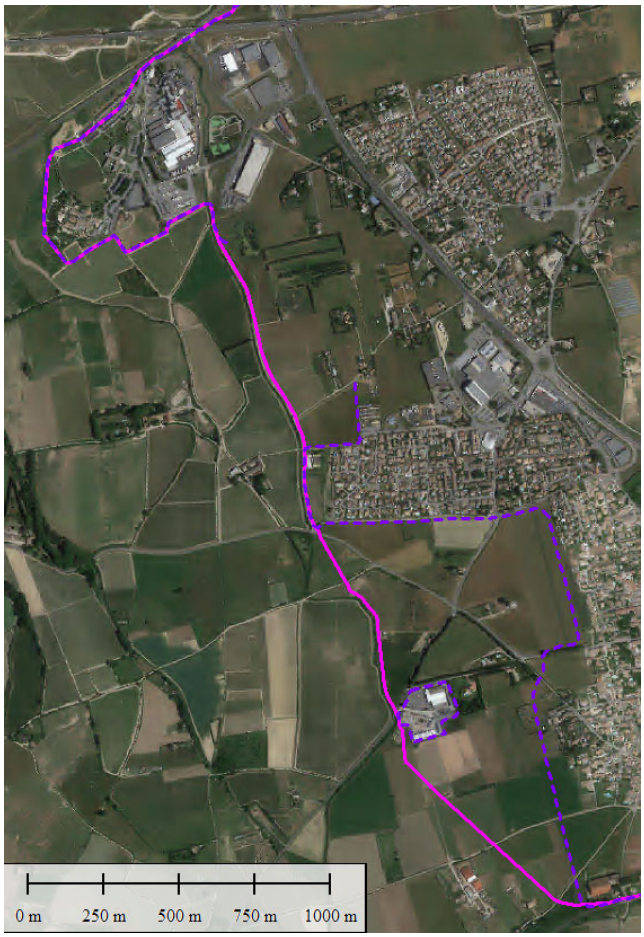
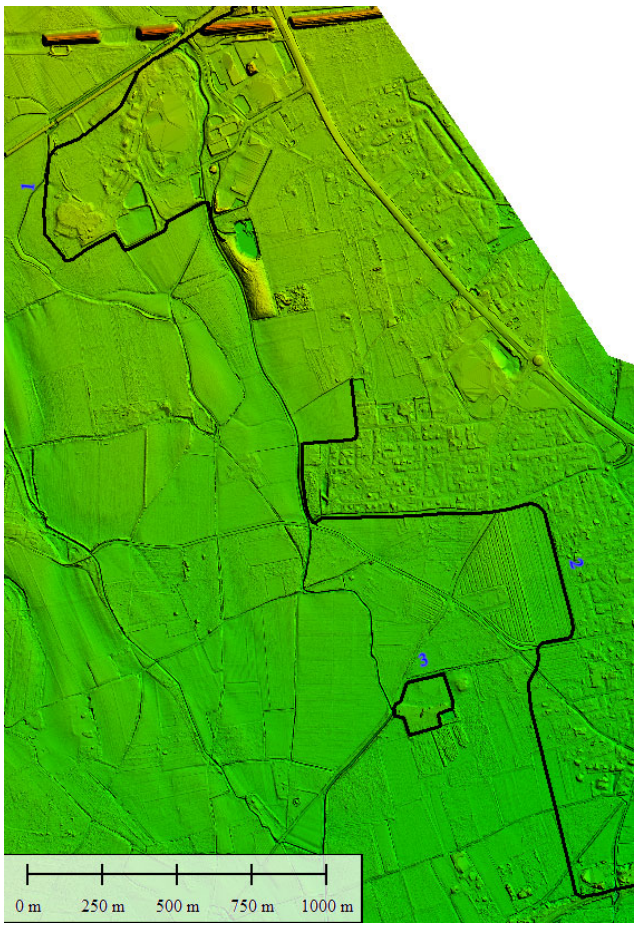
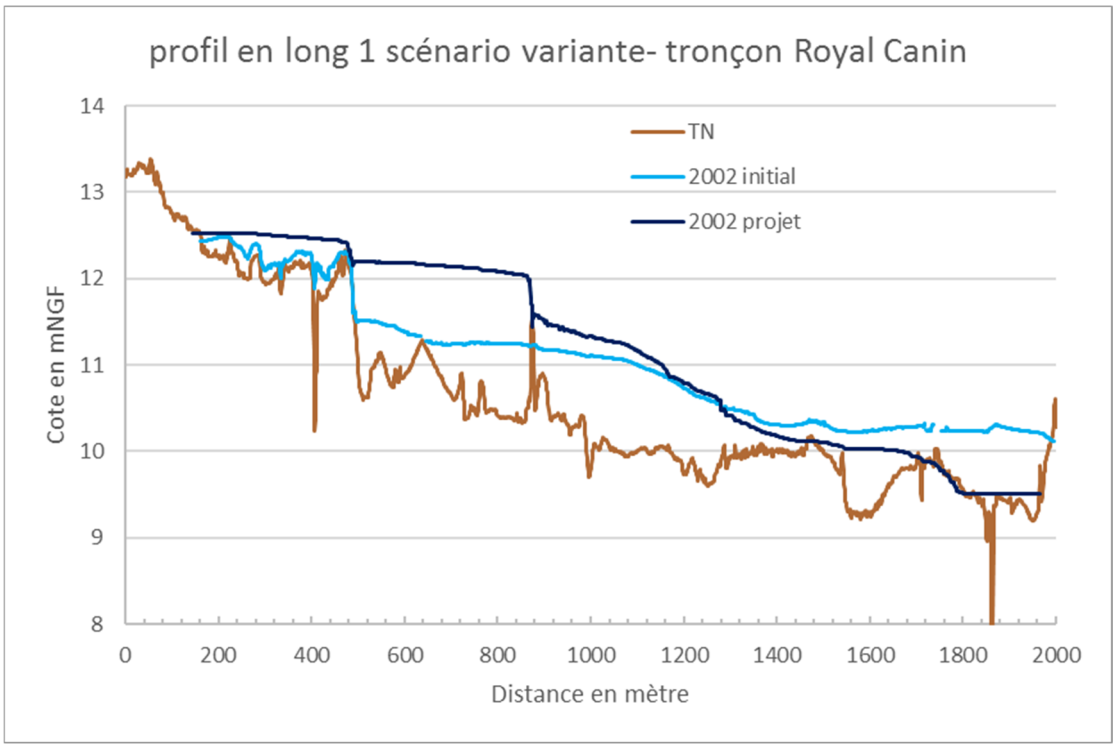
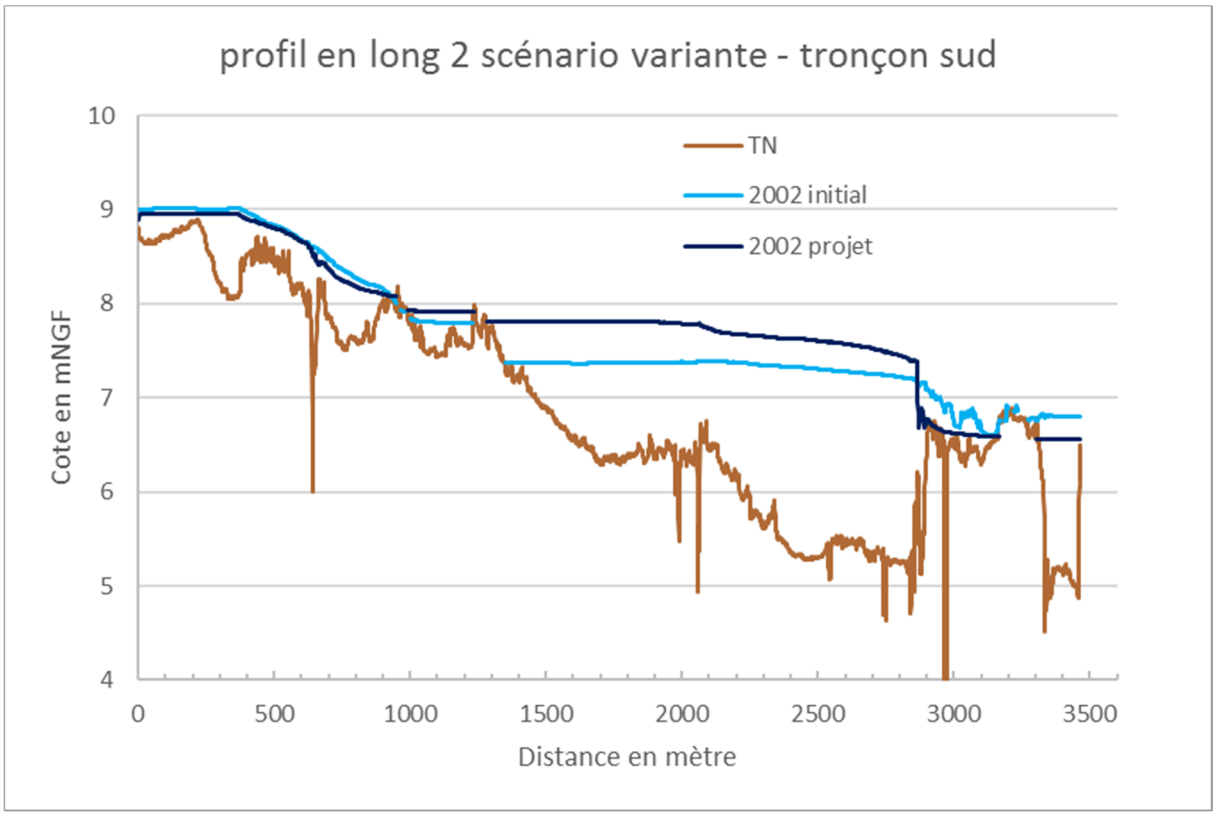


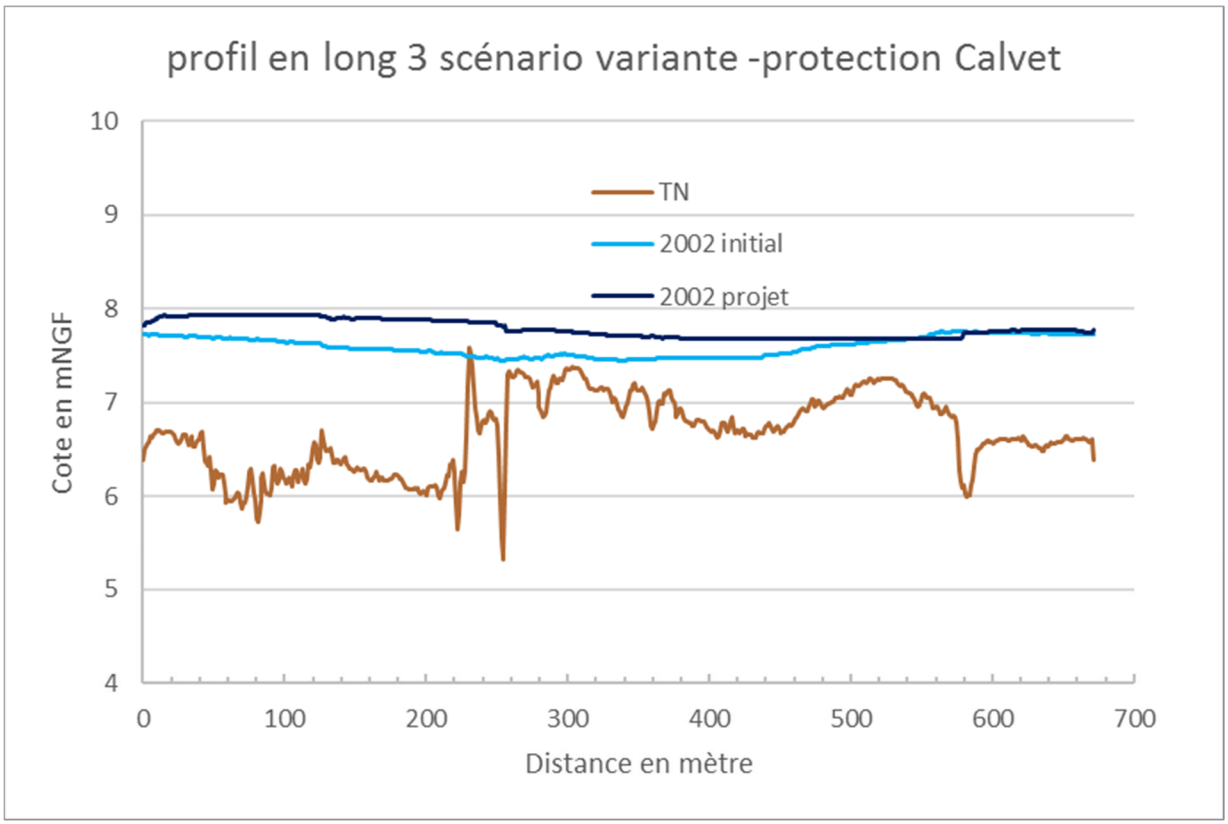
Figure 30 : profil en long de la digue d'Aimargues pour le tracé variante (tracé violet)








profil en long 2 scénario variante - tronçon sud
TN
2002 initial
2002 projet
Cote en mNGF
Distance en mètre
10
9
8
7
6
5
4
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500


profil en long 3 scénario variante -protection Calvet
TN
2002 initial
2002 projet
Cote en mNGF
Distance en mètre
10
9
8
7
6
5
4
0
100
200
300
400
500
600
700

4.3.3 Tracé intermédiaire

Un tracé intermédiaire a été simulé combinant le tracé variante sur la partie nord sur royal Canin, et, au sud, un tracé englobant l'entreprise Calvet et repartant au plus près des habitations au sud de l'entreprise Calvet.
La figure suivante donne la comparaison des cotes d'eau en état projet par rapport à l'état initial.

Pour la crue de type septembre 2002, le projet de digue de 2nd rang entraine une surcote maximale d'environ +25 cm en pied de digue sur un petit tronçon situé entre le chemin de St Roman et le chemin Gerbu.
L'impact du projet en pied de digue est détaillé d'amont en aval :

- en amont de la RN113 : surcote de +2 à +3 cm (identique tracé de base)
- au niveau de Royal Canin : surcote ponctuelle importante entre la RN113 et la digue, puis surcote de + 20 cm (identique tracé de base)
- au sud de Royal canin : abaissement des niveaux d'eau jusqu'en amont de la route de Lunel (identique tracé de base) ;
- entre la route de Lunel et la voie ferrée : surcote maximale de +20 cm à +25 cm.

Dans la plaine, la surcote est un peu plus faible que pour le scénario de base et similaire au scénario variante, tout en protégeant les 4 bâtis à l'est de l'entreprise Calvet : la surcote est d'environ +5 cm entre la RN113 et le sud de la route de Lunel, entre +5 et +13 cm jusqu'à la route de Marsillargues, entre +13 et +18 cm au sud de la route de Marsillargues jusqu'à la voie ferrée, et moins de +10 cm jusqu'à la route RD979. Au sud de la RD979, la surcote diminue à moins de 5 cm. A l'est de la RD979, les niveaux d'eau sont abaissés.

Les profils en long des cotes d'eau au droit de la digue sont donnés ci-après, figurant :

- Les cotes du terrain naturel en pied de digue,
- Les d'eau pour l'état initial pour la crue type 2002
- Les cotes d'eau en état projet

Les hauteurs d'eau en pied de digue pour la crue de 2002 pour la digue de protection Royal Canin sont d'environ 1m.
Au sud de Royal Canin, jusqu'au lotissement les Oliviades, il n'est théoriquement pas nécessaire d'aménager une digue, le remblai de l'ancienne décharge faisant office de digue, et les enjeux bâtis de la zone économique étant protégés par la digue de Royal Canin (ce secteur est inondé par le nord en état initial). Le projet BRL prévoyait cependant une étanchéité du remblai de l'ancienne décharge, à étudier ultérieurement.
Les hauteurs en pied de digue au droit du lotissement des Oliviades sont inférieures à 1m jusqu'à la rue des Courtis.
Ensuite, les hauteurs d'eau en pied de la digue rapprochée du centre-ville varient entre 1.5m et plus de 2m en amont de la voie ferrée. Autour de la protection rapprochée de l'entreprise Calvet, les hauteurs d'eau varient entre 1 m et 2m.

Les ouvrages sur le pluvial sous la voie ferrée et la route devront être munis de vannes pour éviter la remontée des eaux du Vidourle en centre-ville.

Le tracé nécessite par ailleurs d'aménager plusieurs rétablissements routiers, soit par rehausse de route, si possible en fonction des niveaux d'eau, soit par batardeau.

Figure 31 : carte d'impact sur les cotes d'eau du tracé intermédiaire par rapport à l'état initial pour la crue type 2002

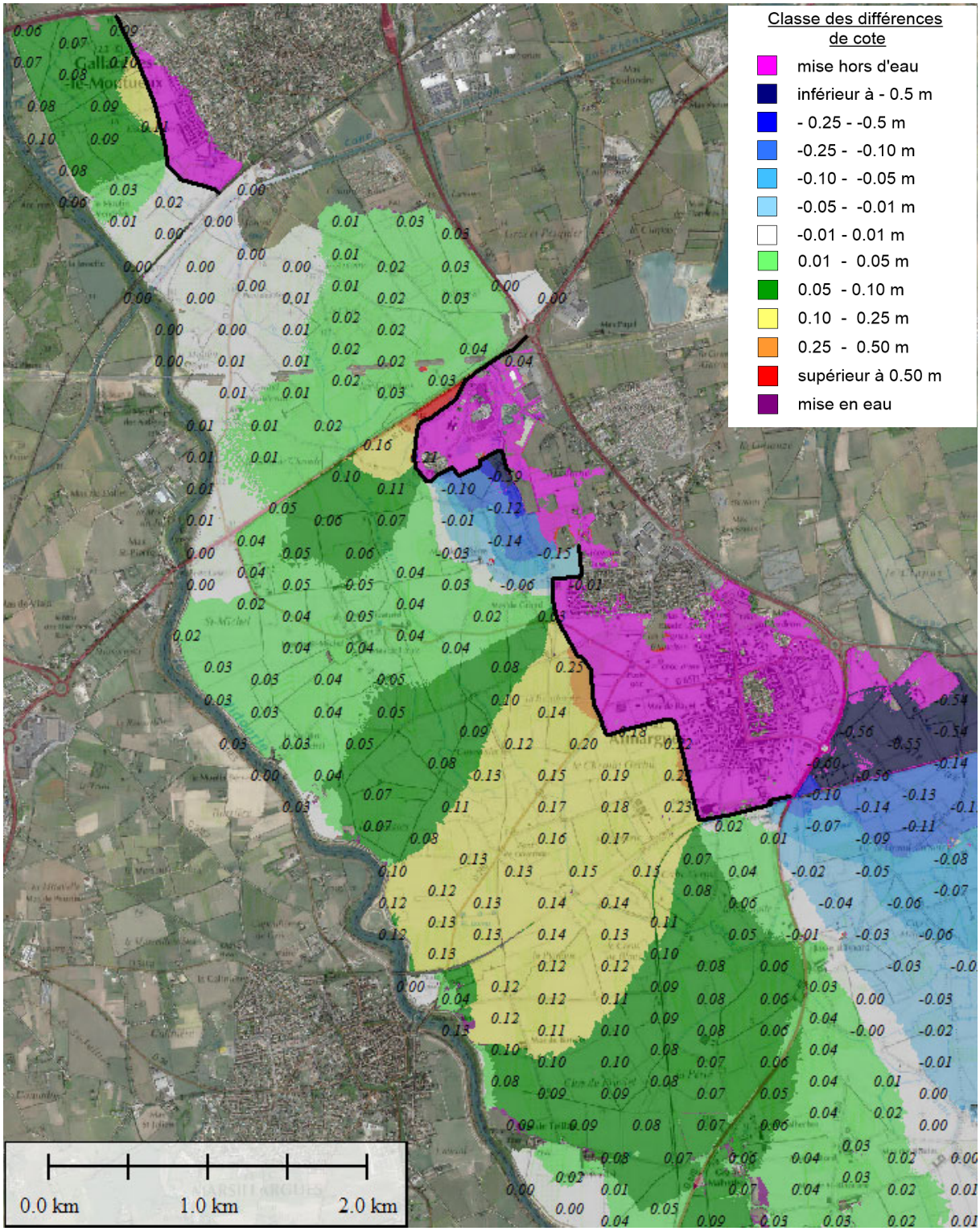
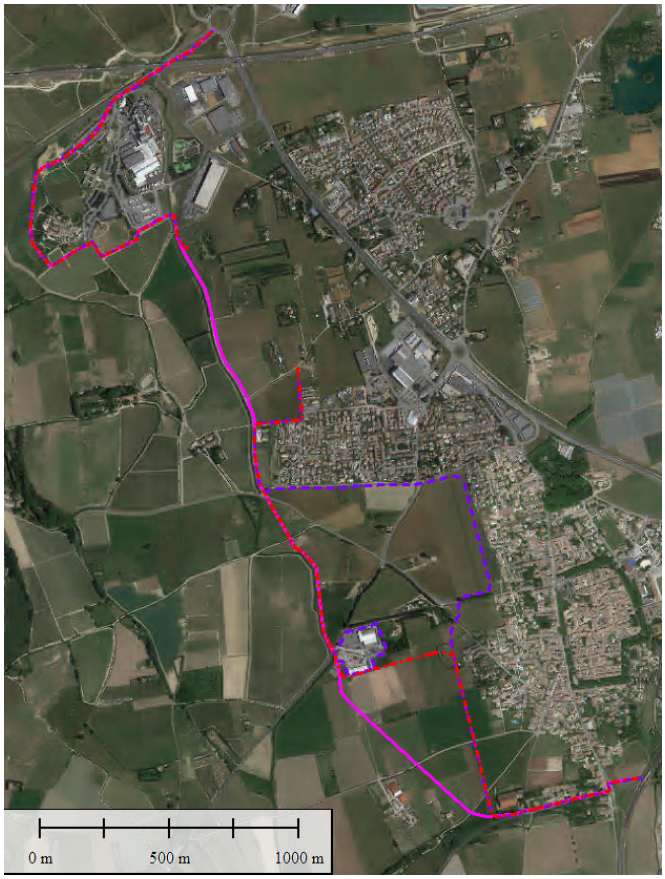
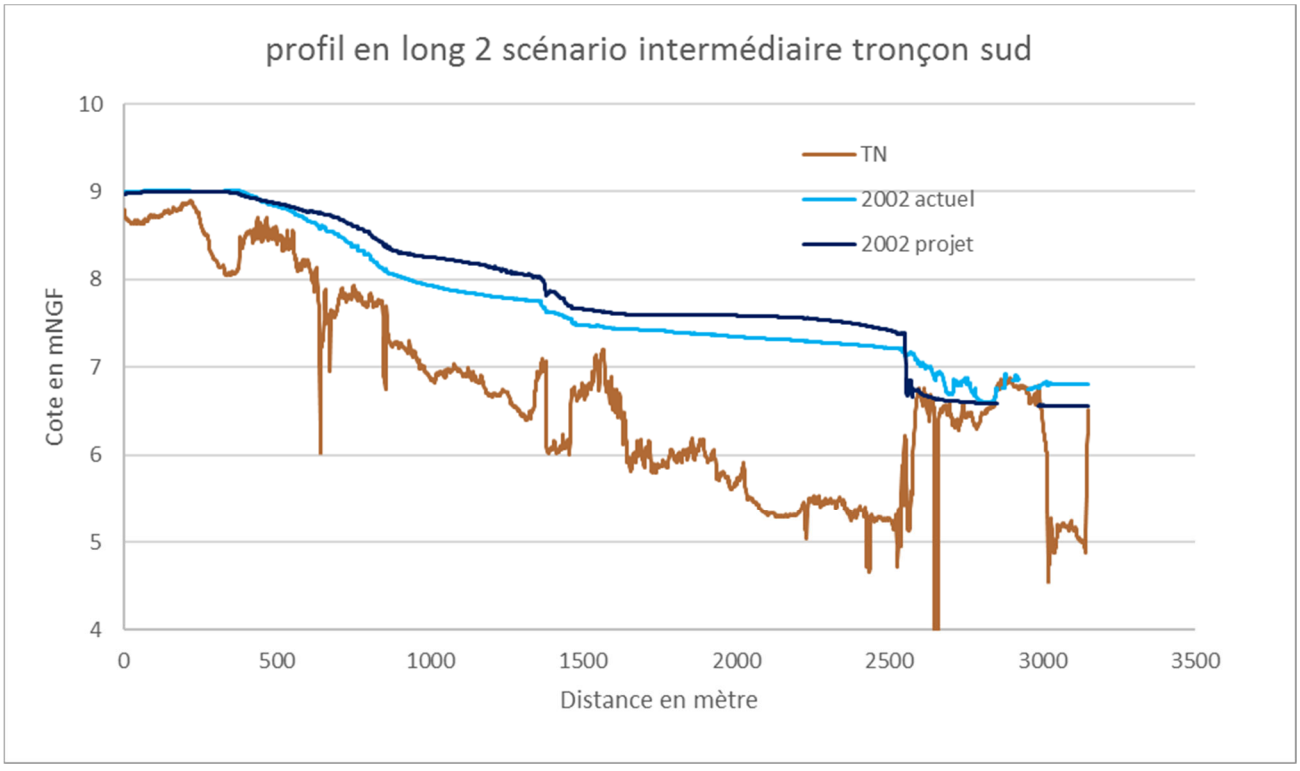


Figure 32 : implantation et profil en long de la digue d'Aimargues pour le tracé intermédiaire (pointillés rouge)







4.4 Analyse multi-critère

L'analyse multi-critère des différents scénarios de digue étudiés fait l'objet d'un rapport spécifique annexé au dossier.

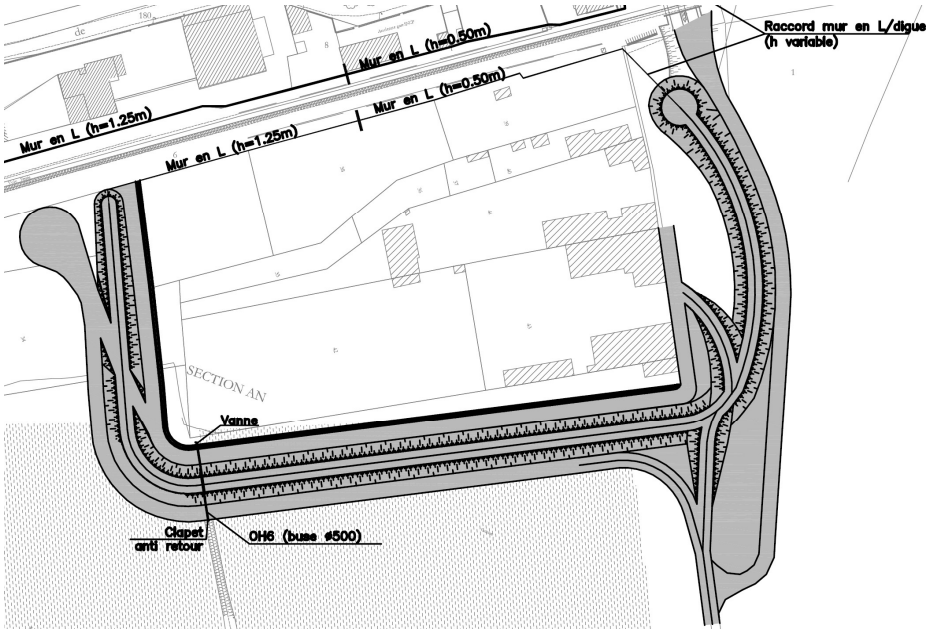
5. Volet C : chiffrage du projet retenu

Les différents scénarios de tracé de digue de second rang ont fait l'objet d'une analyse multi critère (cf rapport spécifique joint au dossier), et ont été présentés en comité de pilotage le 24 mai 2019.

A l'issue de la réunion, les scénarios de tracé suivants ont été retenus :
- tracé de base pour Gallargues Le Montueux
- tracé intermédiaire pour Aimargues.

Les aménagements retenus ont été chiffrés au stade faisabilité. Le détail du chiffrage est donné en annexe 2.

Pour Aimargues, ce chiffrage inclut la solution de digue rapprochée au sud de la voie ferrée à partir des éléments du projet de l'étude BRL (cf figure ci-dessous) :



Le chiffrage inclut les bassins de rétention prévus pour le pluvial.

Bassins de rétention :

Le projet prévoit l'aménagement de bassins de rétentions permettant le stockage du ruissellement pluvial en cas de crue concomitante du Vidourle.

Les ouvrages sur le réseau pluvial intercepté par la digue sont dimensionnés pour faire transiter le débit de pointe pour la pluie 10 ans (capacité des réseaux en amont).

Tous les ouvrages gravitaires seront munis de vannes ou clapet en cas de crue concomitante du Vidourle.

Dans le cas d'une concomitance avec une crue du Vidourle, les eaux seront stockées dans des bassins de rétention dimensionnés pour une pluie 30 ans qui seront vidangés soit par pompage soit gravitairement après la pointe de crue.

Le dimensionnement des bassins est issu des calculs réalisés au chapitre 3.3.

- Bassin de rétention de Gallargues :

Le volume 30 ans à gérer dans est de 94670 m3 (volume des bassins versants 1,2,3 et 5).
Le bassin de rétention prévu dans le projet BRL de 2008 est de 70000 m3, auquel il faut rajouter le volume de la station de pompage de 400l/s, soit 35000 m3 sur 24h évacué par la pompe.
L'emprise prévue dans l'ancien projet est donc suffisante, elle pourra être éventuellement agrandie au nord si besoin.

- Bassin de rétention de Aimargues :

Le projet 2008 de BRL prévoit deux bassins, un au droit de St Roman et un autre au droit de la cave coopérative.
Le bassin de St Roman prévu dispose d'un volume de 21500 m3 auquel se rajoute un volume de 35000m3 évacué par la pompe de 400l/s.
Les apports 30 ans calculés pour le bassin versant (bv8 + partie amont du bv9) sont de 30000 m3. L'emprise du bassin prévue est donc suffisante.
Le bassin de la cave coopérative prévu dans l'ancien projet est réduit du fait du rapprochement de la digue vers les zones habitées. L'emprise utile disponible dans le nouveau projet est d'environ 54000m2, soit un volume de 108000m3 avec une hypothèse de profondeur de 2m.
Le volume 30 ans arrivant dans ce bassin (bassin versant 11 et majeure partie du 9) est de 88000 m3. L'emprise disponible est donc suffisante pour l'aménagement du bassin de rétention, qui sera associé de plus à une station de pompage de 400l/s.

L'emprise des bassins de rétention prévus est donnée sur la figure ci-après.

Intégration du fossé de la Seriguette à Royal Canin :

Les éléments sont issus du projet de BRL en 2008 et des travaux CNM.
Le ruisseau de la Seriguette traverse le site de Royal Canin. Les crues de la Sériguette peuvent atteindre des débits de pointe de 15 à 30 m^3/s.
Ce ruisseau qui traverse la RN113 a fait l'objet d'aménagement dans le cadre de la construction de la ligne CNM.

L'aménagement du Razil réalisé dans le cadre des travaux de la ligne CNM est expliqué au chapitre 3.3.4.

Le projet de digue envisagé dans le projet BRL prévoit de limiter le débit entrant dans l'enceinte du projet afin de ne pas mettre en charge les dalots existants sur la portion de la Sériguette inclus dans le projet de digue, par un dalot mis en place au niveau de l'entrée. Ainsi la mise en charge du dalot amont, détectée par un capteur de niveau, entrainera la fermeture de ce dernier par une vanne. Si le niveau continue de monter, les eaux seront détournés vers le fossé aménagé dans le cadre des travaux CNM au nord de la RN113. Les débits pourront ensuite transiter via les ouvrages sous la RN113. Ainsi en période normale, les débits transiteront dans le lit de la Sériguette, et en période de crue, les vannes et clapets se fermeront et la Sériguette sera détournée en amont de la RN113 vers les voutes à l'ouest de Royal Canin, via le fossé créé lors des aménagements CNM.

Ce principe sera étudié plus en détail dans l'AVP.

Figure 33 : localisation et emprise des aménagements (digue et bassins)



6. Modélisation hydraulique du scénario supplémentaire

Dans le cadre de l'étude des digues de second rang de Gallargues et Aimargues, un scénario de tracé supplémentaire a été modélisé sur la commune d'Aimargues.

Les données de tracé de ce scénario ont été fournies par l'EPTB en septembre 2019.

Il consiste à modifier le tracé retenu à l'issue de la réunion de présentation de mai 2019 (tracé noté intermédiaire dans le rapport d'étude), au sud de l'entreprise Calvet.

Le tracé du scénario modifié est donné sur la figure ci-après. En dehors de cette modification, le tracé est celui du scénario noté intermédiaire dans l'étude de base.

Le tracé rouge est retenu pour la modélisation, la modification de tracé demandé (en orange ci-dessous) n'étant pas souhaitable d'un point de vue hydraulique car situé dans l'extrado du coude.

Figure 34 : tracé du scénario supplémentaire (tracé rouge)



Ce tracé est simulé pour la crue de référence de septembre 2002.

Les résultats sont présentés en terme d'impact sur les cotes d'eau par rapport au scénario retenu et par rapport à l'état initial.

Par rapport au tracé retenu, le nouveau tracé entraine un léger abaissement des cotes d'eau (-3 cm) au sud de l'entreprise Calvet (en particulier sur l'exploitation du clos st Jean) mais une augmentation des cotes d'eau de +2 à + 4 cm jusqu'au Vidourle, qui touche moins d'une dizaine de bâtis isolés.

Ce secteur est impacté par des surcotes entre 10 et 20 cm par rapport à l'état initial.

Les bâtis de ce secteur font l'objet de mesures compensatoires de mitigation définies dans le cadre de l'étude d'AMC.

Pour rappel, la carte d'impact du projet retenu en mai 2019 par rapport à l'état initial est rappelé ci-après.

Figure 35 : impact sur les cotes d'eau du tracé supplémentaire par rapport au tracé retenu

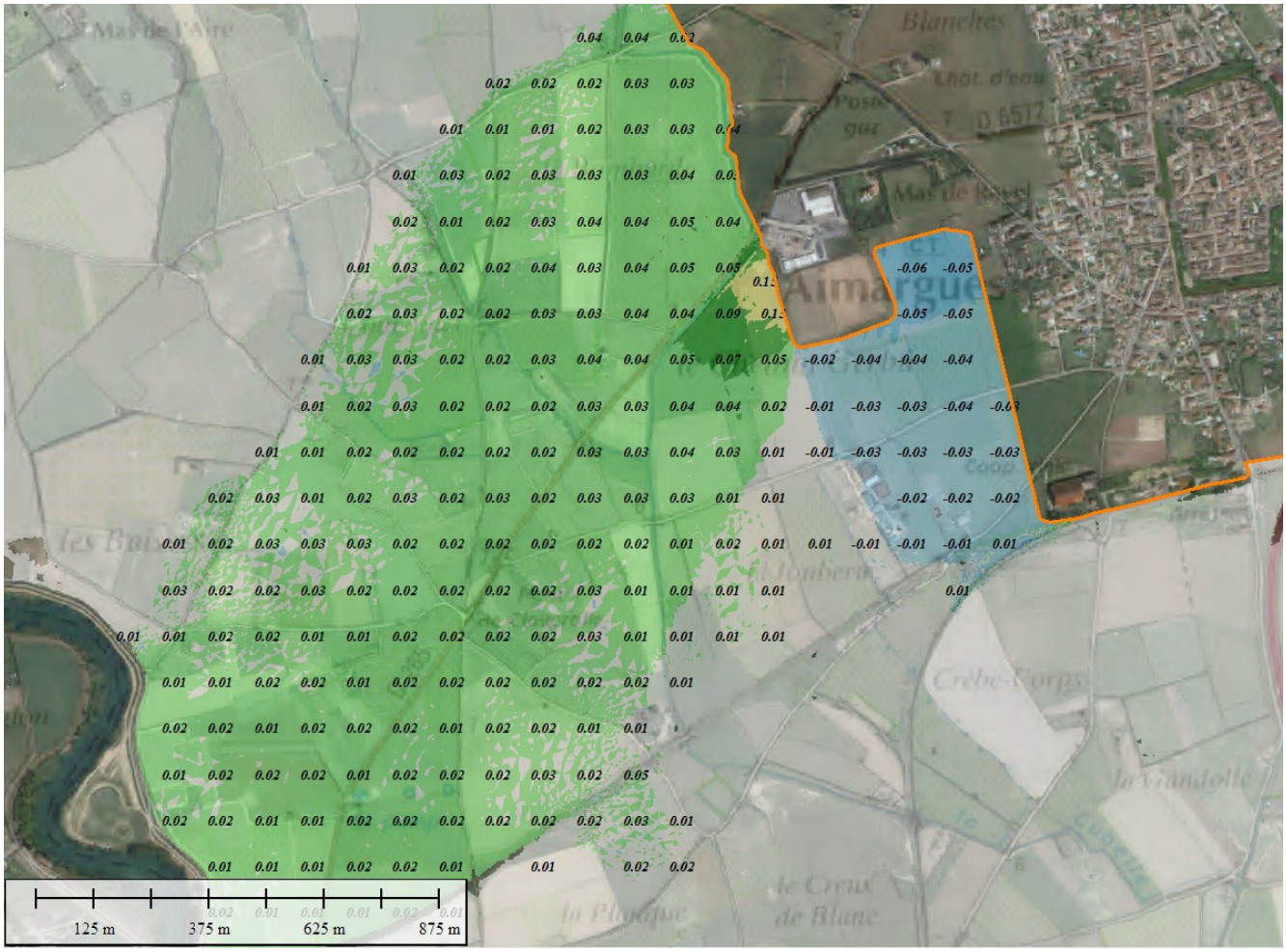


Figure 36 : impact sur les cotes d'eau du tracé supplémentaire par rapport à l'état initial

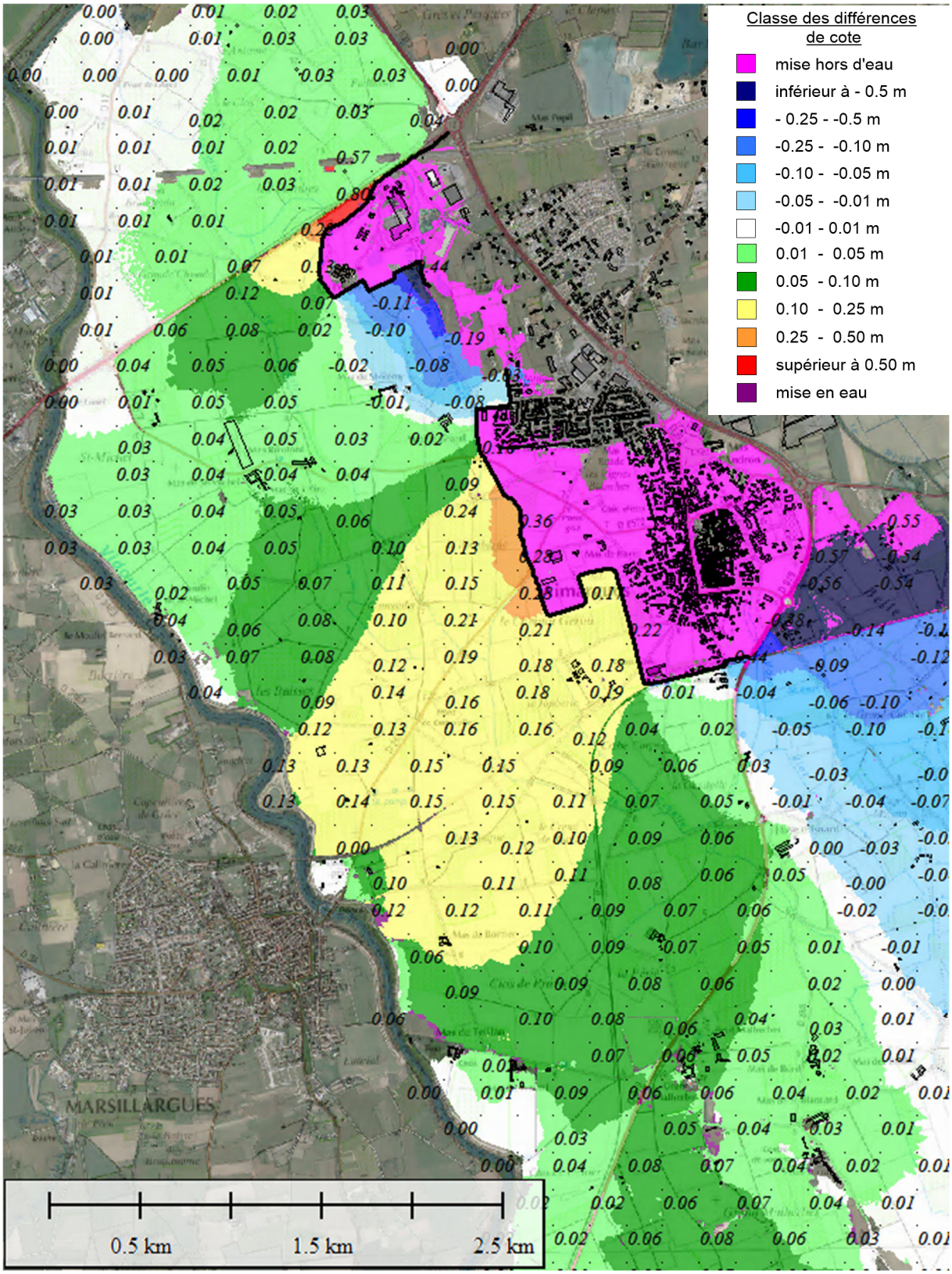
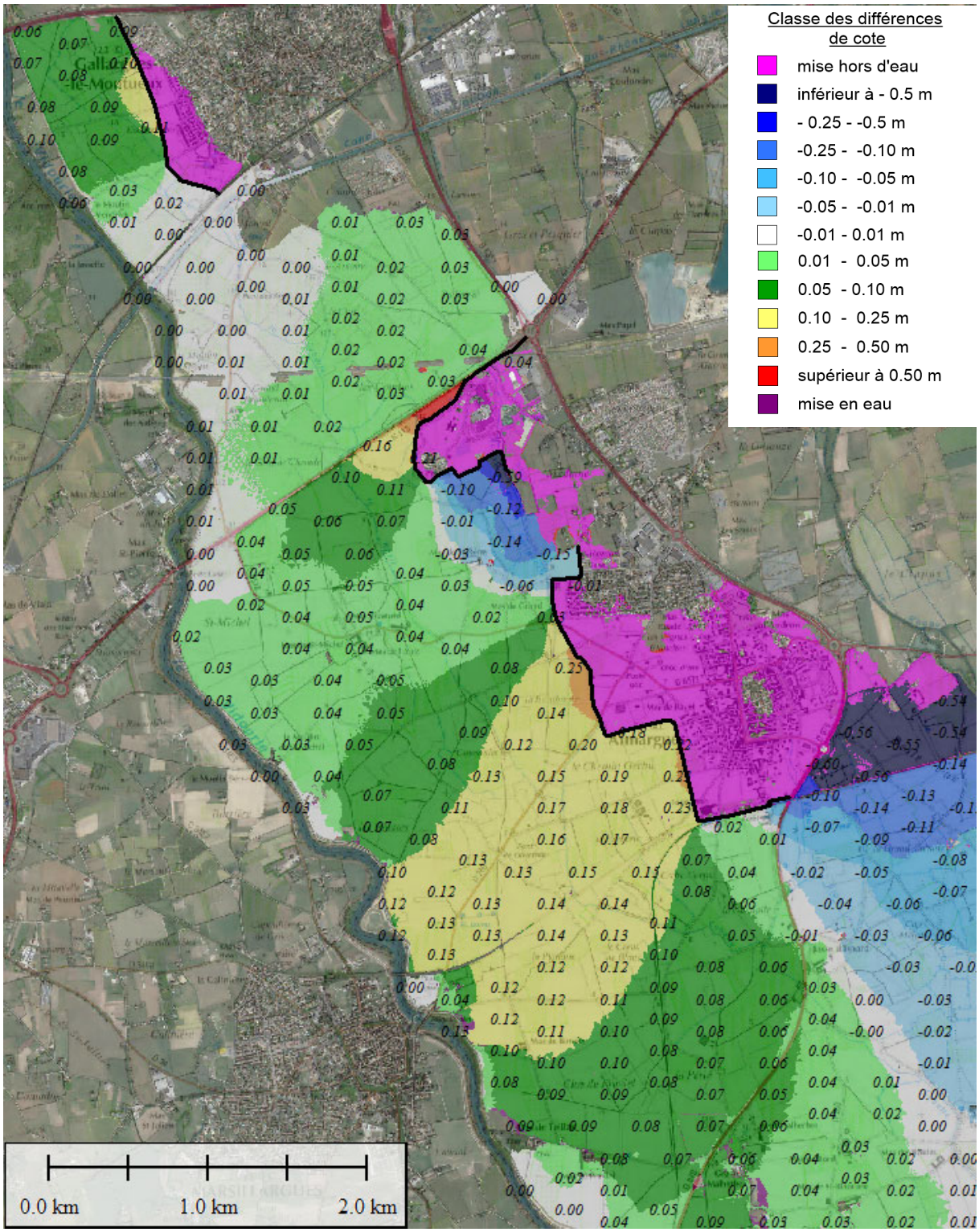


Figure 37 : impact sur les cotes d'eau du tracé retenu en mai 2019 par rapport à l'état initial



ANNEXES

Annexe 1 : résultats de l'état initial sans brèche

Annexe 2 : Volet C estimation financière de la solution retenue

GALLARGUES
CHIFFRAGE DU PROJET

Scénario de base :



Gallargues Scénario de base Montant Estimatif (niveau EP)	
Type de travaux	Montant (en € HT)
1 - Terrassement	1 009 785,00 €
2 - Matériaux	481 502,00 €
3 - Béton coffrage acier	492 912,00 €
4 - Vantellerie + pompage	325 185,00 €
5 - Rétablissements routiers	209 944,00 €
6 - Bassins de rétention	1 452 493,00 €
7 - Dévoiement réseaux	85 575,00 €
SOUS TOTAL	4 057 396,00 €
Installation de chantier (5%)	202 869,80 €
Divers non métrés (10%)	405 739,60 €
TOTAL HT	**4 666 005,40 €**

AIMARGUES
CHIFFRAGE DU PROJET

Scénario intermédiaire :



Aimargues Scénario variante 2 Montant Estimatif niveau EP	
Type de travaux	Montant (en € HT)
1 - Terrassement	1 556 352,53 €
2 - Matériaux	1 049 063,93 €
3 - Béton coffrage acier	1 318 996,00 €
4 - Vantellerie + pompage	434 721,00 €
5 - Rétablissements routiers	652 652,00 €
6 - Bassins de rétention	1 473 031,00 €
7 - Dévoiement réseaux	345 927,00 €
SOUS TOTAL	6 830 743,45 €
Installation de chantier (5%)	341 537,17 €
Divers non métrés (10%)	683 074,35 €
TOTAL HT	**7 855 354,97 €**

Commentaires :

Bassins de rétention cave coopérative

Le bassin principal au droit de la Cave coopérative a une emprise disponible de 54 000 m² (2 m profondeur) soit un volume disponible de 108 000 m3.



Discontinuité sud Royal Canin :

Concernant la discontinuité de la protection en aval de Royal Canin. Les sondages géotechniques montrent la nécessité de réaliser un écran étanche dans cette zone (sous la surface) – Ce linéaire n'a pas été retiré du chiffrage de ce scénario par sécurité.

Digue Sud voie ferrée :

Le chiffrage inclut la digue au sud de la voie ferrée d'après les données du projet BRL.

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

Egis Eau Siège social
889 Rue de la vieille poste
CS 89017
34965 - Montpellier Cedex 2

Tél. : 04 67 139 000
Fax : 04 67 139 393
riv.egis-eau@egis.fr
http://www.egis-eau.fr