



LISBOA - SALAMANCA - MADRID - BARCELONA - NARBONNE - MARSEILLE - VILNIUS
SVERIGE - DANMARK - SUOMI - DEUTSCHLAND - SLOVENSKO - EESTI - SLOVENIJA - ELLÁS - PORTUGAL - ESPAÑA - POLSK

— PARIS — KØBENHAVN — CALAIS — DOVER — LONDON — MONTPELLIER — WARSZAWA — BRISTOL — BRUXELLES — PERPIGNAN — DEN HAAG — AMSTERDAM — DORTMUND — BEZIERS — HANNOVER — BERLIN — N

LISBOA - SÈTE - SALAMANCA - MADRID - BARCELONA - N

BELGIQUE — UNITED KINGDOM — ČESKÁ REPUBLIKA — SVERIGE — DANMARK — SUOMI — DEUTSCHLAND — SLOVENSKO — EESTI — SLOVENIJA — ELLÁS — PORTUGAL — ESPAÑA — POLSKA — FR

OUVERTURE — INNOVATION — INTERCONNEXION — PARTENARIAT — ÉCO-RESPONSABILITÉ — RÉSEAU — AVENIR — MOBILITÉ — ACCÈS — EUROPE — TERRITOIRES — ÉVOLUTION — PERFORM

Atelier Hydraulique - Hydrogéologie

Narbonne le 5 juin 2012

Déroulement de l'atelier

1

Actualité du projet

Rappel sur les grandes étapes

L'atelier Hydraulique dans le processus de concertation et les prochaines décisions (gares, mixité, tracé)

2

Hydraulique

Présentation de la démarche hydraulique pour le franchissement des axes naturels d'écoulement

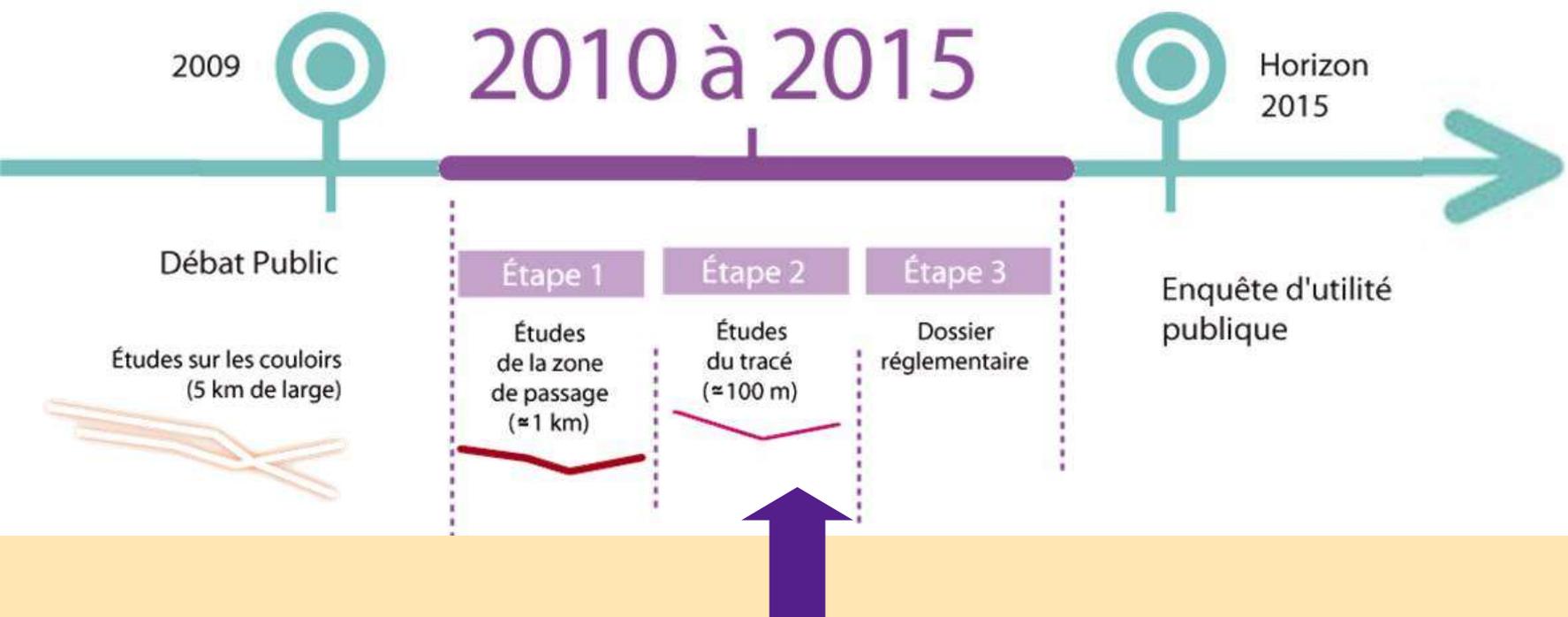
Zoom sur les grands franchissements

3

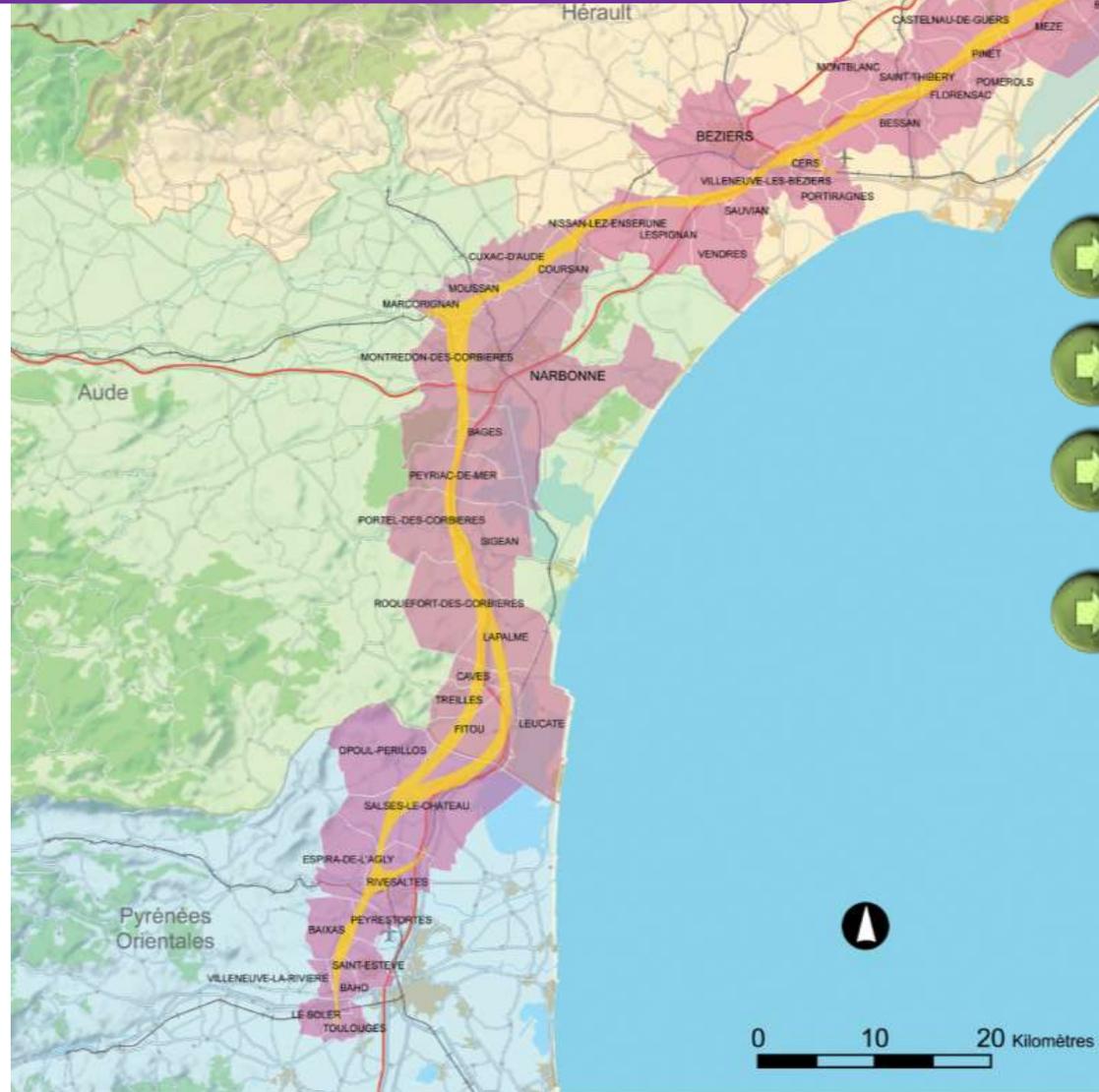
Hydrogéologie

Présentation des études hydrogéologiques

Grandes étapes du projet



Les communes de la zone de passage

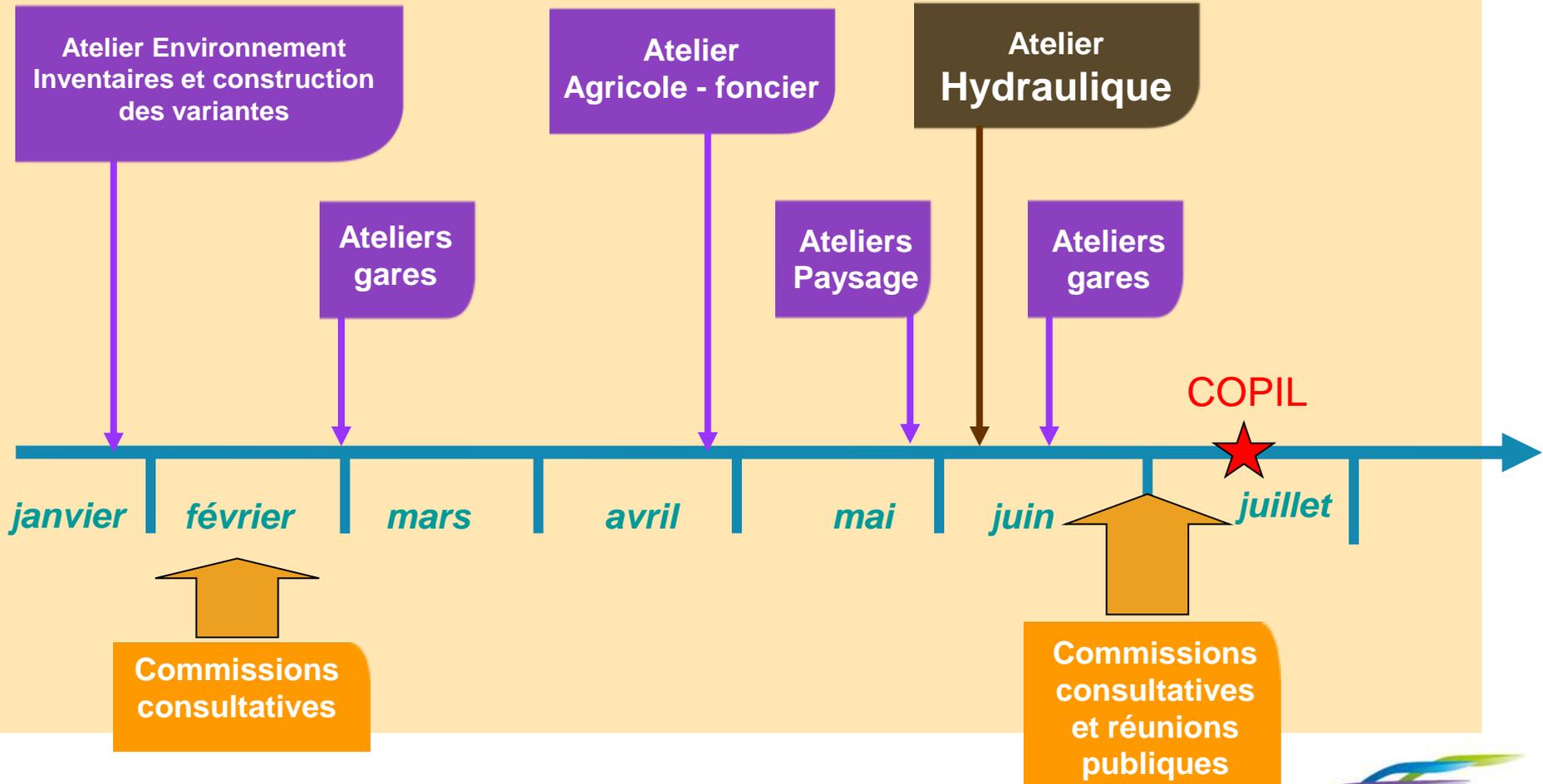


- ➔ 155 km de long
- ➔ 500 à 1500 m de large
- ➔ Contient 95 % du P.I.G. de 2000
- ➔ Deux options entre Narbonne et Perpignan

Légende :

- Zone de passage préférentielle
- Communes de la zone de passage préférentielle
- Lignes ferroviaires
- Autoroutes

L'atelier d'aujourd'hui dans le processus de concertation et de gouvernance



Concertation



Réunions publiques

■ 6 réunions publiques

- le 26 juin à Béziers
- le 27 juin à Gigean
- le 2 juillet à La Palme
- le 3 juillet à Peyrestortes
- le 4 juillet à Narbonne
- le 5 juillet à Nissan

■ Présentation 3D des variantes de tracé + présentation des études sur les gares + éclairage sur la mixité

Concertation et gouvernance

➔ Gares et mixité : choix du COPIL le 13 juillet



Décision ministérielle: automne 2012

➔ Variantes et tracé



Choix du COPIL: automne 2012

Déroulement de l'atelier

1

Actualité du projet

→ Rappel sur les grandes étapes

→ L'atelier Hydraulique dans le processus de concertation et les prochaines décisions (gares, mixité, tracé)

2

Hydraulique

→ Présentation de la démarche hydraulique pour le franchissement des axes naturels d'écoulement

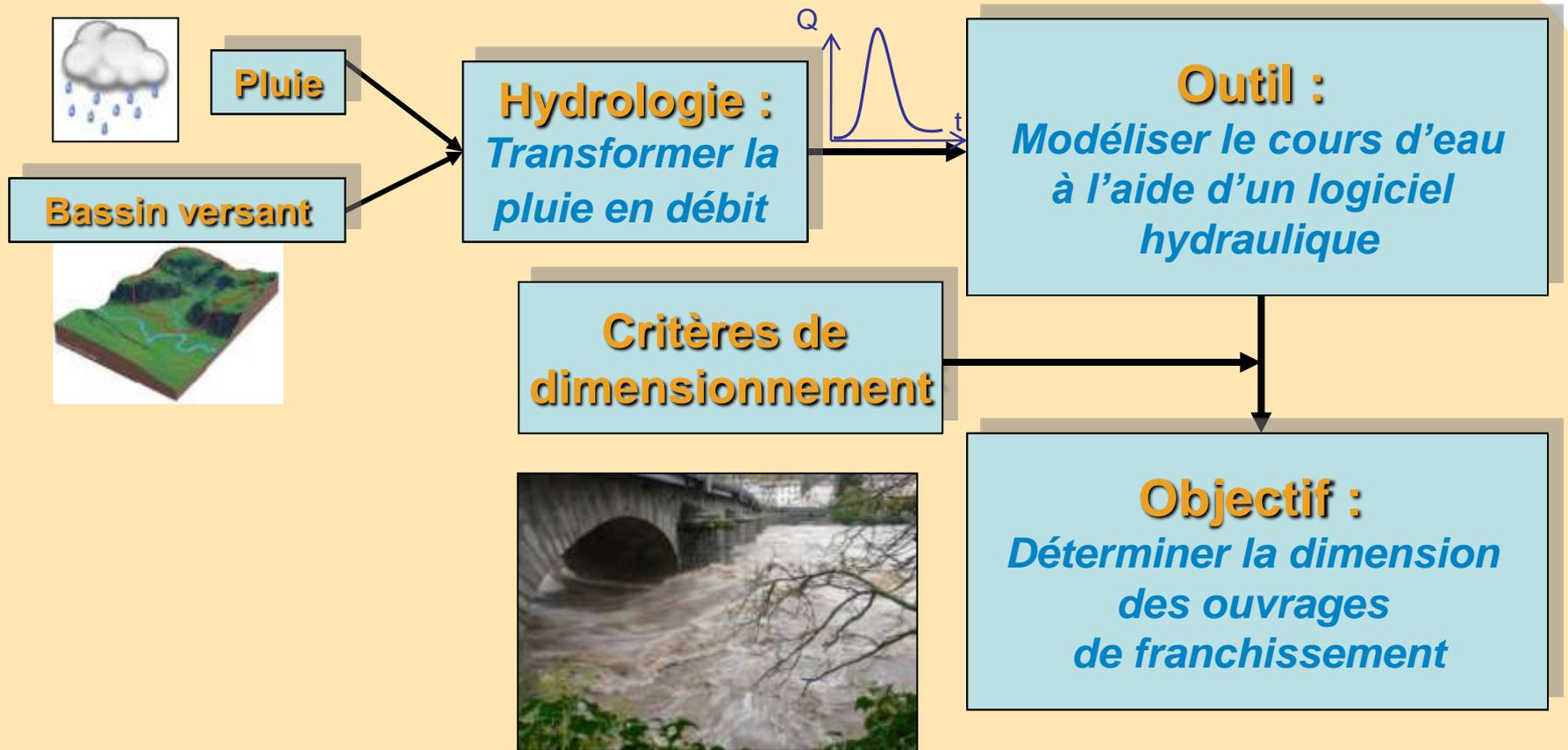
→ Zoom sur les grands franchissements

3

Hydrogéologie

→ Présentation des études hydrogéologiques

Présentation de la démarche hydraulique

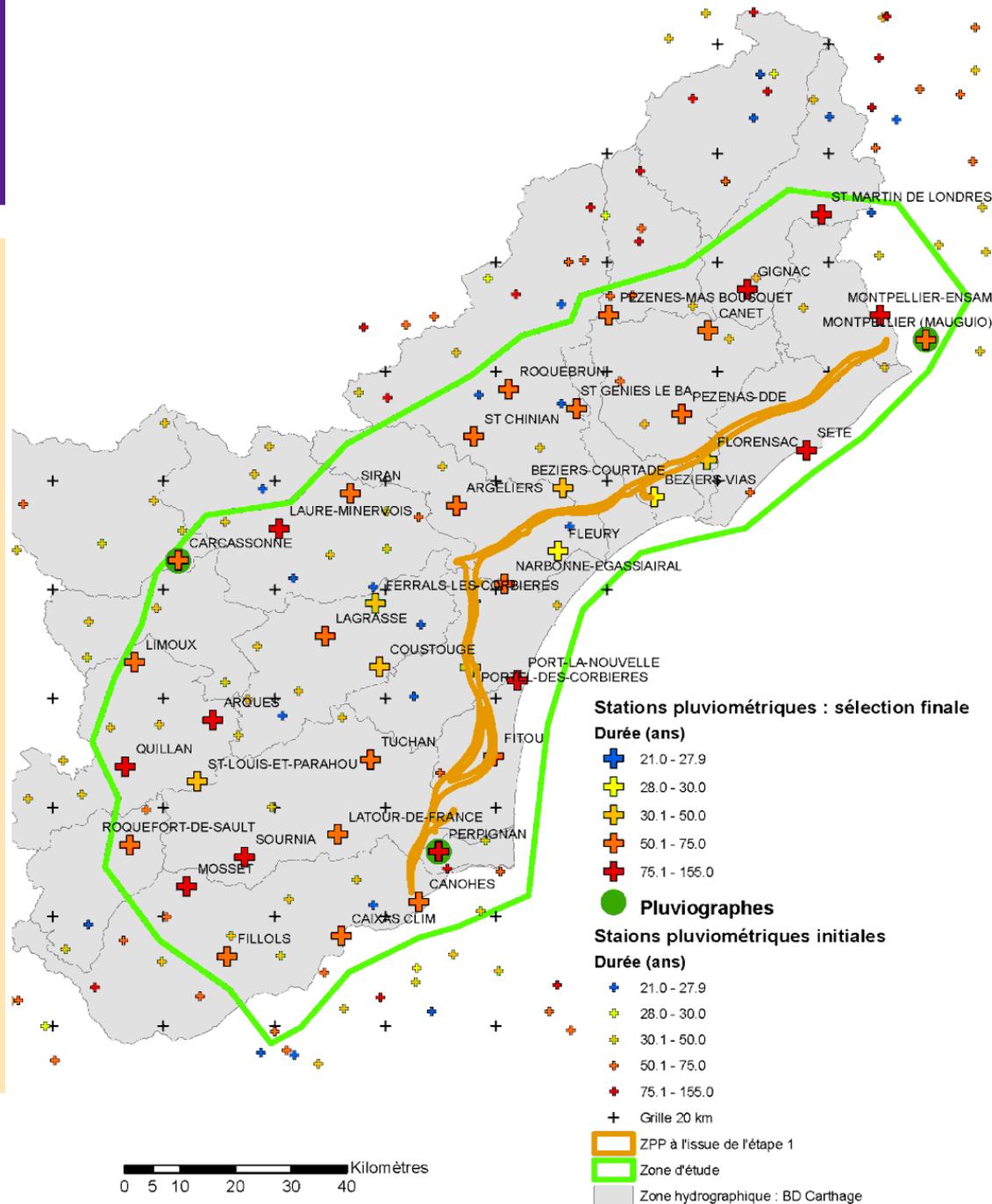


Préambule hydrologique

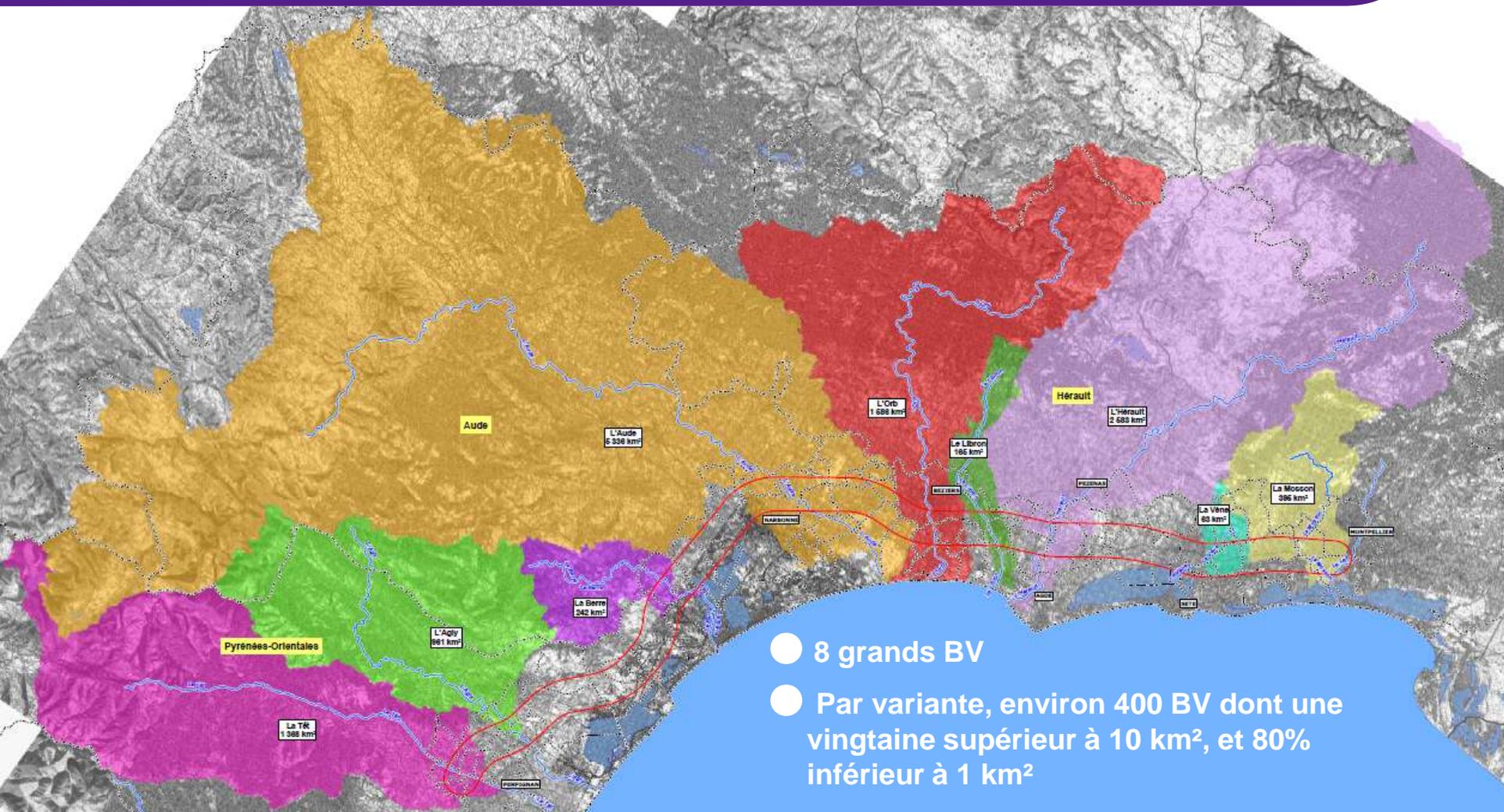
Données pluviométriques sources Météo France

Sélection des sources de données :

- présentant la meilleure fiabilité pour l'objectif recherché (événement rares et extrêmes)
- pour assurer la meilleure couverture de la zone d'étude



Contexte hydrographique général



Préambule hydrologique

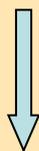
Transformer la pluie en débit

Précipitation : eau reçue sur le bassin

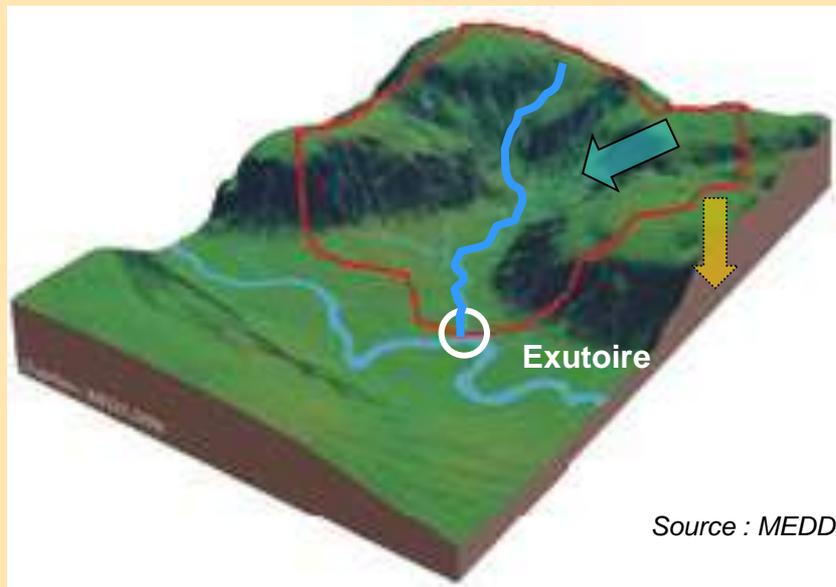
Ruissellement / infiltration

Temps de concentration

Propagation de l'onde de crue



Débit à l'exutoire



Source : MEDD

Le coefficient de ruissellement C_r prend en compte la pente des versants, la nature et l'occupation du sol

Préambule hydrologique

Méthode de calcul des débits pour les BV inférieurs à 10km²

● Méthode dite rationnelle

$$Q \text{ (Débit)} = C \text{ (coef ruissellement)} \times I \text{ (intensité pluie)} \times A \text{ (surface BV)}$$

● Paramètres C et I calculés selon différentes formulations

- méthode PPRi Aude,
- formulations proposés par les experts CNM,
- autres formules classiques dans la région...

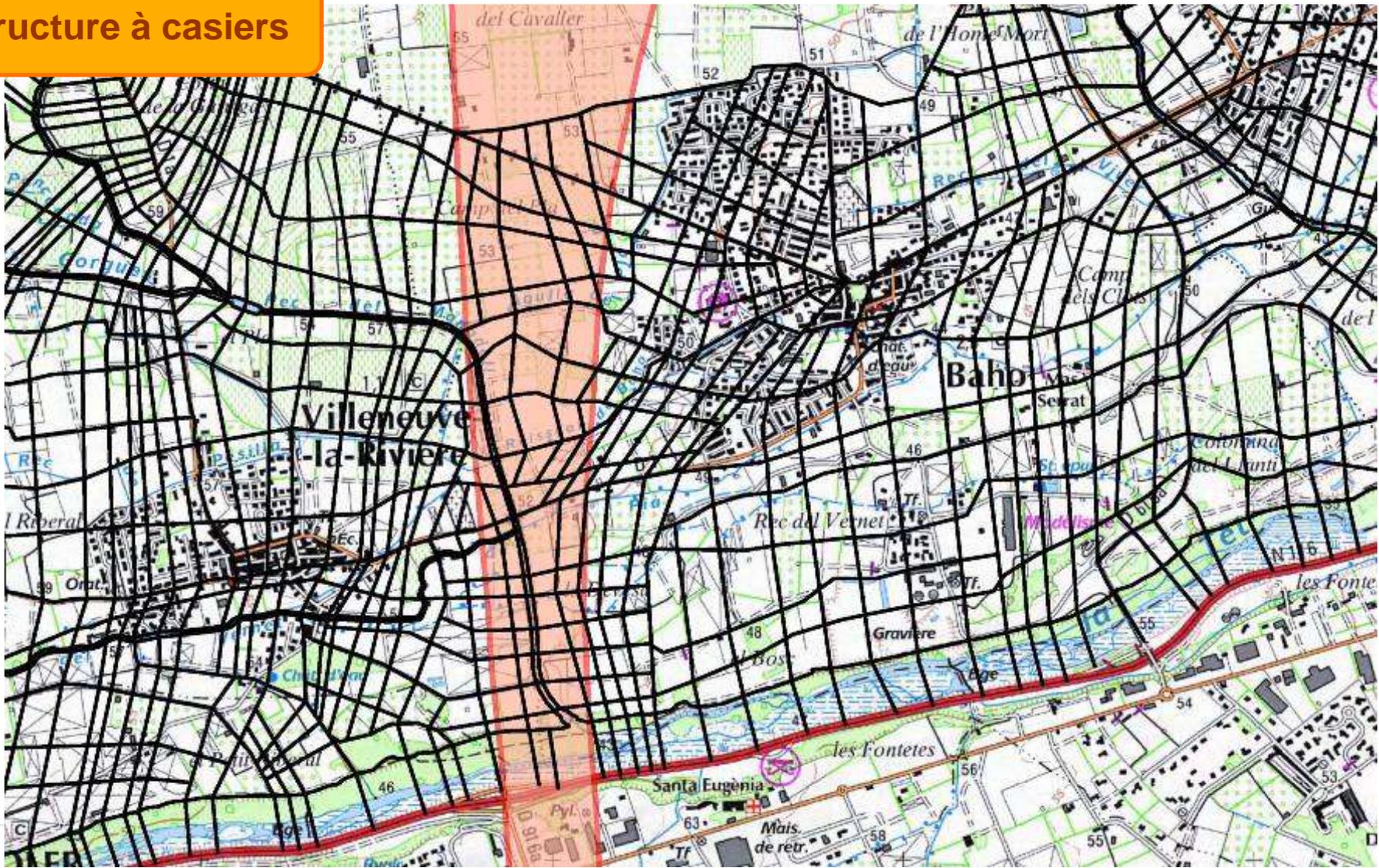
DDTM consultées en Novembre 2011 pour préciser les paramètres à retenir

Quel modèle pour quel cours d'eau ?

- Adapté à la complexité du franchissement
- 140 cours d'eau modélisés
- 15 modèles à casiers ou 2D
- 39 modèles filaires

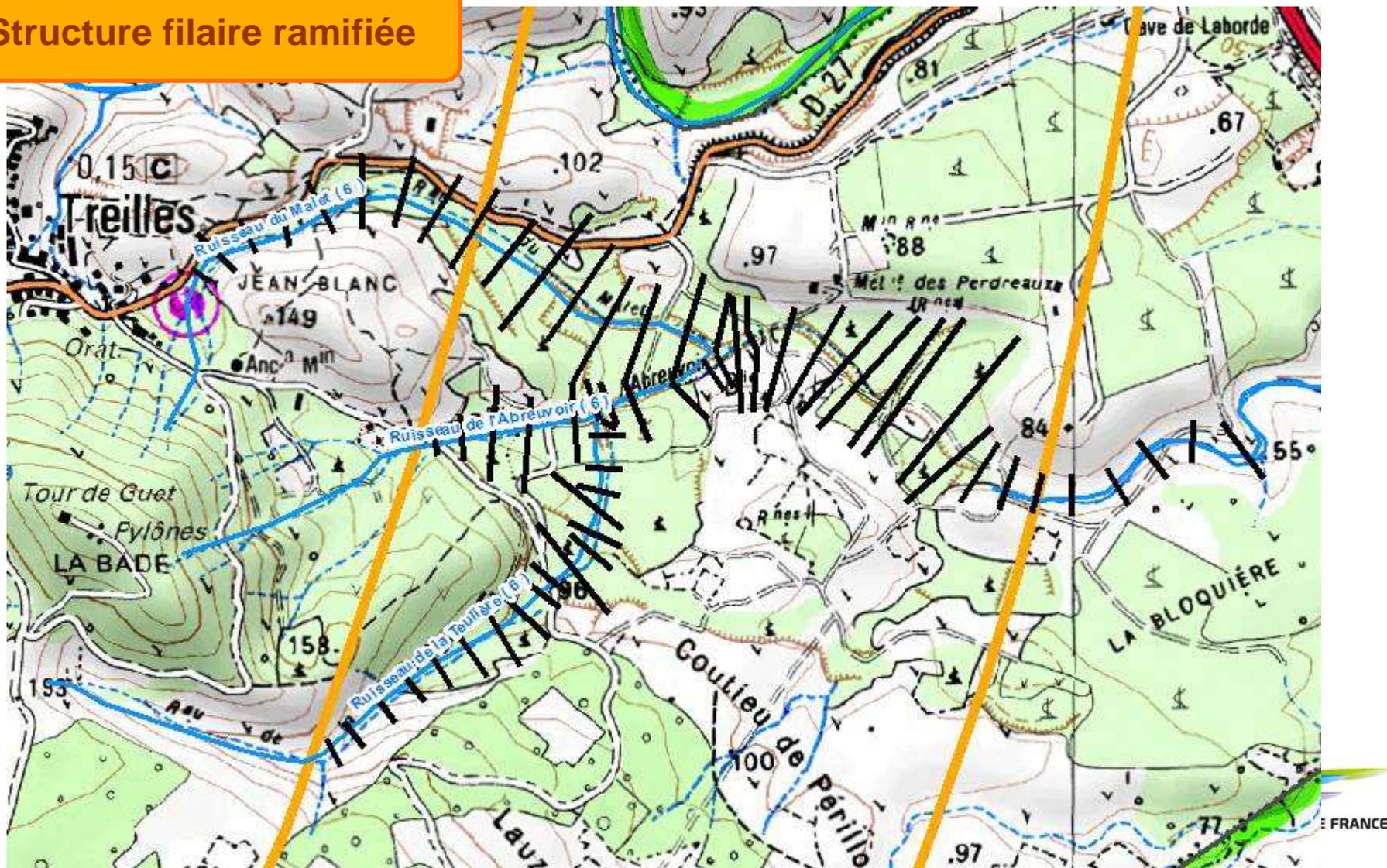
Modélisation hydraulique

Structure à casiers



Modélisation hydraulique

Structure filaire ramifiée



Modélisation hydraulique

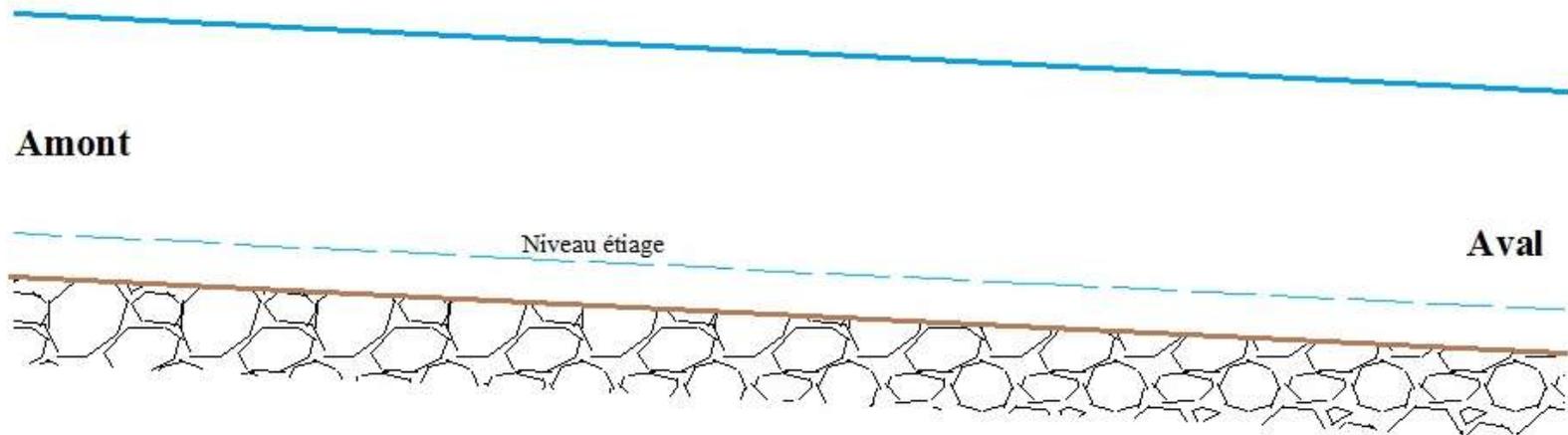
**Principe général = Transparence hydraulique
non aggravation du risque sur les lieux habités**

Les critères de dimensionnement

- **Dimensionnement = crue de référence**
- **Fonctionnement de l'ouvrage = crue exceptionnelle** (ni déversement , ni rupture)
- **Remous admissible**
 - 2 à 3 cm au droit des secteurs à enjeux (précision du modèle)
 - 5 cm en zone d'habitat diffus
 - 25 cm dans les zones sans enjeux humains
- **Tirant d'air = suivant type ouvrage, entre 50 cm et 1 m pour la crue de référence** (assurer le passage des flottants en cas de crue)

Démarche hydraulique

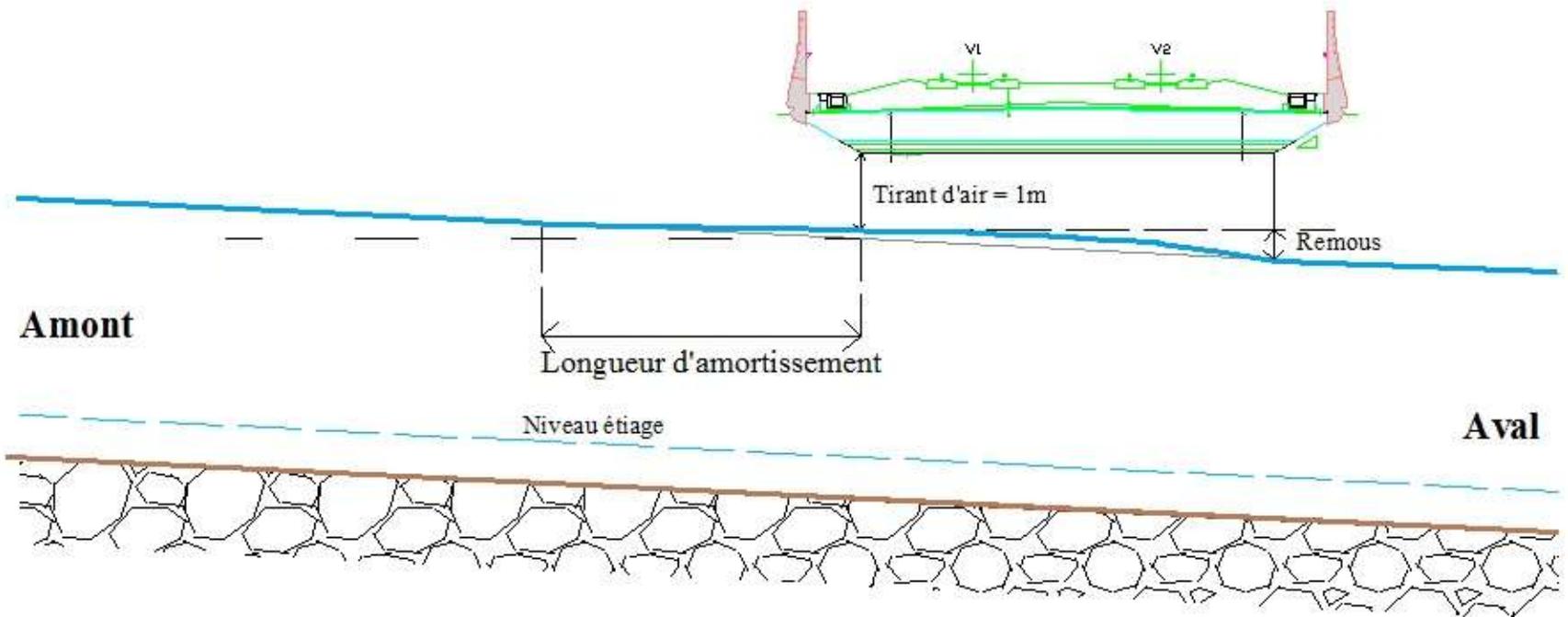
Critère de dimensionnement



Démarche hydraulique

Critère de dimensionnement

Coupe (AA') au droit de l'ouverture d'un pont en rivière



Déroulement de l'atelier

1

Actualité du projet

→ Rappel sur les grandes étapes

→ L'atelier Hydraulique dans le processus de concertation et les prochaines décisions (gares, mixité, tracé)

2

Hydraulique

→ Présentation de la démarche hydraulique pour le franchissement des axes naturels d'écoulement

→ Zoom sur les grands franchissements

3

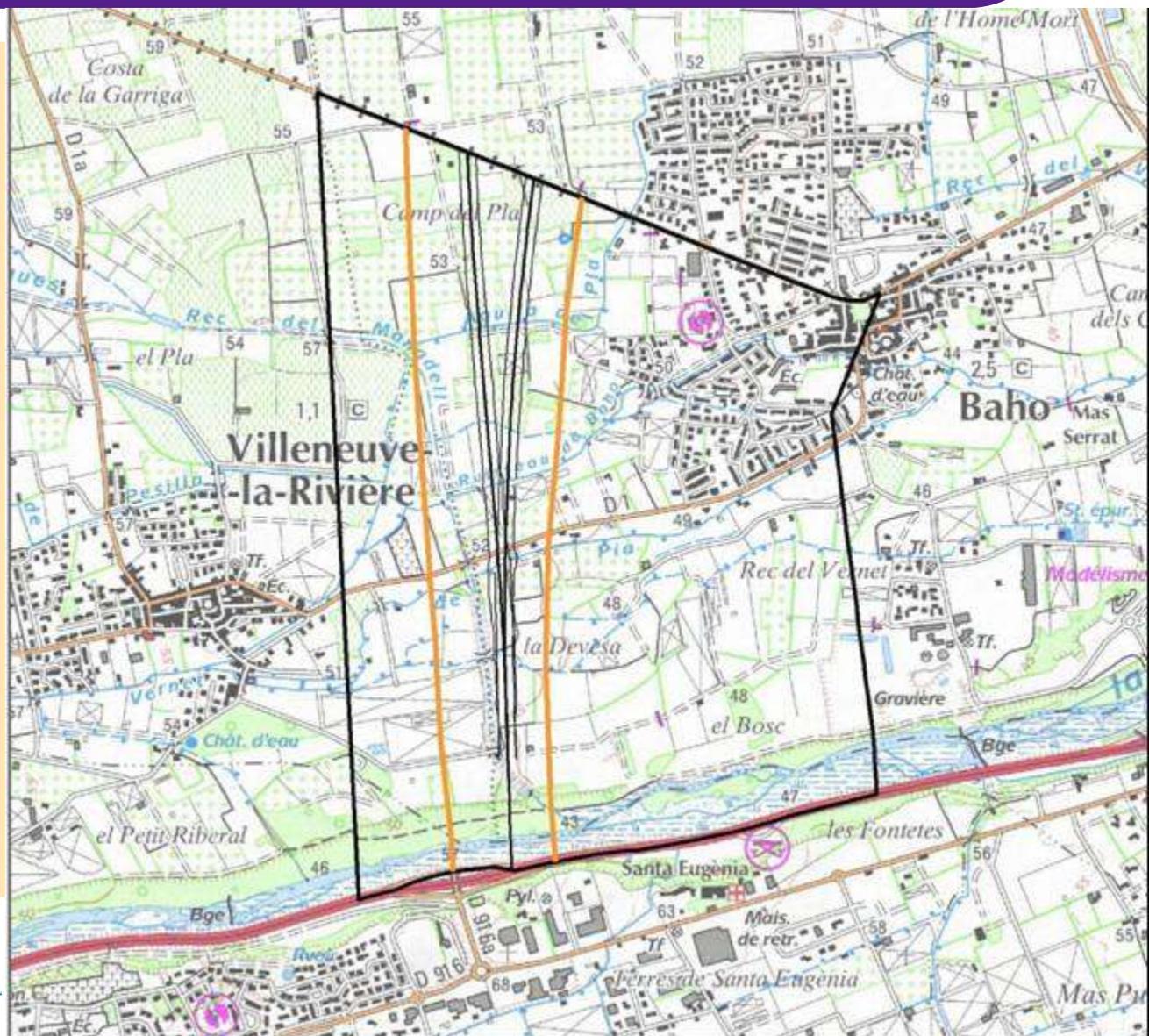
Hydrogéologie

→ Présentation des études hydrogéologiques

La Têt

Périmètre

La Têt et ses
affluents de rive
gauche entre
Villeneuve la
Rivière et Baho



Données de base

● Etudes et données existantes :

- Etude de l'aléa inondation préalable à l'élaboration du PPRi de la Têt moyenne et de ses affluents rive gauche, DDTM, en cours

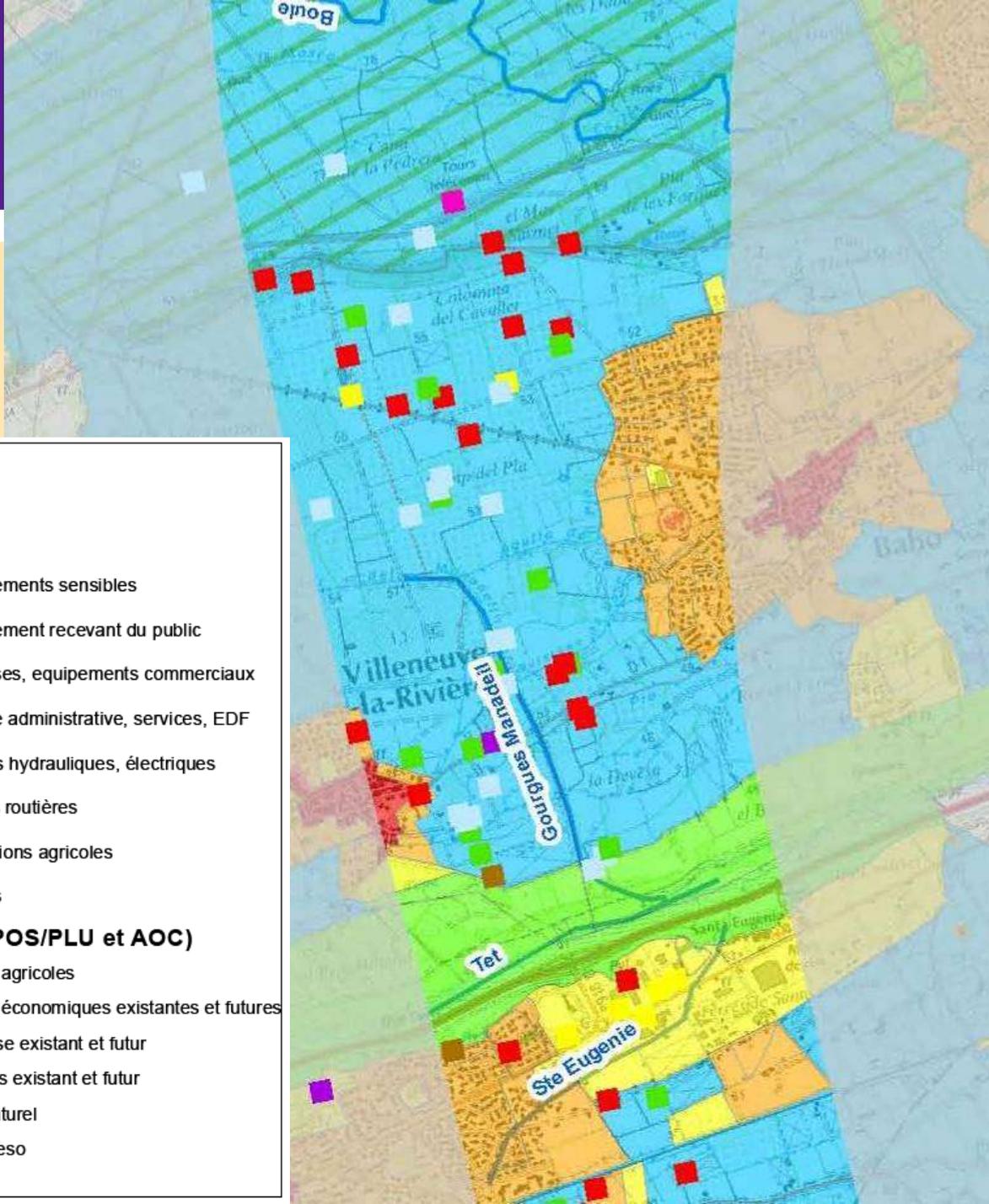
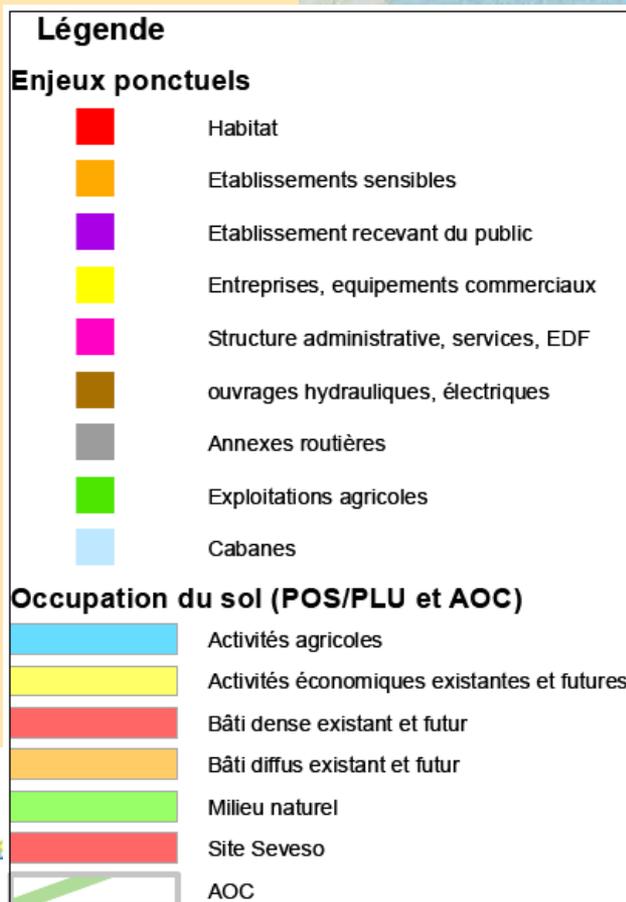
● Synthèse des débits :

- Débit décennal : 1800 m³/s à Perpignan
- Débit trentennal : 2100 m³/s à Perpignan
- Débit centennal : 2500 m³/s à Perpignan
- Crue de 1940 : 3600 m³/s à Perpignan : crue de référence
- Crue exceptionnelle : 4320 m³/s à Perpignan (1.2xQref)

La Têt

Les enjeux bâtis
isolés

Villeneuve la
Rivière et Baho



La Têt

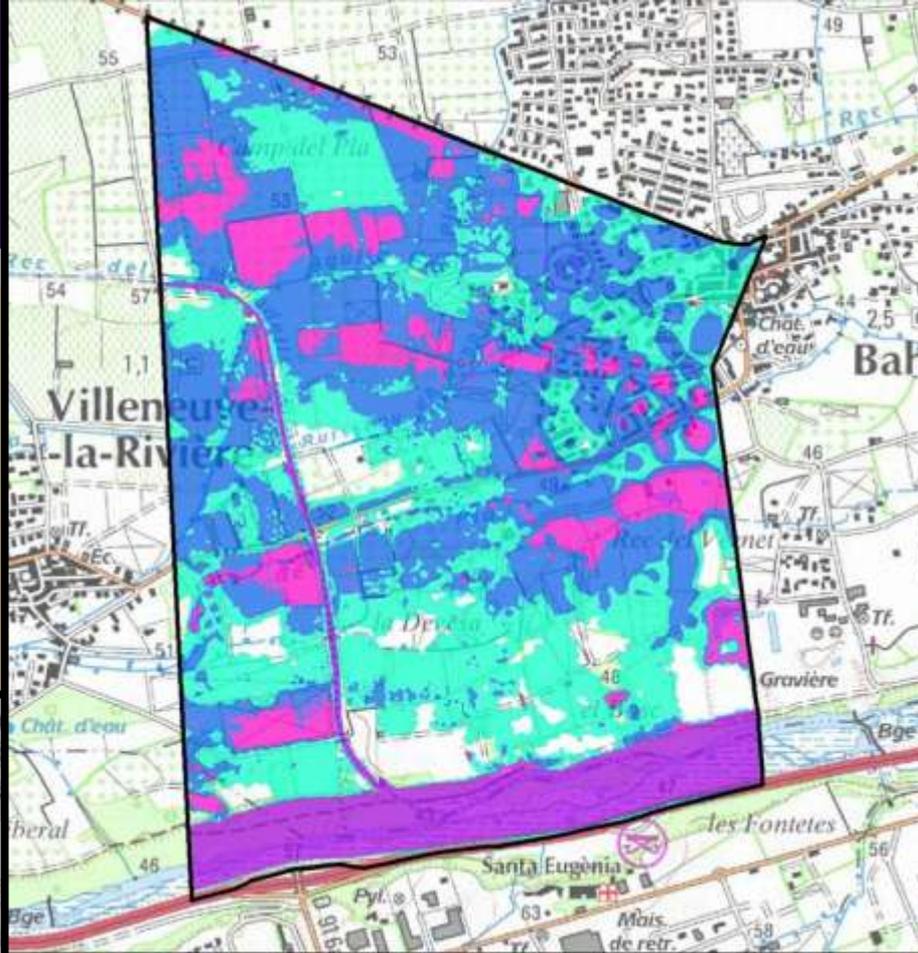
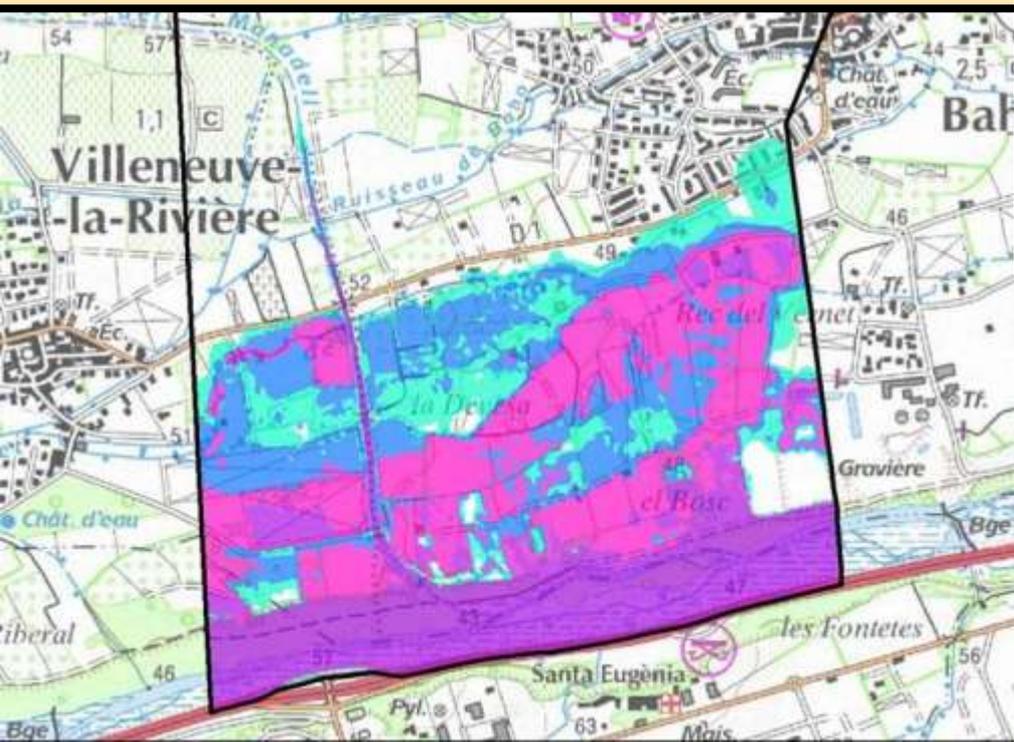
Construction du modèle hydraulique

- Base topographique LIDAR 2011
- 235 000 mailles de taille entre 1 et 50 m
- Calage sur le modèle à casiers global construit pour le PPRi
- Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle



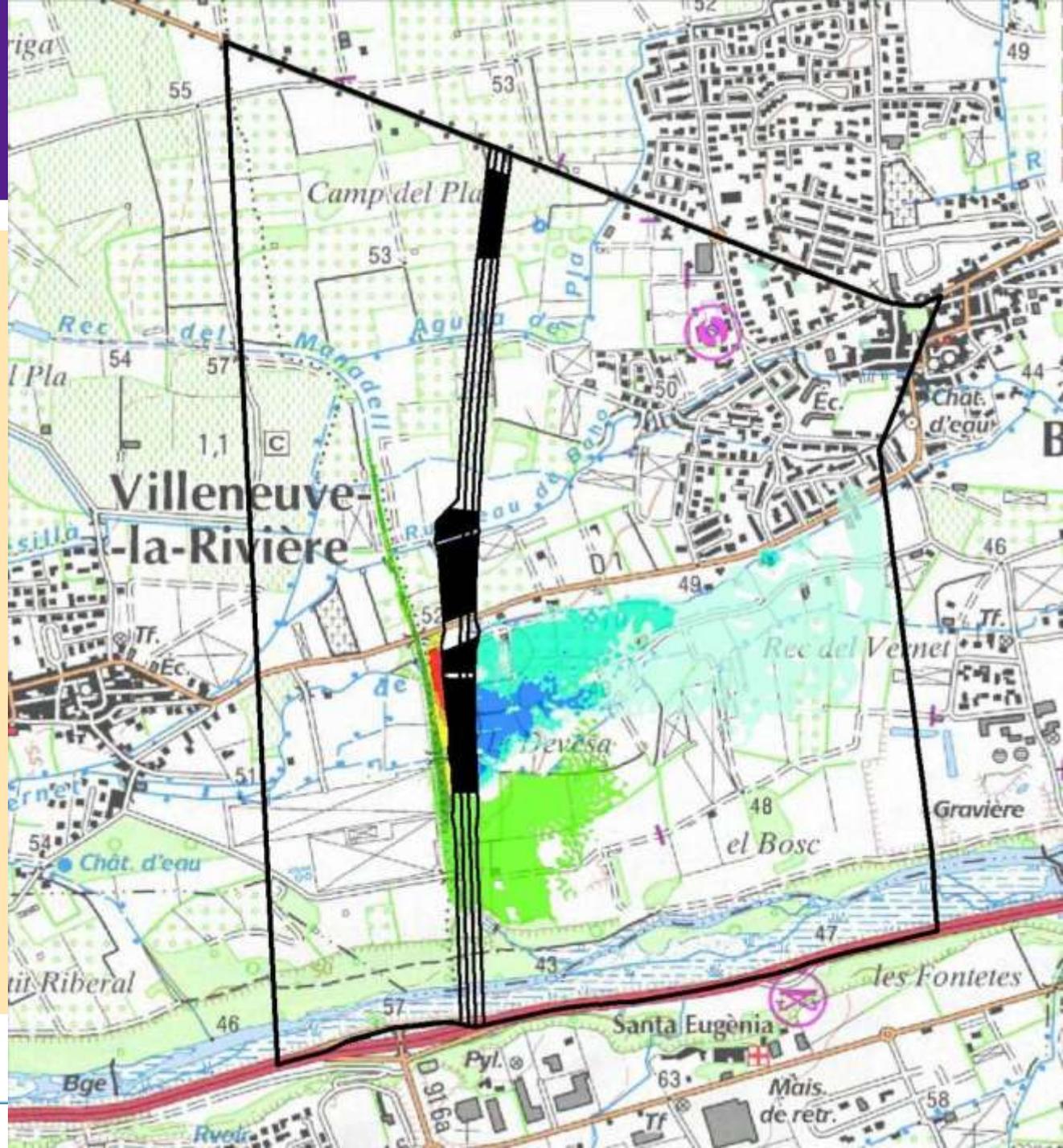
La Têt

Crue centennale
situation actuelle



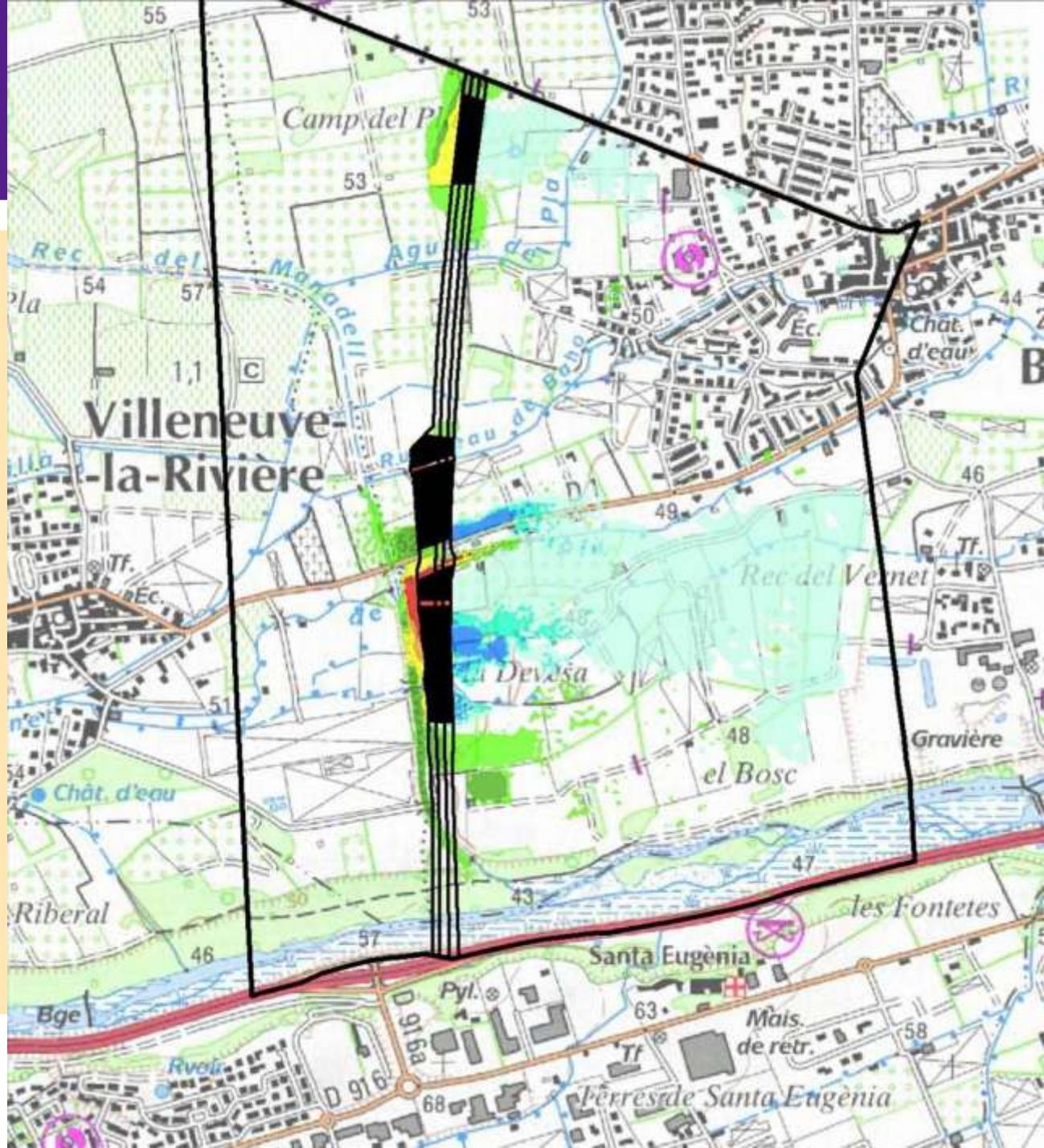
La Têt

Incidence
hydraulique pour
crue de la Têt

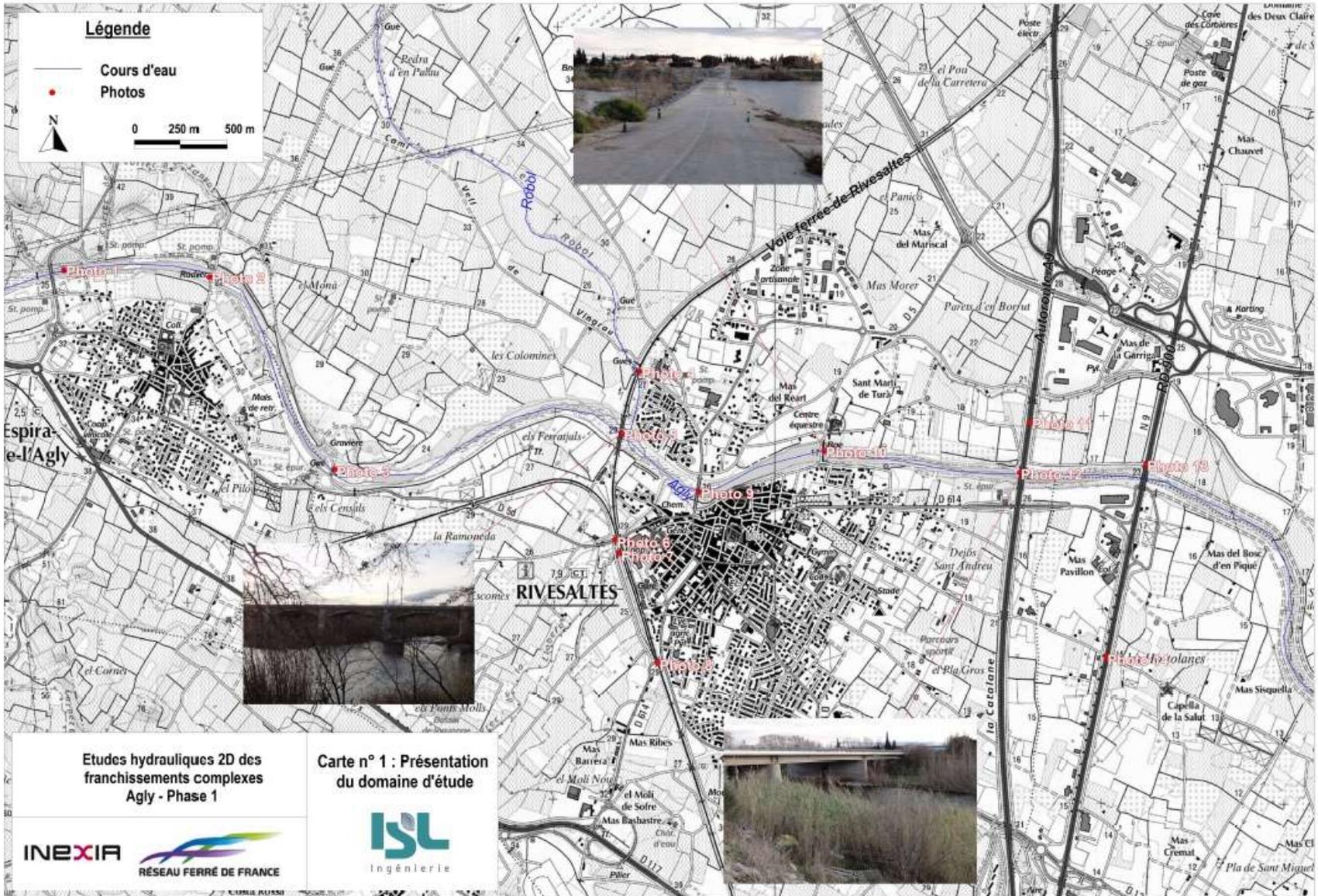


La Têt

Incidence
hydraulique pour
crue des affluents



L'Agly



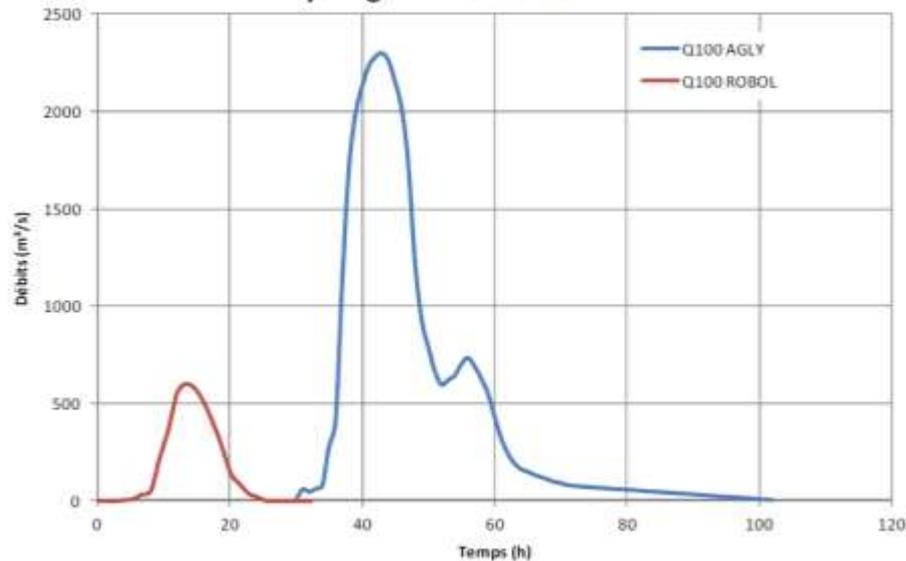
L'Agly

Hydrologie



Bassins versants de l'Agly et du Robol au niveau de la voie ferrée de Rivesaltes

Hydrogrammes centennaux

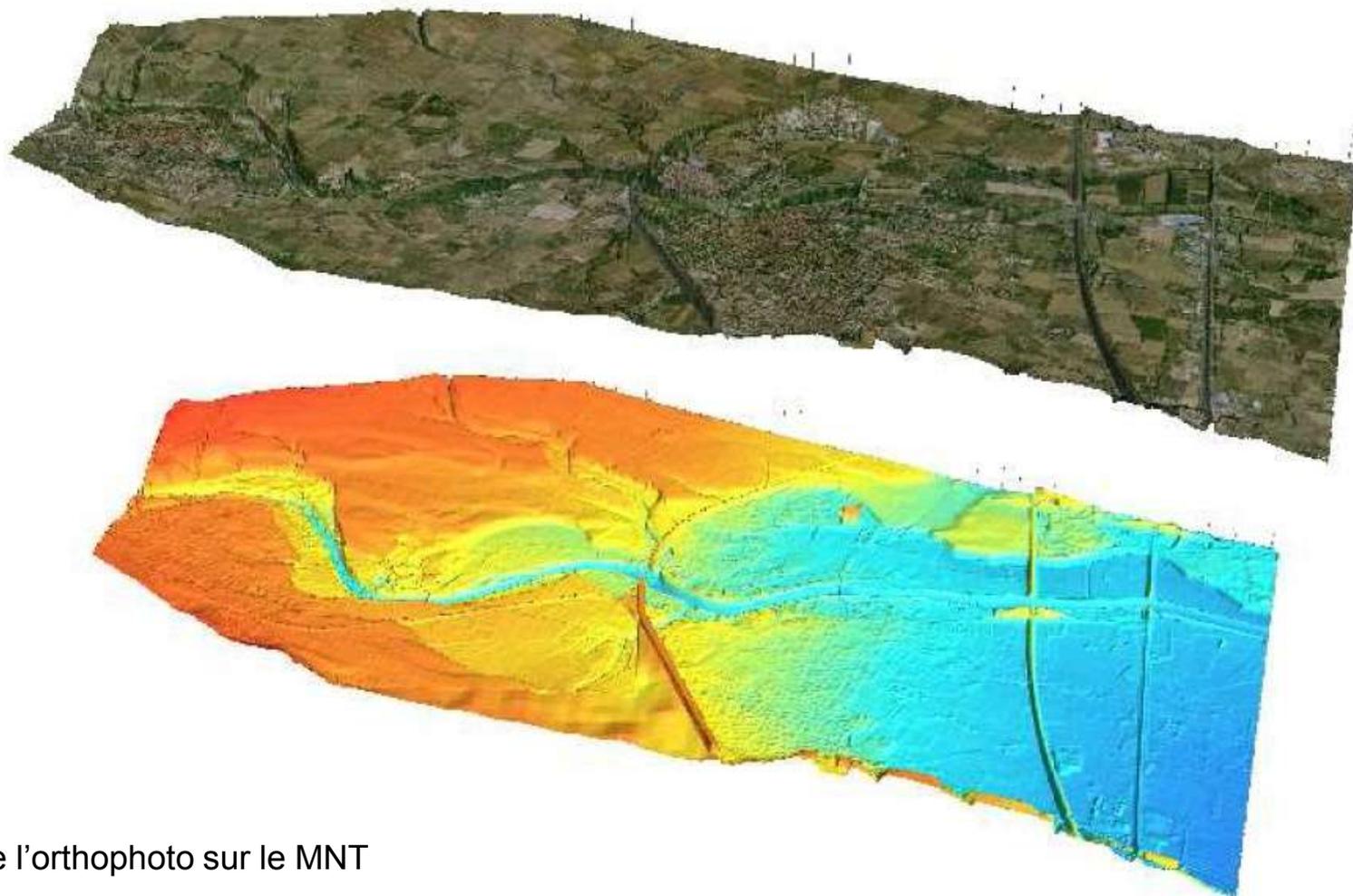


Hydrogrammes centennaux injectés dans le modèle

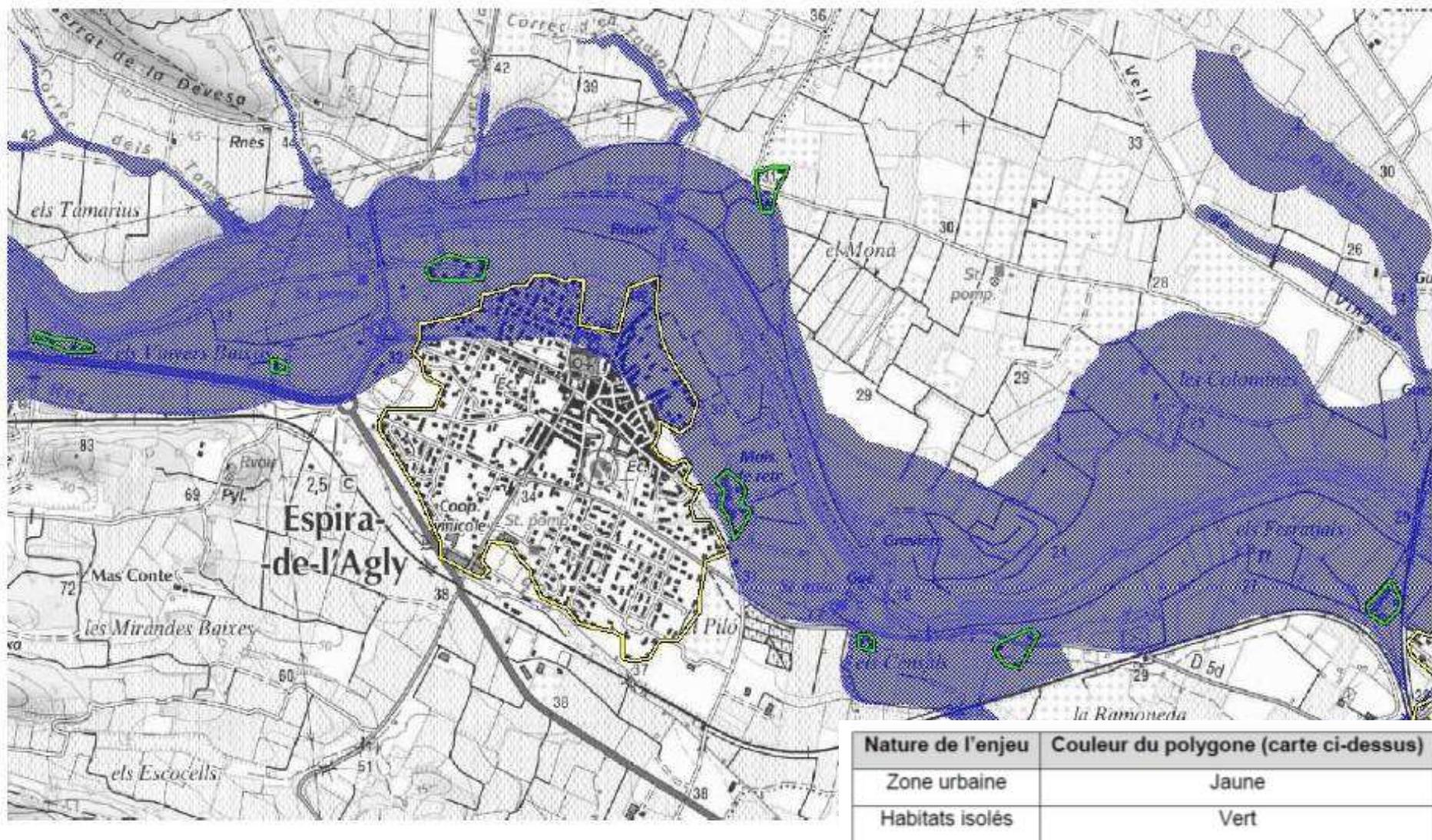
	Agly	Robol
10 ans (premiers enjeux touchés)	1 000 m ³ /s	150 m ³ /s
100 ans	2 300 m ³ /s	600 m ³ /s
200 à 300 ans	1.2 x Q100 = 2760 m ³ /s	1.5 x Q100 = 900 m ³ /s
1 000 ans	1.5 x Q100 = 3 500 m ³ /s	1.8 x Q100 = 1 080 m ³ /s
1999	2 090 m ³ /s	-

L'Agly

Relevés de terrain : fond topographique détaillé



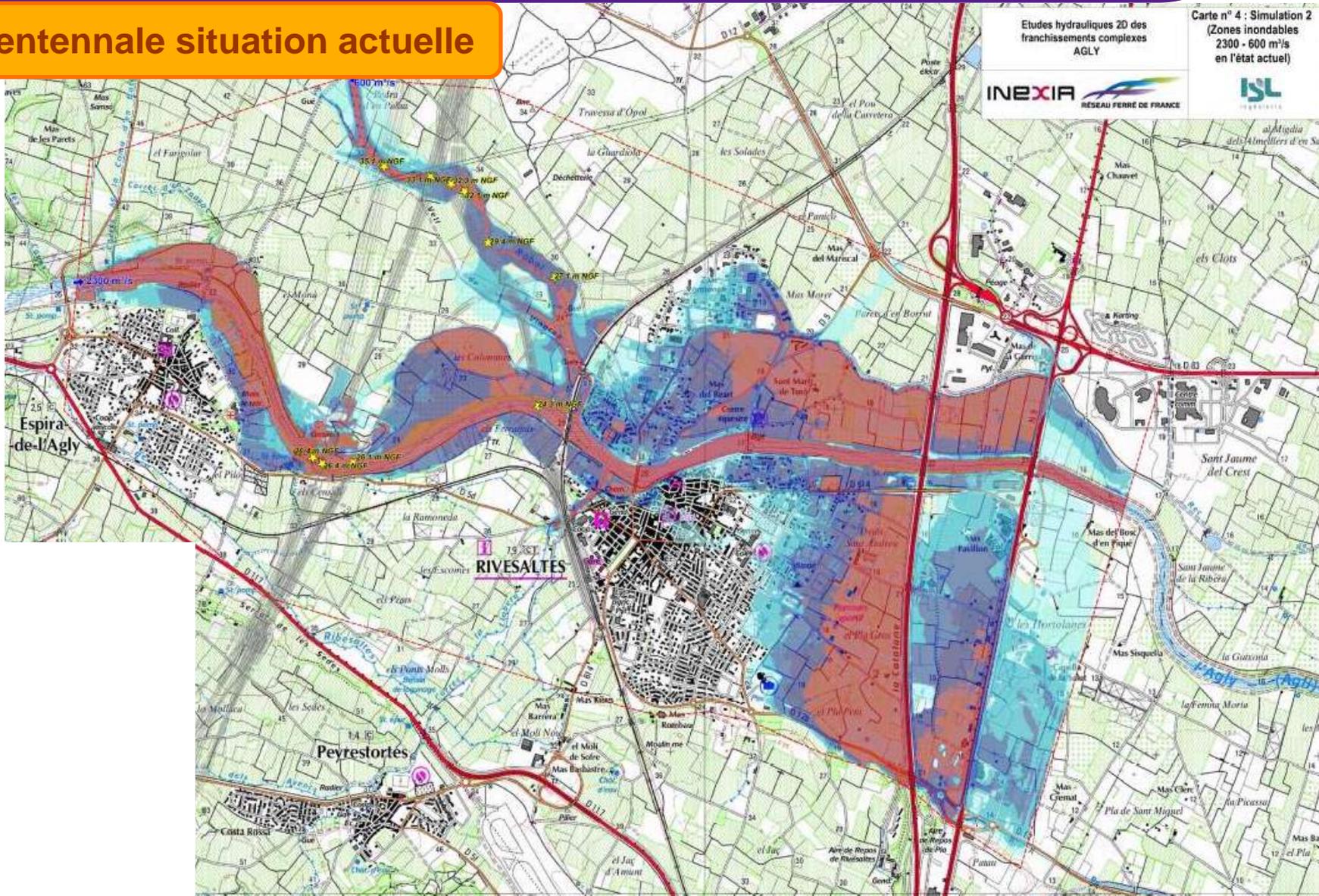
L'Agly



Enjeux recensés en amont de la voie ferrée

L'Agly

Crue centennale situation actuelle



Modélisation de la situation avec le projet

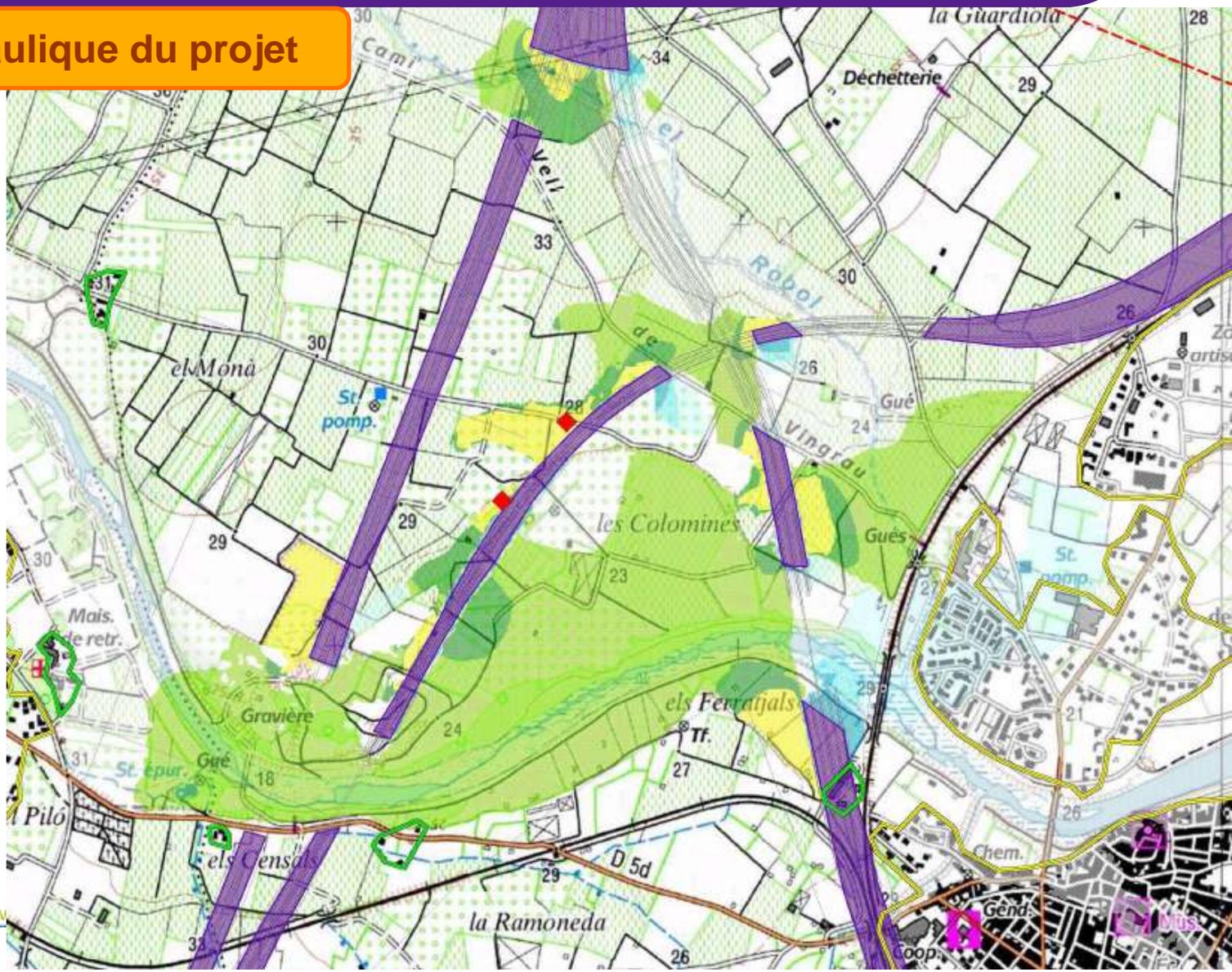
- **Impacts pour la crue 100 ans**

- Impact maximal 25cm
- Impact sur enjeux bâtis isolés 5cm environ

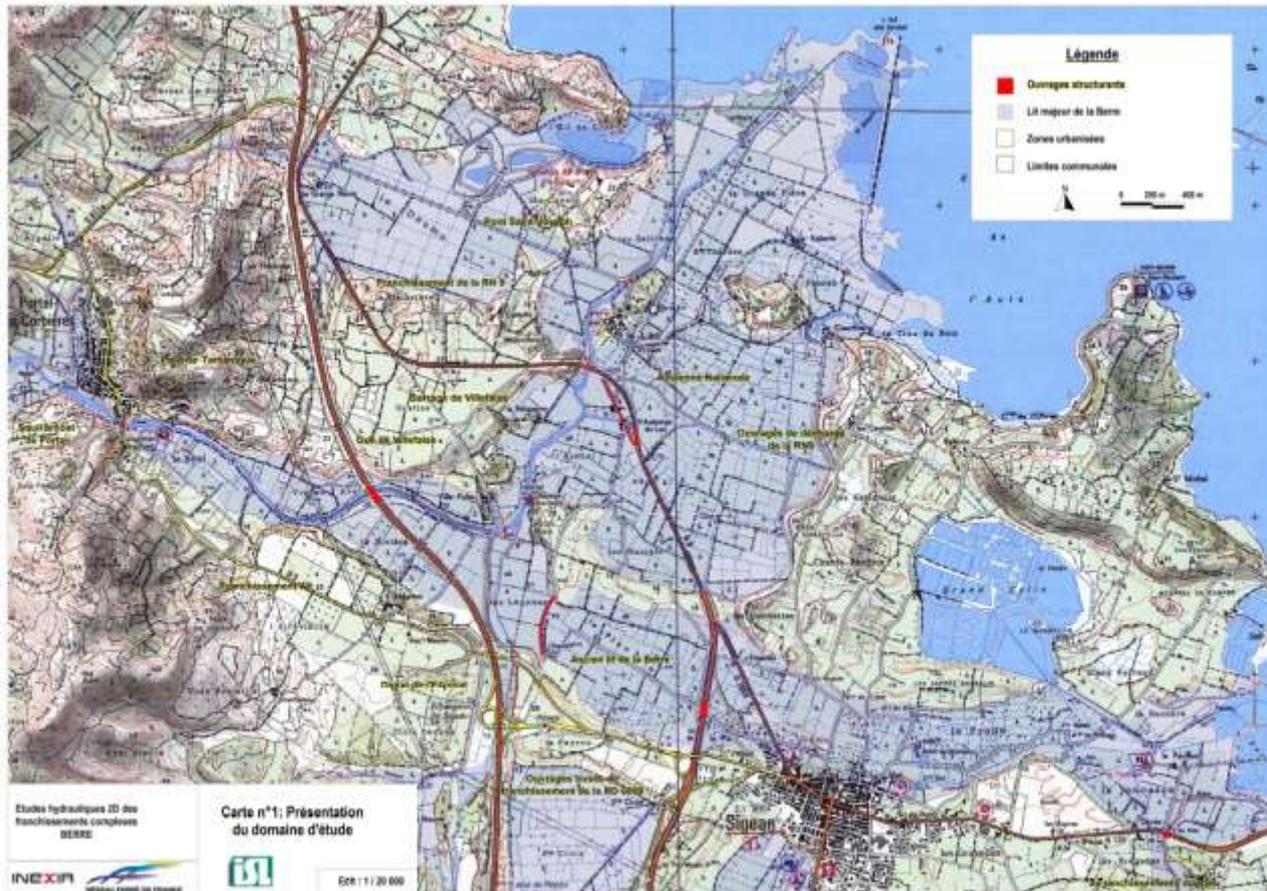
- **Positionnement optimum : dans l'axe des écoulements animés des plus fortes vitesses**

L'Agly

Incidence hydraulique du projet



La Berre

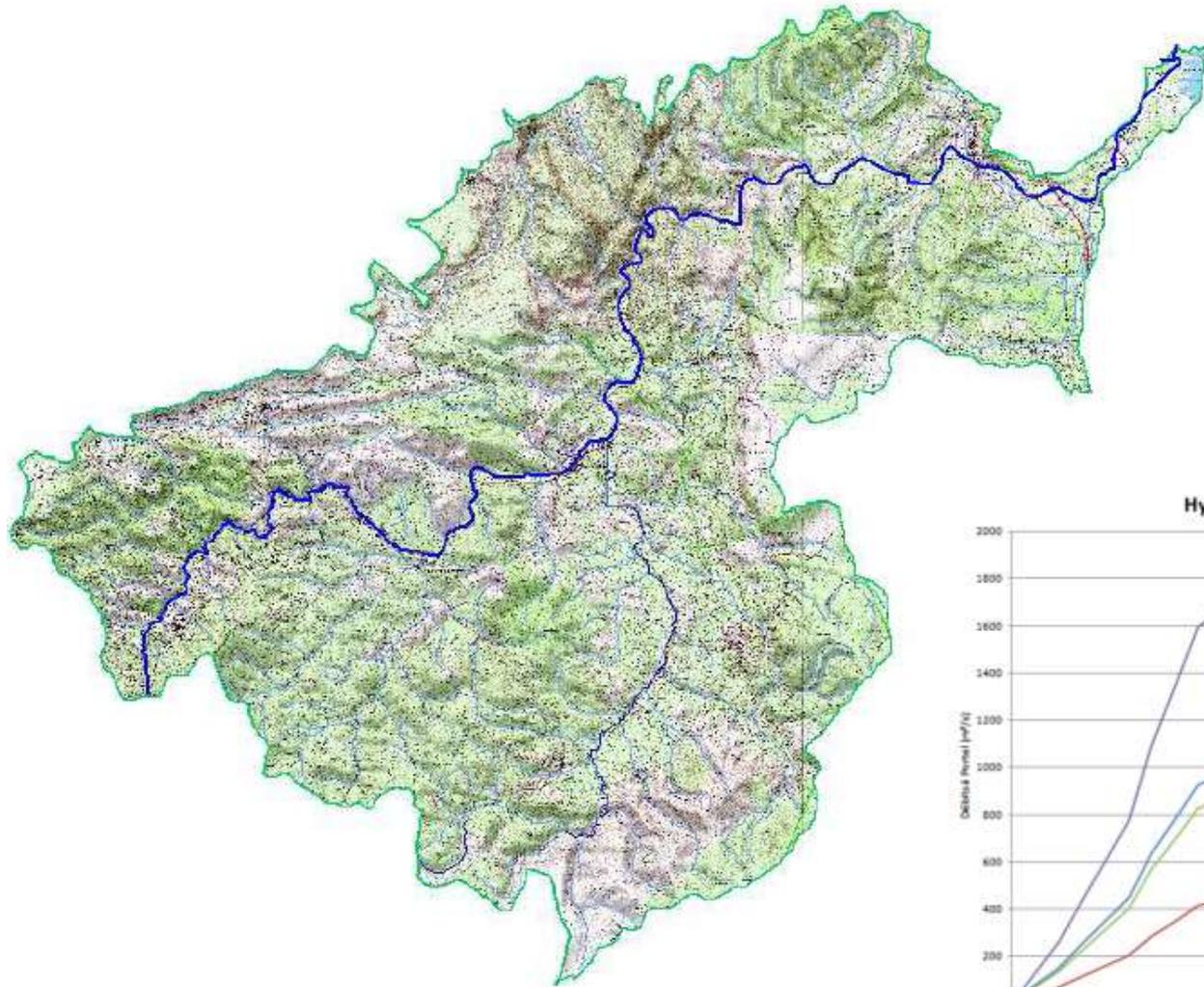


Franchissement de la Berre par le Pont de Tamaroque RD3 (Vue vers l'aval)



- Digue de l'Espinat sur l'ancien lit de la Berre

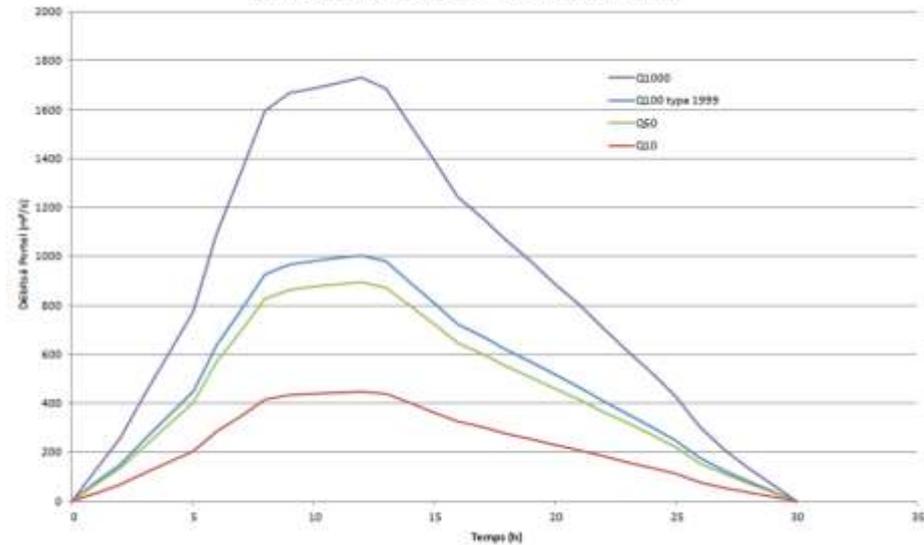
La Berre



Bassin versant de la Berre

	Berre
10 ans	450 m ³ /s
50 ans	897 m ³ /s
100 ans type 1999	1 006 m ³ /s
1 000 ans	1 730 m ³ /s

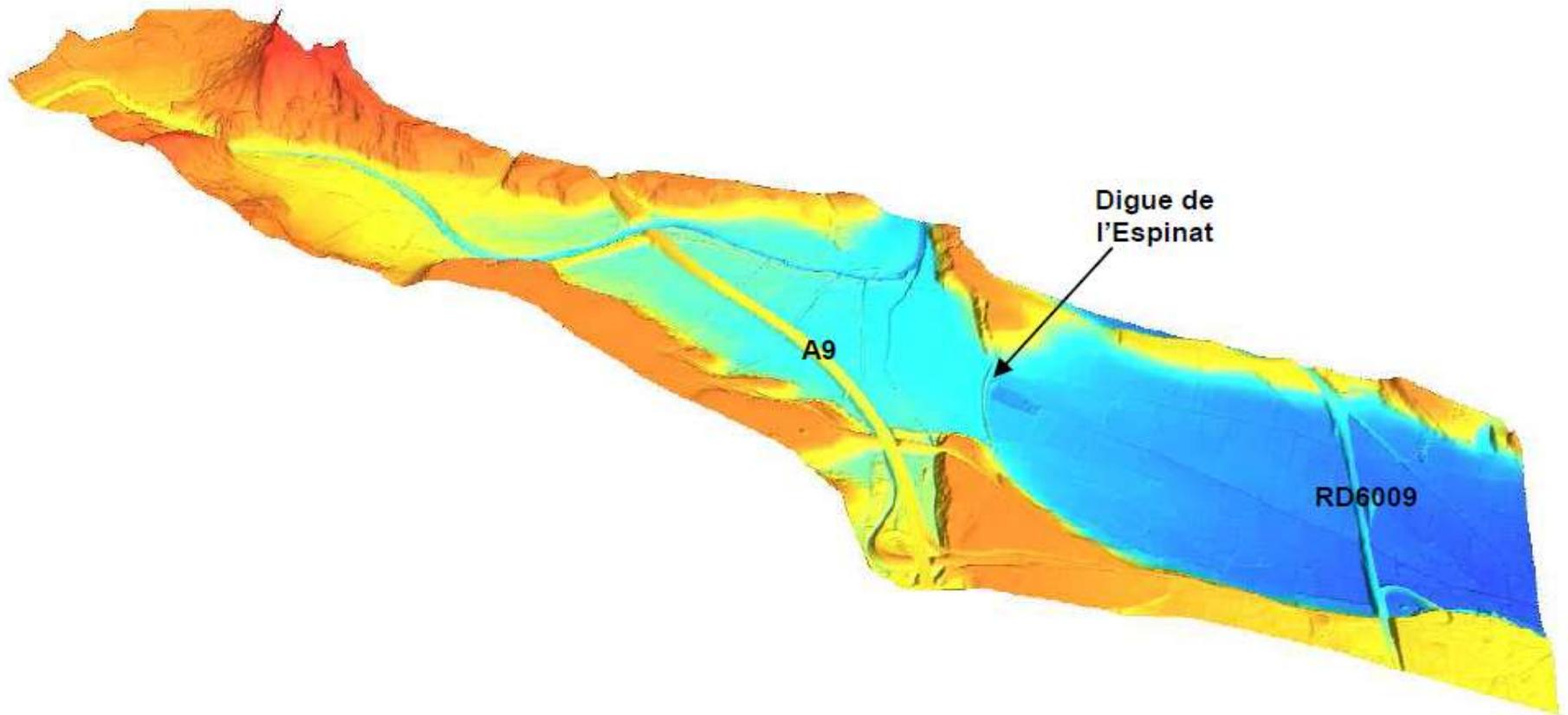
Hydrogrammes de la Berre à Portel (225 km²)



Hydrogrammes de la Berre

La Berre

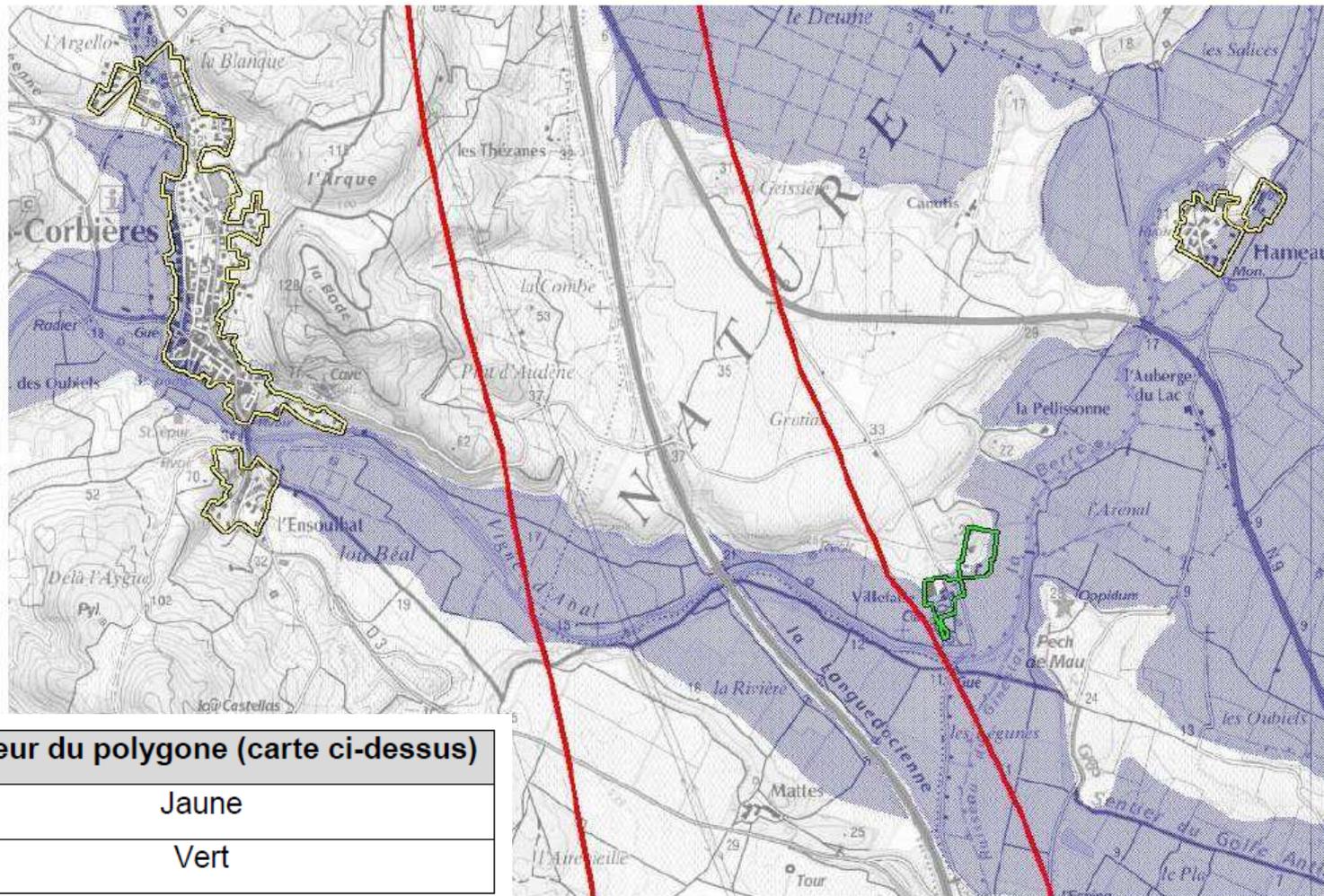
Relevés de terrain : topographie et visite de terrain



Modèle numérique de terrain

La Berre

Le recensement des enjeux a été réalisé à partir de la Zone d'Urbanisation Continue, définie dans le cadre des PPRI de la Berre par la DDTM 11.



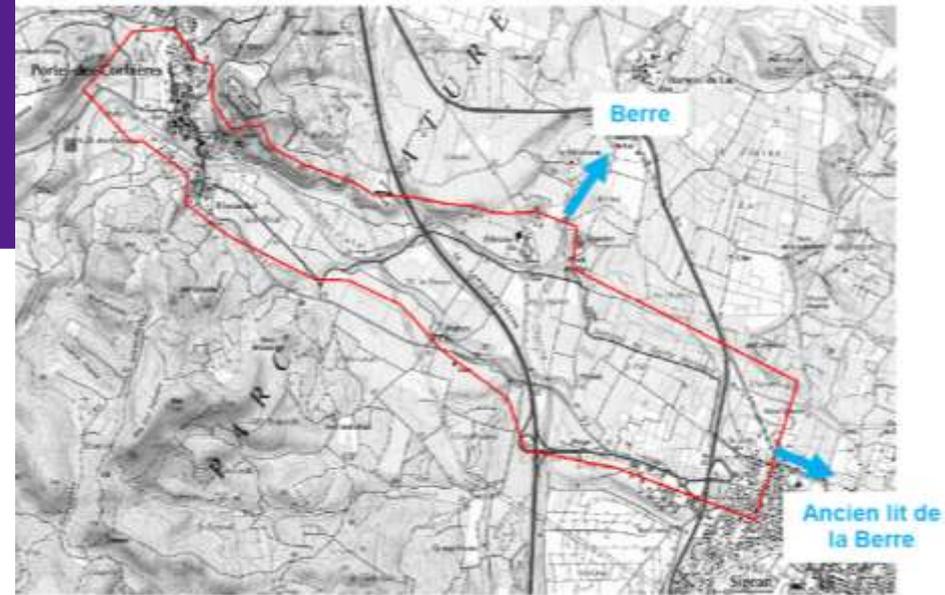
Nature de l'enjeu	Couleur du polygone (carte ci-dessus)
Zone urbaine	Jaune
Habitats isolés	Vert
Autres secteurs	

Enjeux recensés

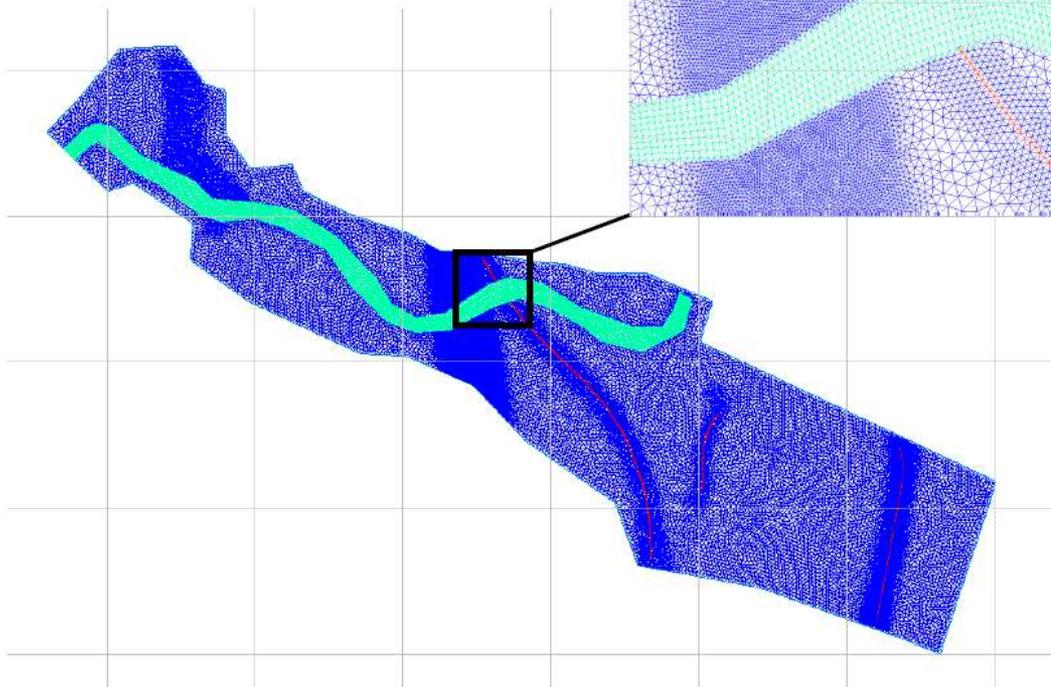
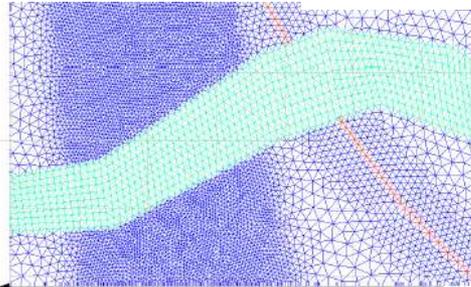
La Berre

Construction du modèle hydraulique

- Base topographique LIDAR 2011
- Taille de maille entre 1 et 20 m
- Calage sur la crue de 1999
- Simulation de 4 niveaux de crue



Conditions limites aval du modèle



Maillage

La Berre

Modélisation de la situation du projet :

- Impacts pour la crue 100 ans :
 - Impact maximal 25 cm
 - Impact sur enjeux bâtis isolés 5 cm environ
- Positionnement optimum : dans l'axe des écoulements animés des plus fortes vitesses

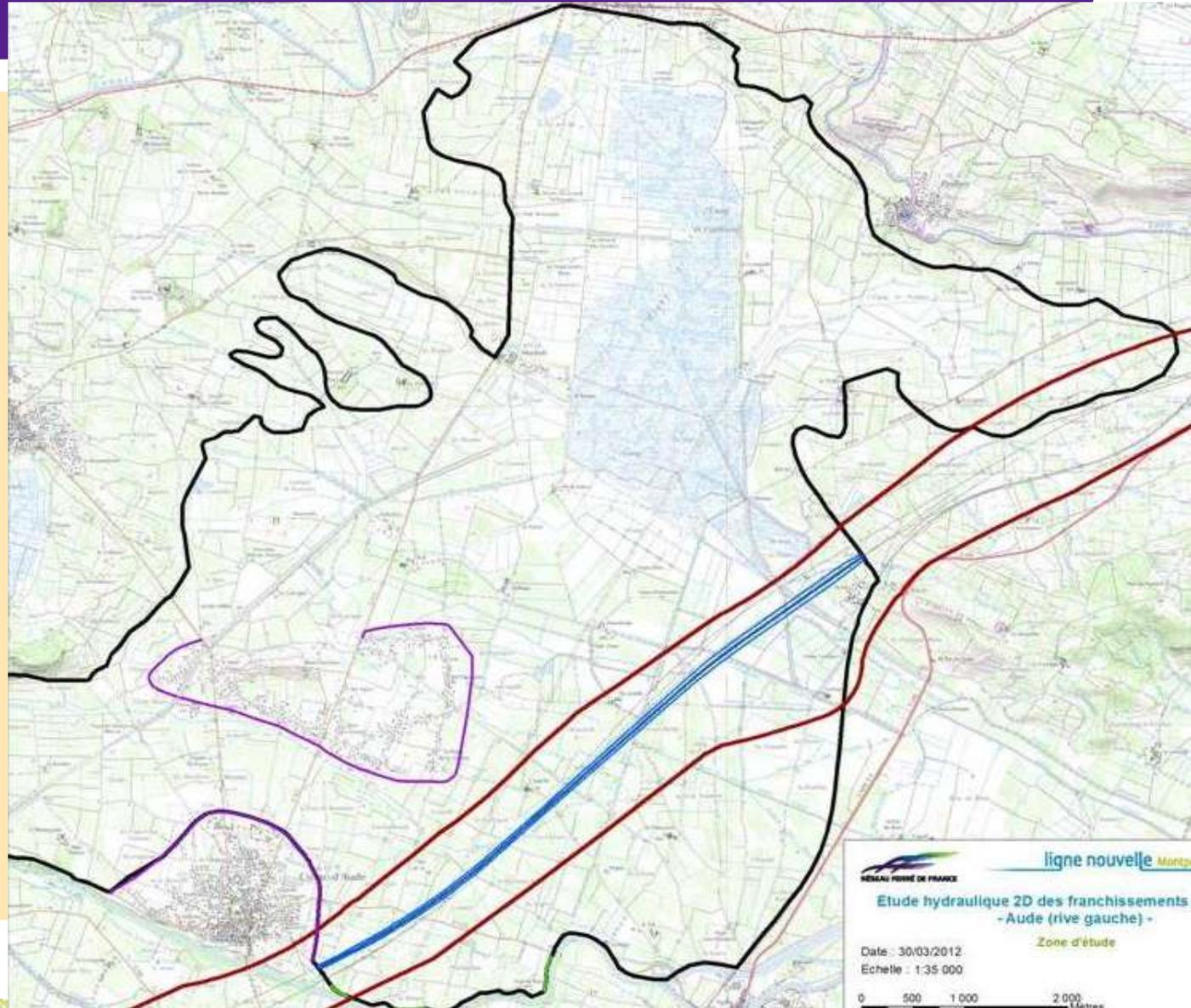


L'Aude

Périmètre

- Prise en compte
des digues

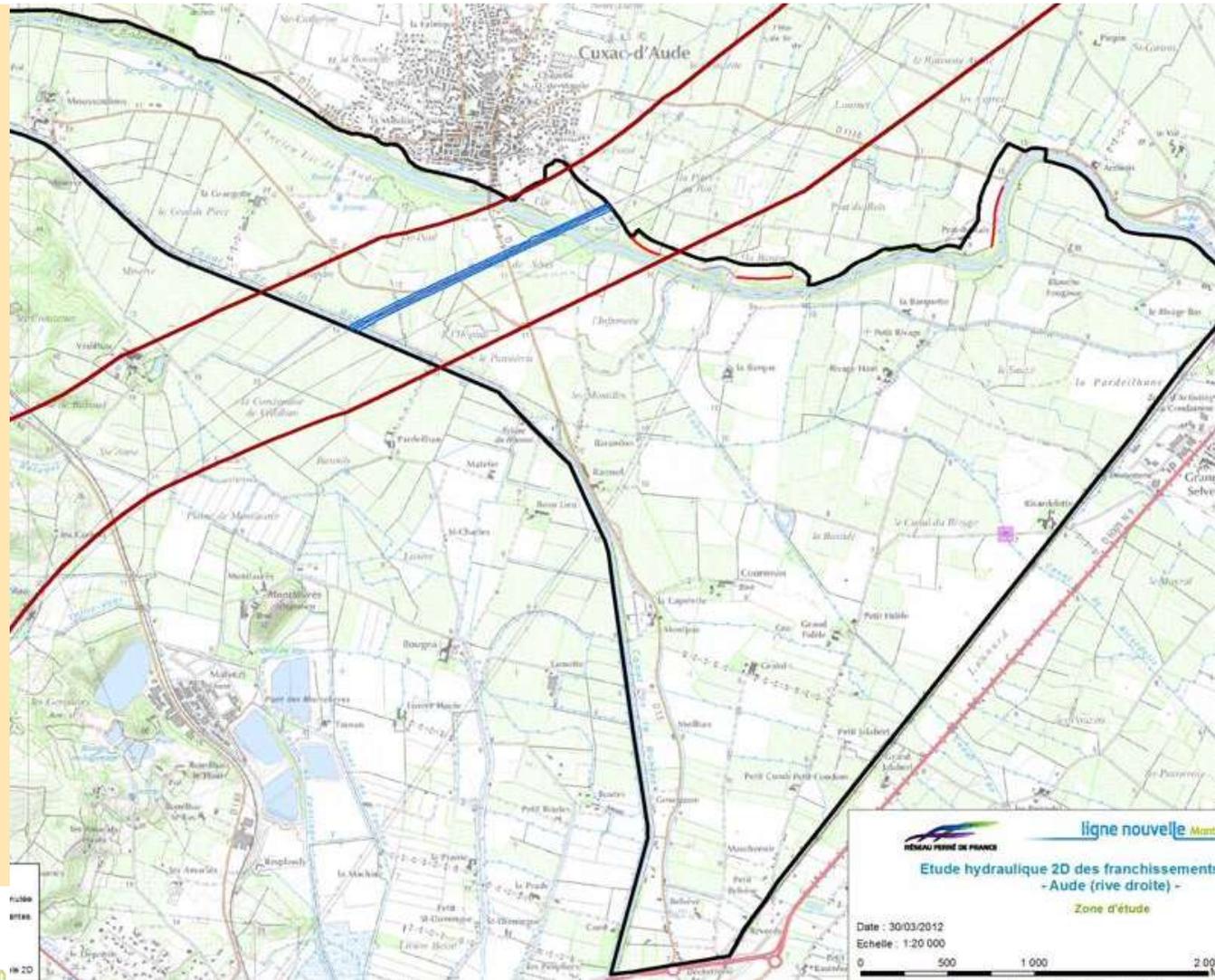
- Rive gauche :
Aude au Sud Est
de Cuxac bourg,
des Garrigots et de
l'étang de
Capestang



L'Aude

Périmètre

Rive droite :
lit mineur et plaine
rive droite au sud
de Cuxac bourg
jusqu'au canal de
la Robine



Les données de base

● Etudes existantes :

- Etudes hydrauliques liées au programme d'aménagement des basses plaines de l'Aude (SMDA)
- PPRi des basses plaines de l'Aude

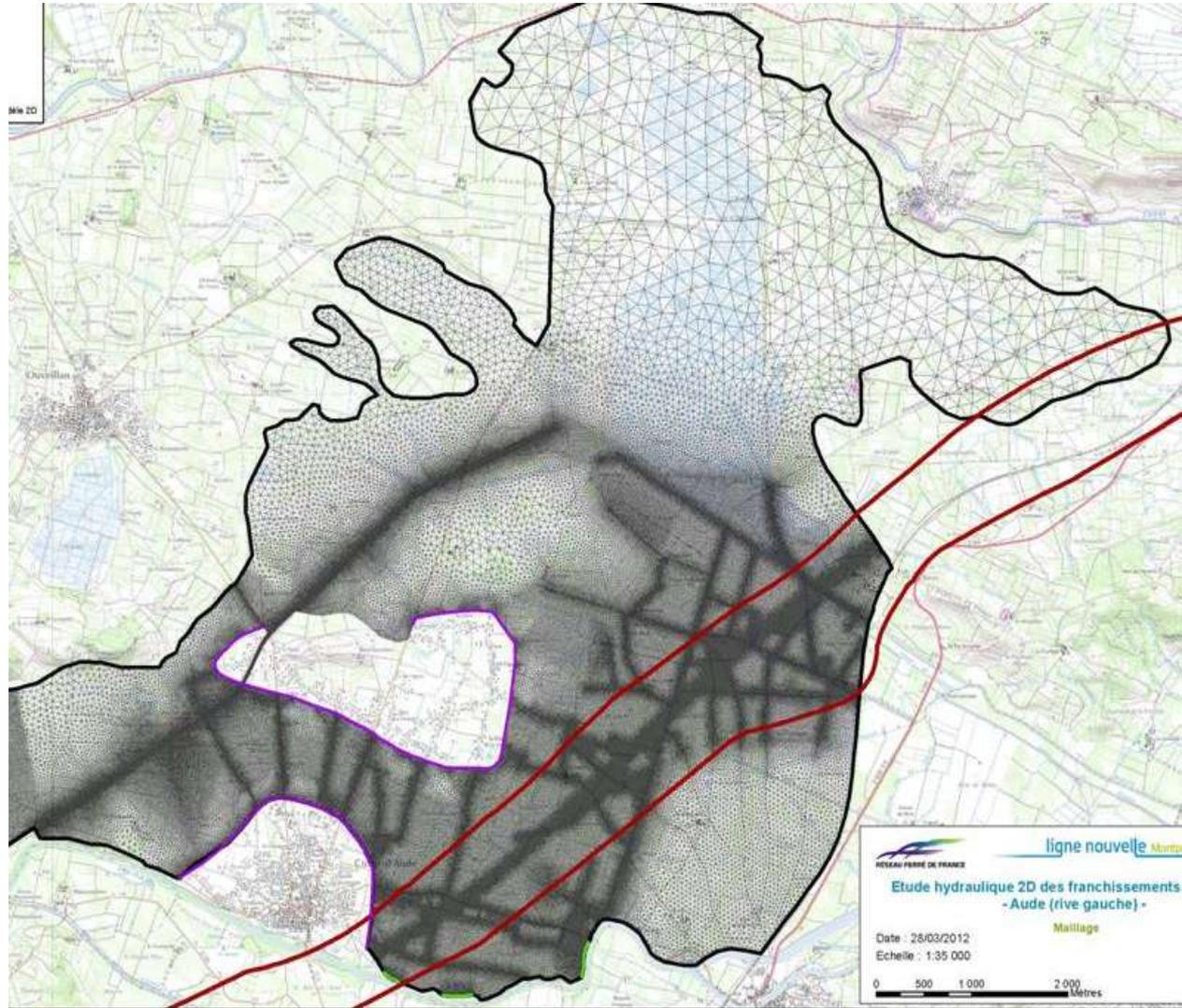
● Synthèse des débits (identiques aux débits du programme SMDA) :

- Débit décennal : 1800m³/s
- Débit vicennal : 2200 m³/s
- Crue historique de 1999 : 4000 m³/s (crue de référence)
- Crue exceptionnelle : 5500 m³/s

L'Aude (rive gauche)

Construction du modèle hydraulique

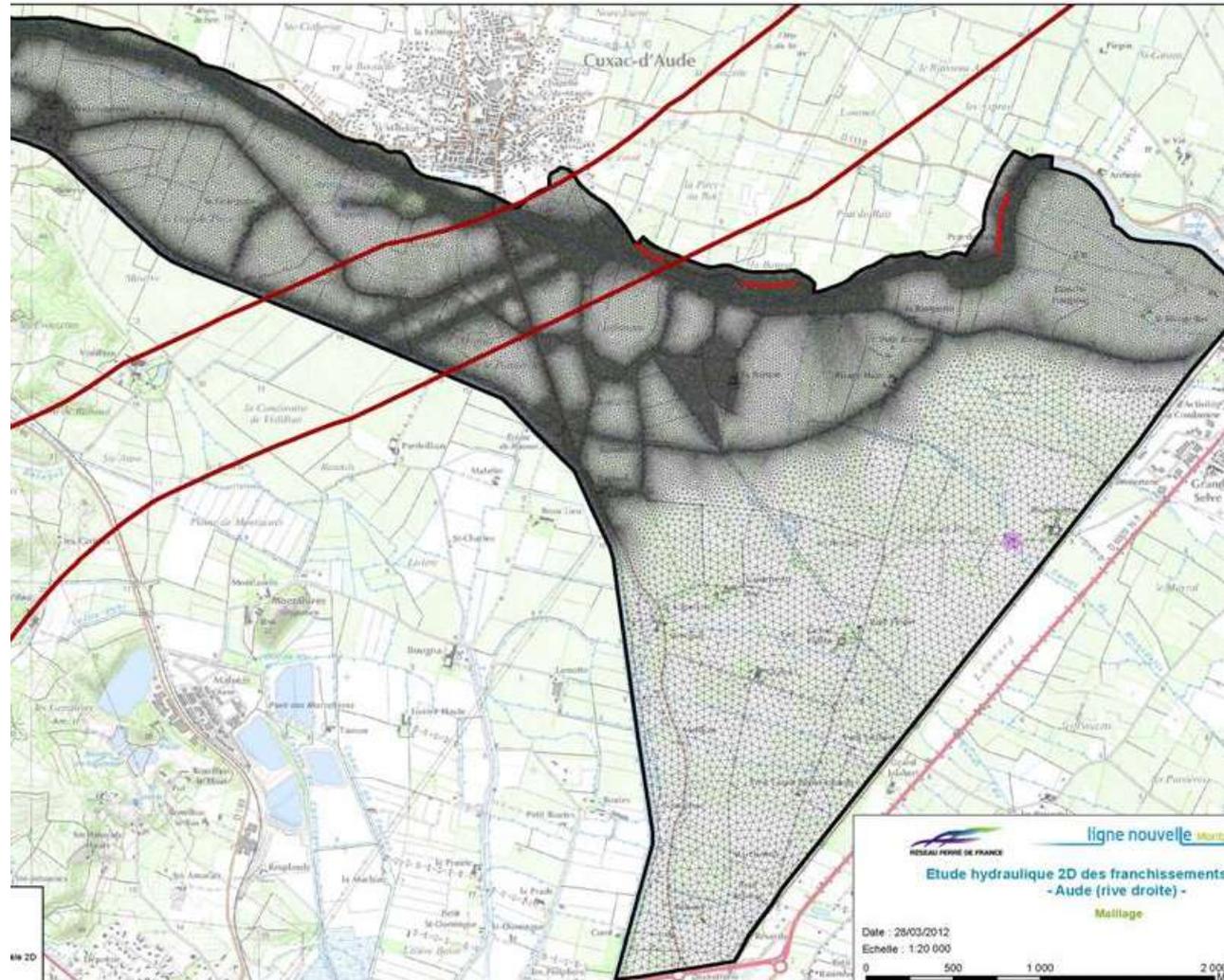
- Base topographique LIDAR 2011
 - 560 000 mailles
 - Validation du modèle sur le modèle global des BPA
 - Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle



L'Aude (rive droite)

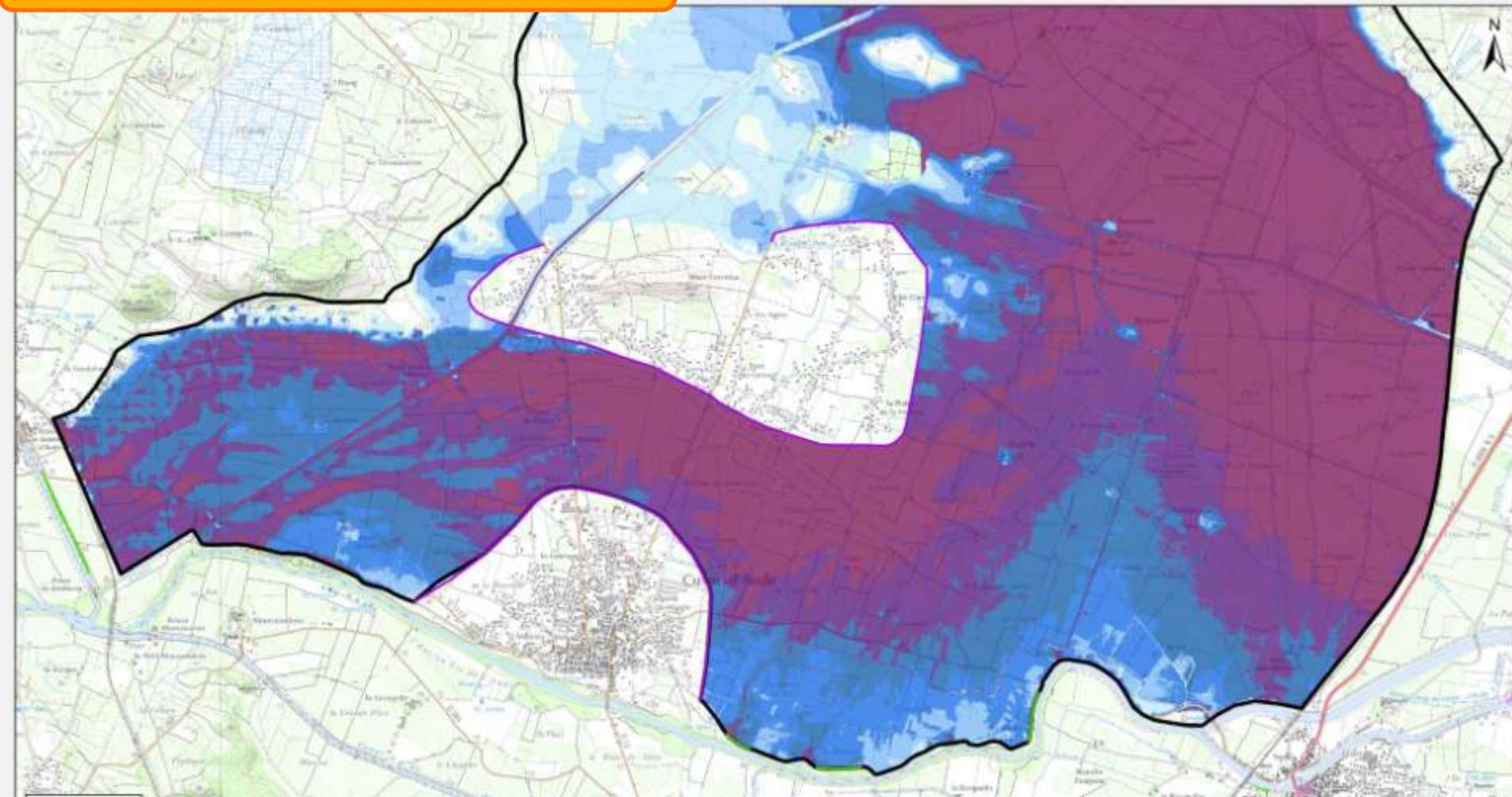
Construction du modèle hydraulique

- Base topographique LIDAR 2011
- 325 000 mailles
- Validation du modèle sur le modèle global des BPA
- Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle



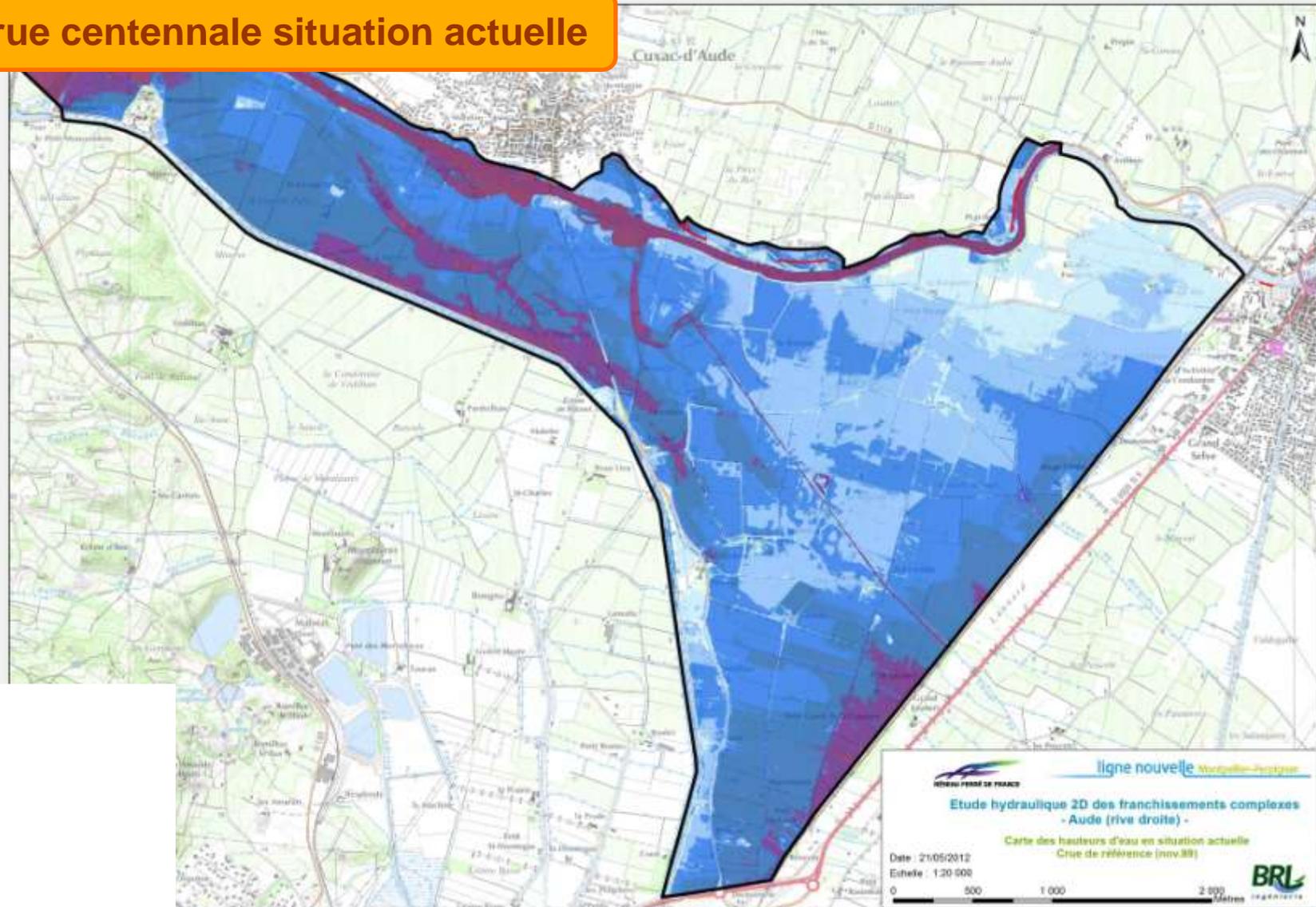
L'Aude (rive gauche)

Crue centennale situation actuelle

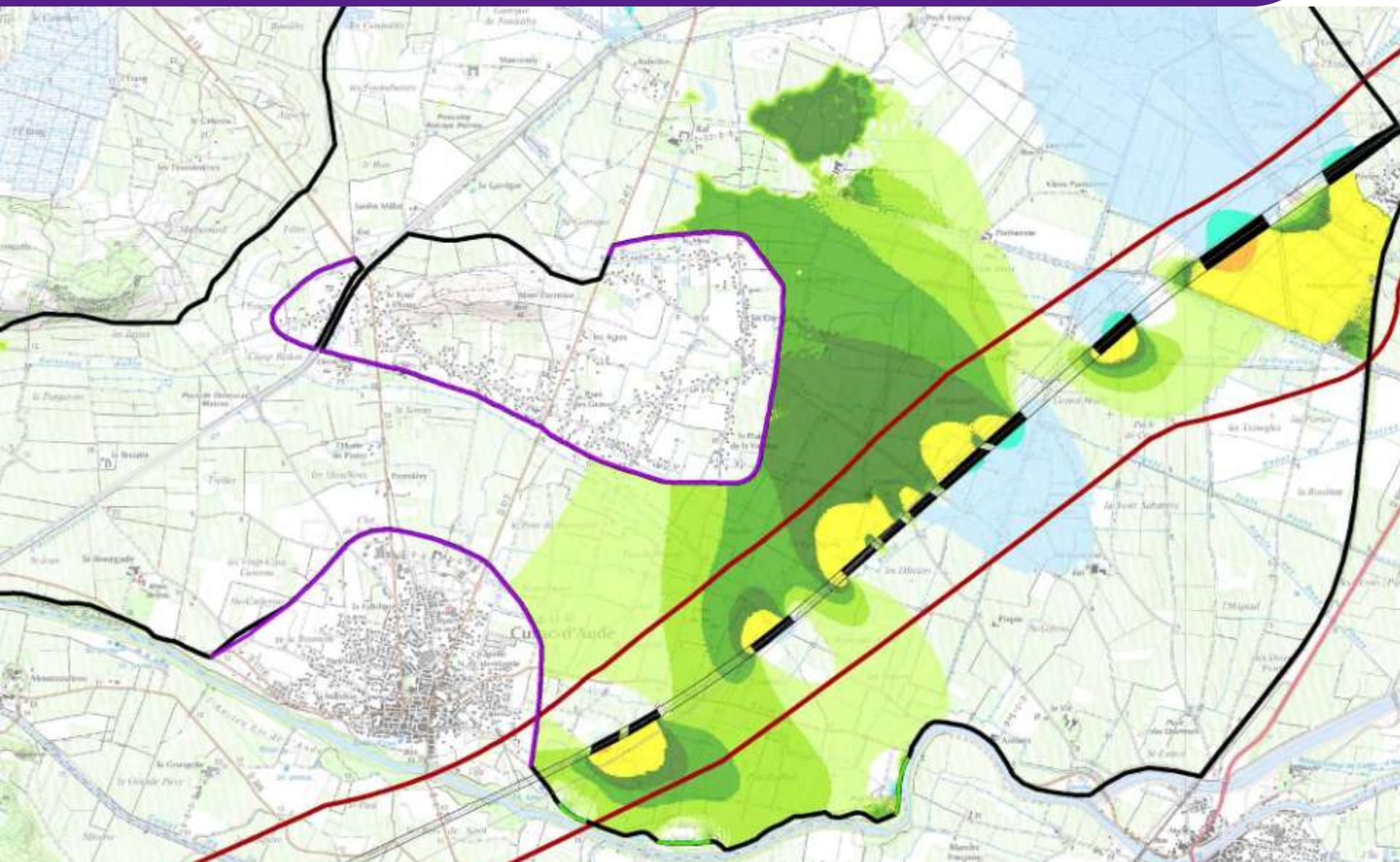


L'Aude (rive droite)

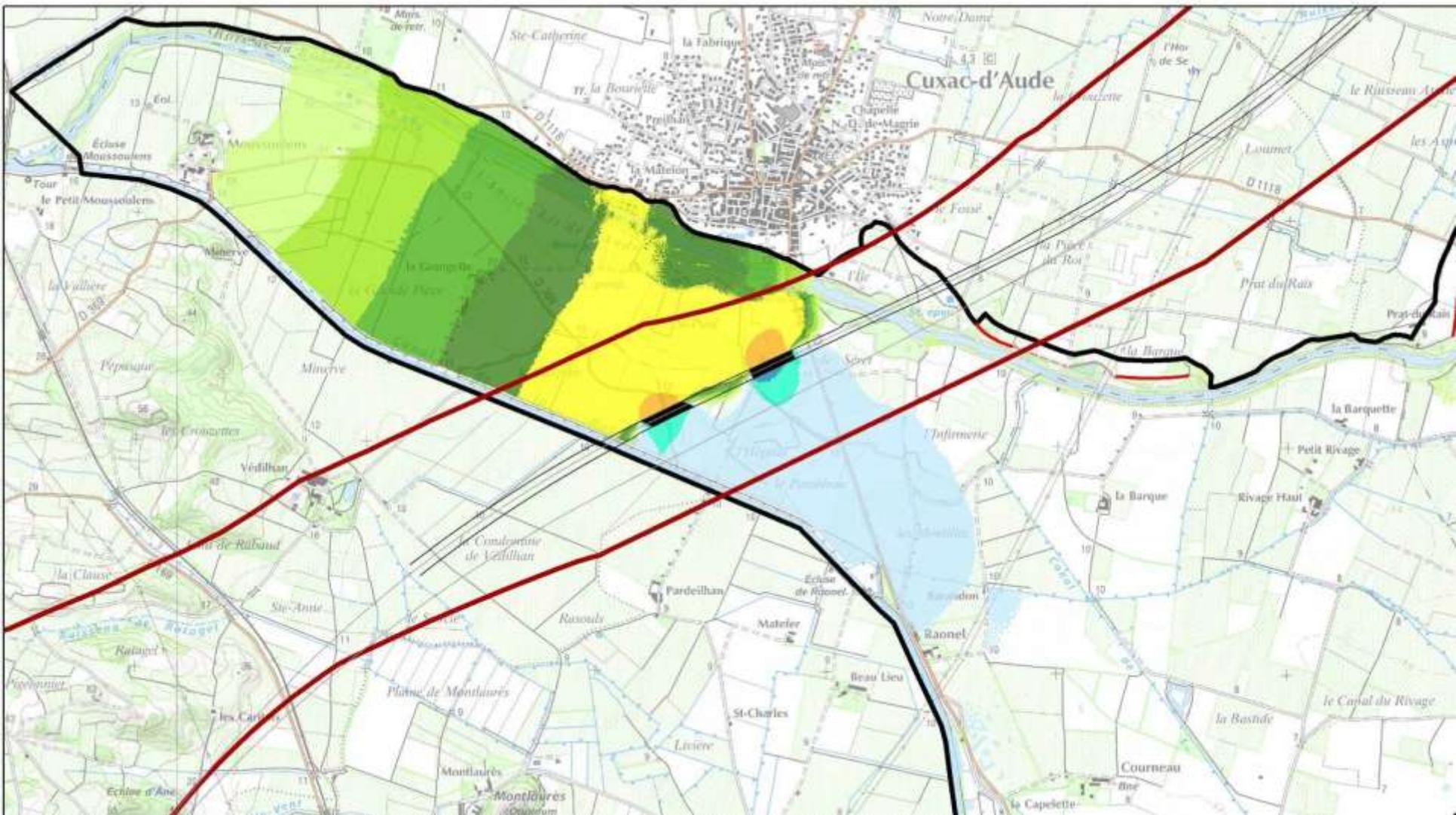
Crue centennale situation actuelle



Aude (rive gauche)



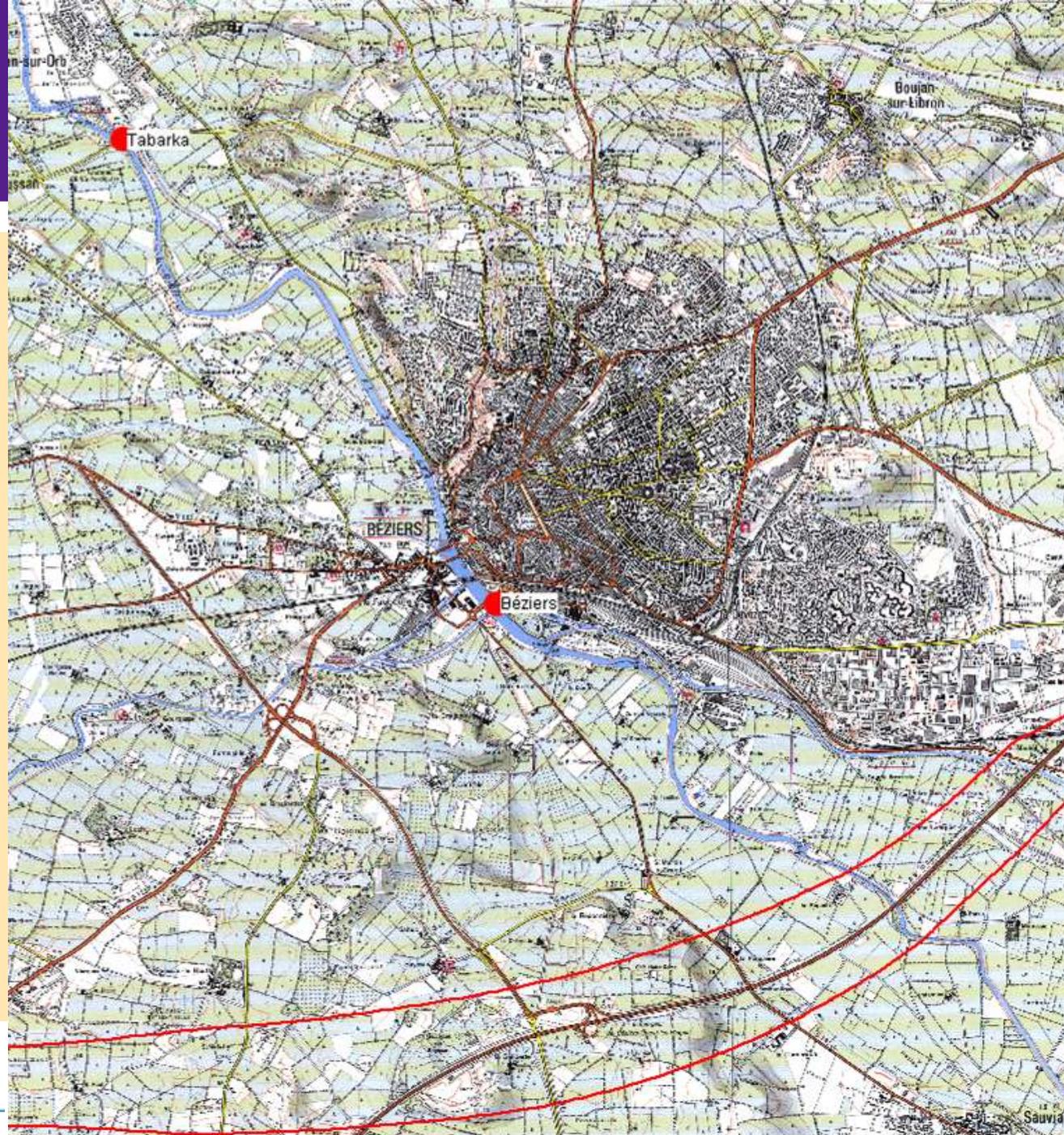
Aude (rive droite)



L'Orb

Périmètre

Orb entre Béziers,
Villeneuve les
Béziers
et Sauvian
Au droit de l'A9



Les données de base

● Etudes existantes :

- Etude de protection contre les crues de la basse vallée : Béziers, Sauvian, Villeneuve les Béziers (1985 à 2010)
- PPRi Béziers, Sauvian, Villeneuve les Béziers (2010)

● Synthèse des débits :

- Débit décennal : 1290m³/s
- Débit centennal : 2500 m³/s
- Crue historique de 1953 (<100 ans, modifications topographiques depuis) et 1996 (plus forte crue connue récente, env 50 ans)
- Crue exceptionnelle : 3750 m³/s (1.5xQ100)

L'Orb

Relevés de terrain : topographie et visite

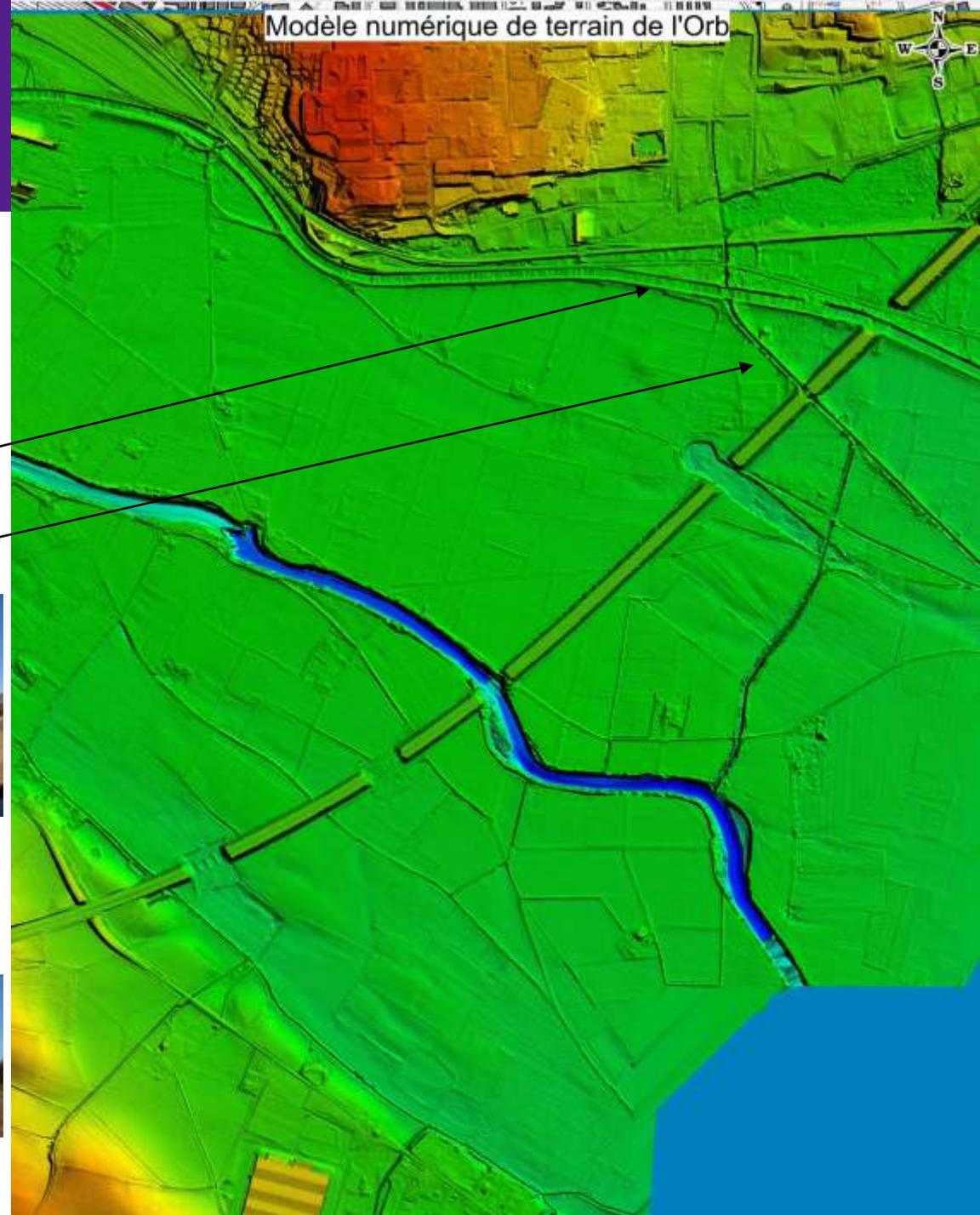
● Dignes :

- Canal Midi (2m)
- Digue en rive gauche aval
A9 (3m)



● Remblais :

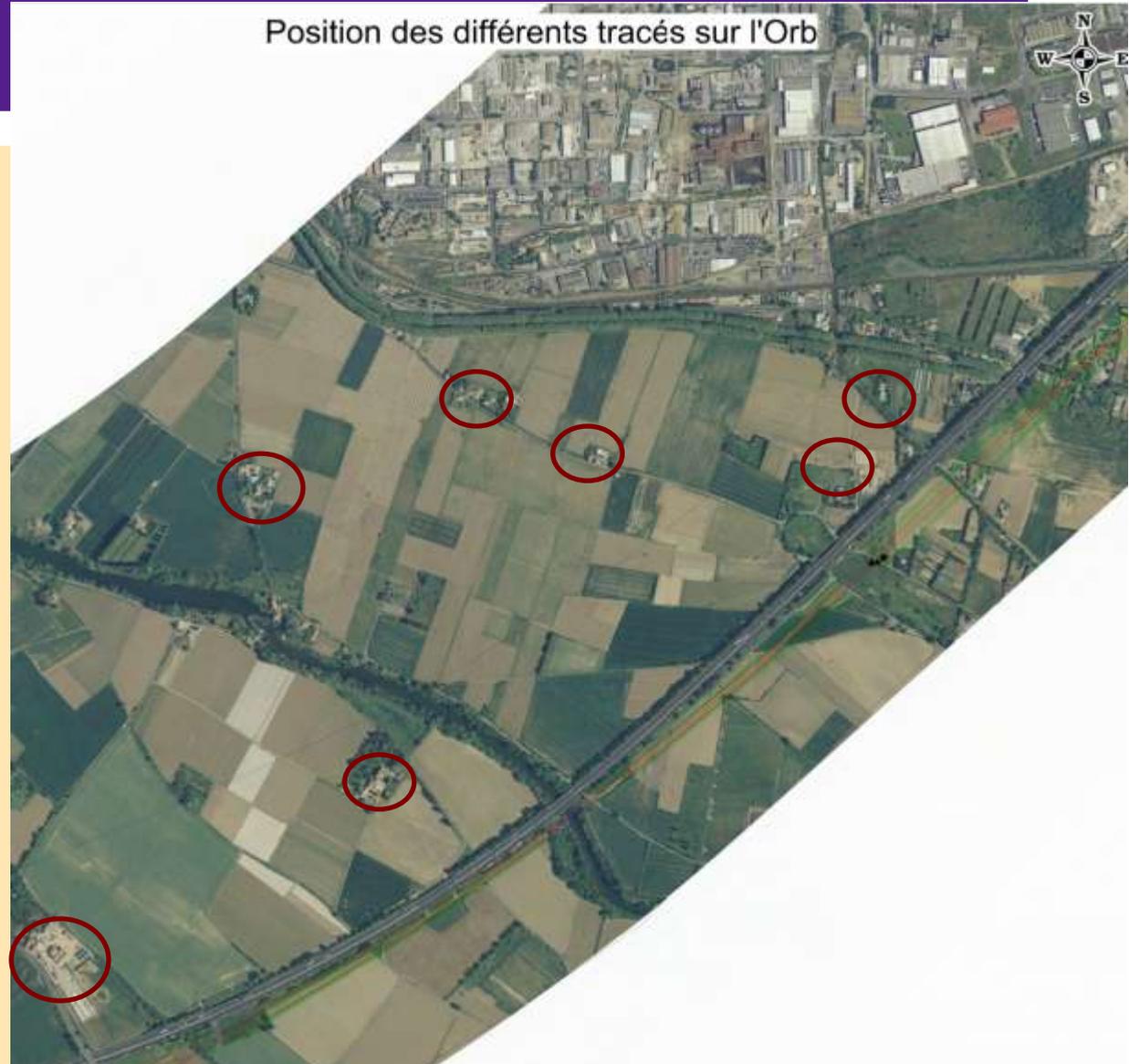
- A9 (ouvrages)
- Chemins



L'Orb

Occupation du sol et enjeux bâtis:

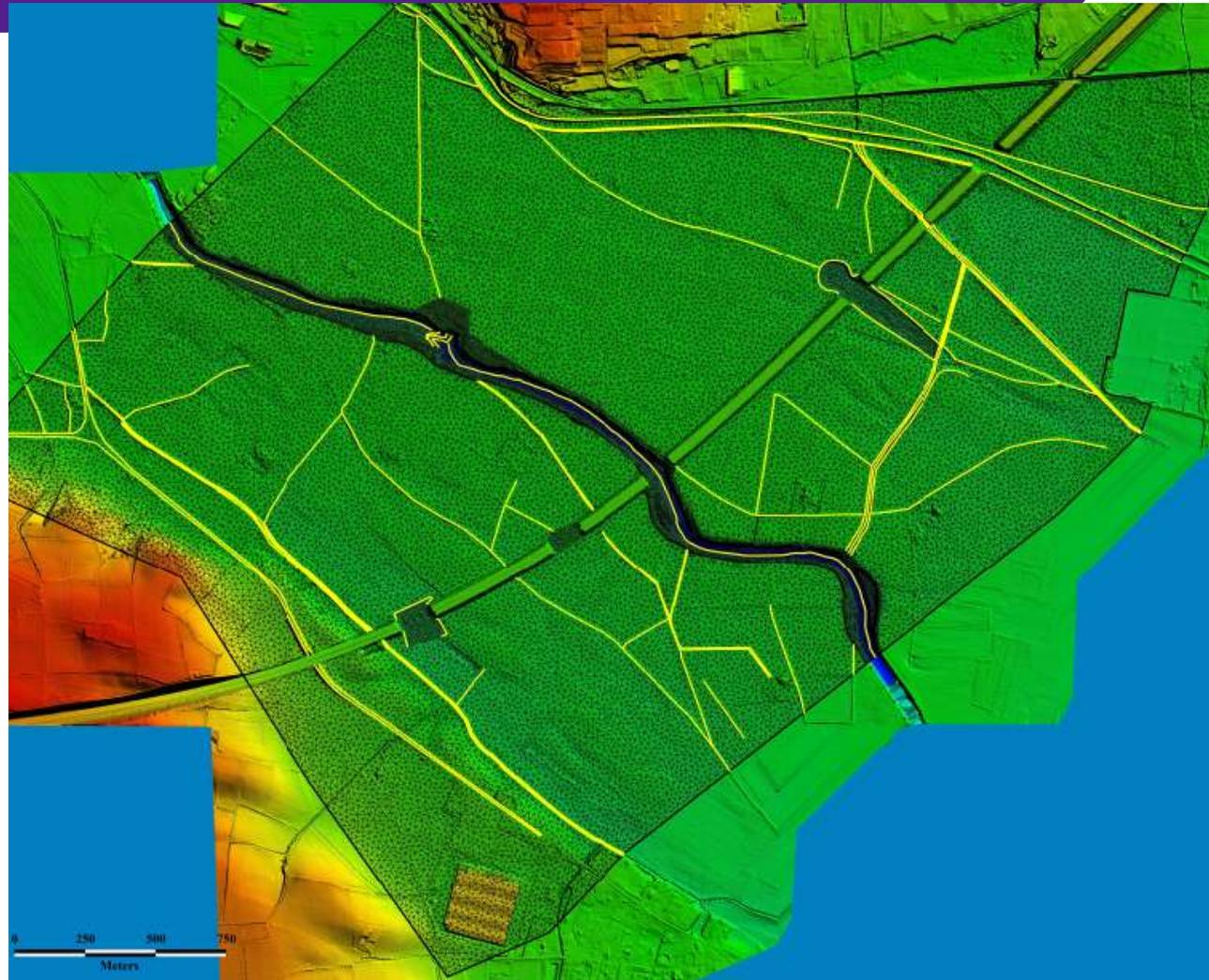
- Agricole
- Bâtis isolés :
 - Plusieurs sites
 - Amont de l'A9
- Béziers en amont
- Villeneuve les Béziers et Sauvian en aval (projet digue protection)



L'Orb

Construction du modèle hydraulique

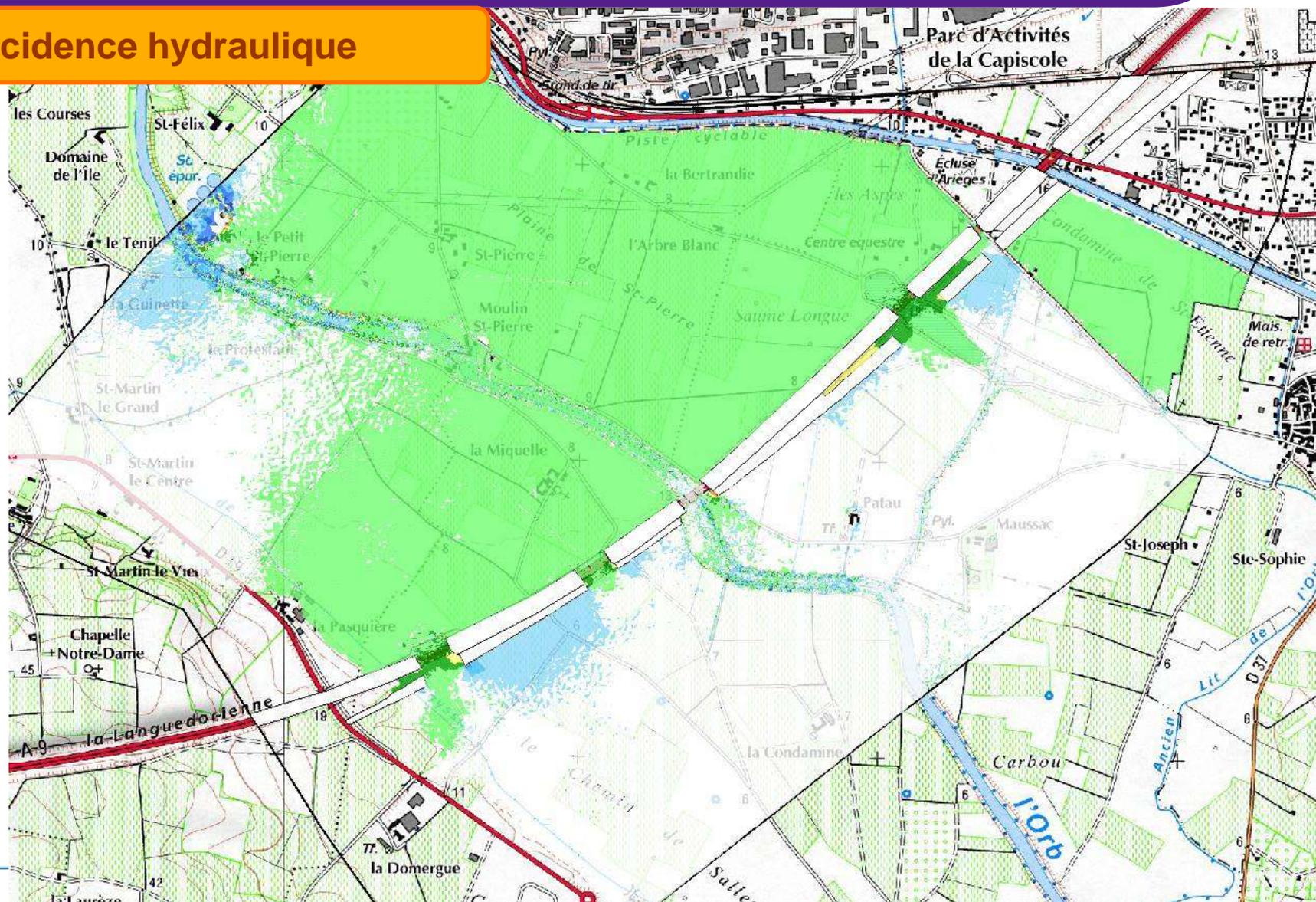
- Base topographique LIDAR 2011
- 80 000 mailles de taille entre 1 et 20 m
- Validation du modèle sur la crue centennale
- Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle



Impacts pour la crue 100 ans

- Impact sur enjeux bâtis isolés <5cm
- Impact en amont nul en rive droite et <2 cm (rive gauche)
- Impact 2 cm en extrémité rive gauche du modèle, entre le canal du midi et la digue au droit de Contamine de St Etienne au sud

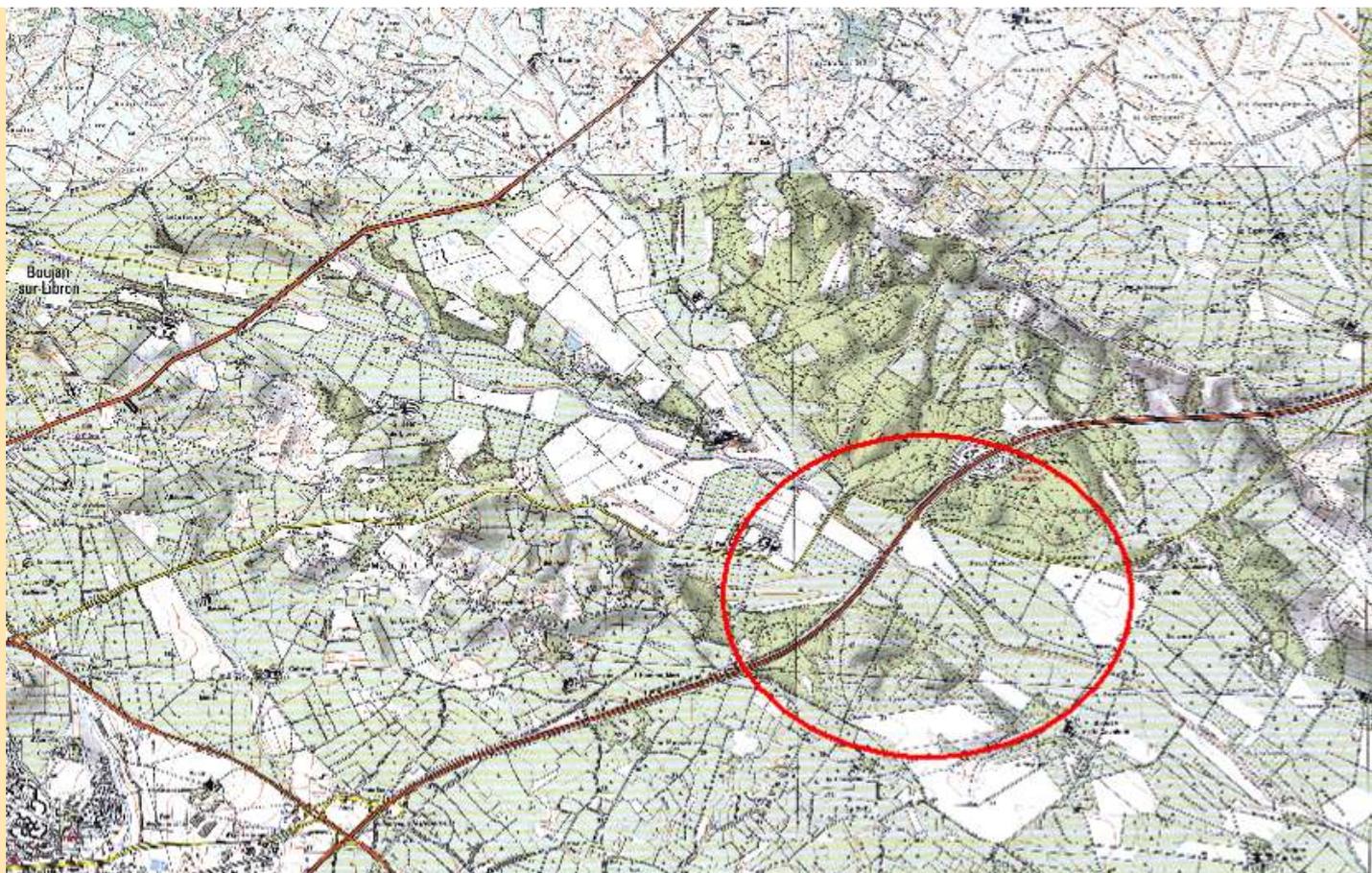
Incidence hydraulique



Le Libron

Périmètre

Libron entre
Boujan et Vias
en aval de l'A9



Les données de base

● Etudes existantes

- *Schéma d'aménagement hydraulique de la vallée du Libron de Laurens à la RN9 – BRL et BCEOM – 1988*
- *Etude du TGV Languedoc Roussillon – Etude hydraulique du franchissement du Libron sur la commune de Montblanc – BCEOM – 1996*
- *Zones inondables du Libron dans la traversée de Boujan-sur-Libron – Etude hydraulique – Aqua Conseil / ENTECH – Avril 2010*
- *Etude PPRi du Libron sur la commune de Boujan et Vias, DDTM34, EGIS EAU*
- PPRi (Boujan et Vias en cours, Béziers 2010, Montblanc 2003)

● Synthèse des débits

- Débit décennal : 190 m³/s
- Débit centennal : 460 m³/s
- Crues de 1996 et 1964 : plus fortes crues connues, période de retour environ 100 ans
- Crue exceptionnelle : 690 m³/s (1.5xQ100)

Le Libron

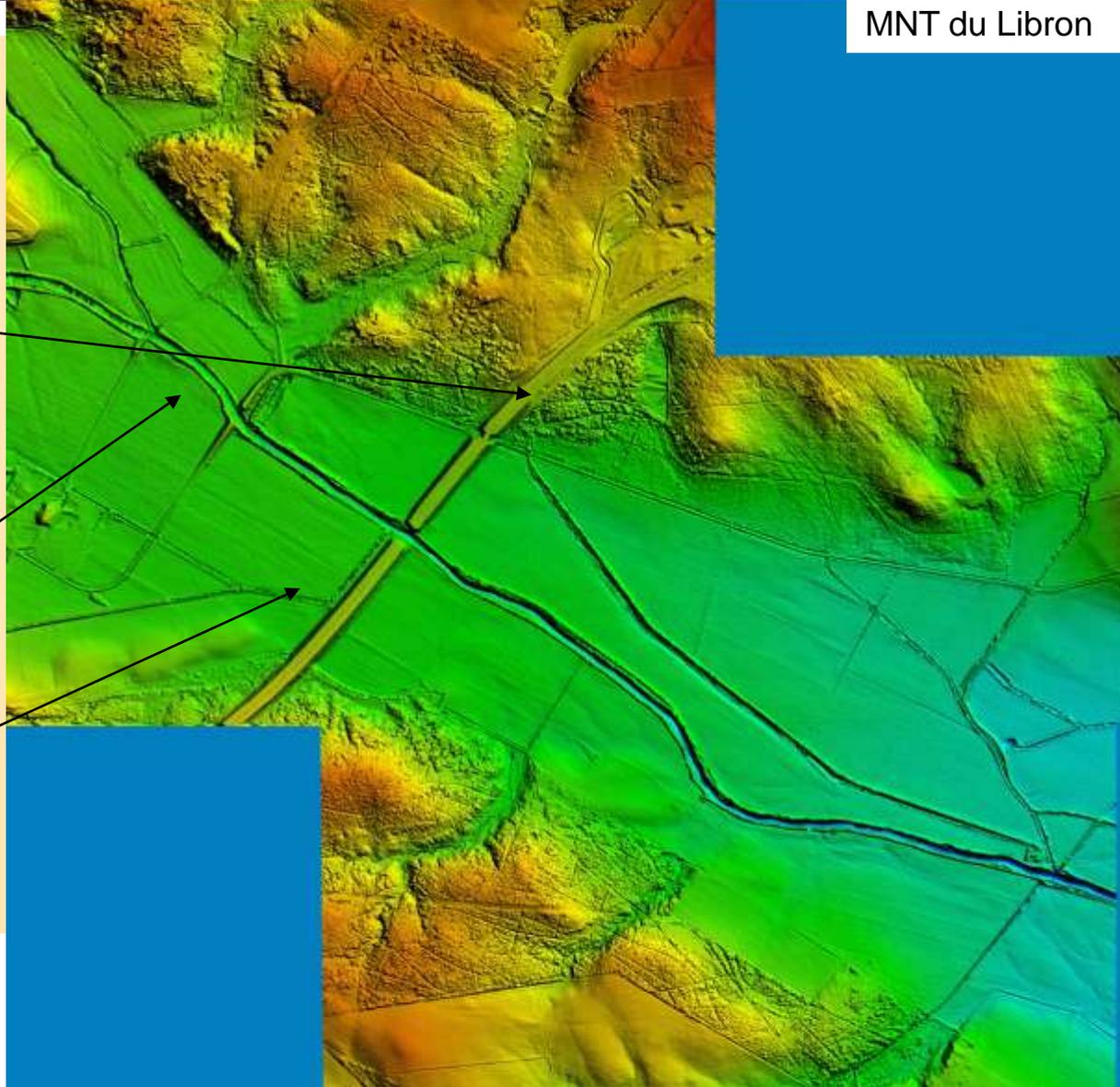
MNT du Libron

Relevés de terrain :
topographie et visite de
terrain

- Berges endiguées
- Digue en rive gauche
aval A9



- RD 28
- A9 (ouvrages)



Le Libron

Position des différents tracés sur le Libron



Terrains principalement agricoles

Les enjeux bâtis isolés :
Domaine St Bauzille
(amont A9)

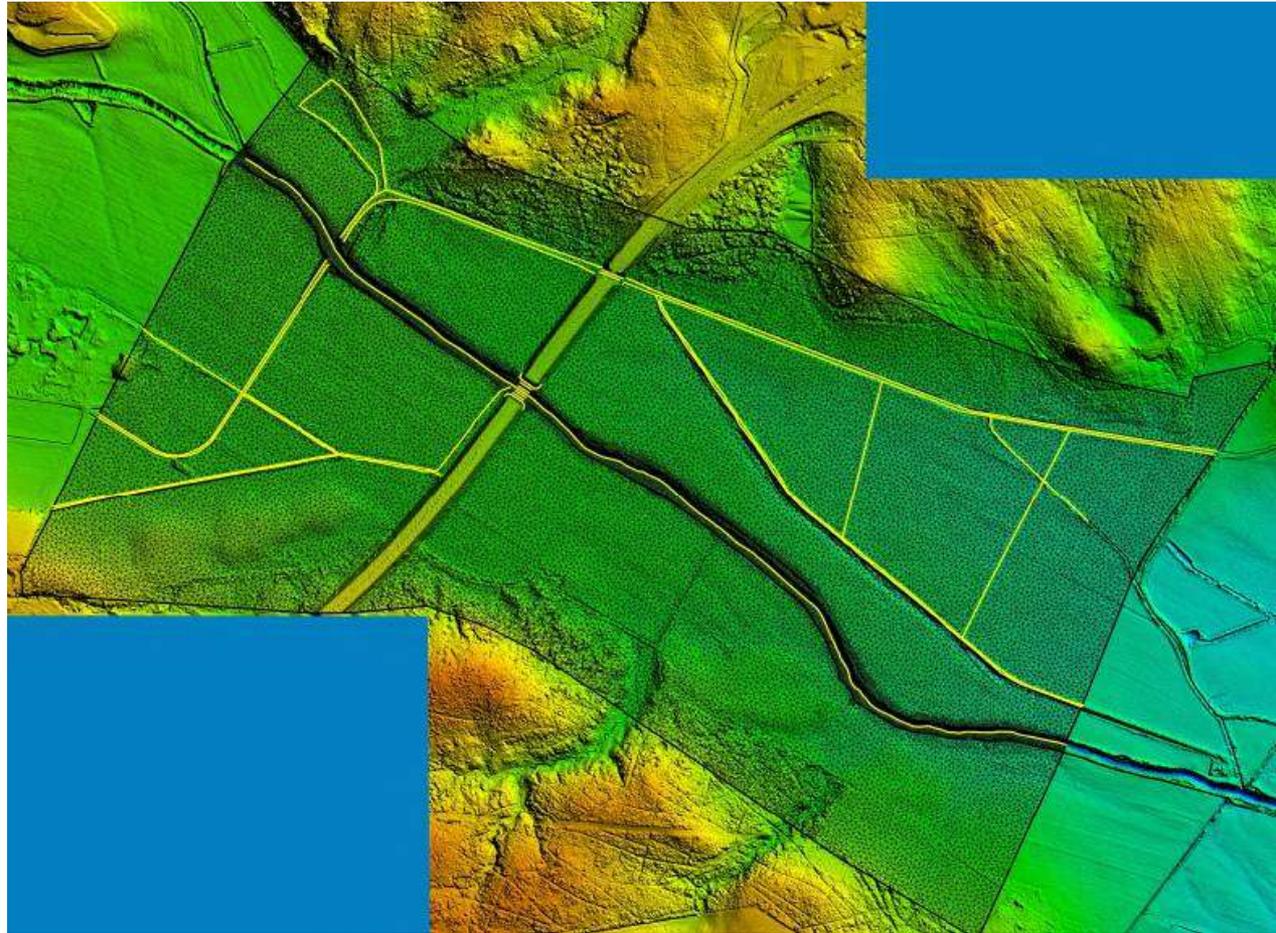
Route départementale



Le Libron

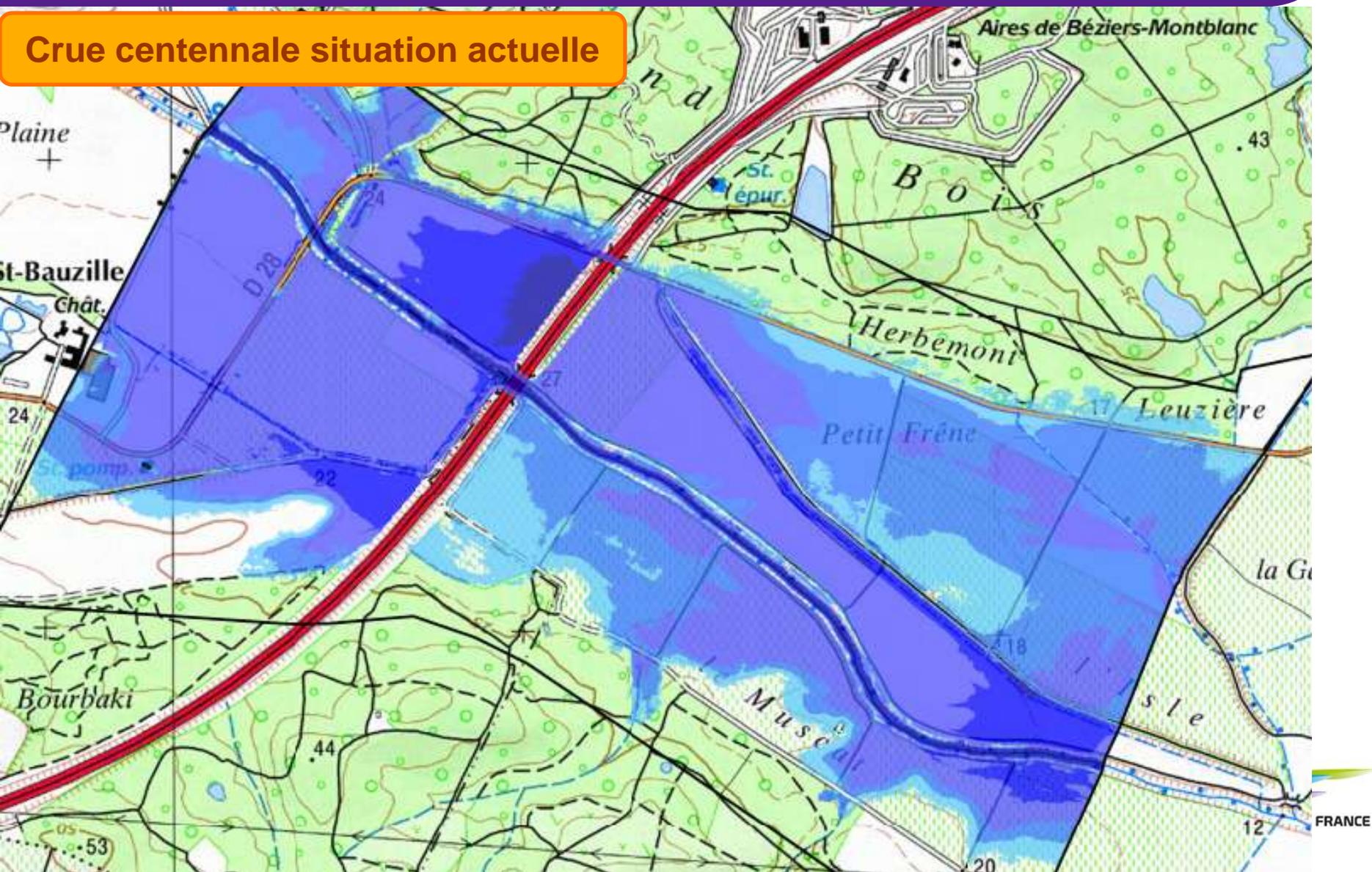
Construction du modèle hydraulique

- Base topographique LIDAR 2011
- 60 000 mailles de taille entre 1 et 20 m
- Calage sur la crue de 1964
- Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle



Le Libron

Crue centennale situation actuelle



Modélisation de la situation de projet

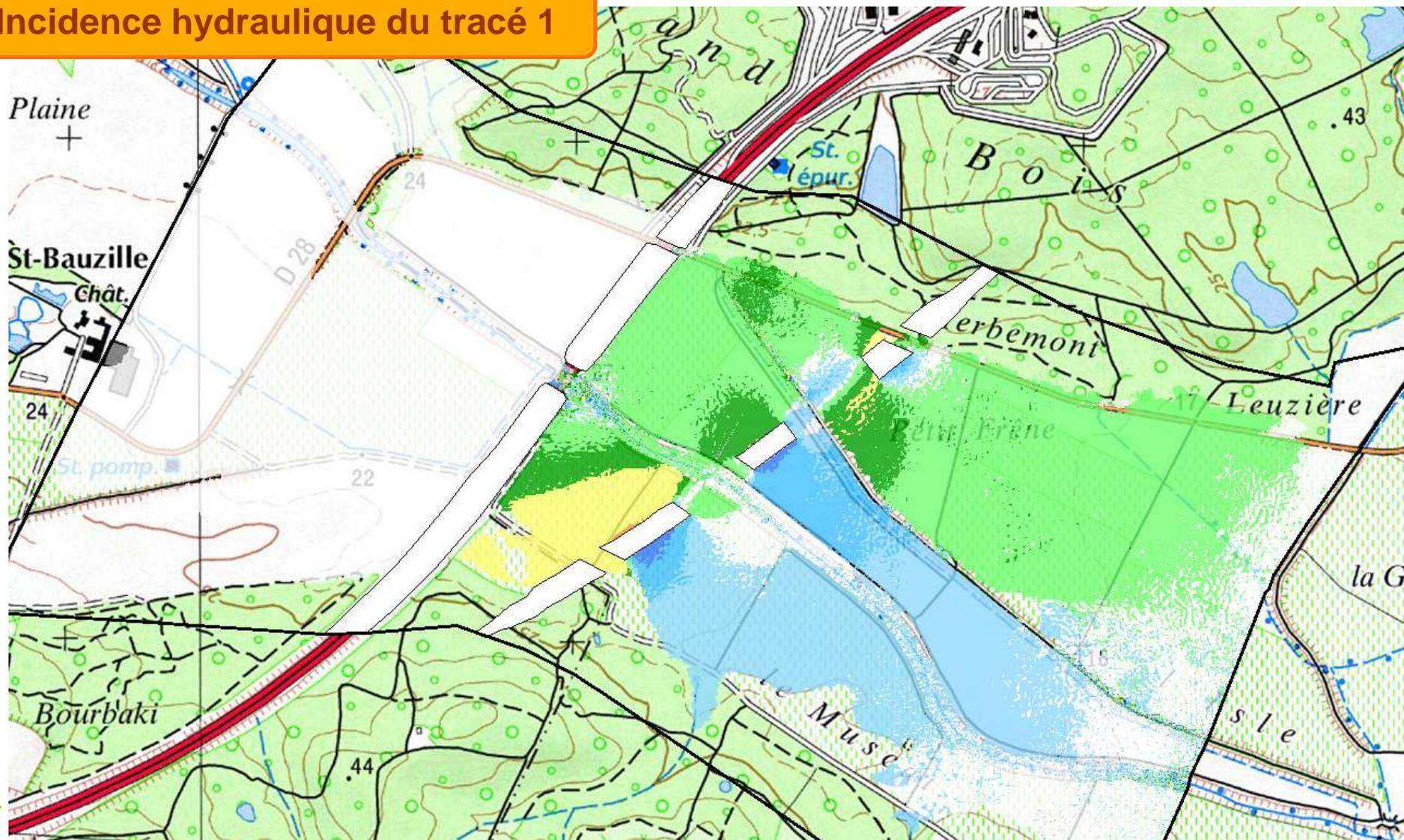
- 4 variantes de tracés
- Nombreux tests pour chaque variante
- Impacts pour la crue 100 ans pour les 4 tracés :
 - Impact maximal 15 (tracé 1 et 2) à 25 cm (tracés 3 et 4)
 - Impact sur enjeu bâti isolé (amont A9) nul

Analyse des variantes

- Tracés 1 et 2 : présence de digue en rive gauche qui nécessite remblais <200m
- Tracés 3 et 4 : ouvertures plus importantes car franchissement en biais de la zone inondable

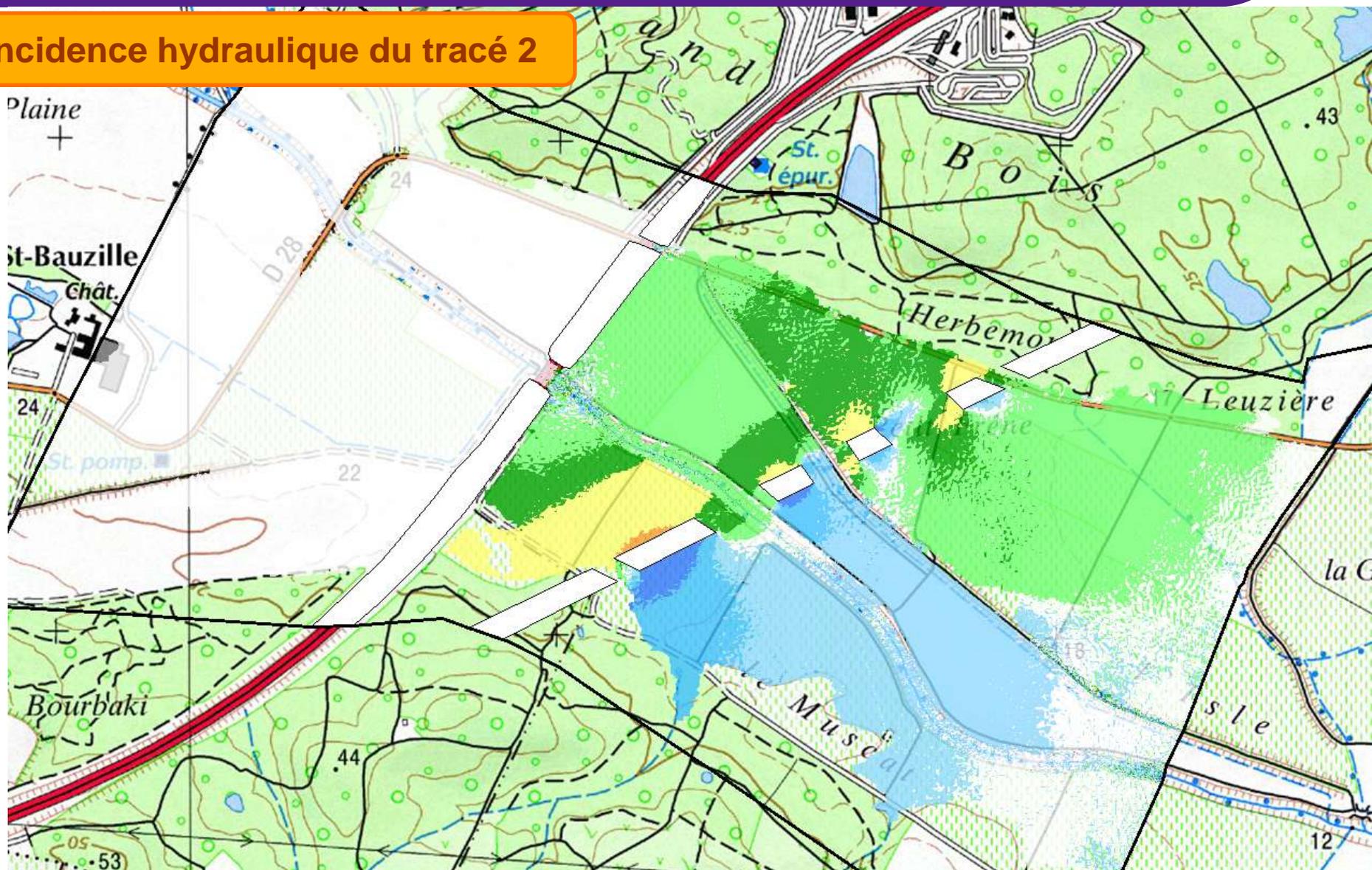
Le Libron

Incidence hydraulique du tracé 1



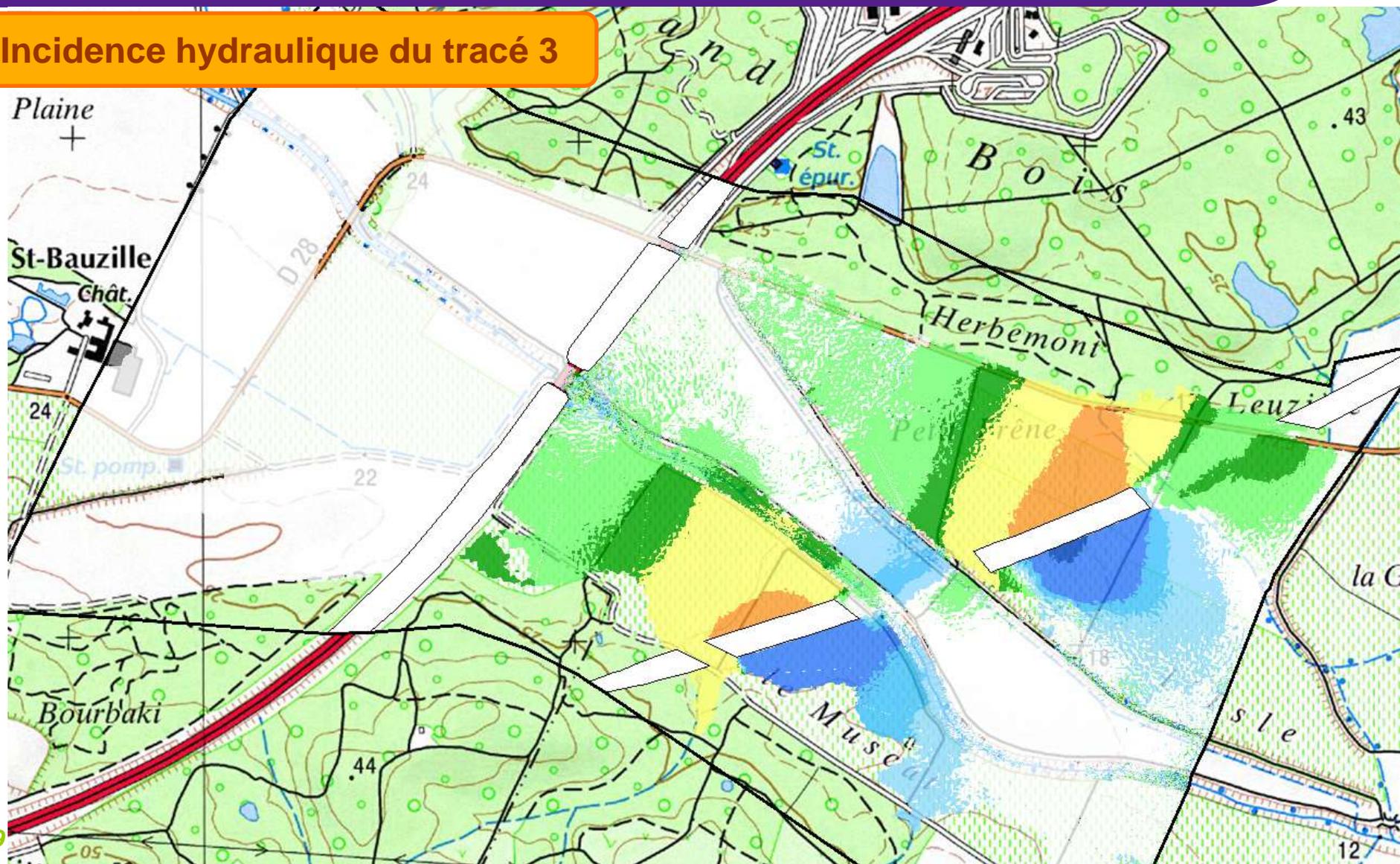
Le Libron

Incidence hydraulique du tracé 2



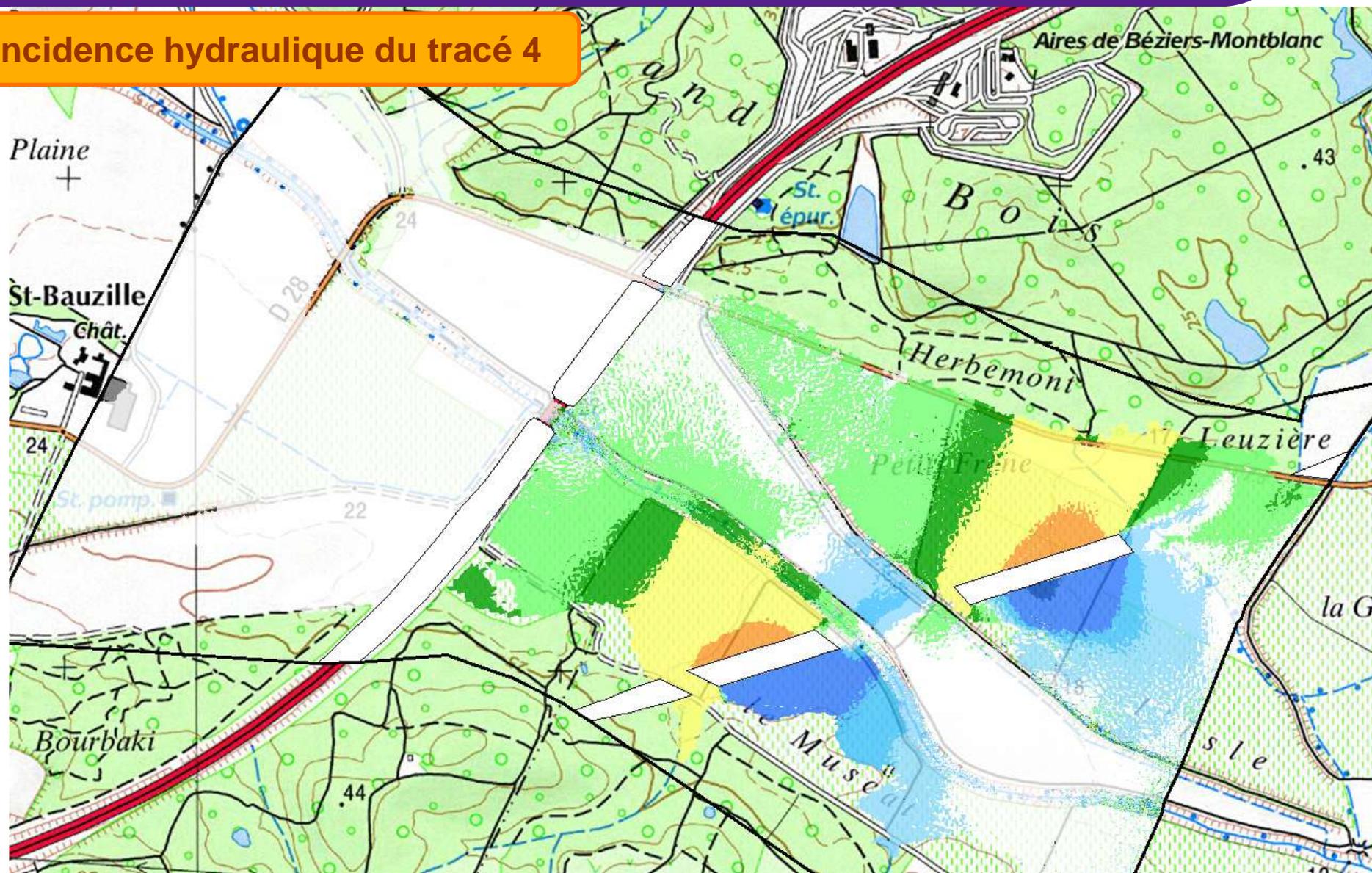
Le Libron

Incidence hydraulique du tracé 3



Le Libron

Incidence hydraulique du tracé 4



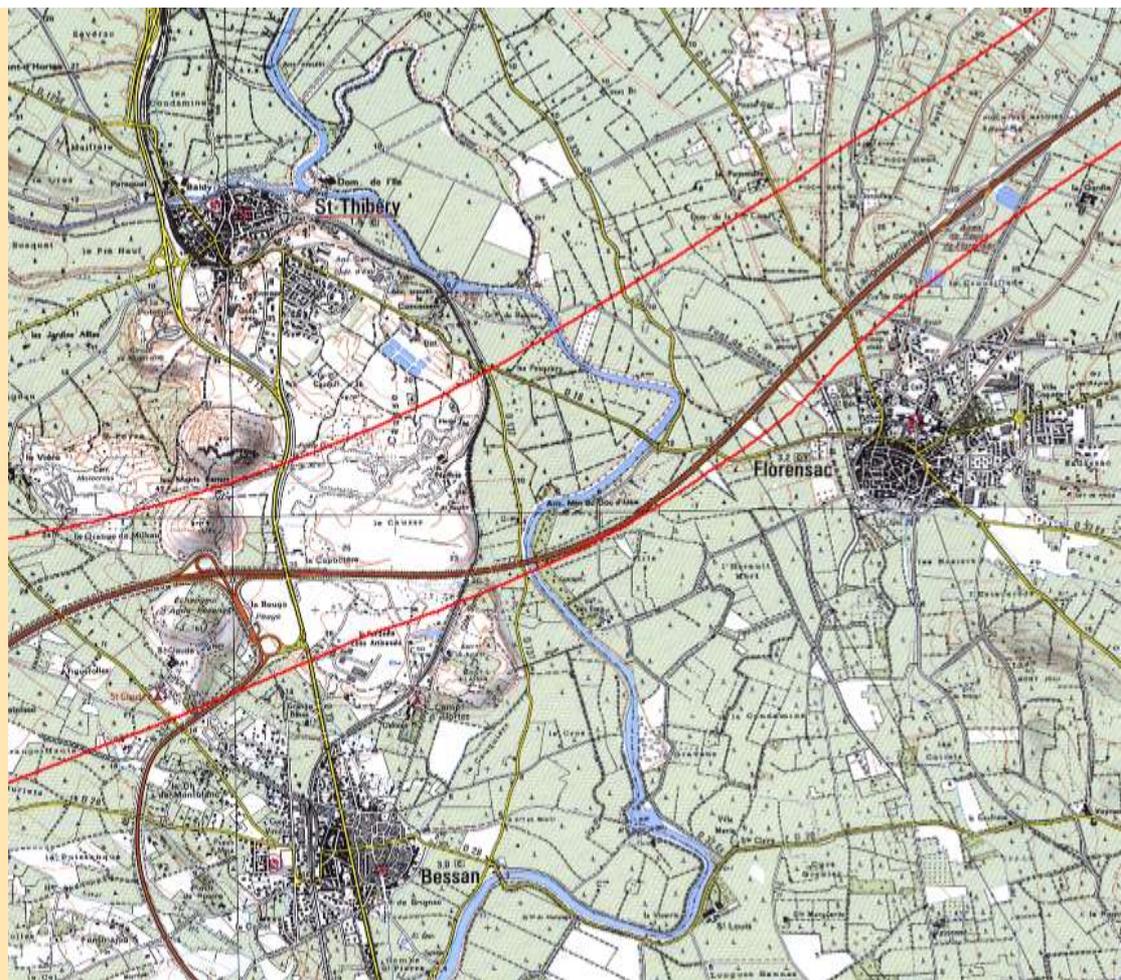
Analyse des variantes

- Impact sur enjeux bâtis isolés nul
- Impact maximal 15 cm
- Impact sur route départementale : env 10 cm
- Impact le plus faible lorsque LNMP est au plus proche de l'A9
- Ouvertures plus importantes si franchissement en biais de la zone inondable

L'Hérault

Périmètre

Hérault entre
St Thibéry et Florensac
en amont de l'A9



Les données de base

● Etudes et données existantes

- Mise en œuvre du système de prévision de crue de l'Hérault, SCHAPI, EGIS EAU 2010 (Modélisation hydraulique à casiers sur tout l'Hérault)
- Etude des crues de l'Hérault, DDE, BCEOM, 1999
- Etude hydraulique sur les communes de Florensac, Bessan, St Thibéry, DDE, BRL, 1998
- PPRi (Florensac 2001 et St Thibéry 2003)
- Repères de crue pour calage du modèle (1997)

● Synthèse des débits

- Débit décennal : 1790 m³/s
- Débit centennal : 3570 m³/s
- Crue de 1997 : 2070 m³/s (plus forte crue connue récente, période de retour <20ans)
- Crue de 1982 : 1800 m³/s (environ 10 ans)
- Crue exceptionnelle : 5255 m³/s (1.5xQ100)

L'Hérault

Relevés de terrain :
topographie et visite de terrain

RD 32^E en RG



RD18



Ouvrages A9





L'Hérault

Enjeux bâtis isolés :

- La Pommière
- Pointe de Castel RG



- Les Pesquiés RD

- 1 habitation

ancienne mine Duc D'Uzès

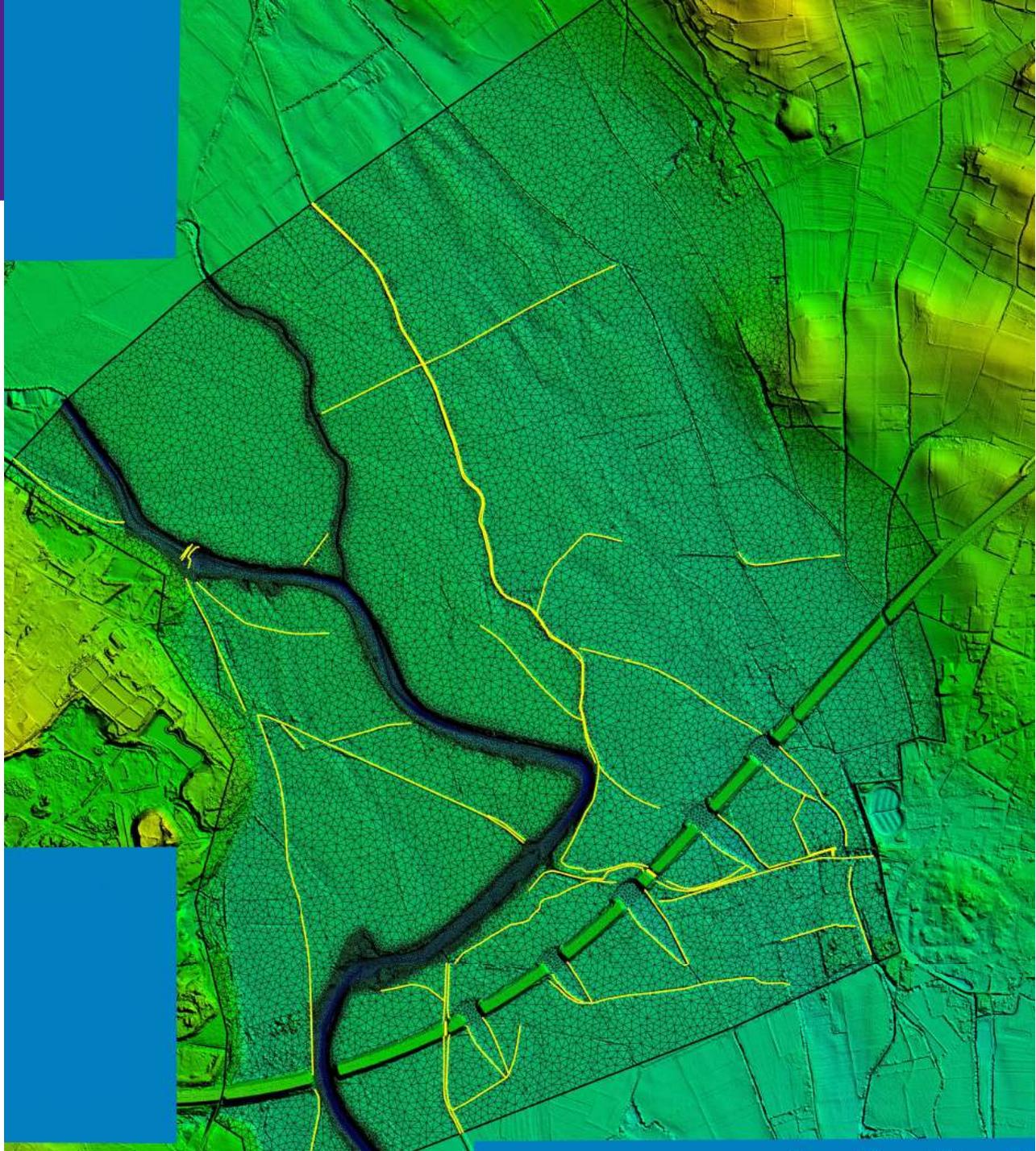
St Thibéry à env 2km en amont



L'Hérault

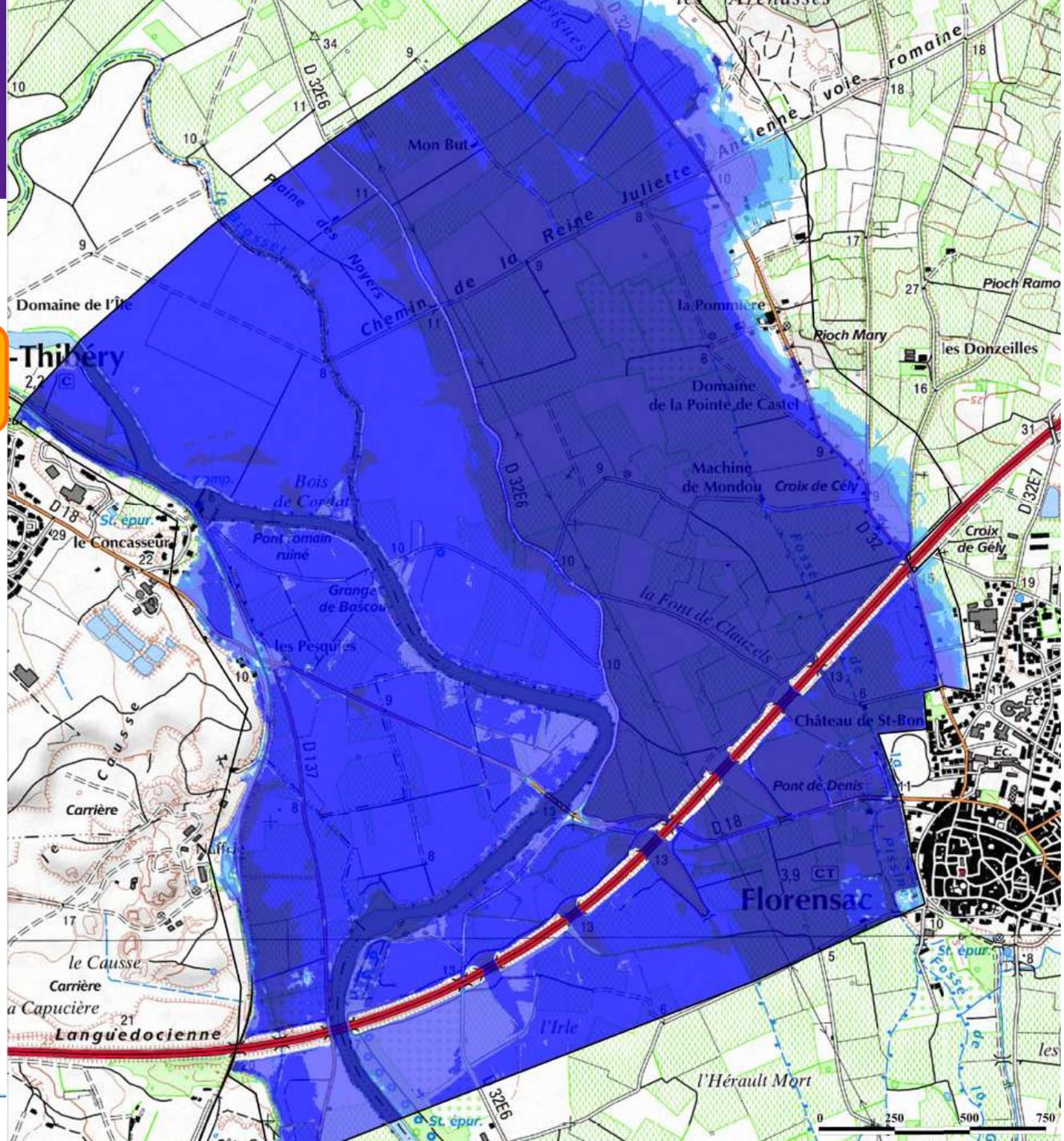
Construction du modèle hydraulique

- Base topographique LIDAR 2011
- 52 000 mailles de taille entre 1 et 20 m
- Calage sur la crue de 1997
- Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle



L'Hérault

Crue centennale
situation actuelle



Modélisation de l'Etat Projet

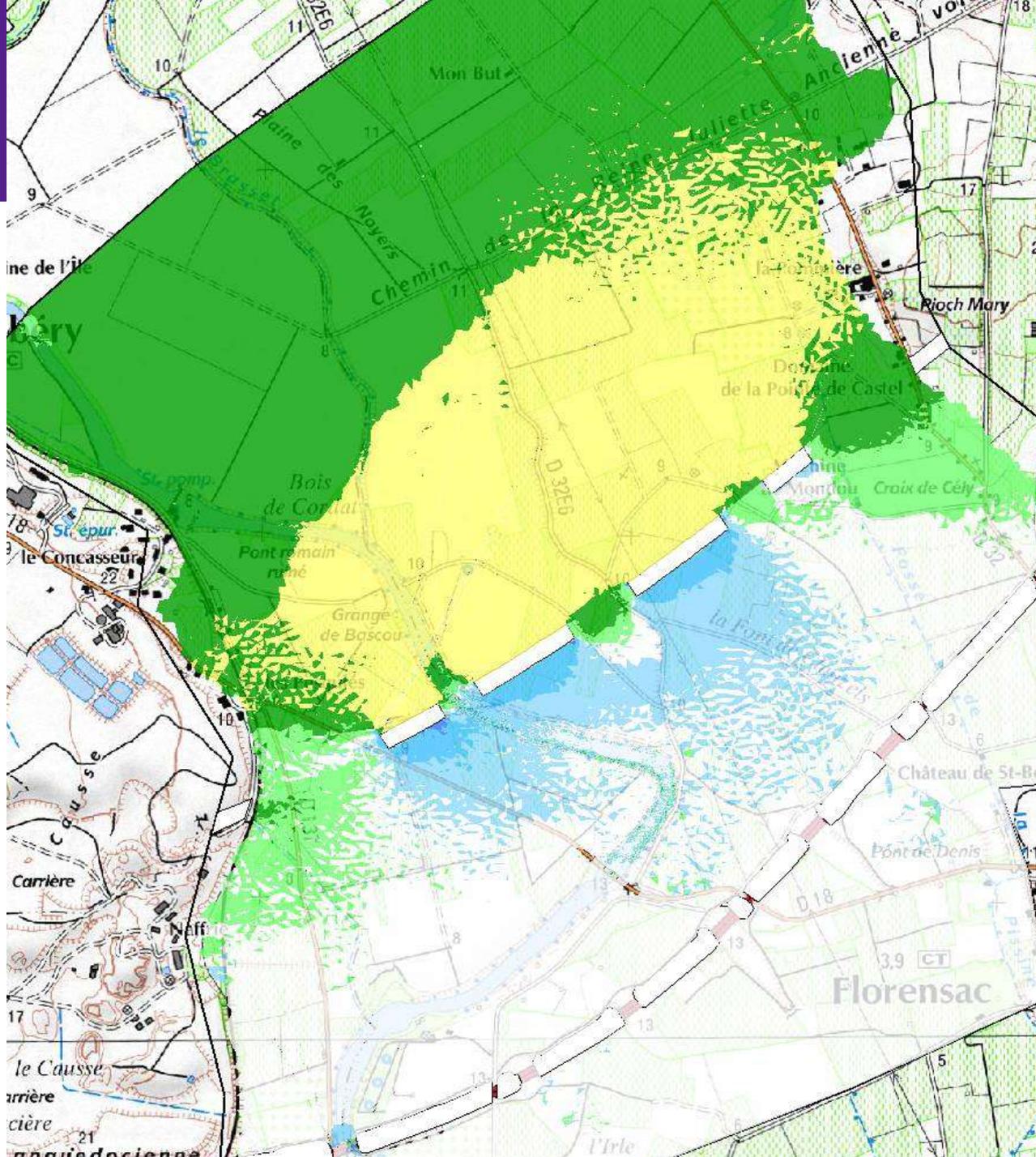
- 4 variantes de tracés
- Impacts pour la crue 100 ans pour les 4 tracés :
 - Impact maximal 15 cm
 - Impact sur enjeux bâtis isolés 5/10 cm

Analyse des variantes

- Variantes les plus proches des bâtis isolés nécessitent des ouvertures plus importantes
- Intérêt de se rapprocher du remblai de l'A9

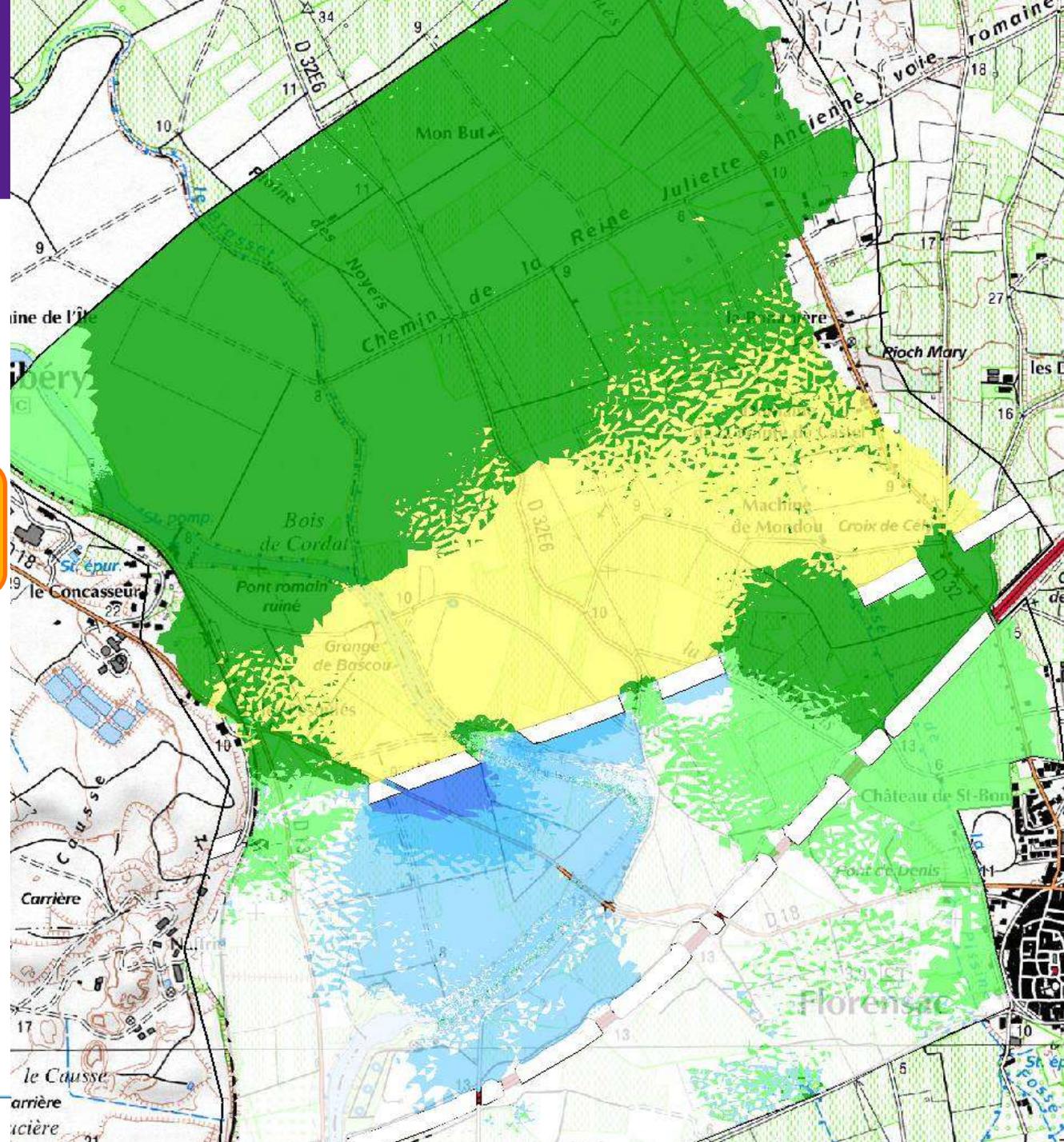
L'Hérault

Incidence hydraulique
du tracé 1



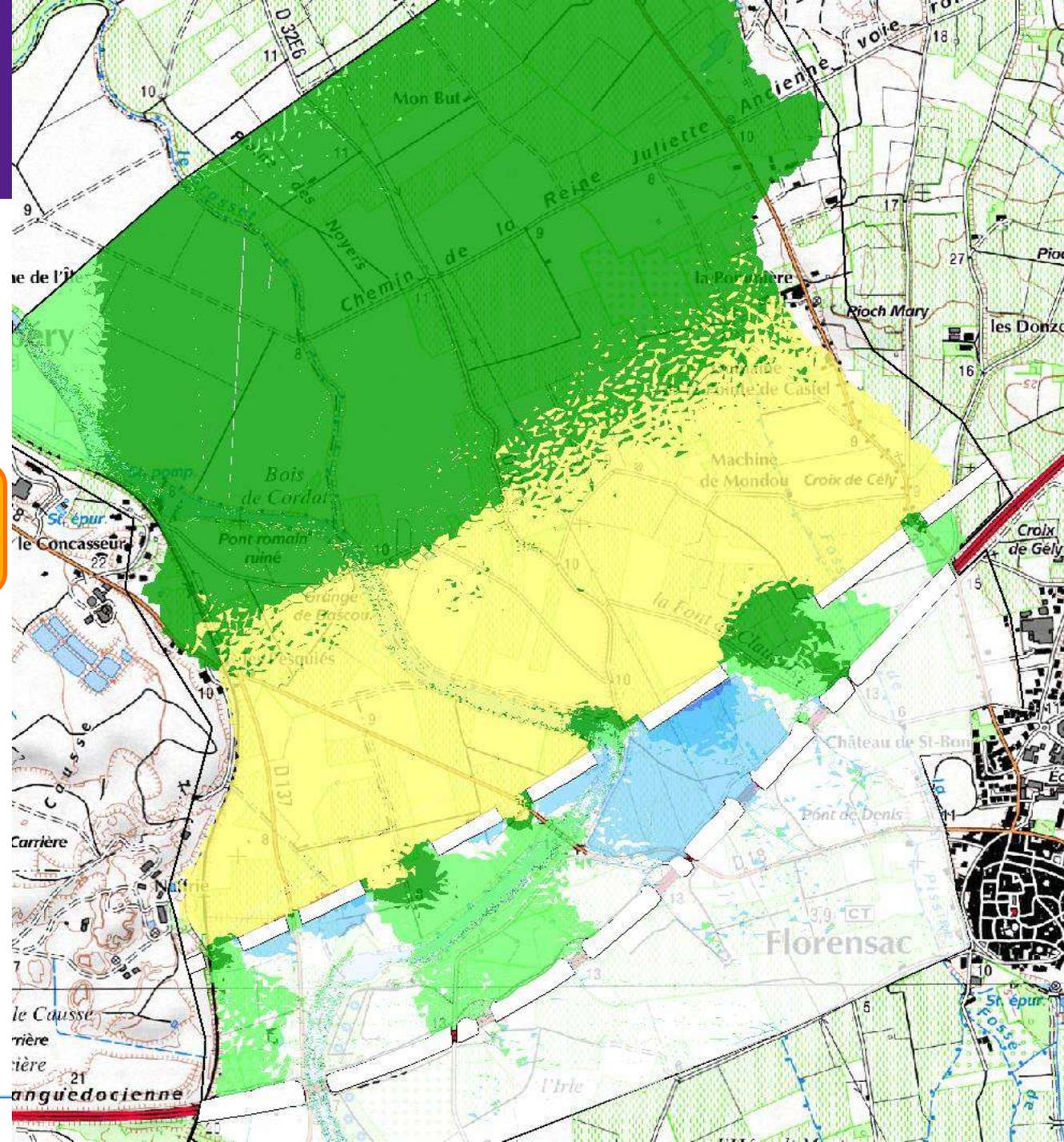
L'Hérault

Incidence hydraulique
du tracé 2



L'Hérault

Incidence hydraulique
du tracé 4



Déroulement de l'atelier

1

Actualité du projet

- Rappel sur les grandes étapes
- L'atelier Hydraulique dans le processus de concertation et les prochaines décisions (gares, mixité, tracé)

2

Hydraulique

- Présentation de la démarche hydraulique pour le franchissement des axes naturels d'écoulement
- Zoom sur les grands franchissements

3

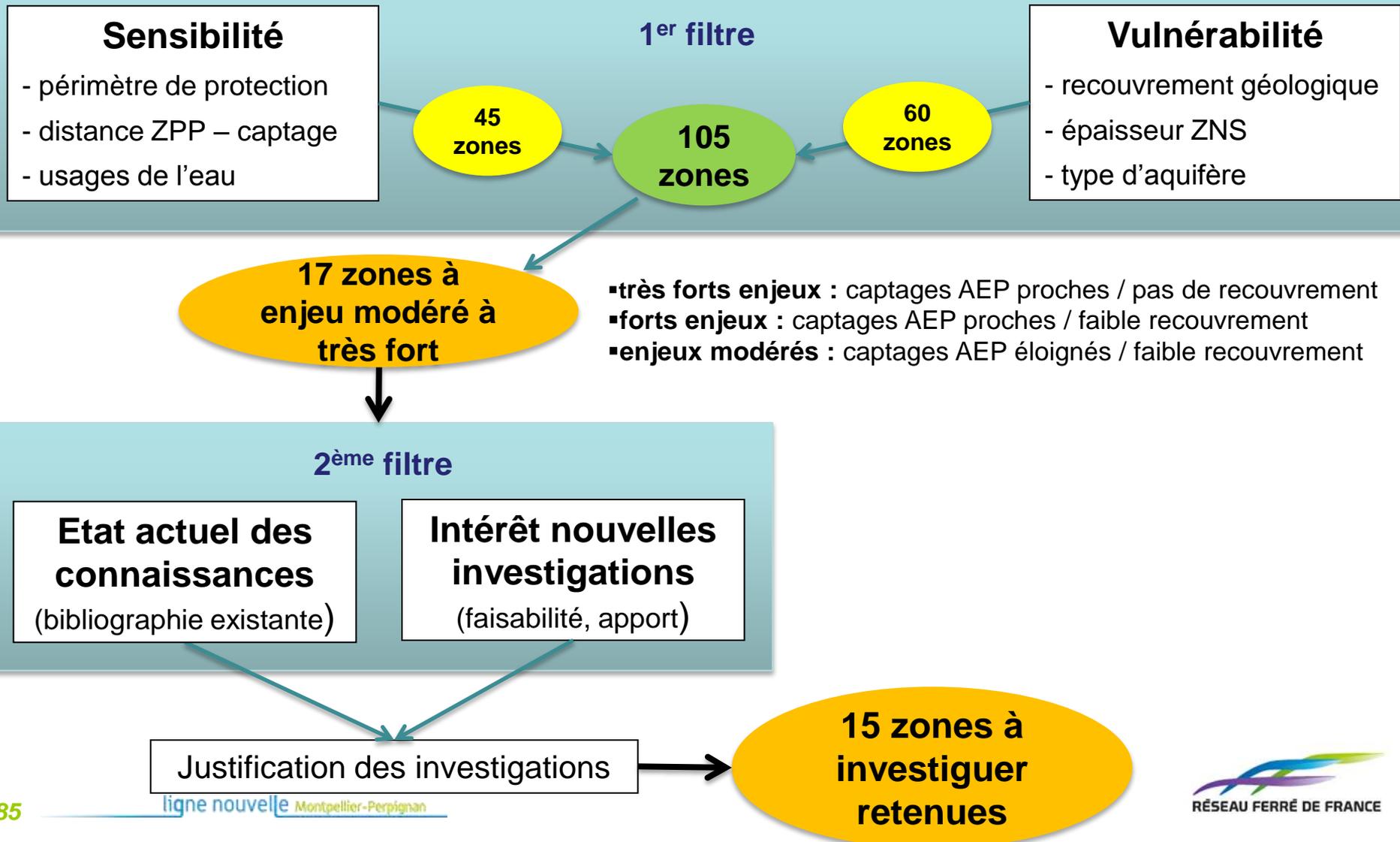
Hydrogéologie

- Présentation des études hydrogéologiques

Pourquoi des études et investigations hydrogéologiques?

- Protéger les captages d'alimentation en eau potable
- Protéger les aquifères régionaux
- Evaluer les impacts du projet sur les niveaux des nappes
- Déterminer des mesures préventives et compensatoires

Méthodologie



Zones à enjeux

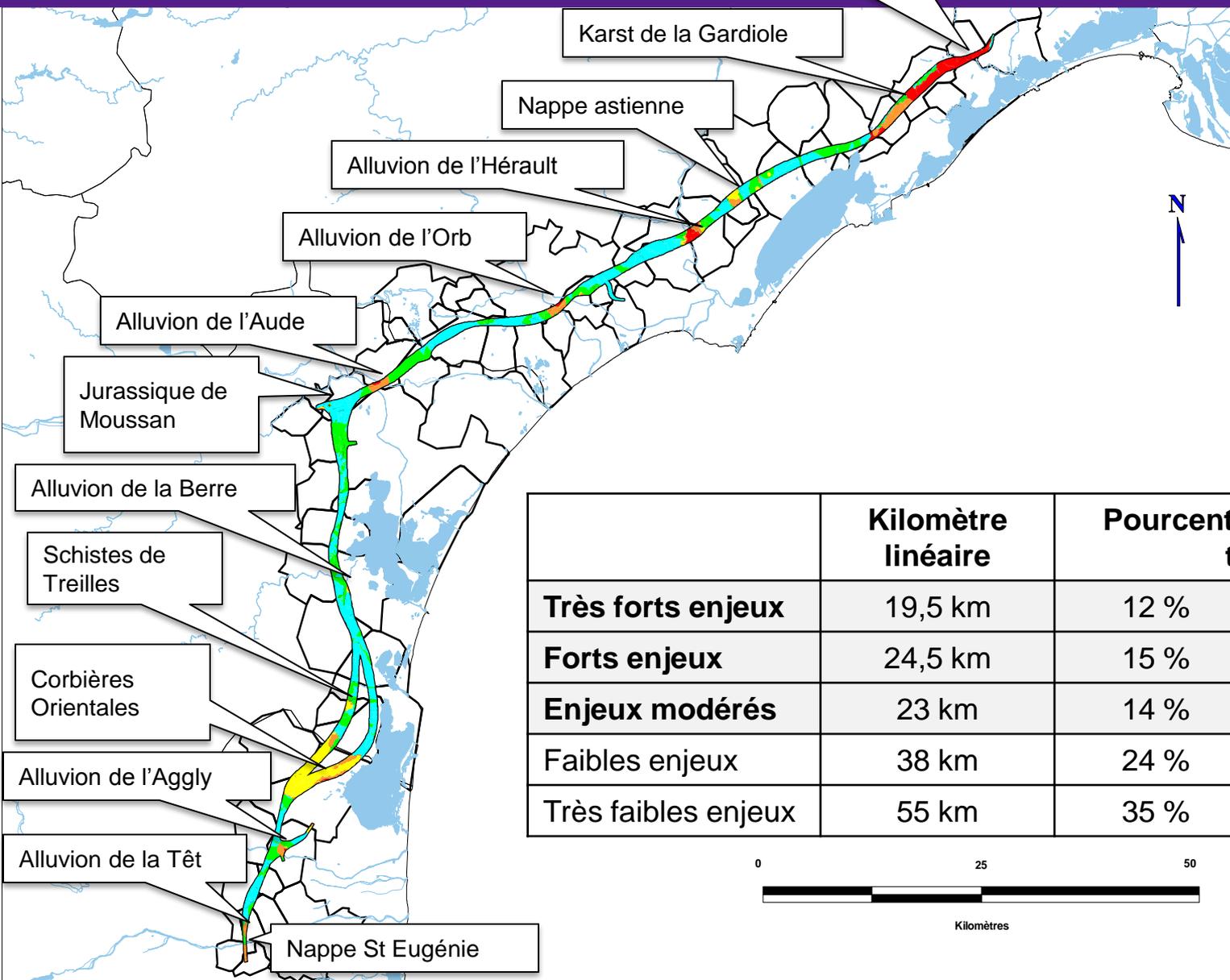
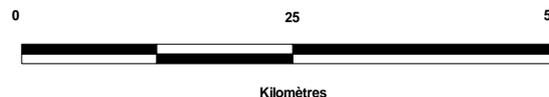


Figure n°3
Carte des enjeux

Carte des enjeux

- Très forts enjeux
- Forts enjeux
- Enjeux modérés
- Faibles enjeux
- Très faibles enjeux

	Kilomètre linéaire	Pourcentage du tracé total	
Très forts enjeux	19,5 km	12 %	41 % (67 km)
Forts enjeux	24,5 km	15 %	
Enjeux modérés	23 km	14 %	
Faibles enjeux	38 km	24 %	59 % (93 km)
Très faibles enjeux	55 km	35 %	



A	23/09/11	LROP110094		
IND.	DATE	PROJET	DESSIN	DESIGNATION

Investigations hydrogéologiques

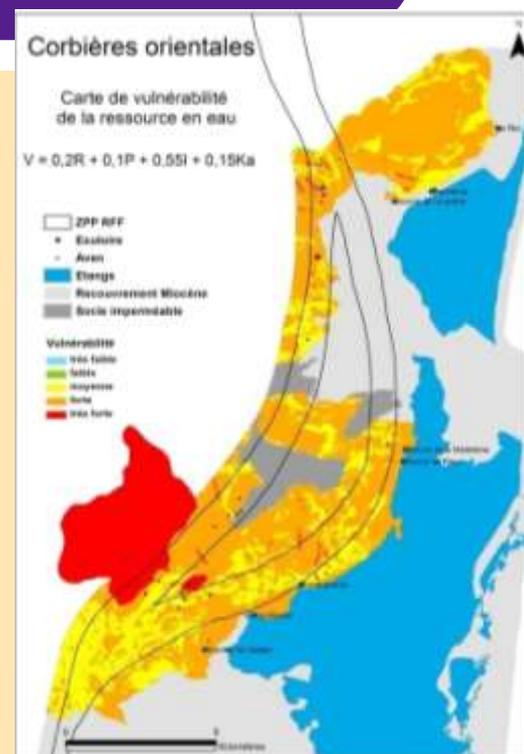
Reconnaissance en cours

● Aquifère karstique :

- Détermination de la vulnérabilité des aquifères karstiques Gardiole et Corbières orientales par la méthode Paprika. (Utilisée pour la délimitation des périmètres de protection pour les captages en milieu karstique.)

● Aquifère alluviaux

- Réalisation de piézomètres et d'analyses d'eau
- Essais de perméabilité de surface



Poursuite des reconnaissances

- Modélisation hydrodynamique sur les aquifères alluviaux sensibles
- Définition des éventuelles investigations complémentaires sur les aquifères karstiques: traçages, piézomètres



LISBOA - SALAMANCA - MADRID - BARCELONA - NARBONNE - MARSEILLE - VILNIUS
SVERIGE - DANMARK - SUOMI - DEUTSCHLAND - SLOVENSKO - EESTI - SLOVENIJA - ELLÁS - PORTUGAL - ESPAÑA - POLSKA
— PARIS — KØBENHAVN — CALAIS — DOVER — LONDON — MONTPELLIER — WARSZAWA — BRISTOL — BRUXELLES — PERPIGNAN — DEN HAAG — AMSTERDAM — DORTMUND — BEZIERS — HANNOVER — BERLIN — N
LISBOA - SÈTE - SALAMANCA - MADRID - BARCELONA - NARBONNE - MARSEILLE - VILNIUS
BELGIQUE - UNITED KINGDOM - ČESKÁ REPUBLIKA - SVERIGE - DANMARK - SUOMI - DEUTSCHLAND - SLOVENSKO - EESTI - SLOVENIJA - ELLÁS - PORTUGAL - ESPAÑA - POLSKA - FR
OUVERTURE - INNOVATION - INTERCONNEXION - PARTENARIAT - ÉCO-RESPONSABILITÉ - RÉSEAU - AVENIR - MOBILITÉ - ACCÈS - EUROPE - TERRITOIRES - ÉVOLUTION - PERFORMANCES
BERLIN HAUPTBAHNHOF - LONDON SAINT PANCRAS - DUBLIN HEUSTON

Atelier Hydraulique - Hydrogéologie

Narbonne le 5 juin 2012