



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 - 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

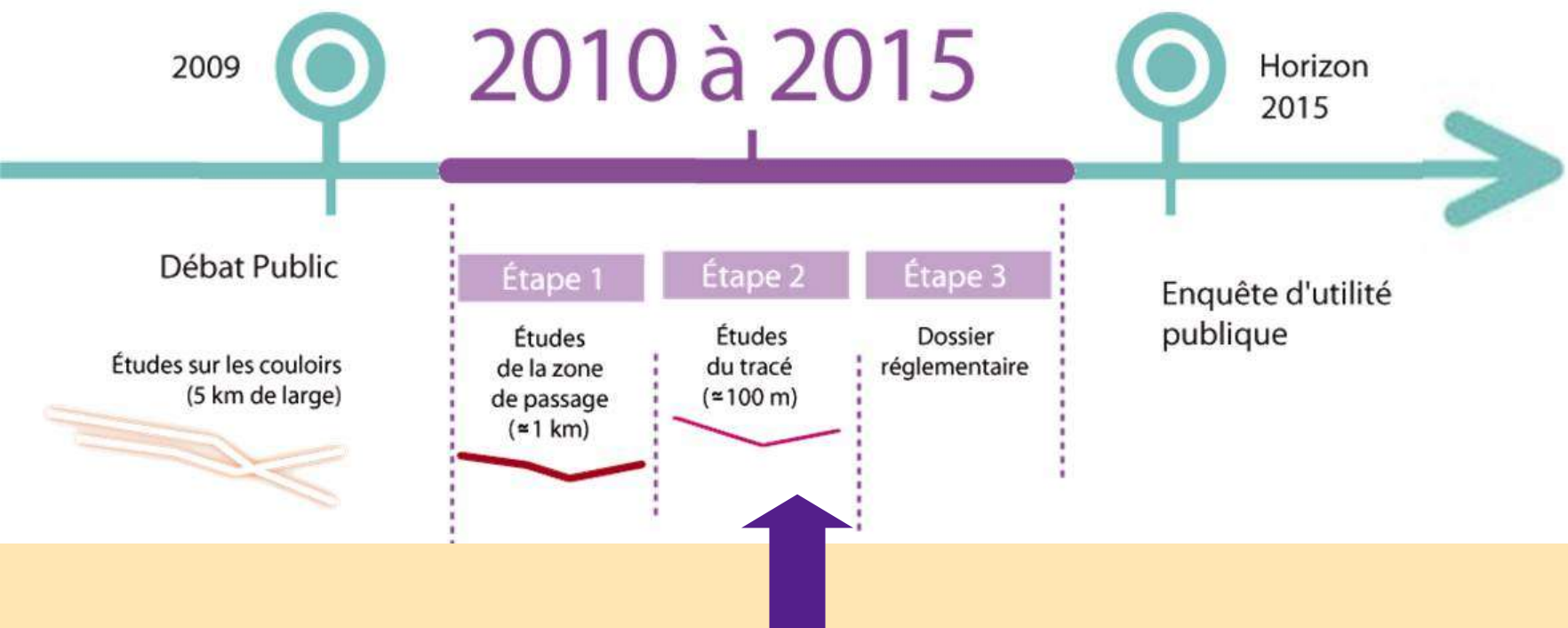
Zoom sur les grands franchissements

3

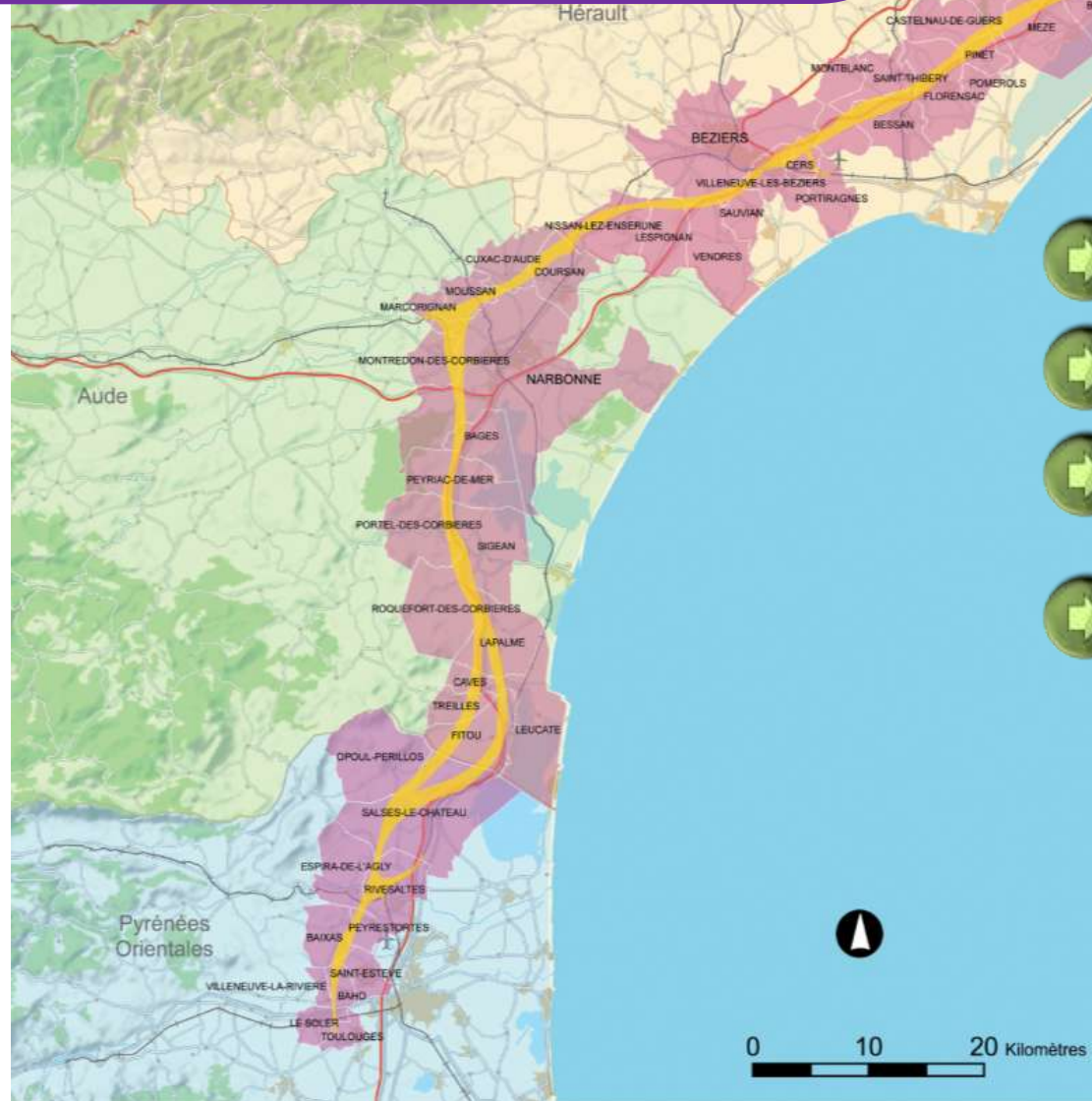
## Hydrogéologie

Présentation des études hydrogéologiques

# Grandes étapes du projet



# Les communes de la zone de passage

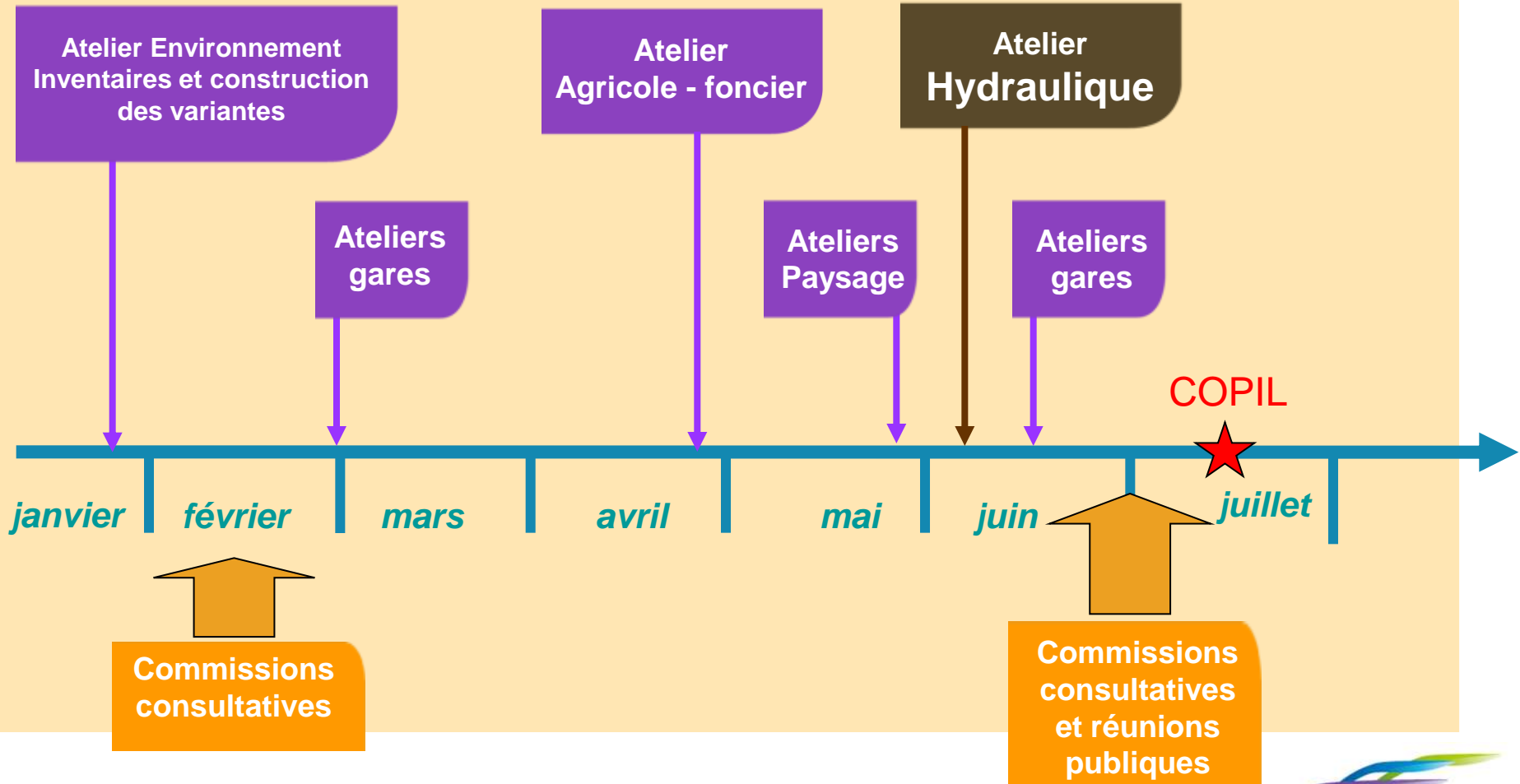


- ➔ 155 km de long
- ➔ 500 à 1500 m de large
- ➔ Contient 95 % du P.I.G. de 2000
- ➔ Deux options entre Narbonne et Perpignan

## 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

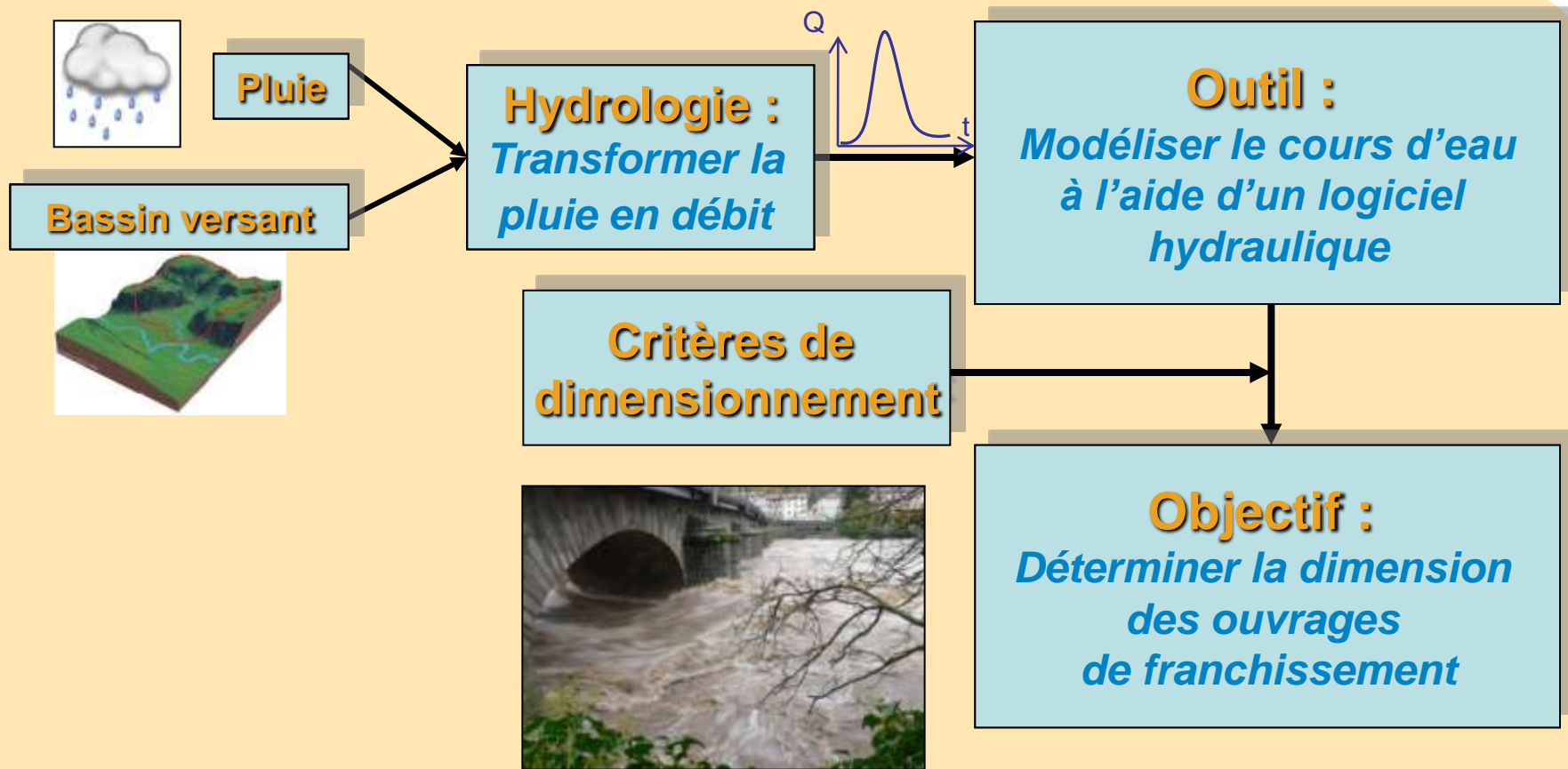
3

## Hydrogéologie

→ Présentation des études hydrogéologiques



# Présentation de la démarche hydraulique

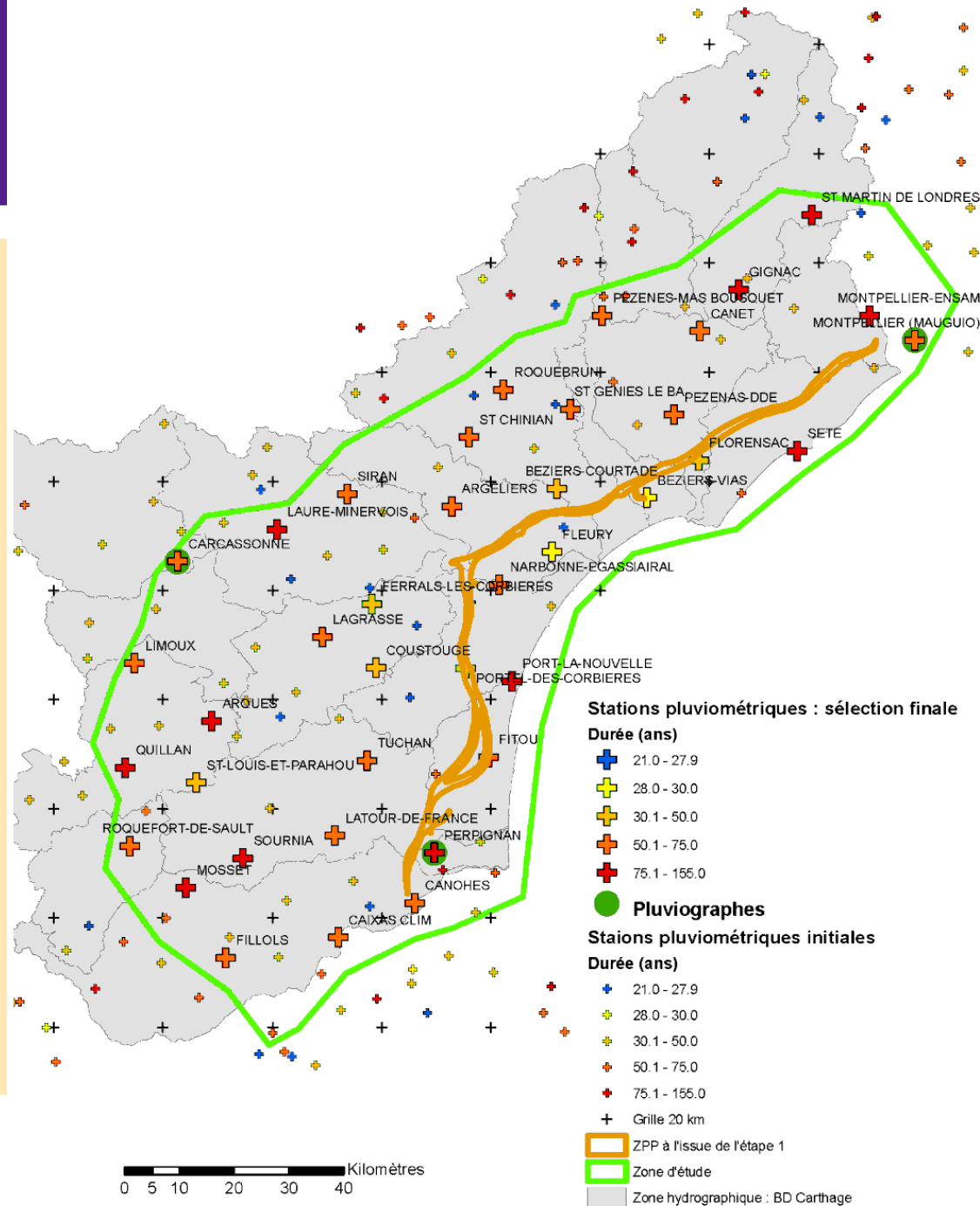


# Préambule hydrologique

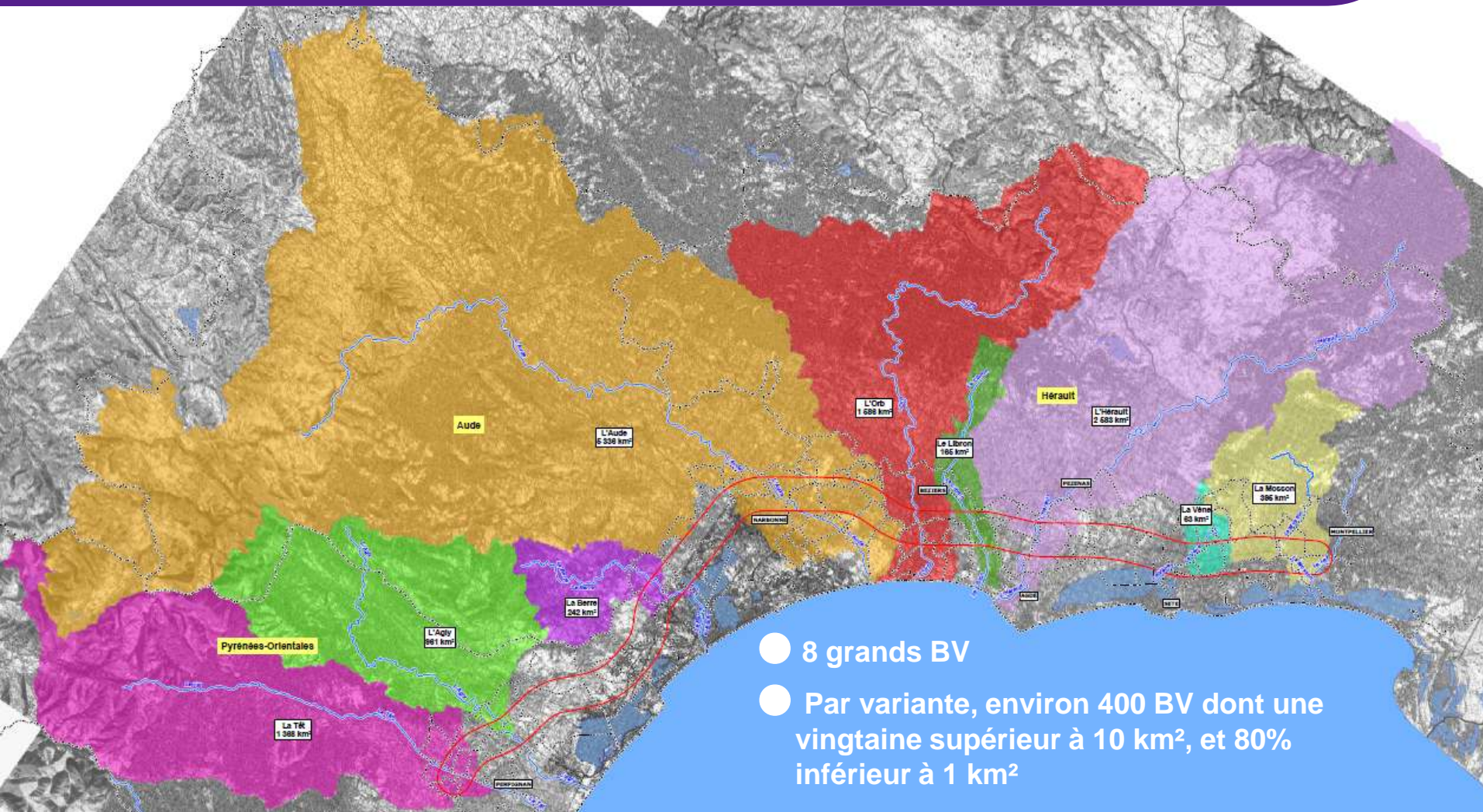
Données pluviométriques sources Météo France

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



- 8 grands BV
- Par variante, environ 400 BV dont une vingtaine supérieur à 10 km<sup>2</sup>, et 80% inférieur à 1 km<sup>2</sup>

# Préambule hydrologique

## Transformer la pluie en débit

Précipitation : eau reçue sur le bassin

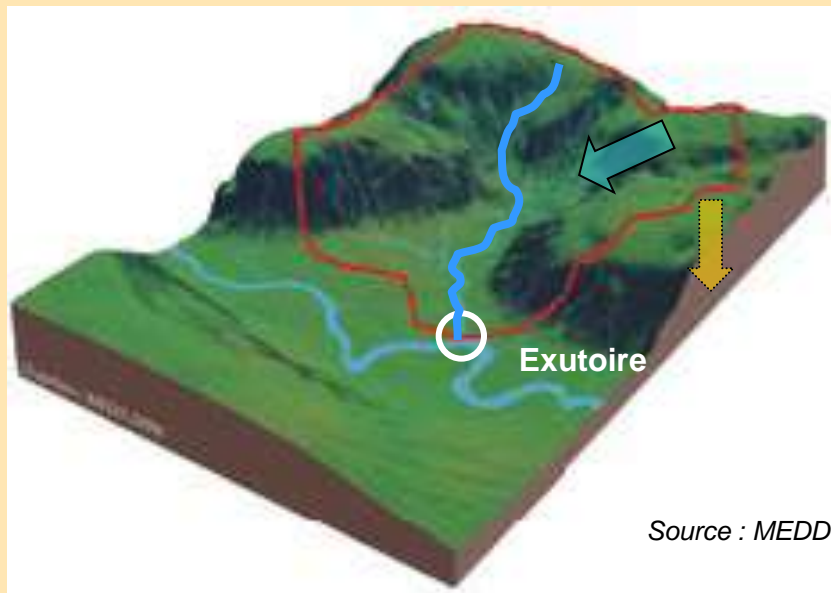
Ruissellement / infiltration

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 10km<sup>2</sup>

### ● 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...

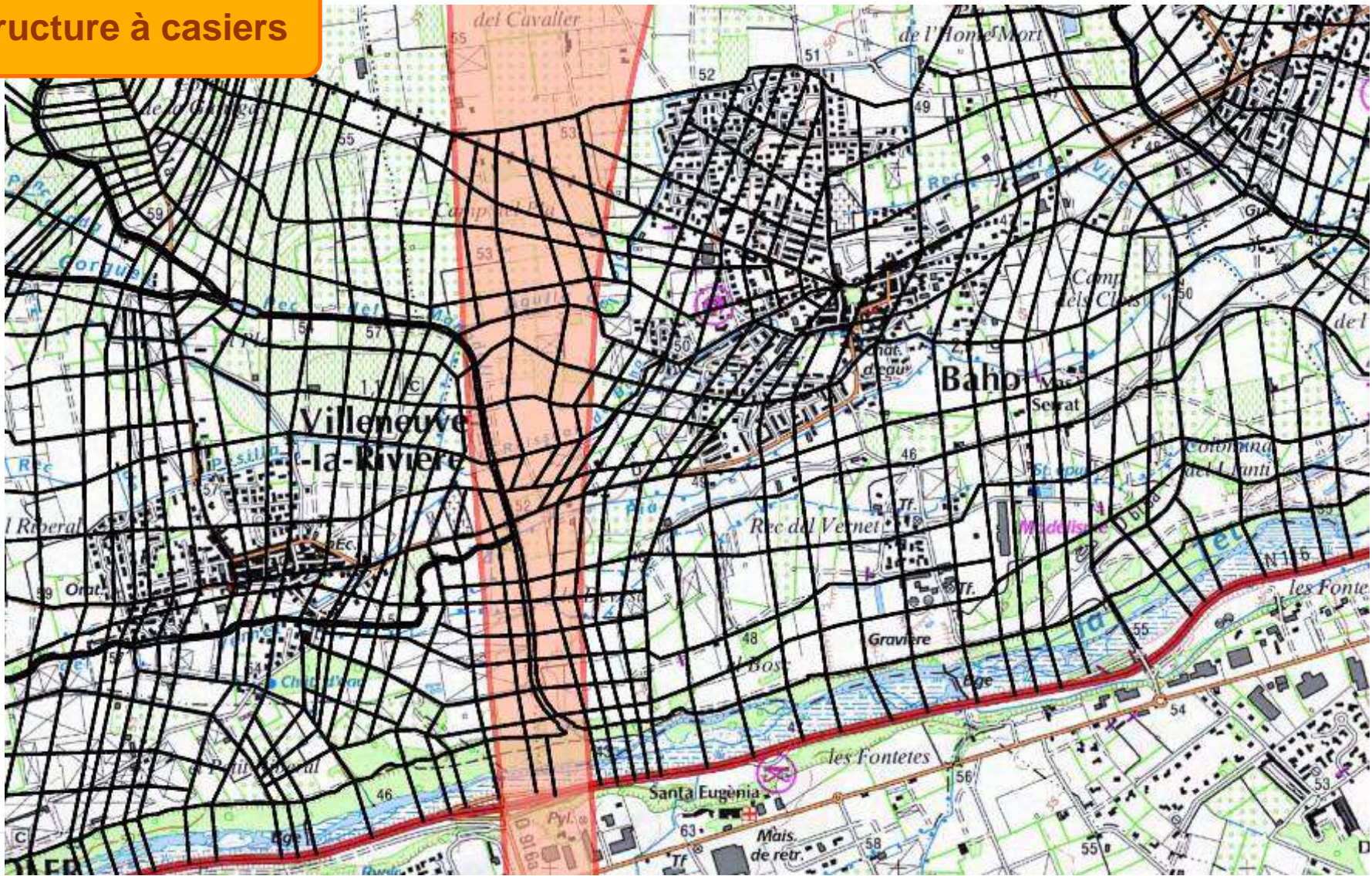
DDTM consultées en Novembre 2011 pour préciser les paramètres à retenir

## 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

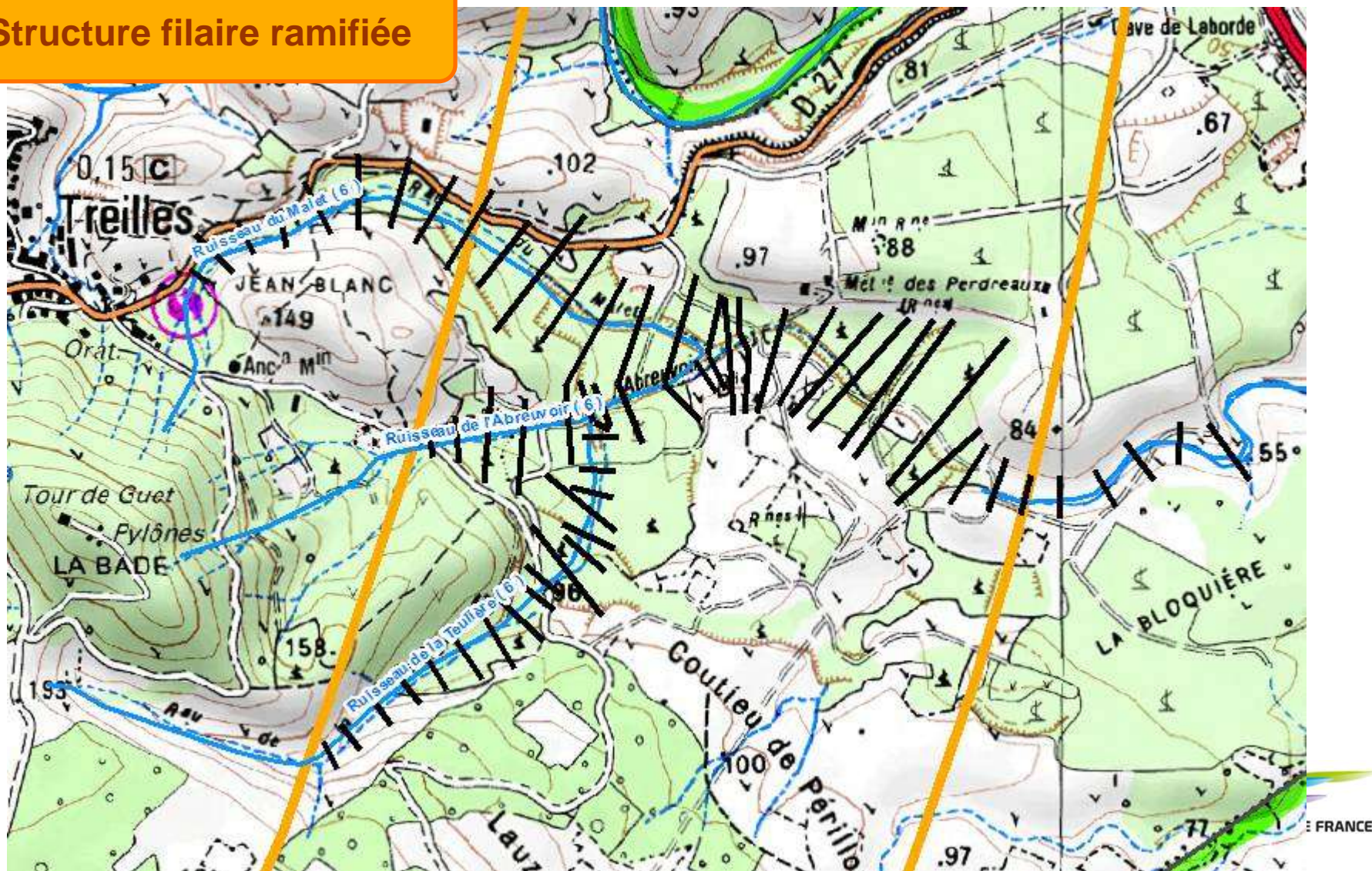
# Modélisation hydraulique

Structure à casiers



# Modélisation hydraulique

Structure filaire ramifiée





# Modélisation hydraulique

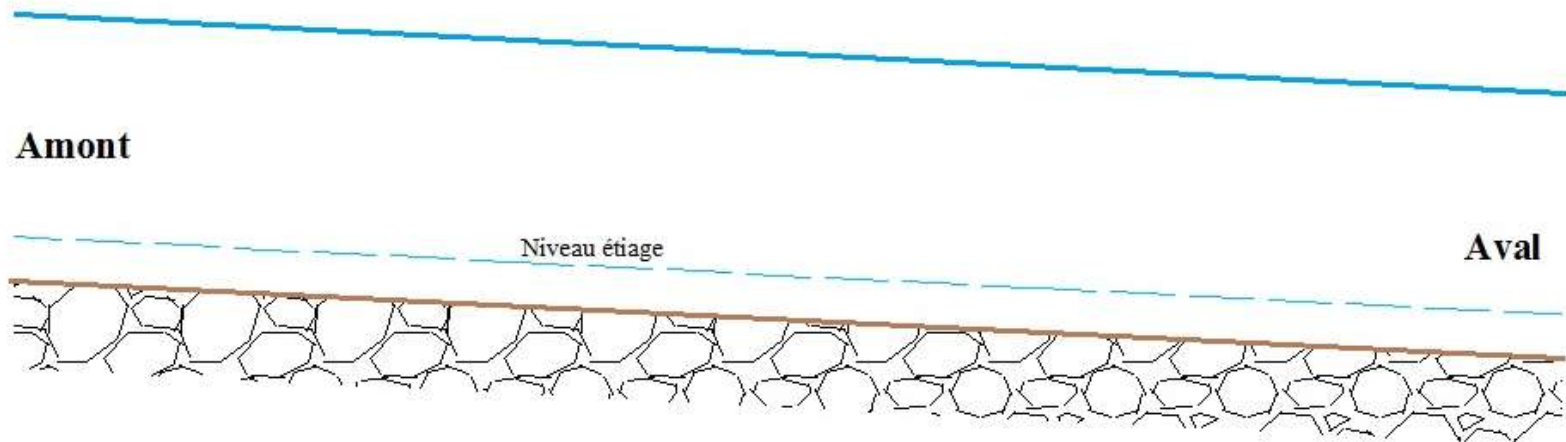
**Principe général = Transparence hydraulique  
non aggravation du risque sur les lieux habités**

## 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

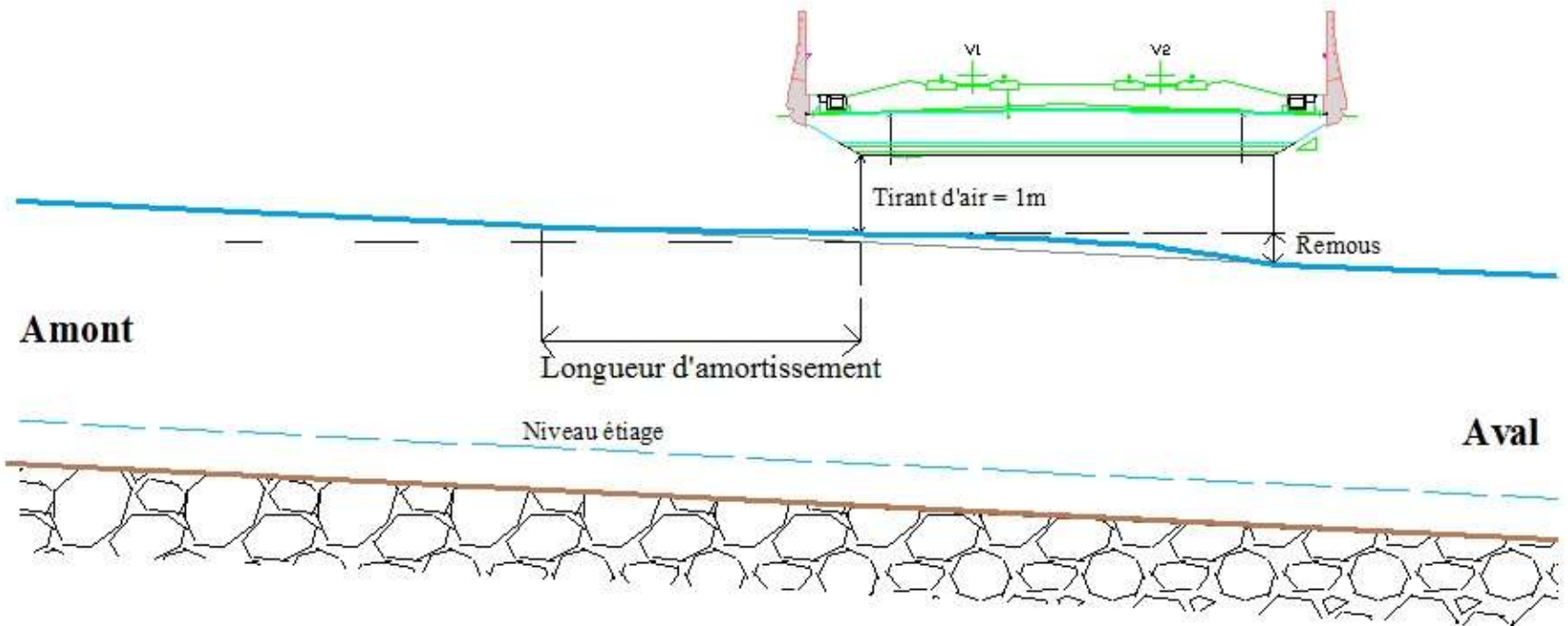
## Critère de dimensionnement



# 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

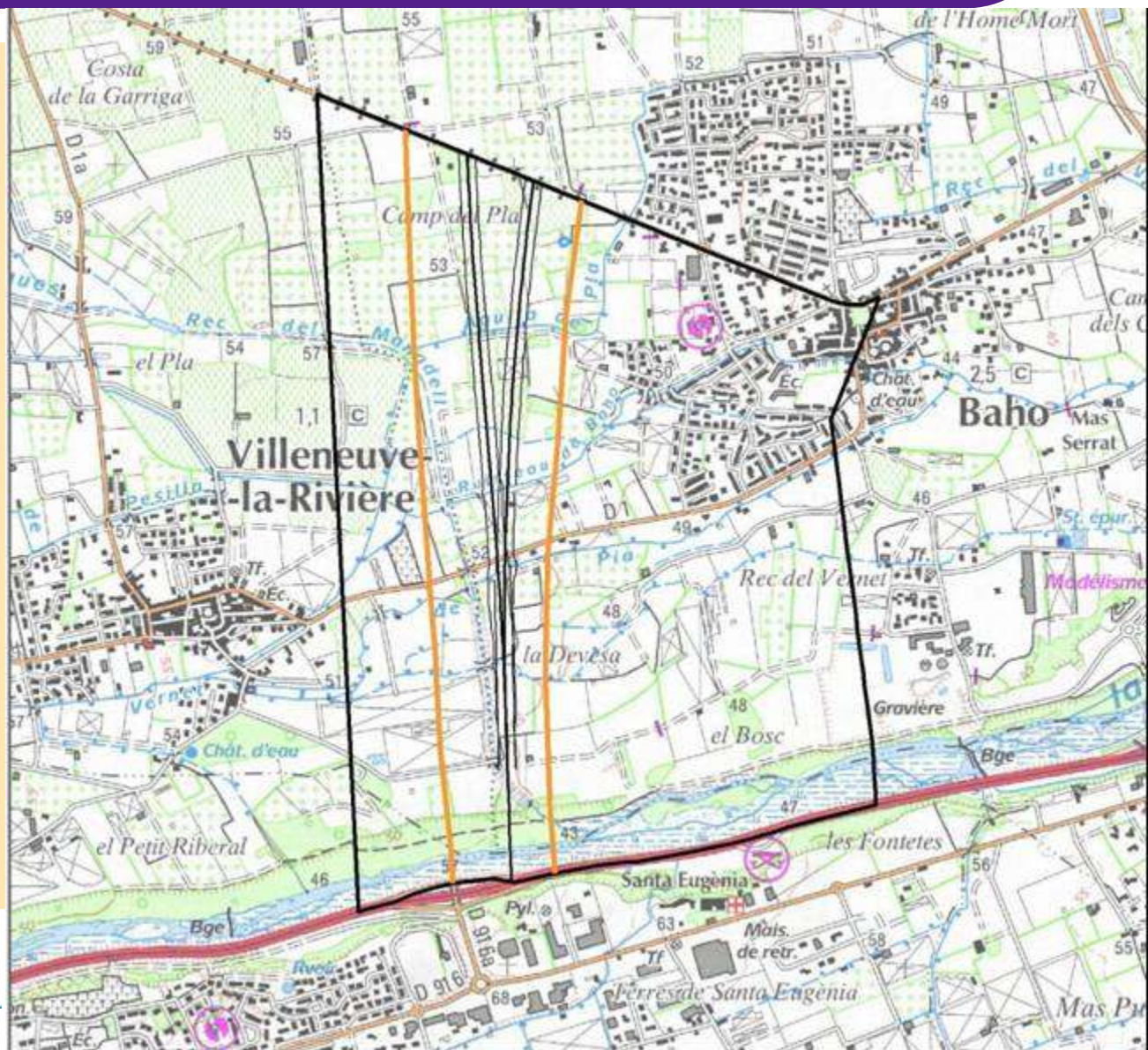
## Hydrogéologie

→ Présentation des études hydrogéologiques

# La Têt

## Périmètre

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



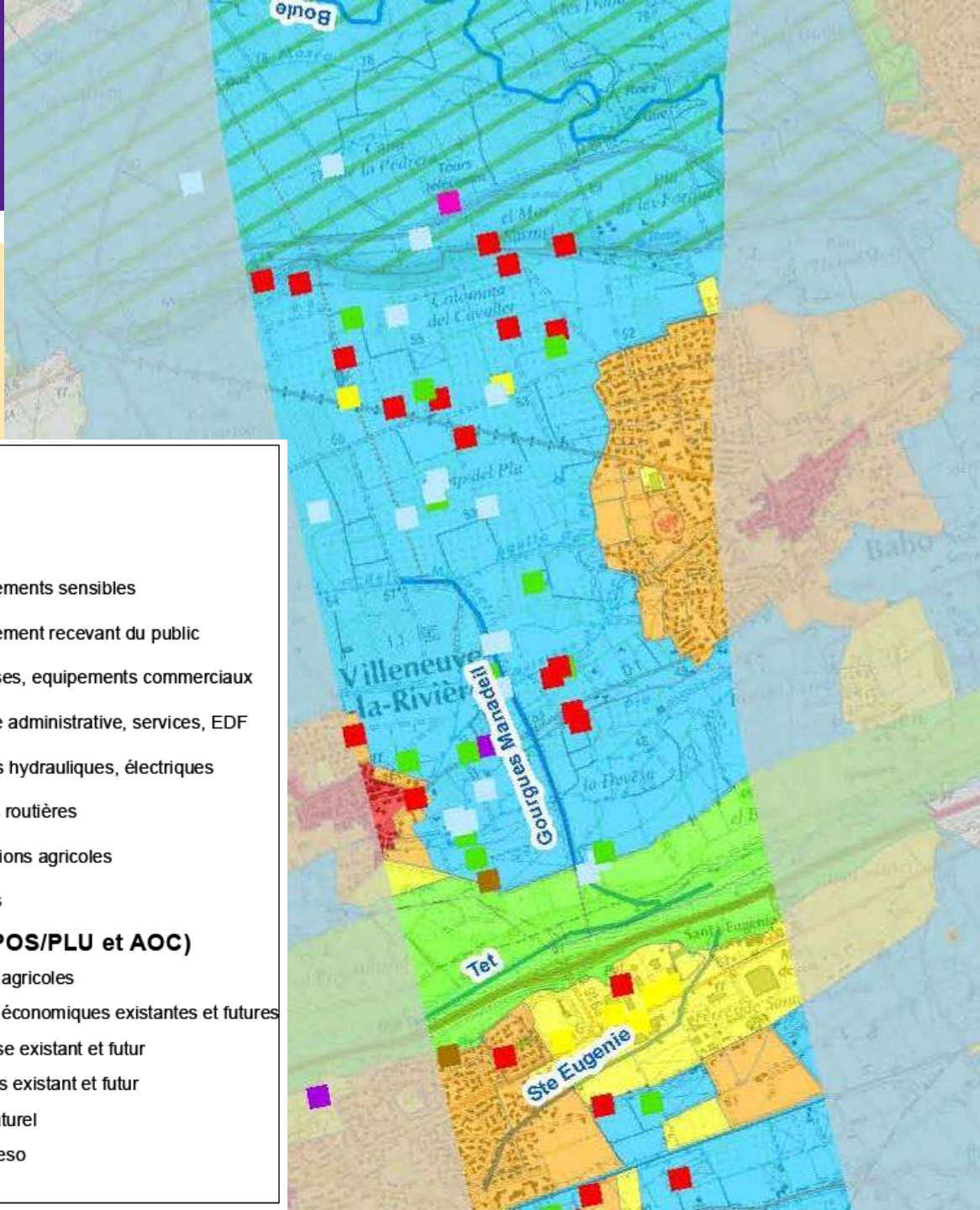
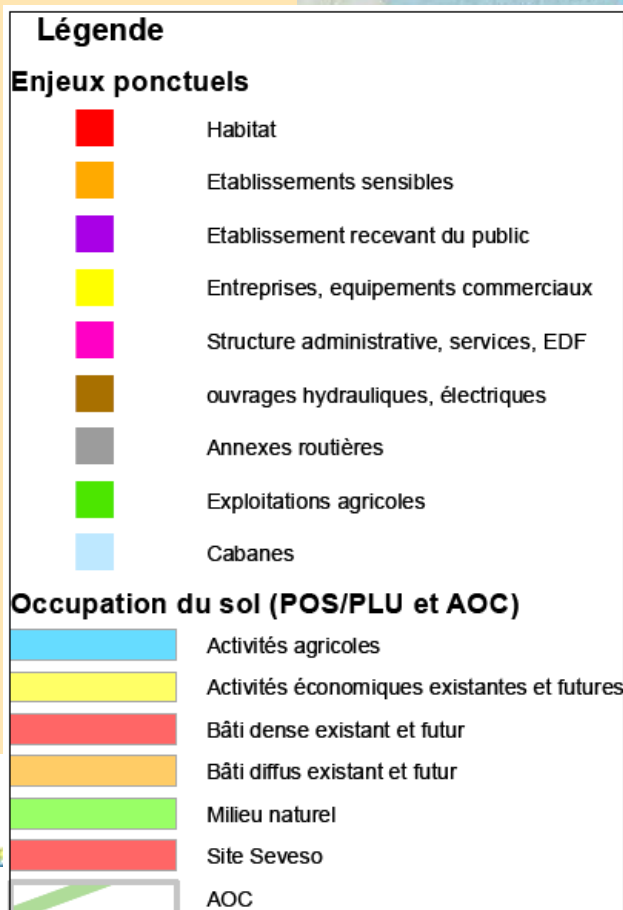
## Données de base

- **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 m<sup>3</sup>/s à Perpignan
  - Débit trentennal : 2100 m<sup>3</sup>/s à Perpignan
  - Débit centennal : 2500 m<sup>3</sup>/s à Perpignan
  - Crue de 1940 : 3600 m<sup>3</sup>/s à Perpignan : crue de référence
  - Crue exceptionnelle : 4320 m<sup>3</sup>/s à Perpignan (1.2xQref)

# La Têt

Les enjeux bâtis  
isolés

Villeneuve la  
Rivière et Baho



# La Têt

## Construction du modèle hydraulique

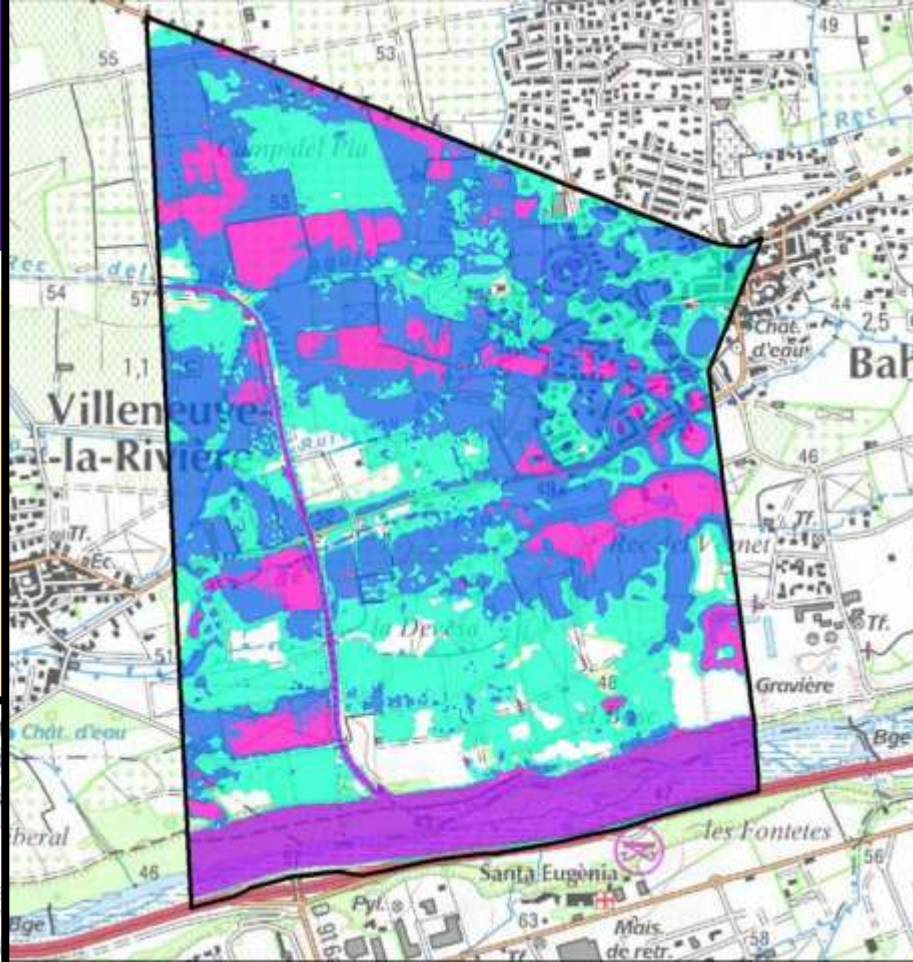
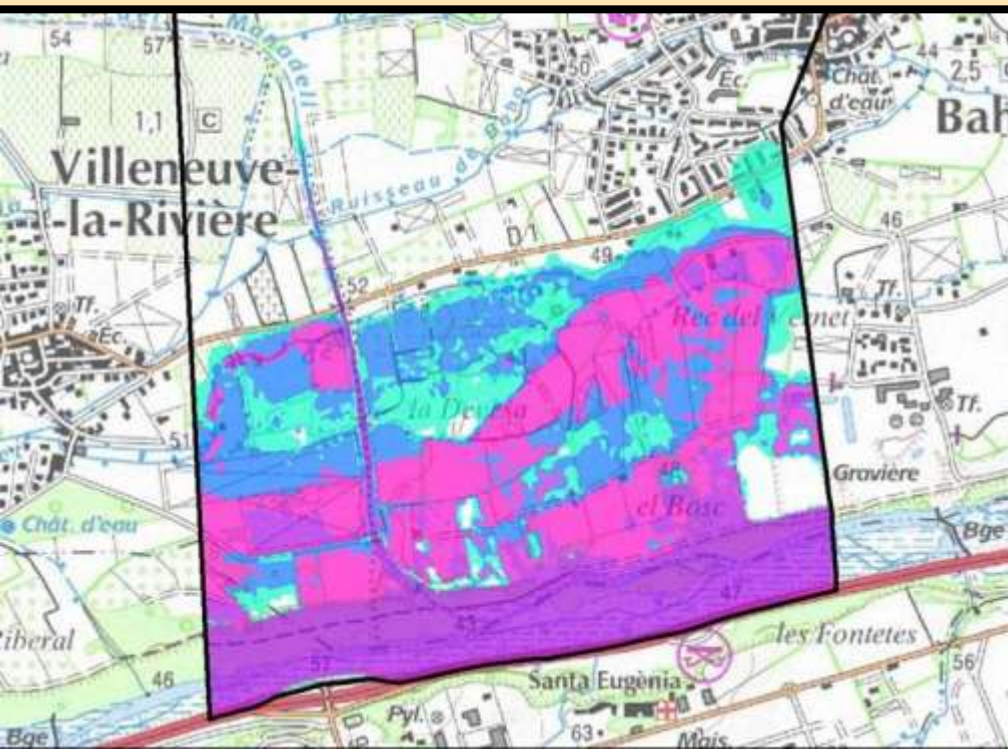
- Base topographique LIDAR 2011
- 235 000 mailles de taille entre 1 et 50 m
- Calage sur le modèle à casiers global construit pour le PPRi
- Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle





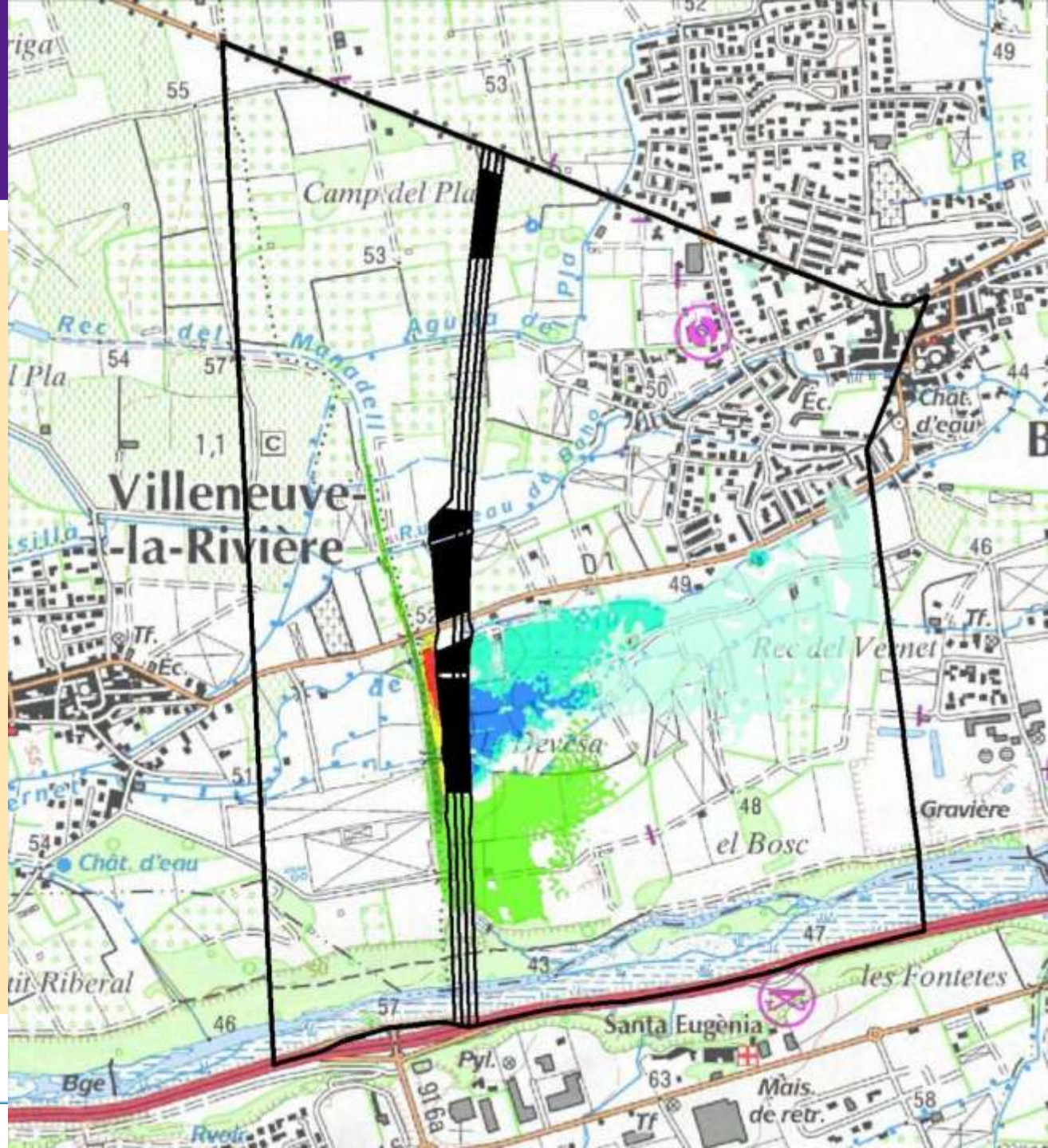
# La Têt

Crue centennale  
situation actuelle



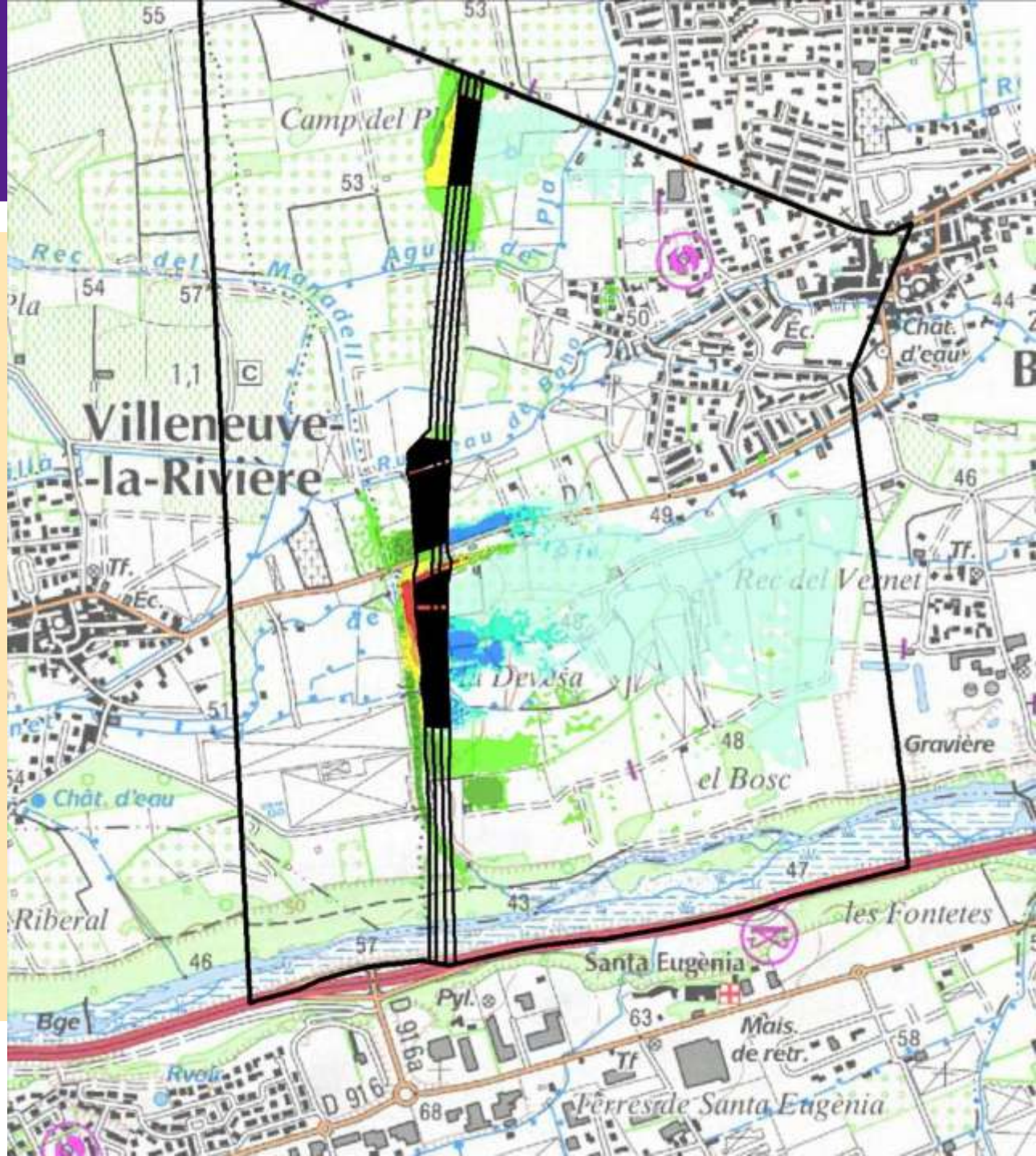
# La Têt

Incidence  
hydraulique pour  
crue de la Têt

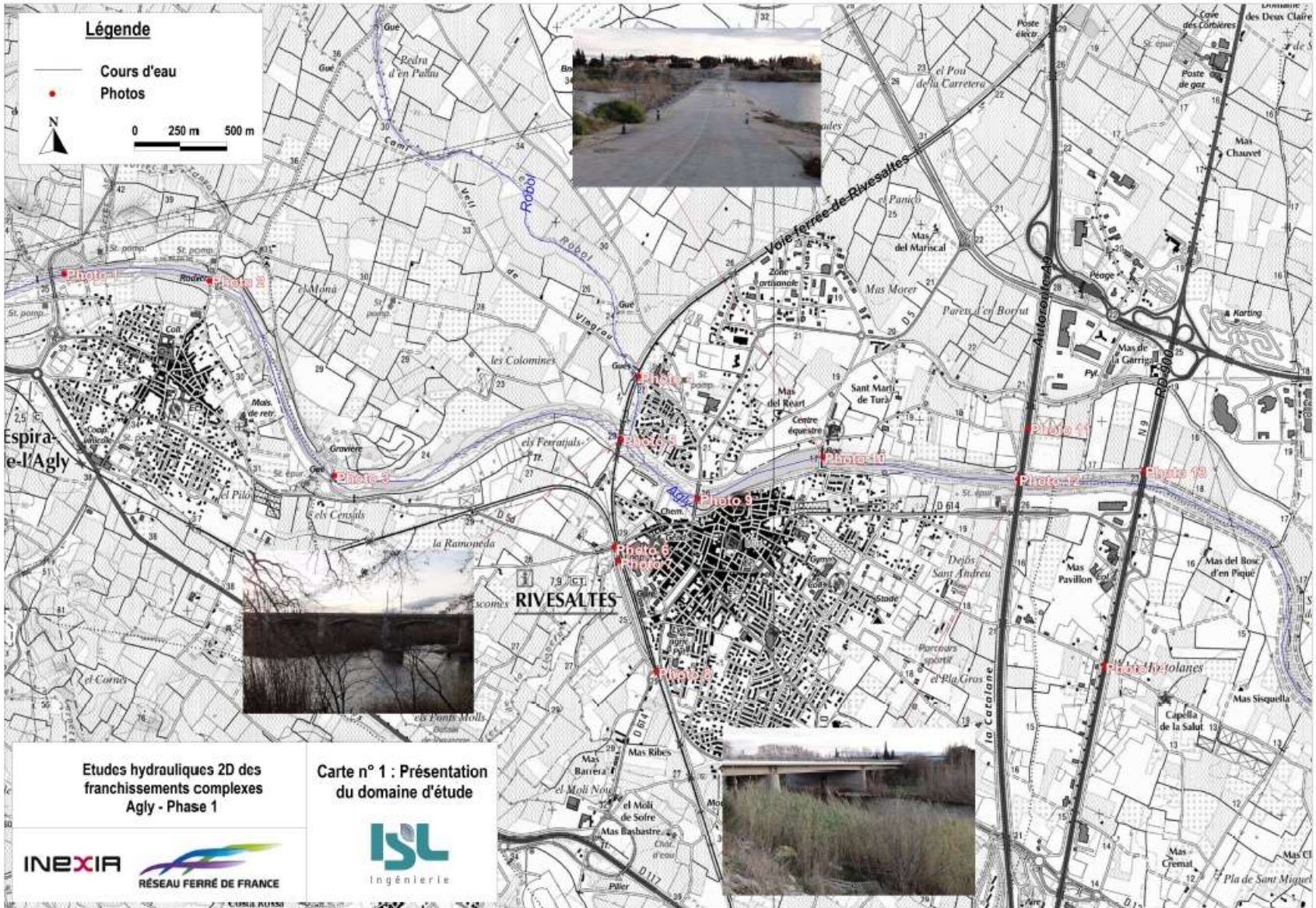


# La Têt

Incidence hydraulique pour crue des affluents

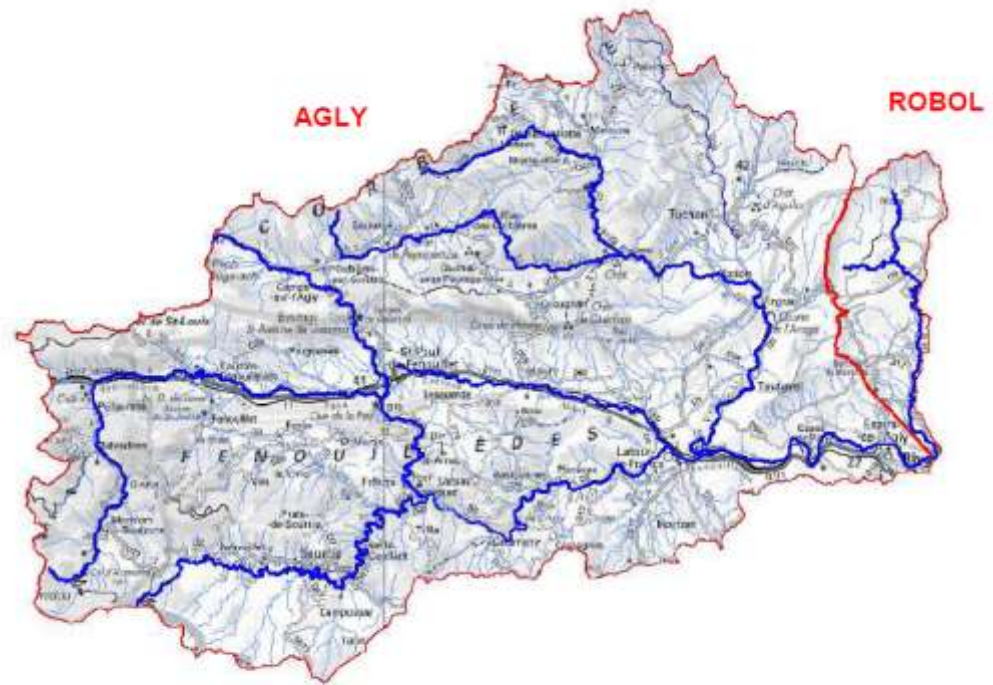


# L'Agly



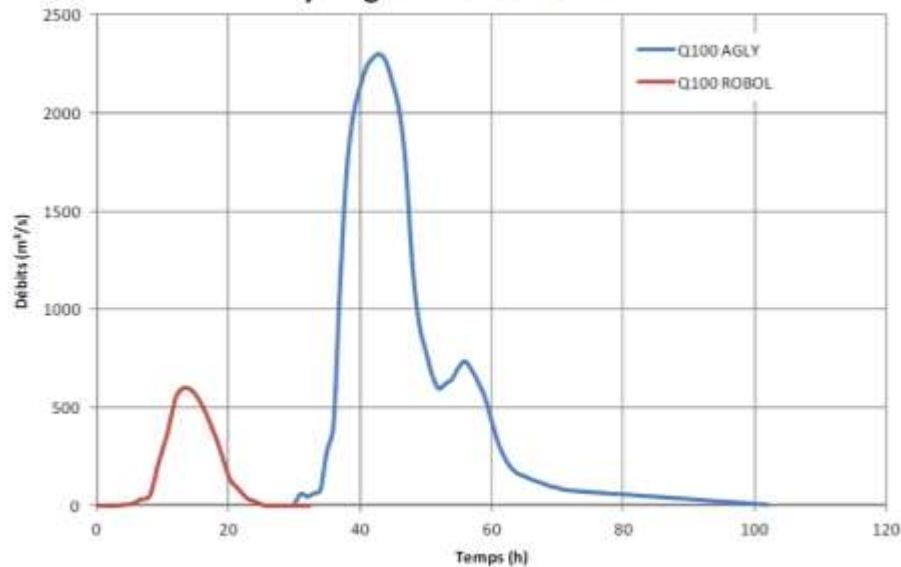
# L'Agly

## Hydrologie



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

Hydrogrammes centennaux

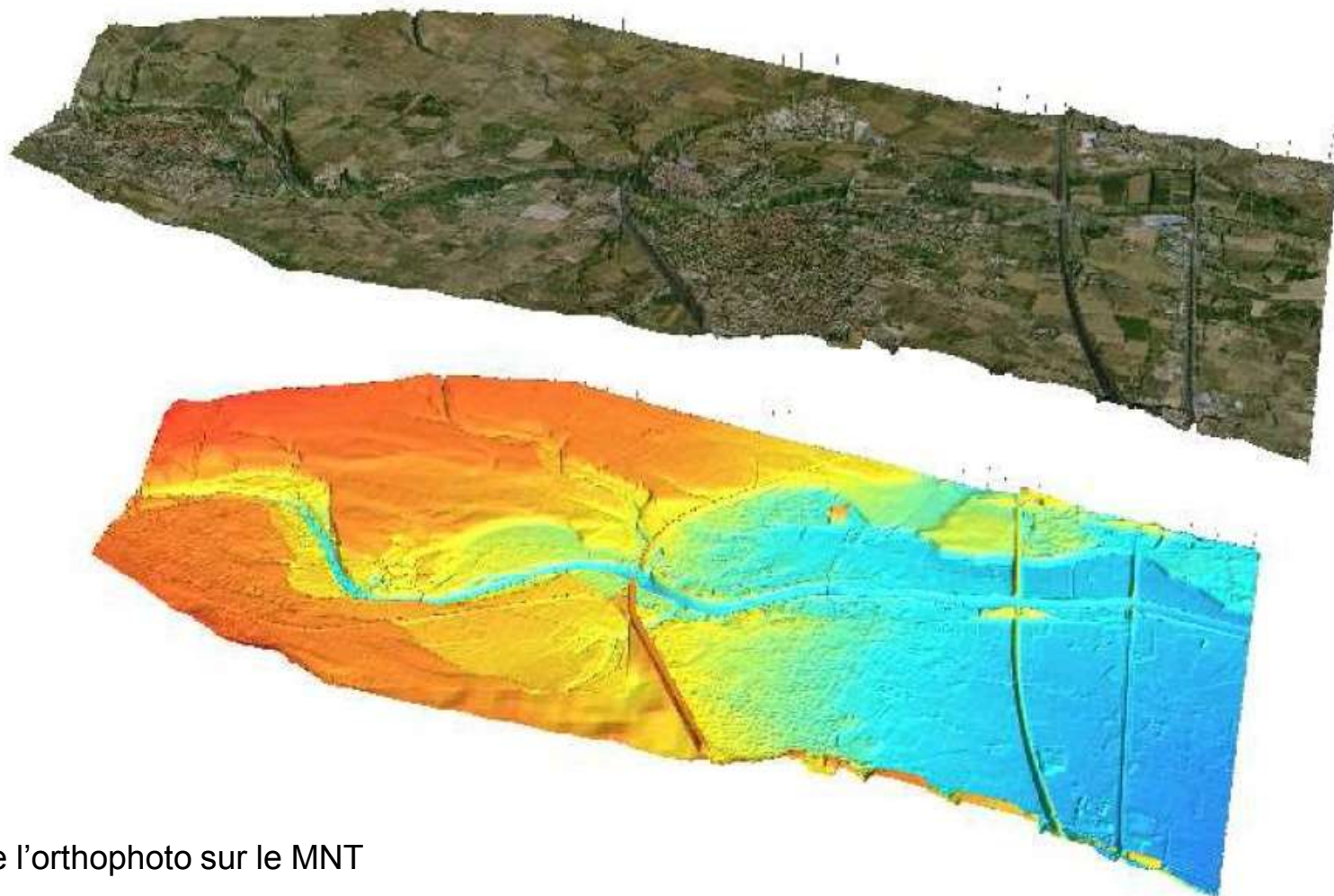


Hydrogrammes centennaux injectés dans le modèle

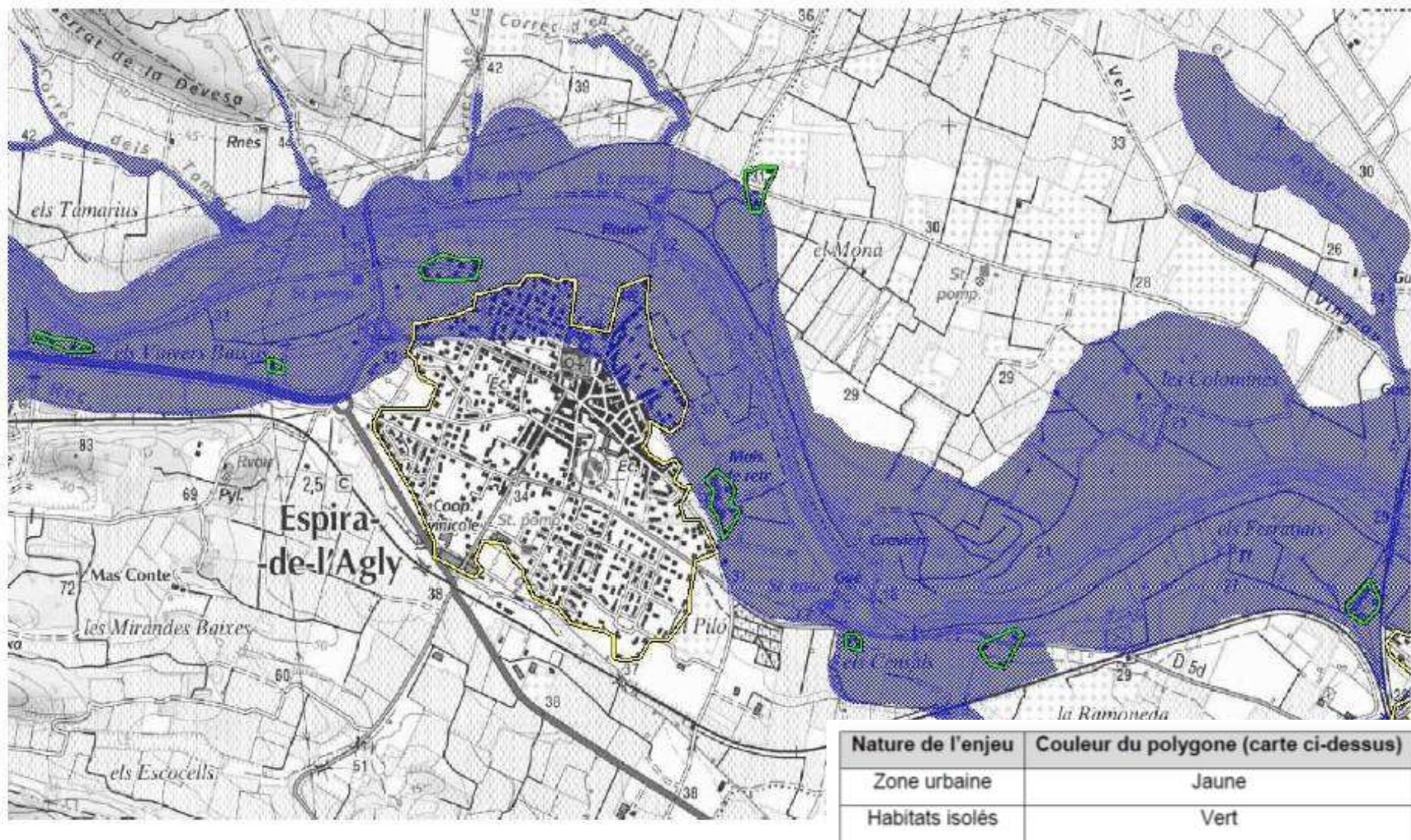
	Agly	Robol
<b>10 ans (premiers enjeux touchés)</b>	1 000 m <sup>3</sup> /s	150 m <sup>3</sup> /s
<b>100 ans</b>	2 300 m <sup>3</sup> /s	600 m <sup>3</sup> /s
<b>200 à 300 ans</b>	1.2 x Q100 = 2760 m <sup>3</sup> /s	1.5 x Q100 = 900 m <sup>3</sup> /s
<b>1 000 ans</b>	1.5 x Q100 = 3 500 m <sup>3</sup>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

# L'Agly

Relevés de terrain : fond topographique détaillé



# L'Agly



Enjeux recensés en amont de la voie ferrée





## Modélisation de la situation avec le projet

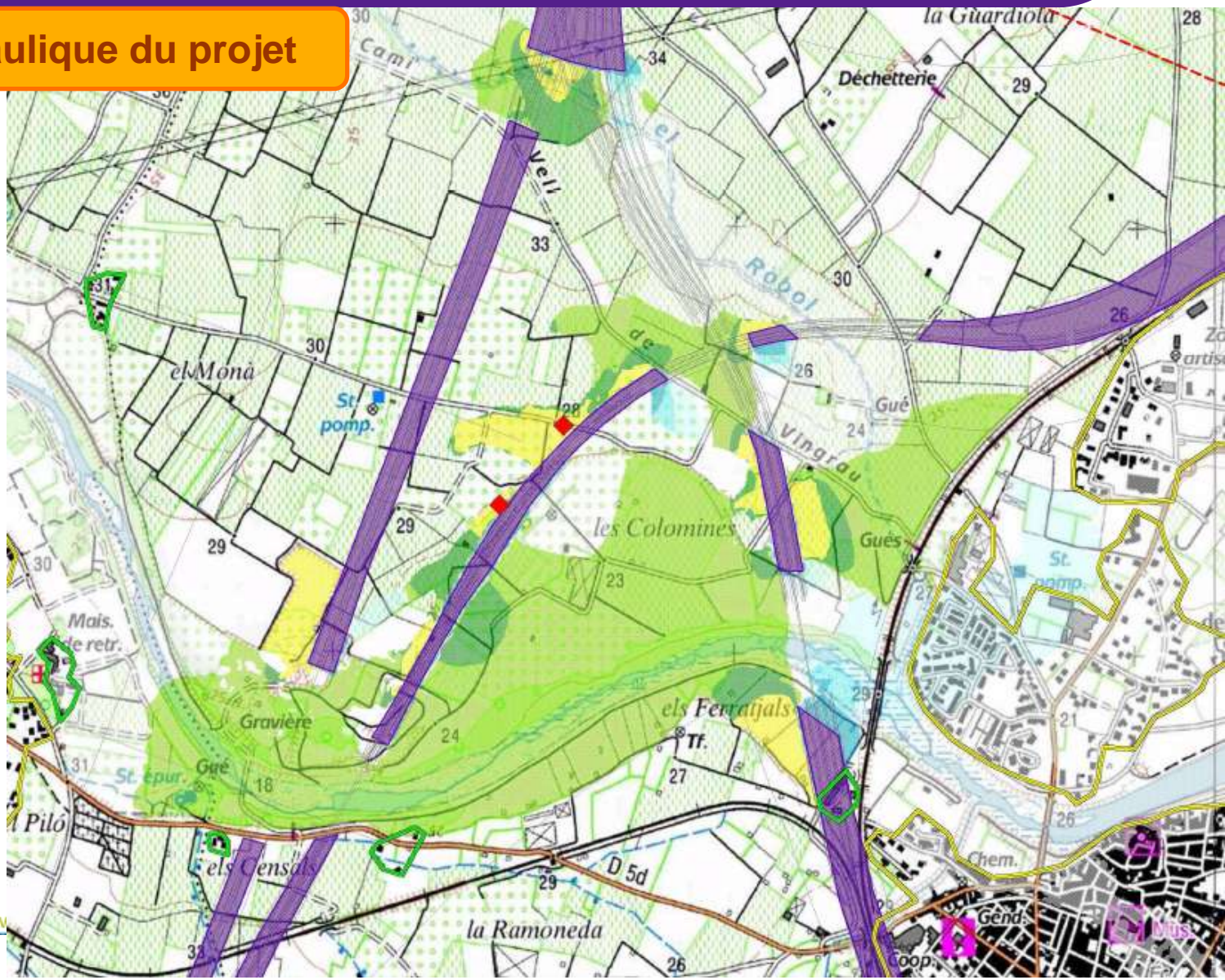
- **Impacts pour la crue 100 ans**

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

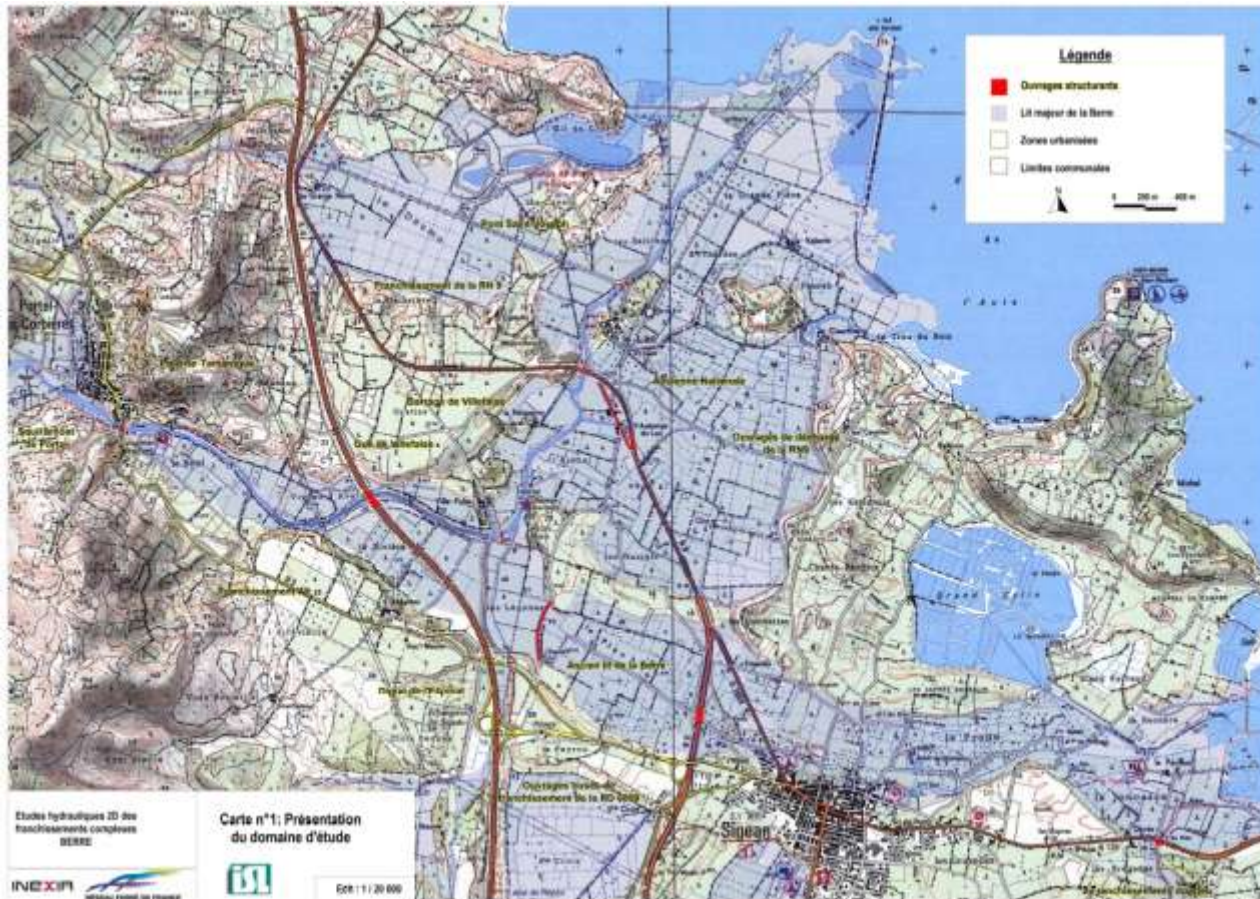
- **Positionnement optimum : dans l'axe des écoulements animés des plus fortes vitesses**

# L'Agly

## Incidence hydraulique du projet



# La Berre

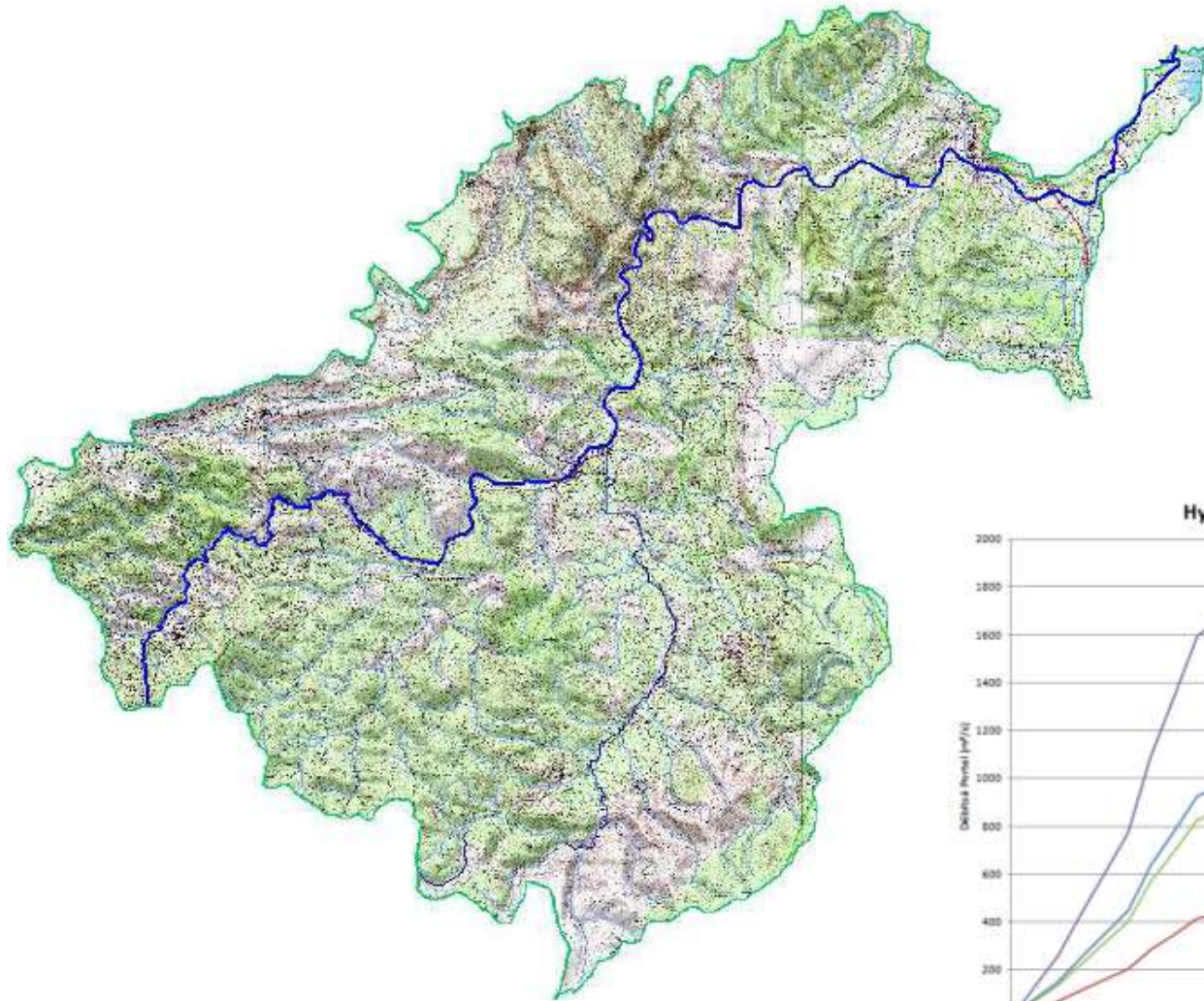


Franchissement de la Berre par le Pont de Tamaroque RD3 (Vue vers l'aval)



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

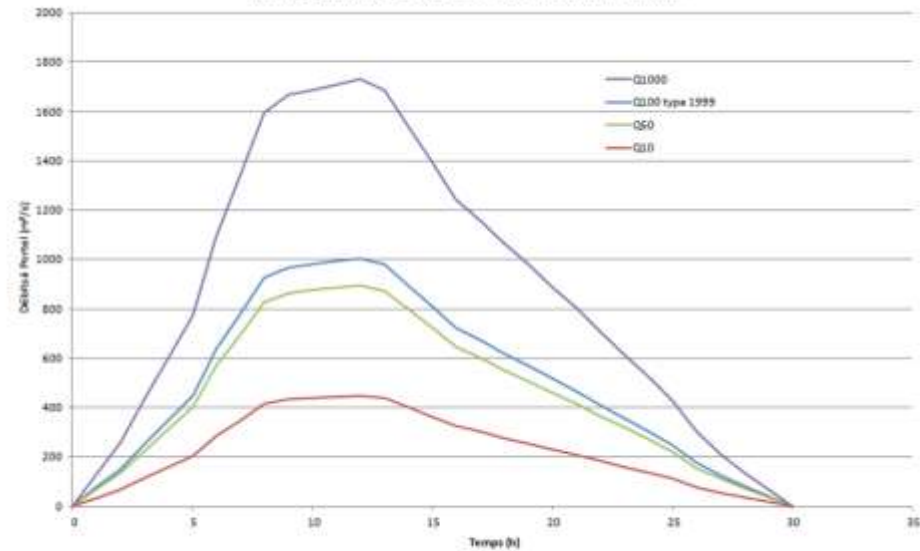
# La Berre



Bassin versant de la Berre

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

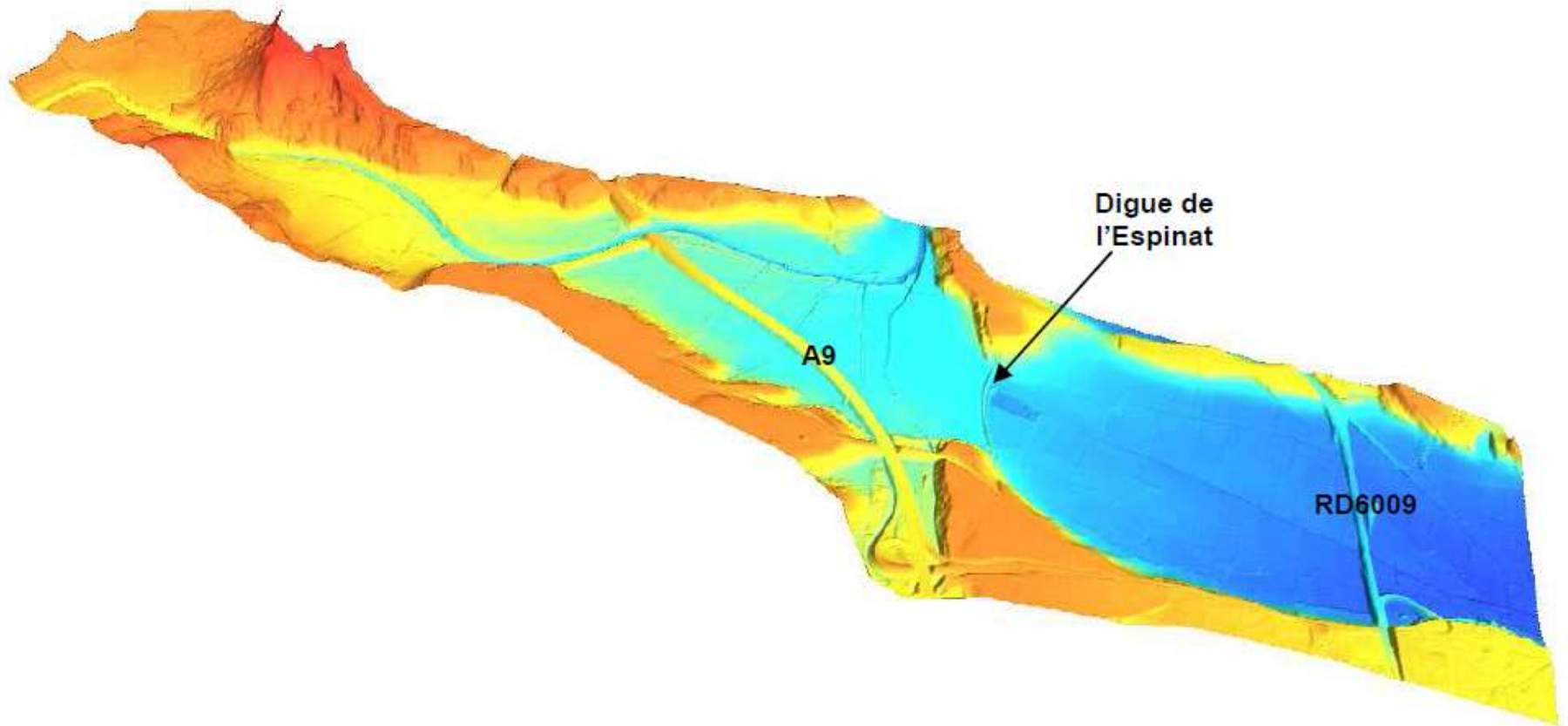
Hydrogrammes de la Berre à Portel (225 km<sup>2</sup>)



Hydrogrammes de la Berre

# La Berre

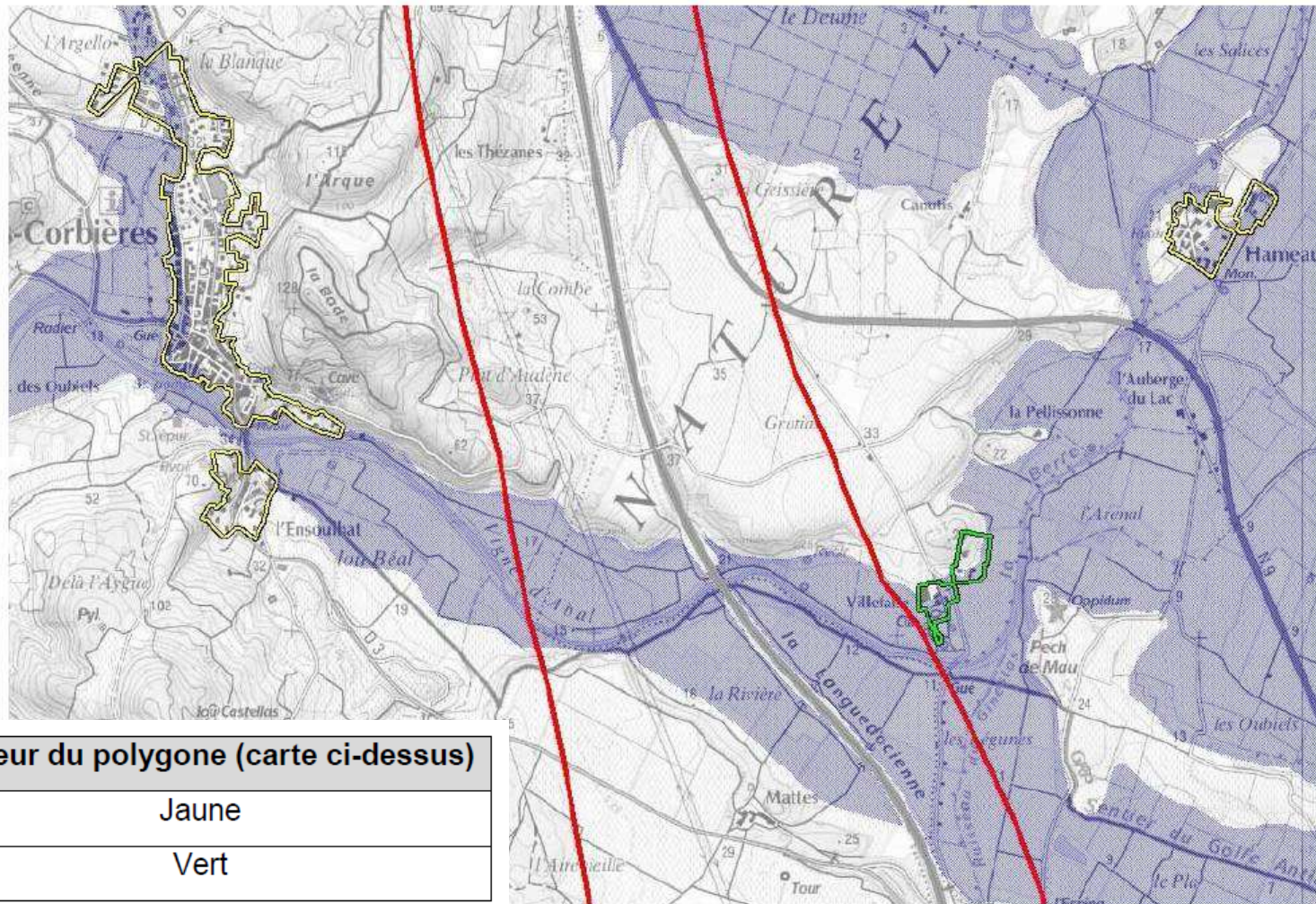
Relevés de terrain : topographie et visite de terrain



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.



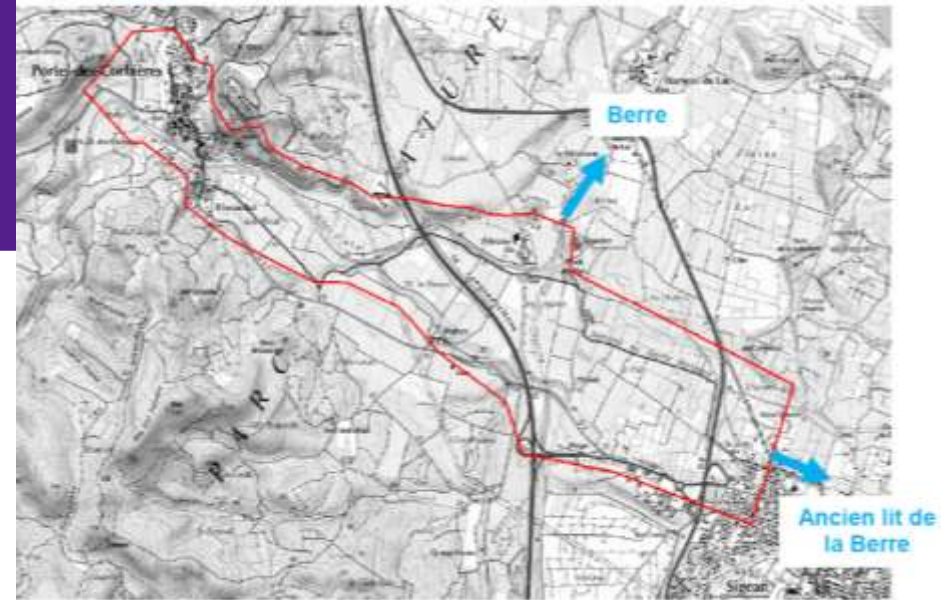
Nature de l'enjeu	Couleur du polygone (carte ci-dessus)
Zone urbaine	Jaune
Habitats isolés	Vert
Autres secteurs	

Enjeux recensés

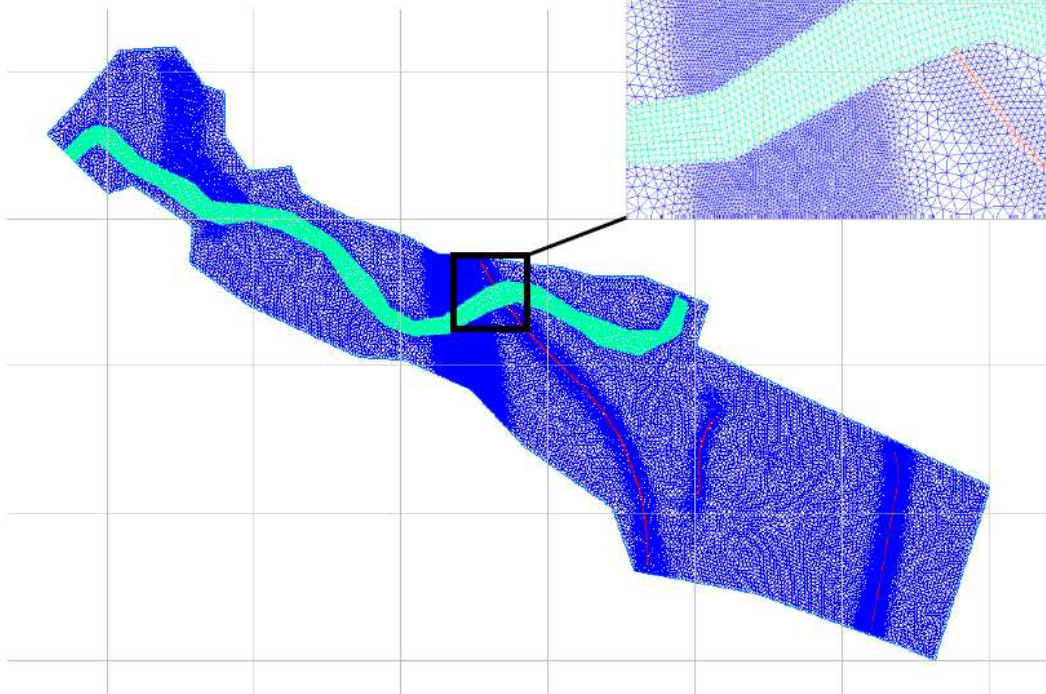
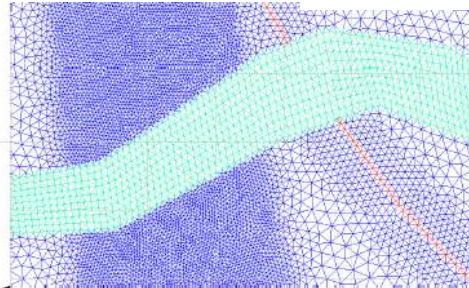
# La Berre

## 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

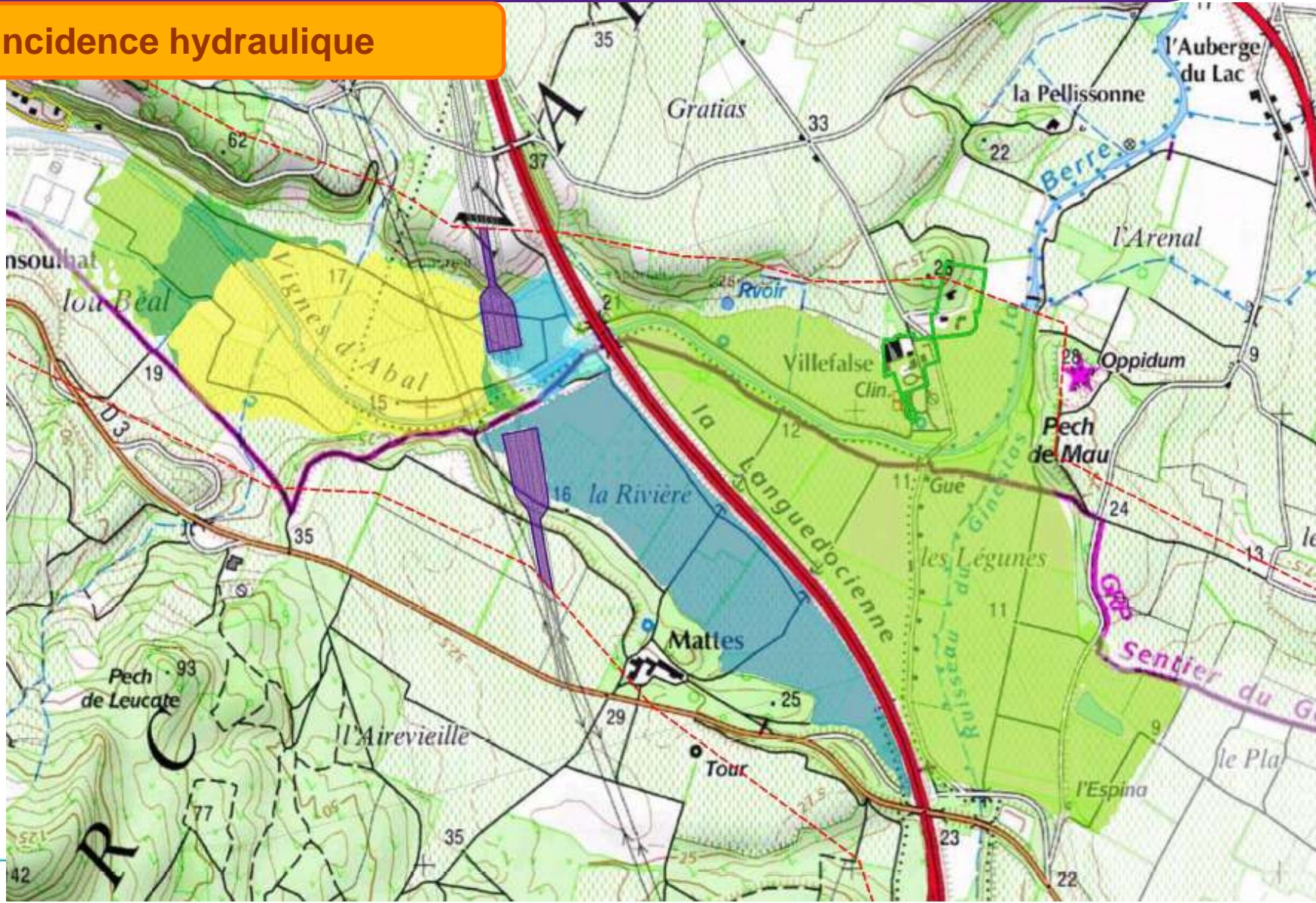
## Modélisation de la situation du projet :

- 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



# La Berre

## Incidence hydraulique

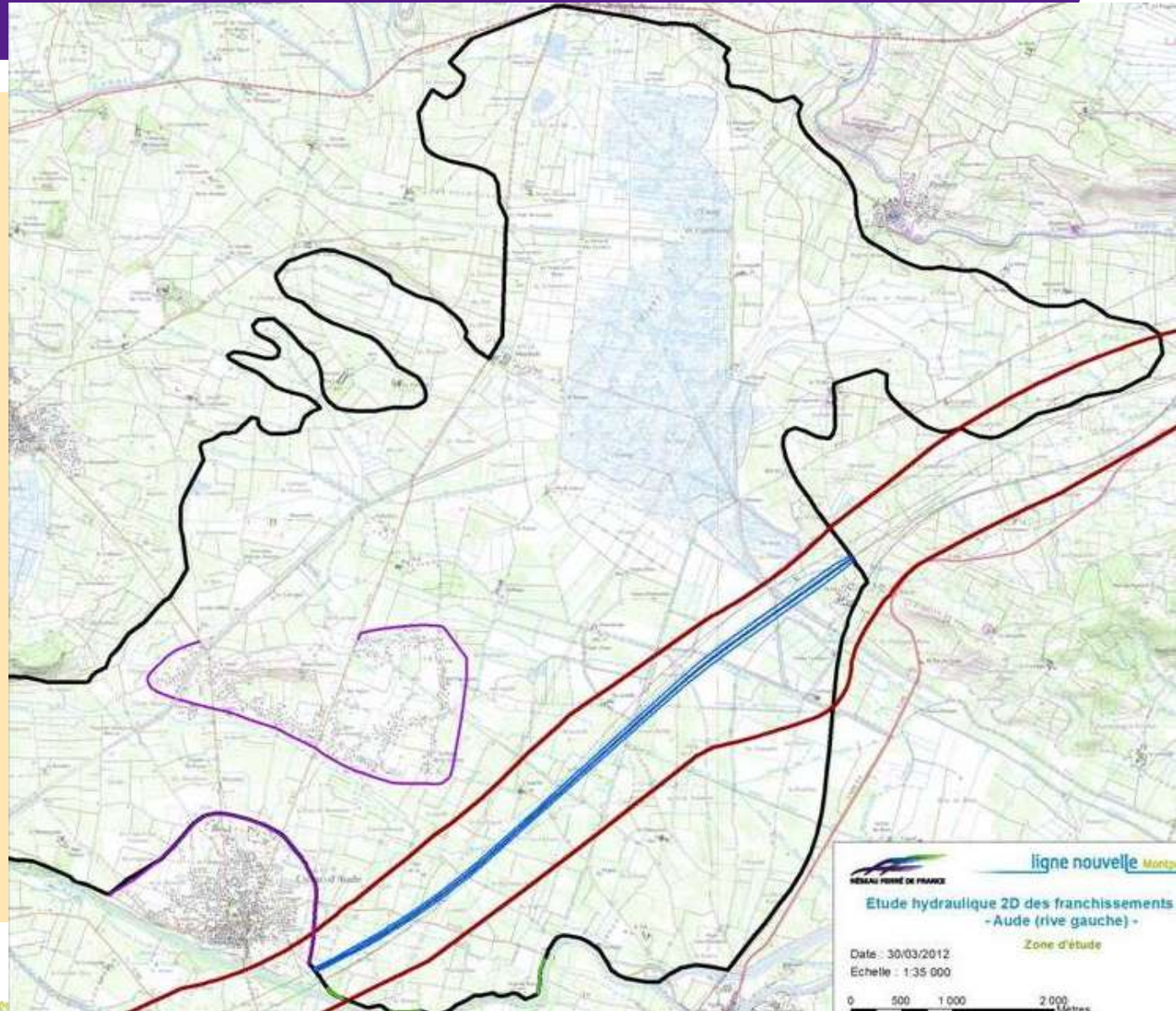


# L'Aude

## Périmètre

- Prise en compte des digues

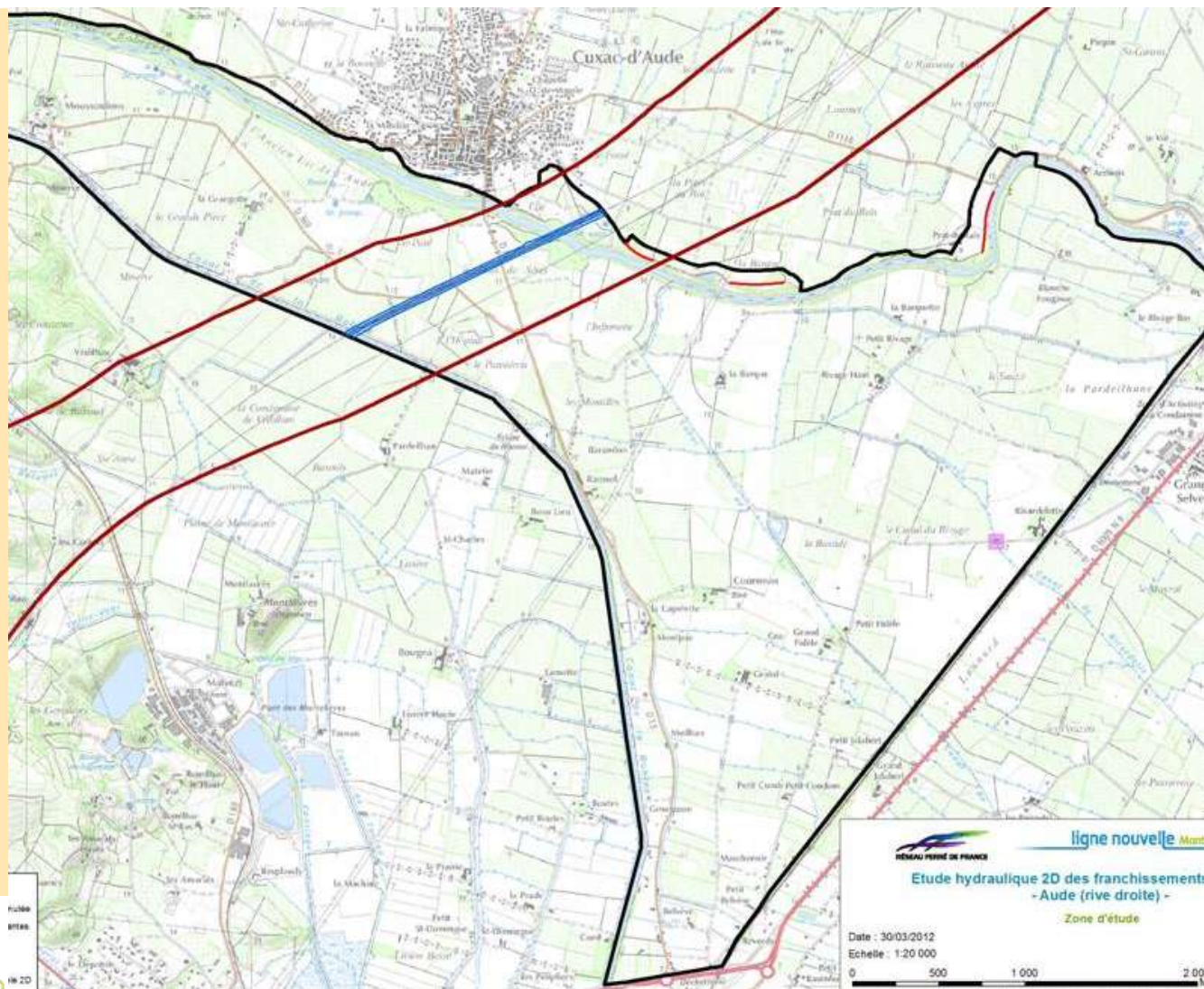
- Rive gauche :  
Aude au Sud Est  
de Cuxac bourg,  
des Garrigots et de  
l'étang de  
Capestang



# 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

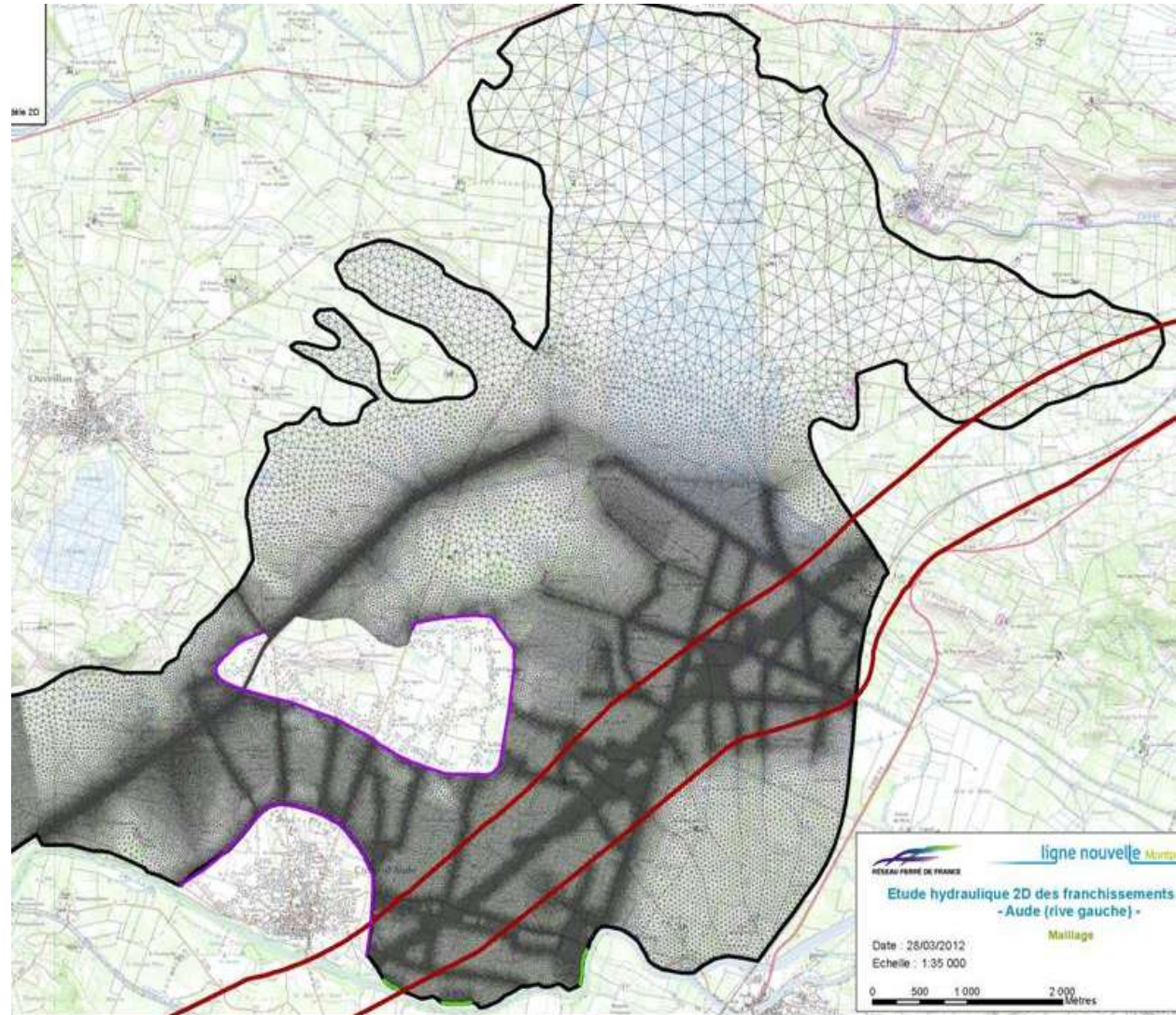
### ● Synthèse des débits (identiques aux débits du programme SMDA) :

- Débit décennal : 1800m<sup>3</sup>/s
- Débit vicennal : 2200 m<sup>3</sup>/s
- Crue historique de 1999 : 4000 m<sup>3</sup>/s (crue de référence)
- Crue exceptionnelle : 5500 m<sup>3</sup>/s

# L'Aude (rive gauche)

## Construction du modèle hydraulique

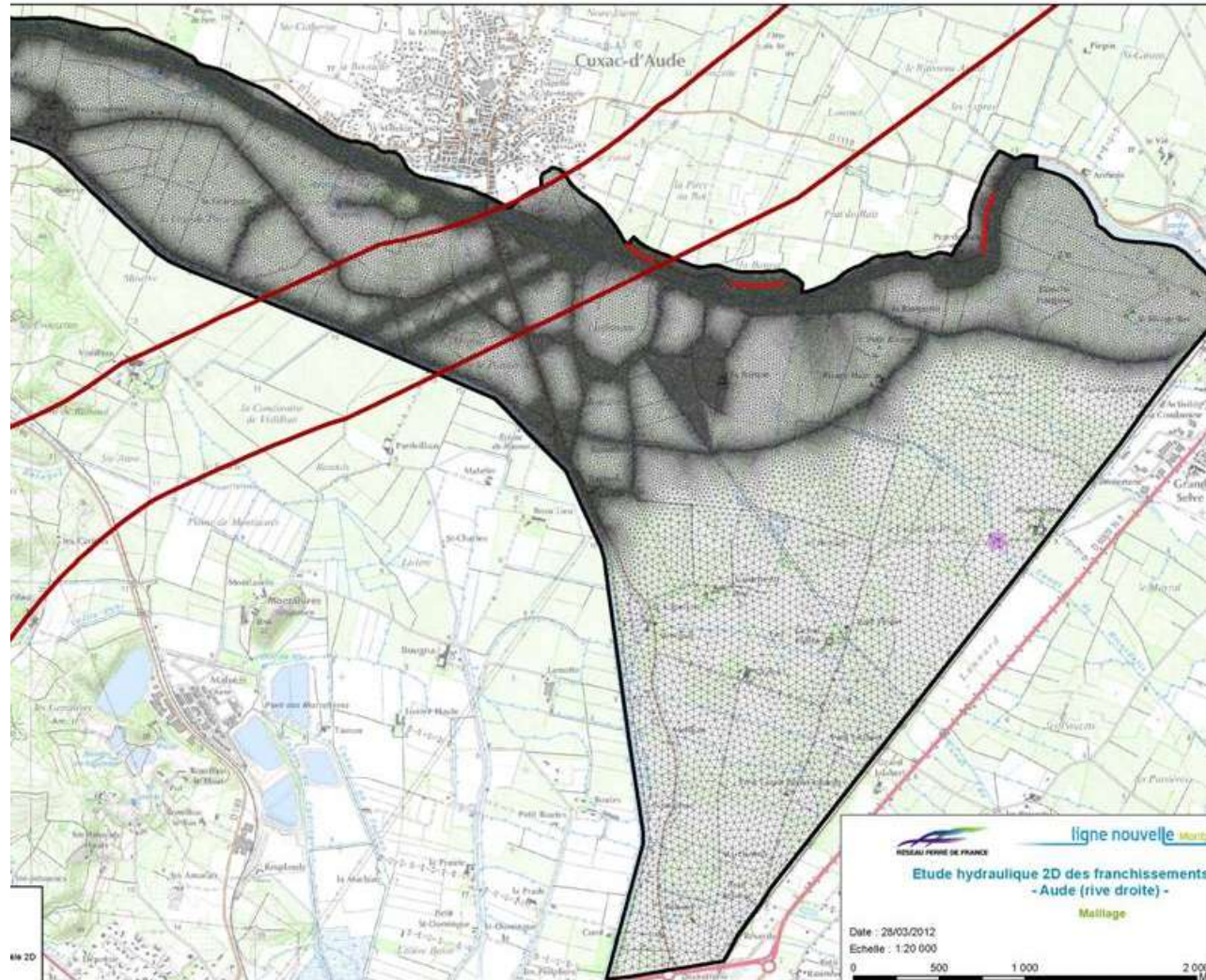
- Base topographique LIDAR 2011
  - 560 000 mailles
  - Validation du modèle sur le modèle global des BPA
  - Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle



# L'Aude (rive droite)

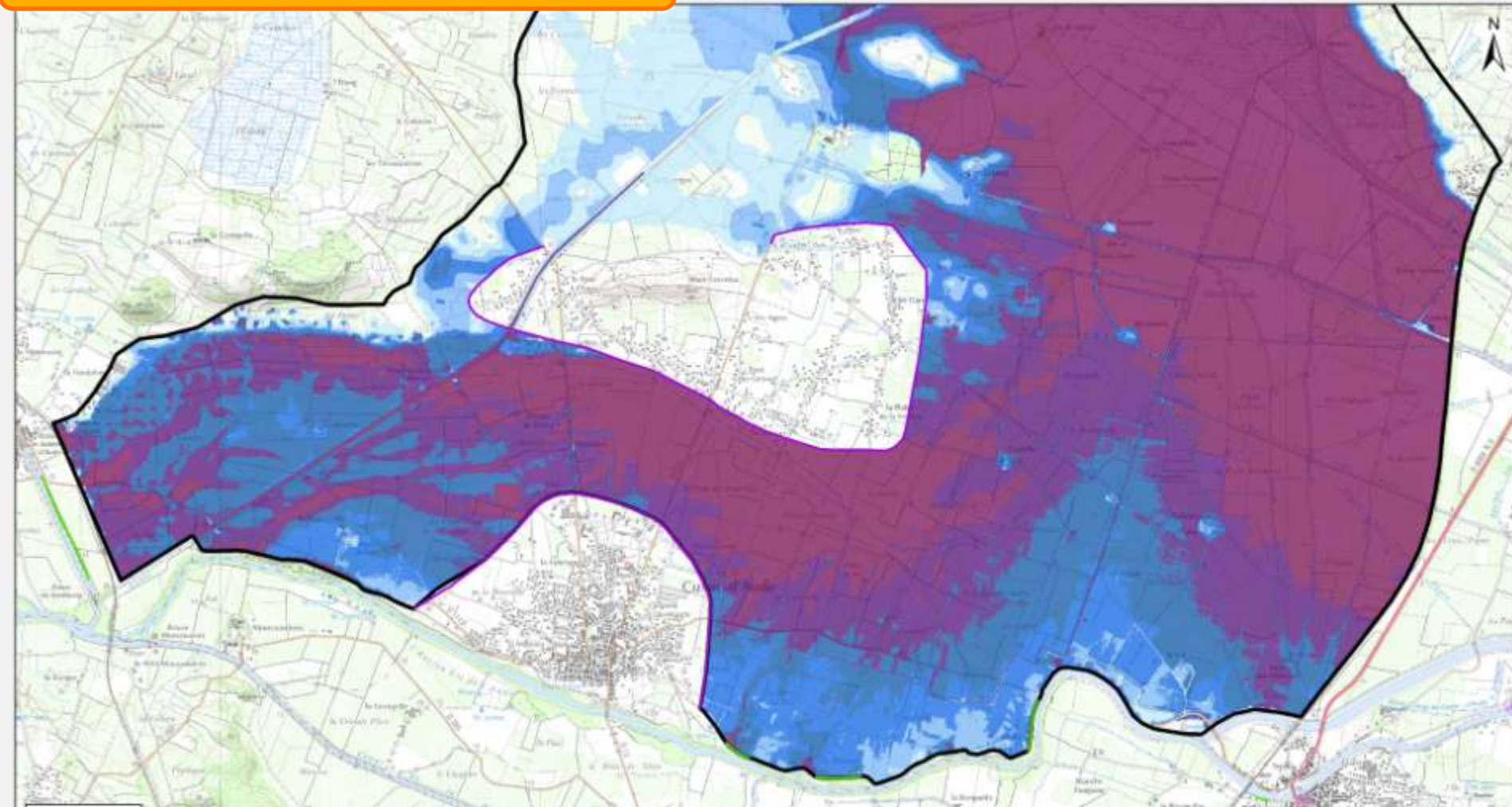
## Construction du modèle hydraulique

- 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)

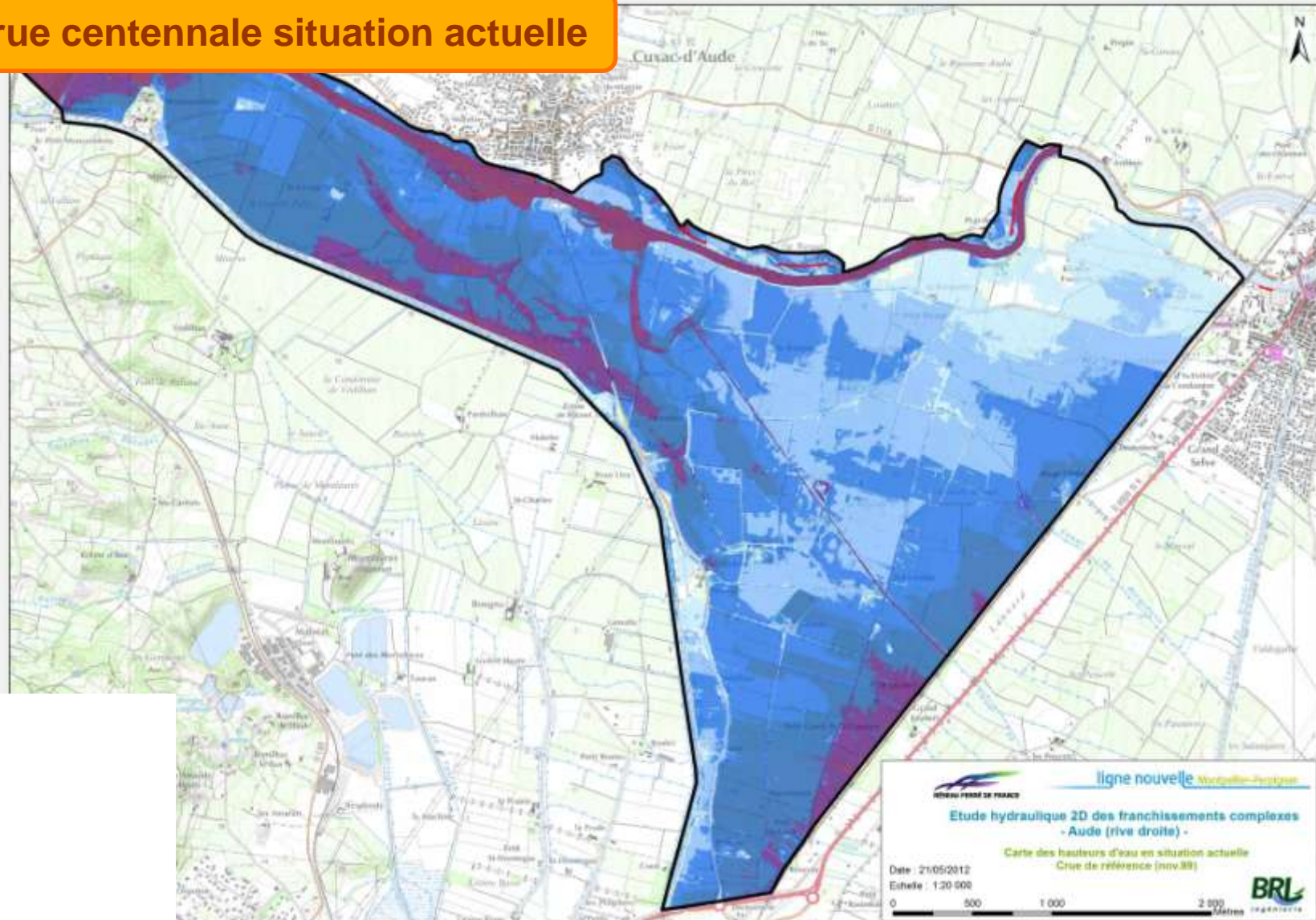
Crue centennale situation actuelle



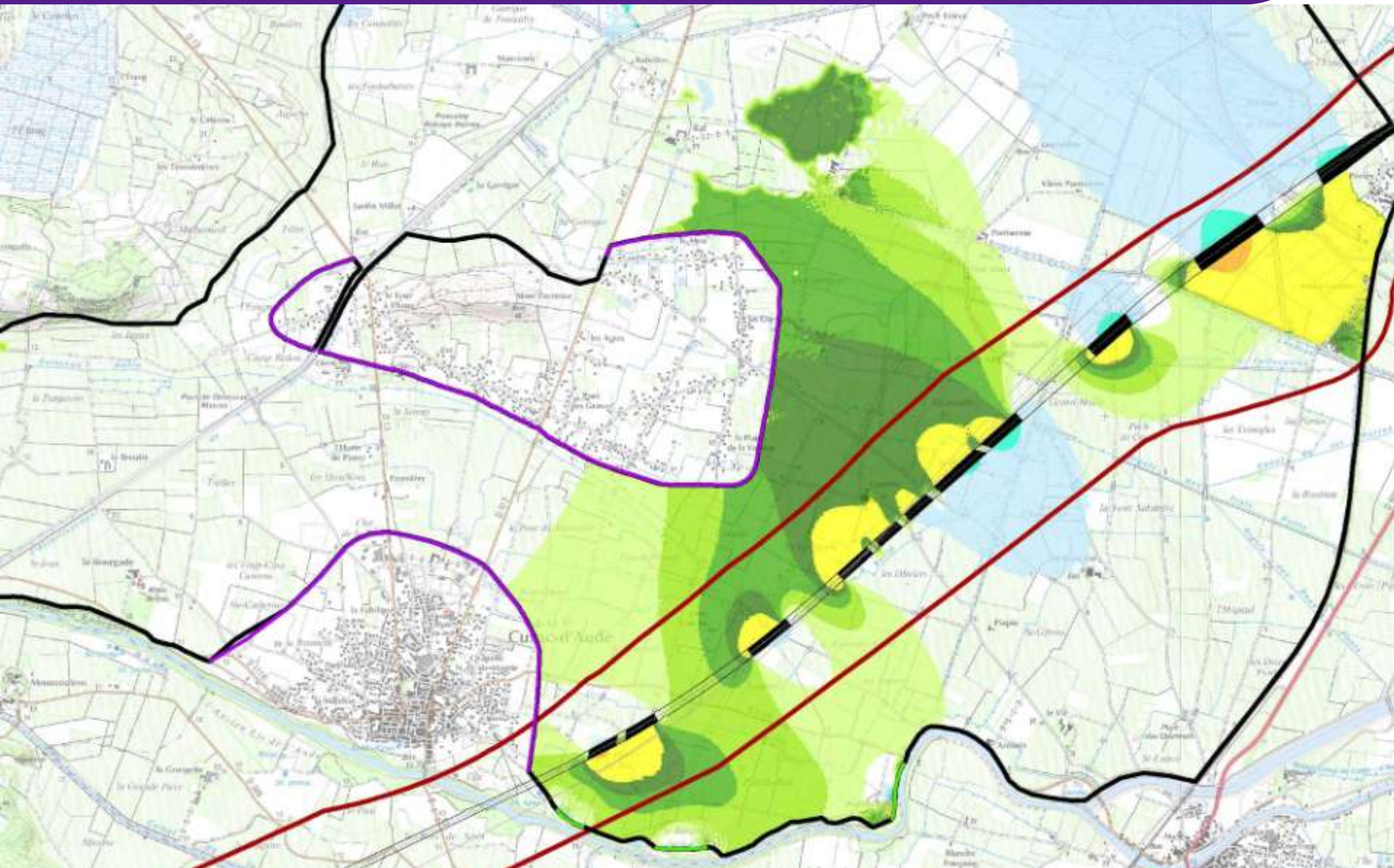


# L'Aude (rive droite)

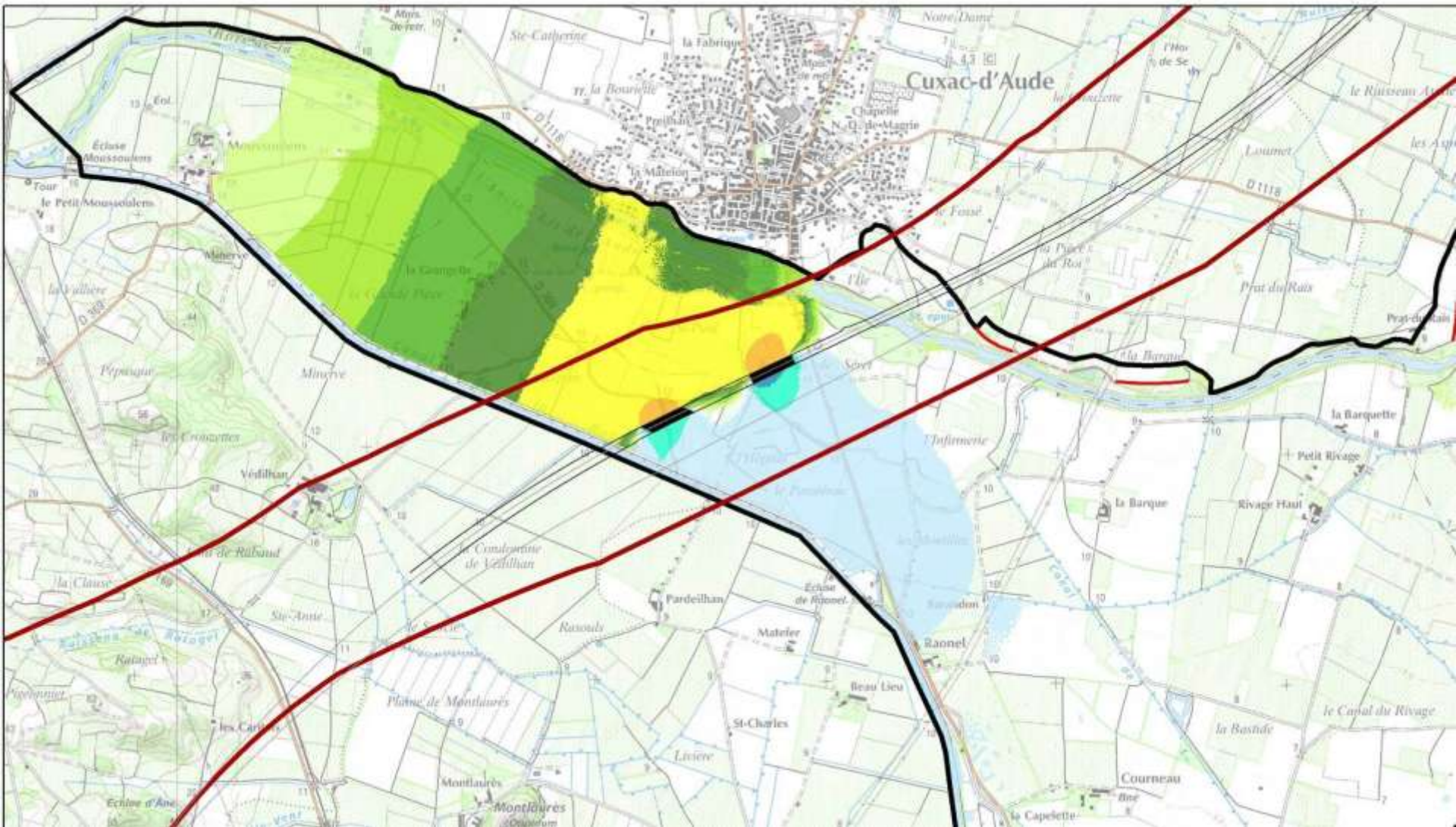
Crue centennale situation actuelle



# Aude (rive gauche)



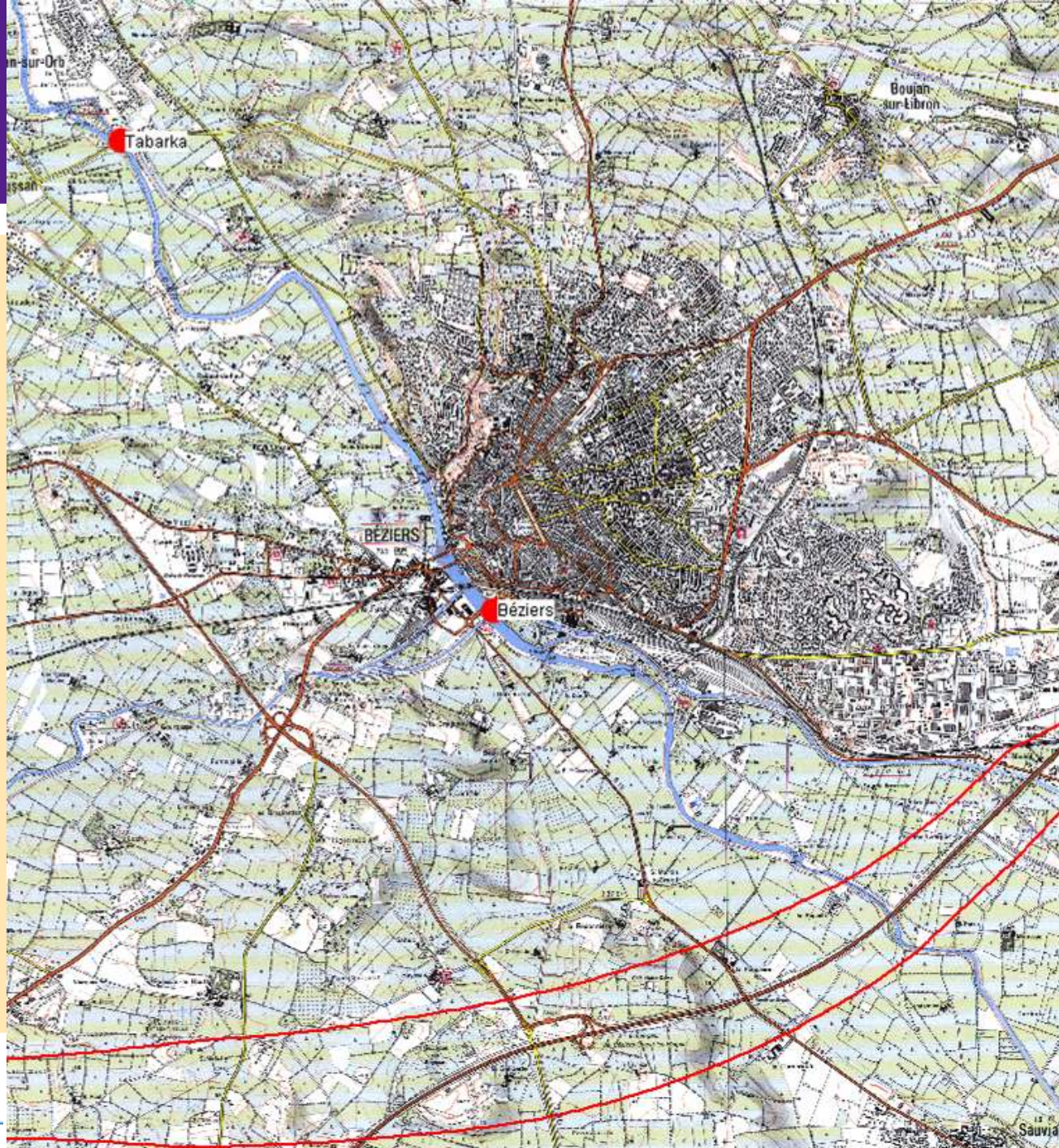
# Aude (rive droite)



# 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 : 1290m<sup>3</sup>/s
- Débit centennal : 2500 m<sup>3</sup>/s
- Crue historique de 1953 (<100 ans, modifications topographiques depuis) et 1996 (plus forte crue connue récente, env 50 ans)
- Crue exceptionnelle : 3750 m<sup>3</sup>/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



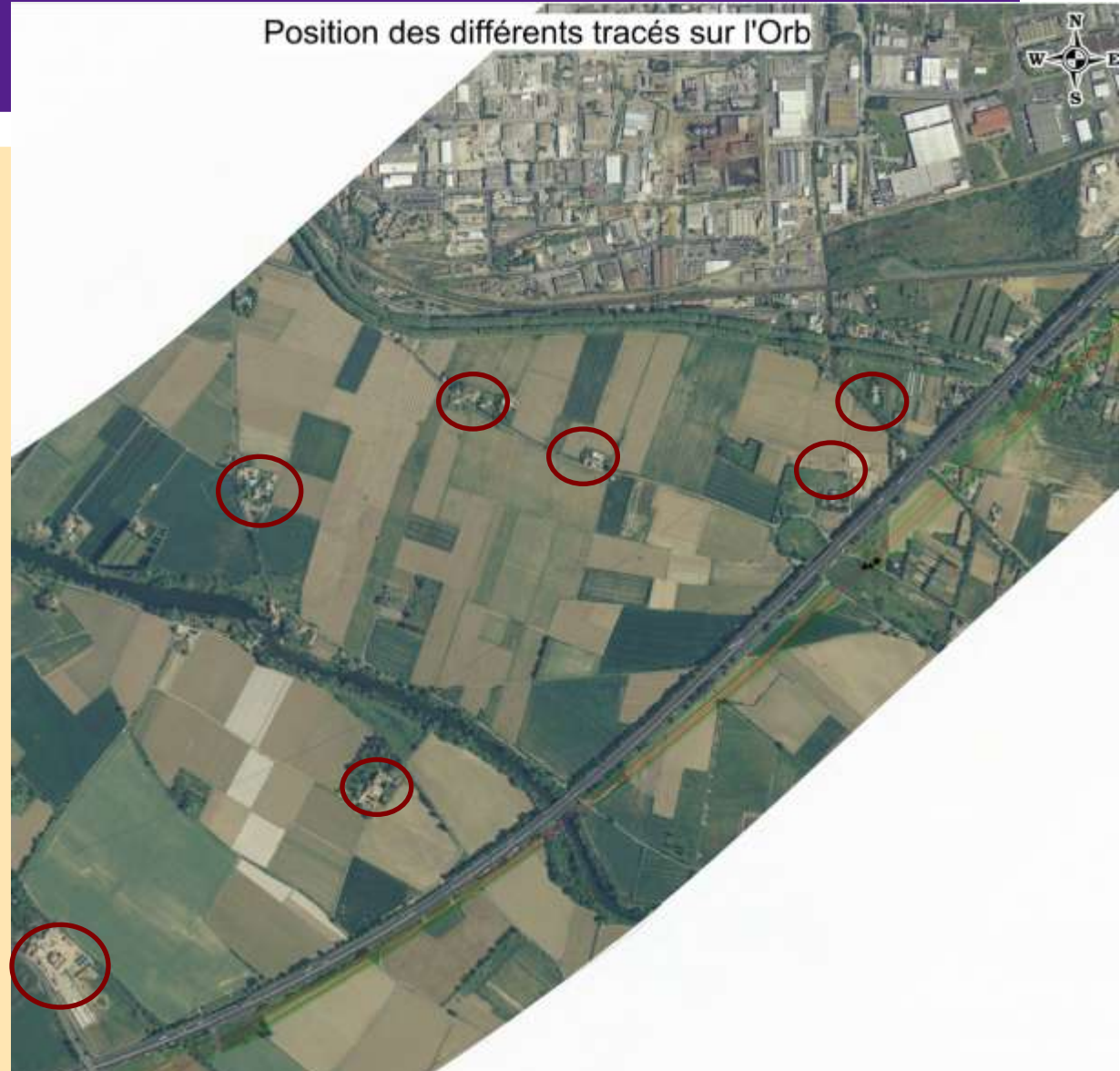
Modèle numérique de terrain de l'Orb



# L'Orb

## Occupation du sol et enjeux bâtis:

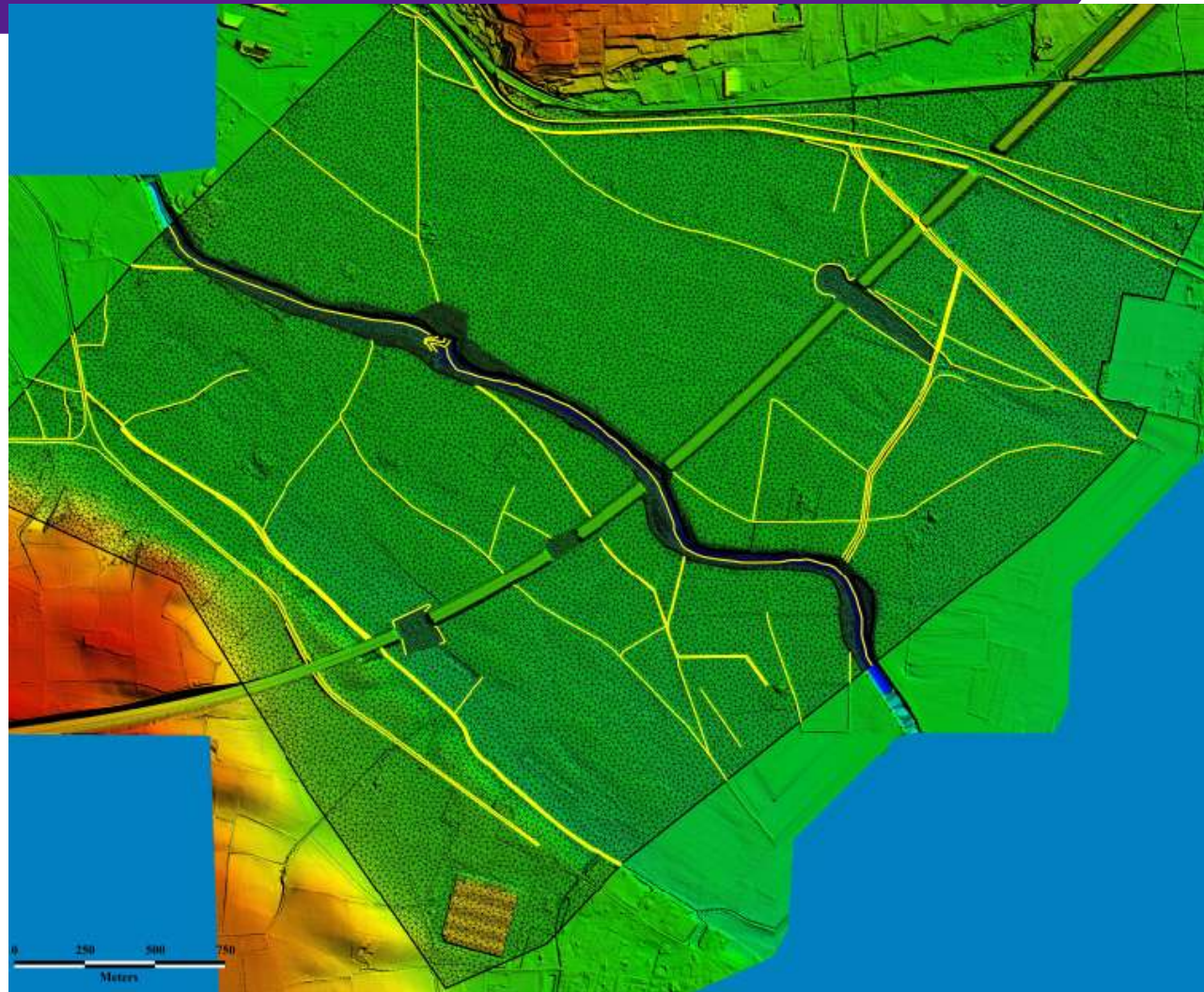
- Agricole
- Bâtis isolés :
  - Plusieurs sites
  - Amont de l'A9
- Béziers en amont
- Villeneuve les Béziers et Sauvian en aval (projet digue protection)



# L'Orb

## Construction du modèle hydraulique

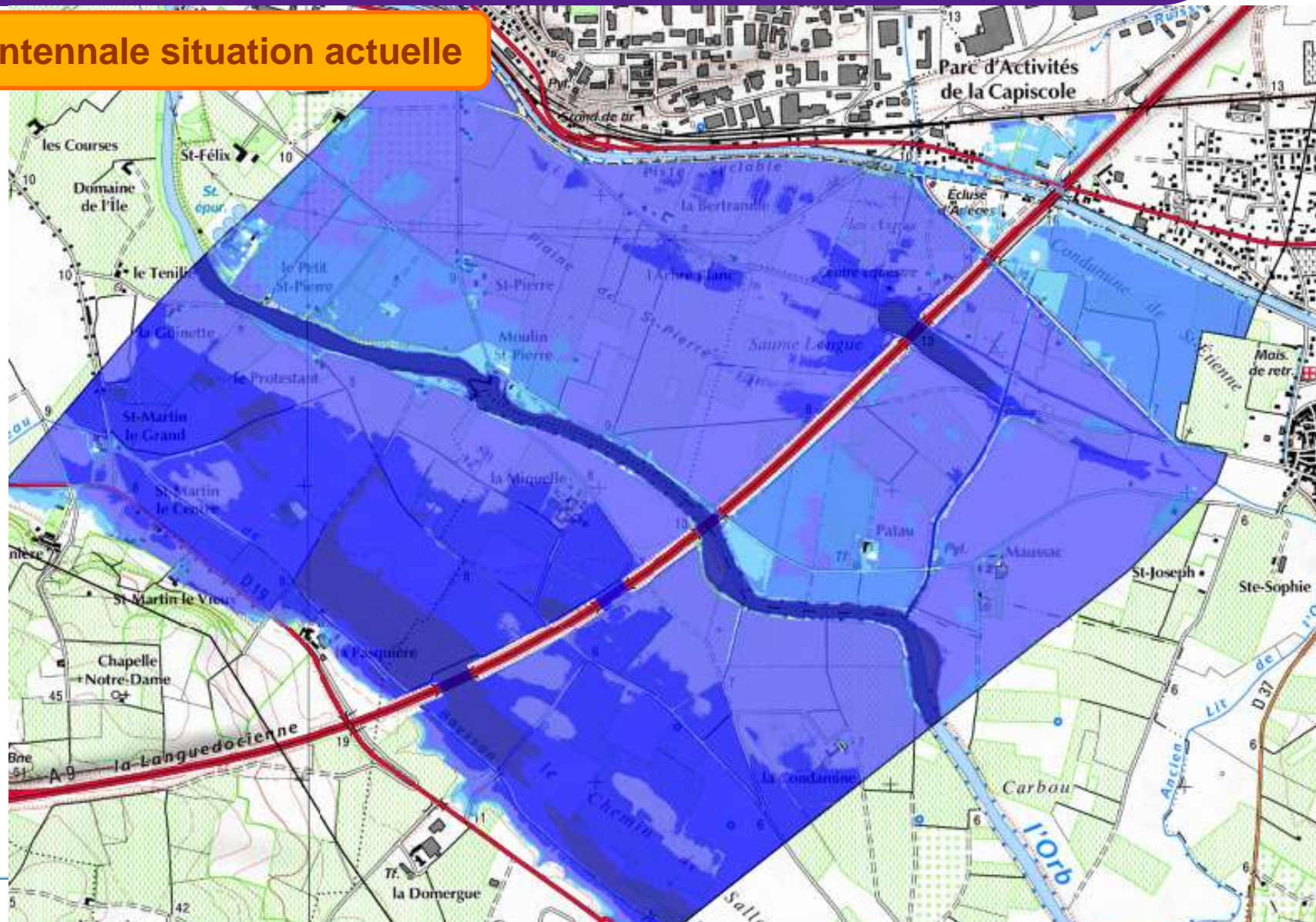
- Base topographique LIDAR 2011
- 80 000 mailles de taille entre 1 et 20 m
- Validation du modèle sur la crue centennale
- Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle





# L'Orb

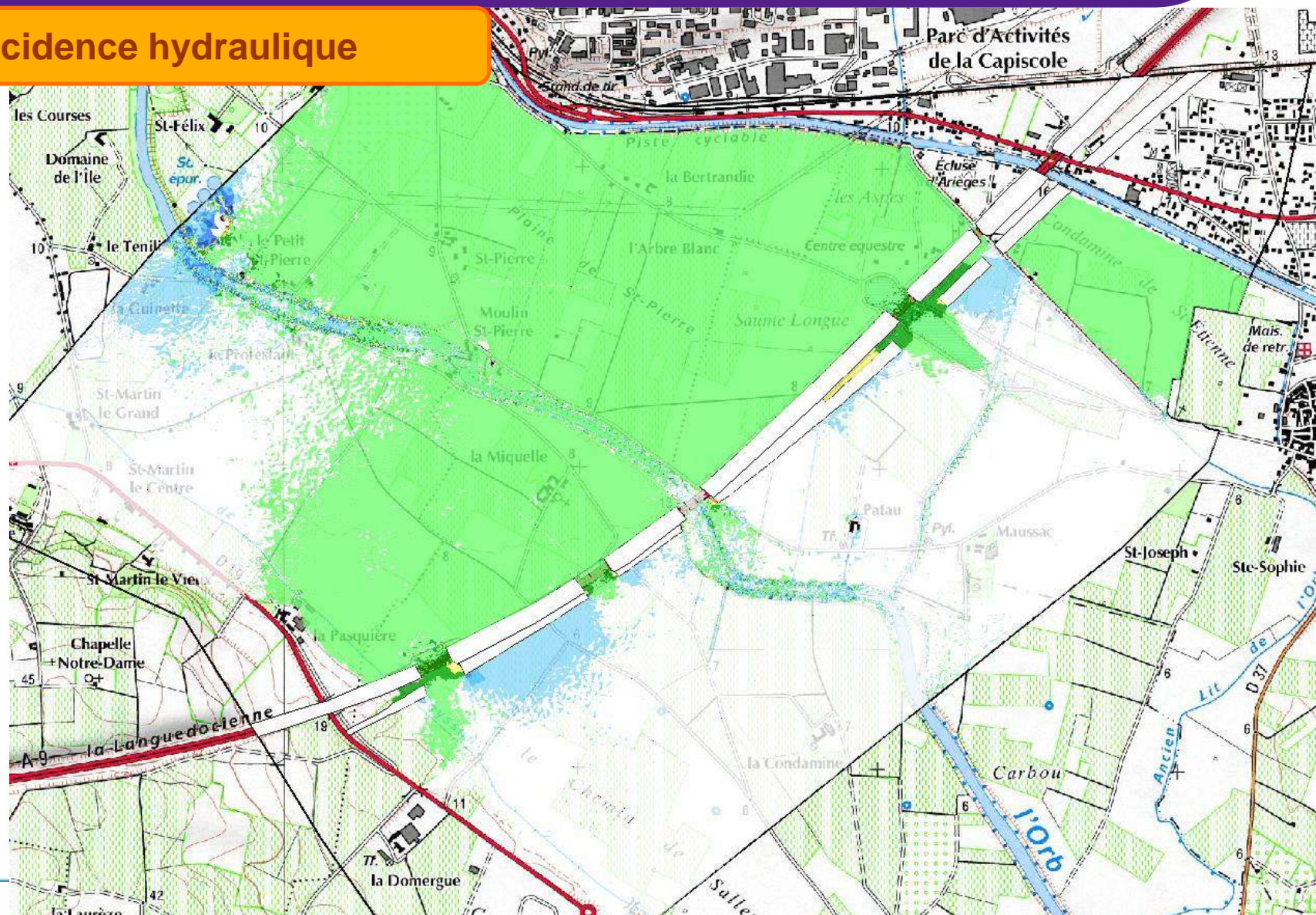
Crue centennale situation actuelle



## 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

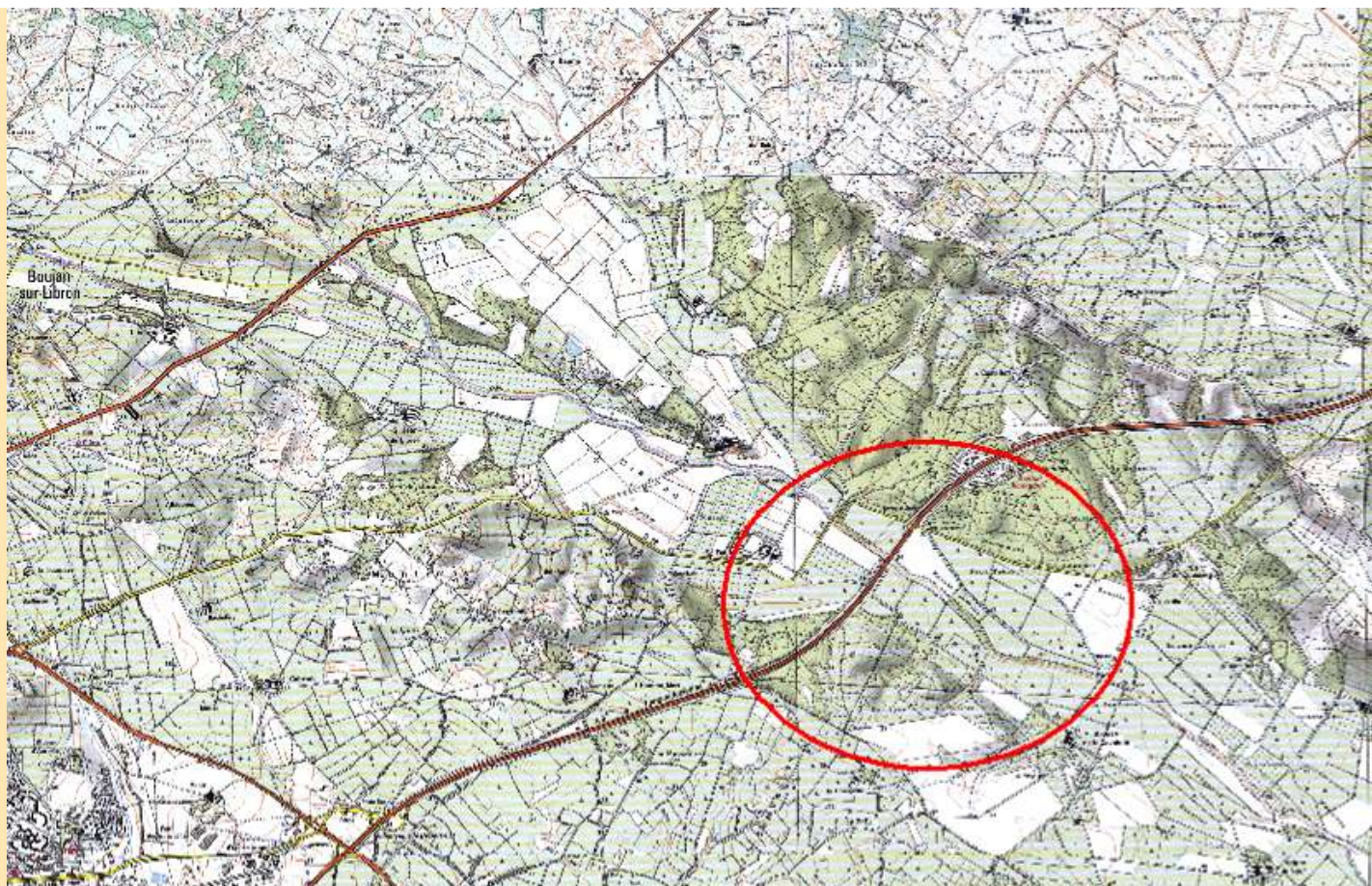
## Incidence hydraulique



# 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 m<sup>3</sup>/s
- Débit centennal : 460 m<sup>3</sup>/s
- Crues de 1996 et 1964 : plus fortes crues connues, période de retour environ 100 ans
- Crue exceptionnelle : 690 m<sup>3</sup>/s (1.5xQ100)

# Le Libron

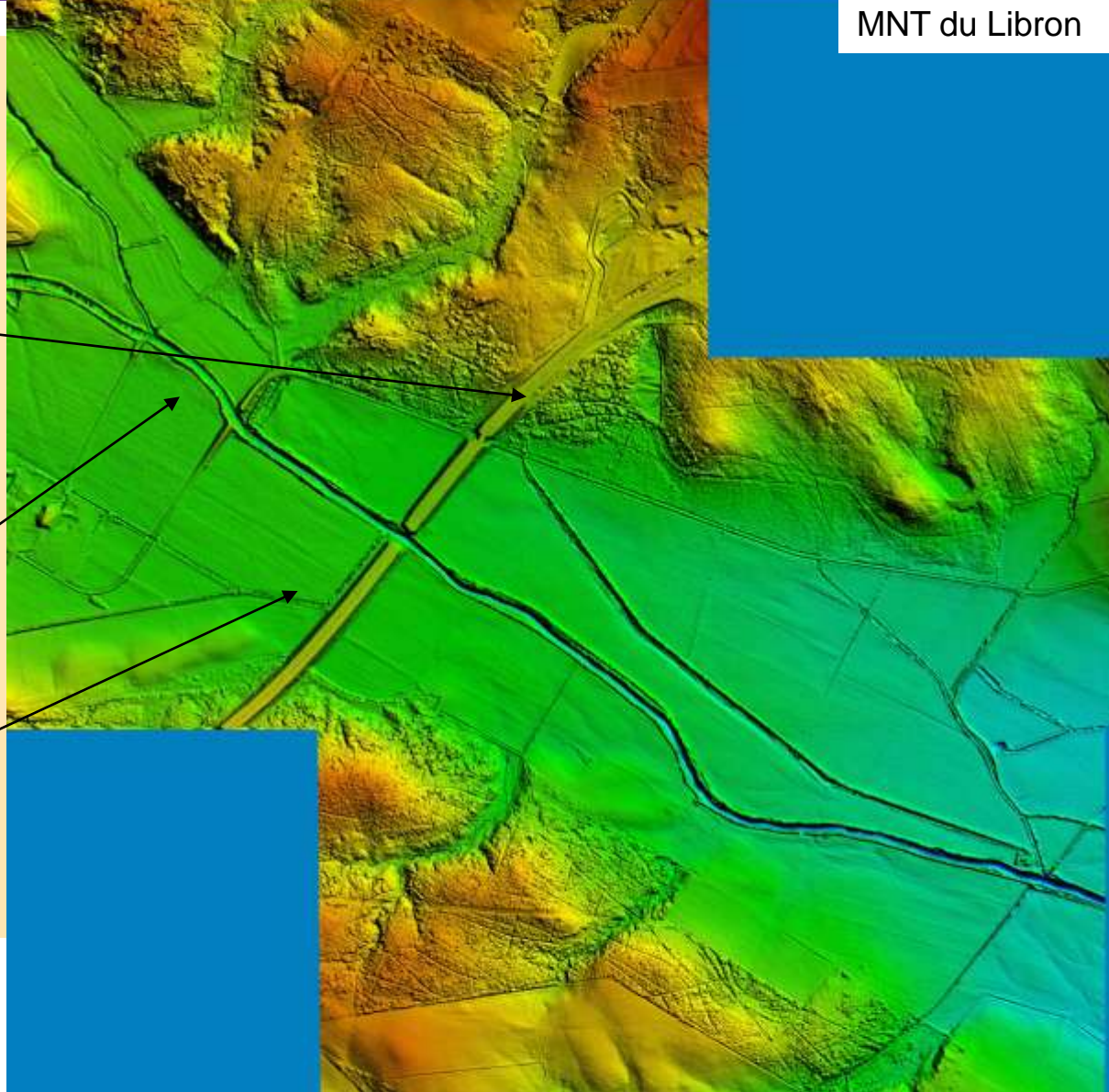
MNT du Libron

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)

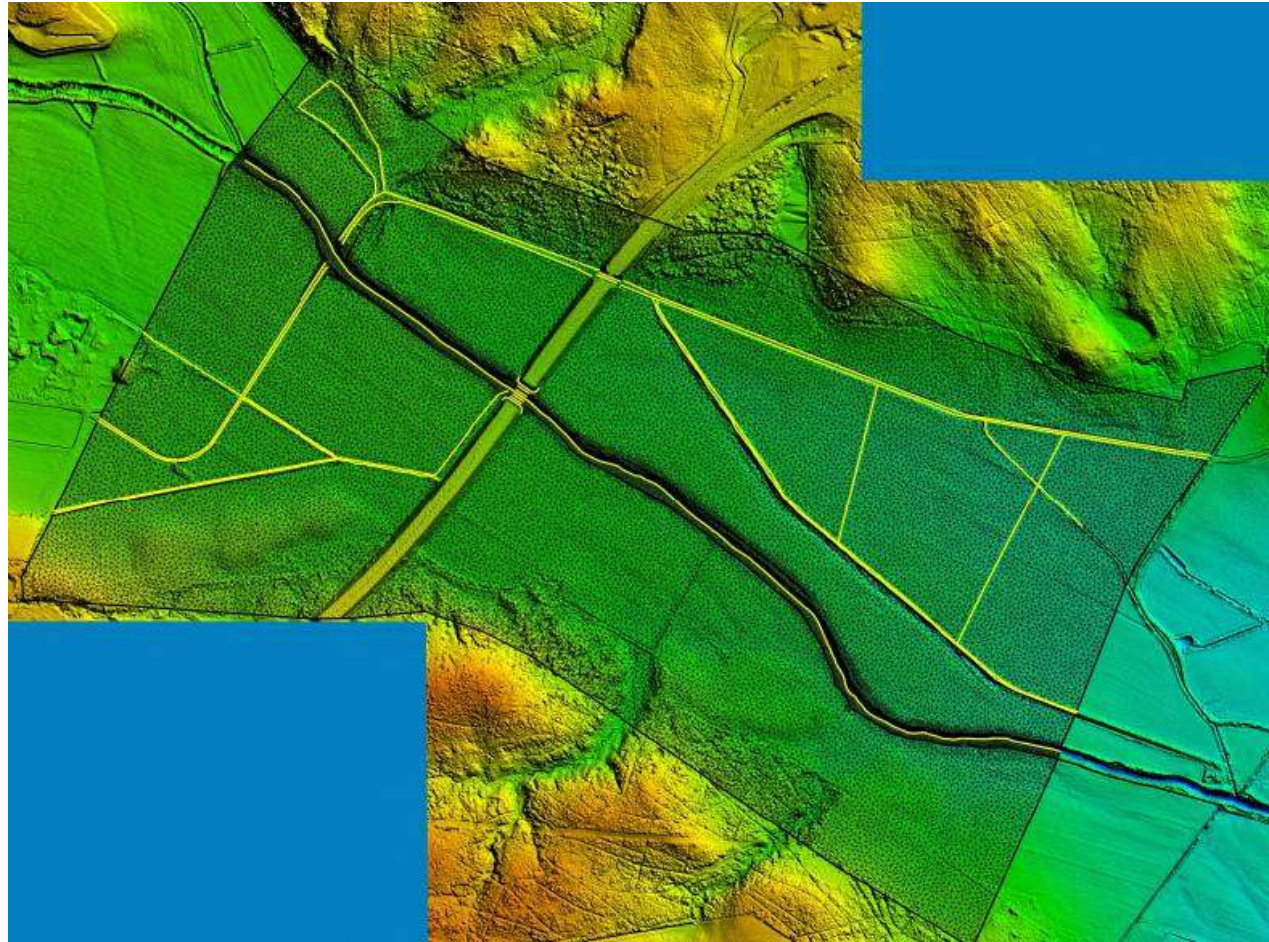
Route départementale



# Le Libron

## Construction du modèle hydraulique

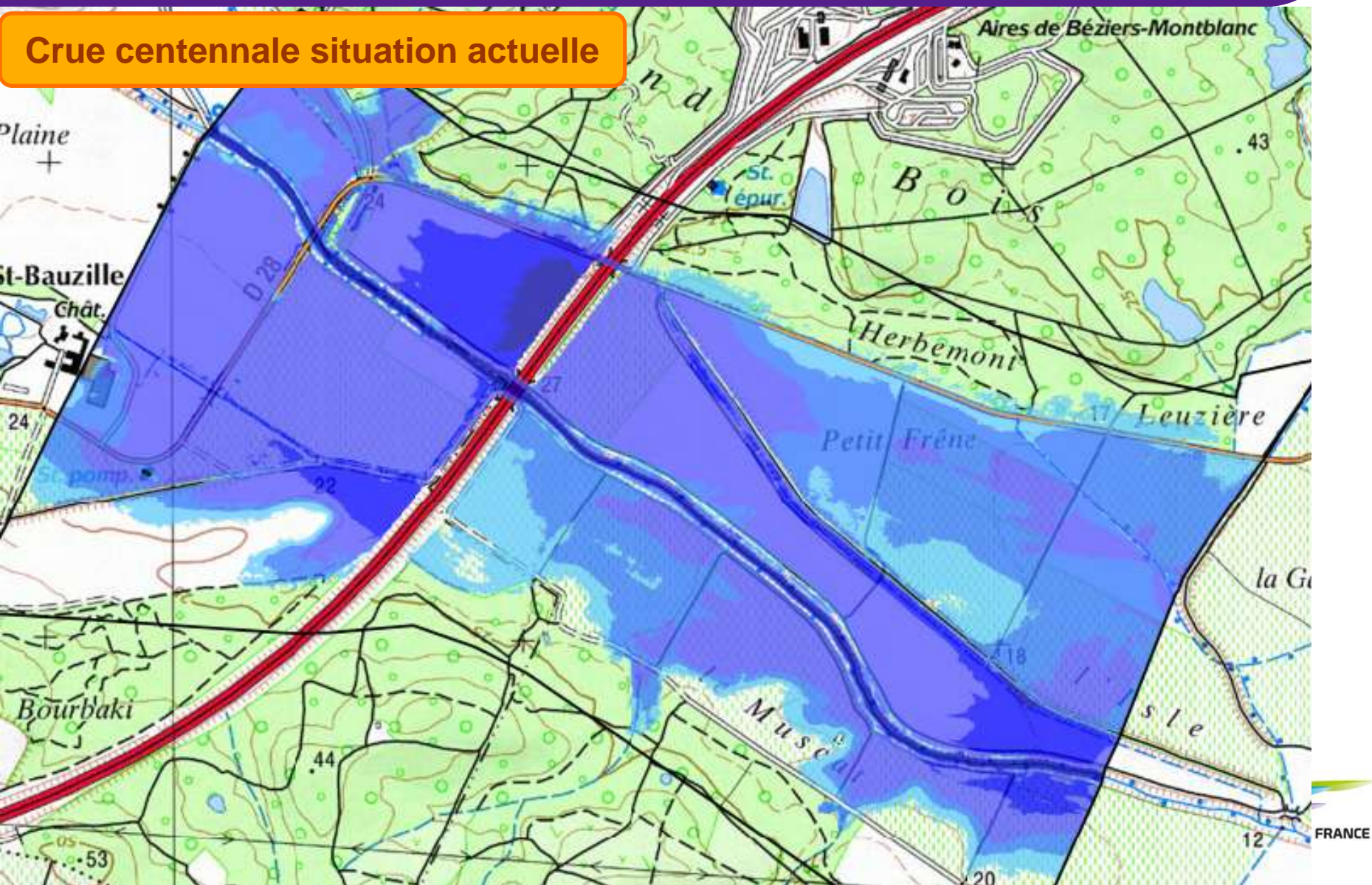
- Base topographique LIDAR 2011
- 60 000 mailles de taille entre 1 et 20 m
- Calage sur la crue de 1964
- Simulation de 4 niveaux de crue en situation actuelle





# Le Libron

Crue centennale situation actuelle



## Modélisation de la situation de projet

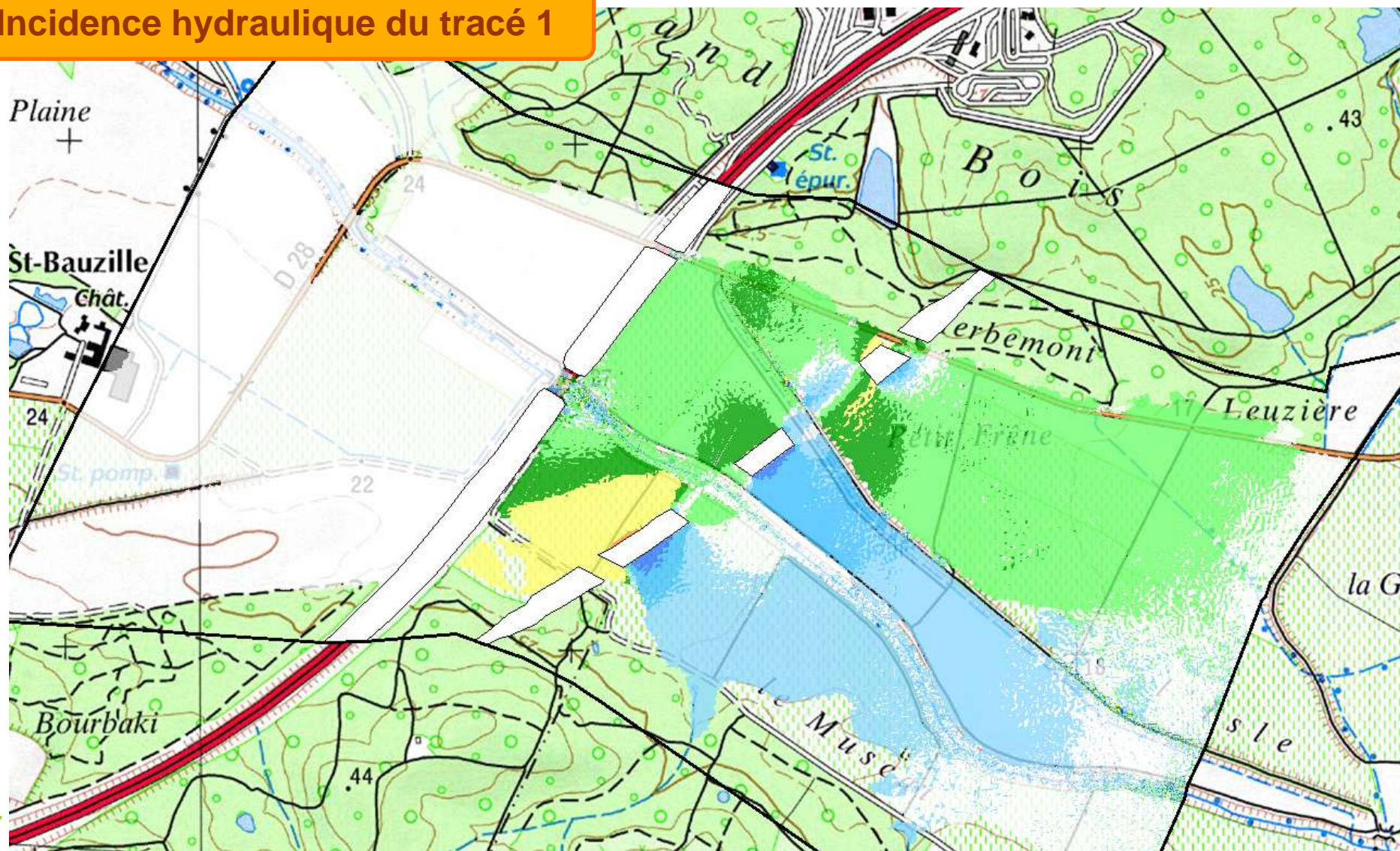
- 4 variantes de tracés
- Nombreux tests pour chaque variante
- Impacts pour la crue 100 ans pour les 4 tracés :
  - Impact maximal 15 (tracé 1 et 2) à 25 cm (tracés 3 et 4)
  - Impact sur enjeu bâti isolé (amont A9) nul

## 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

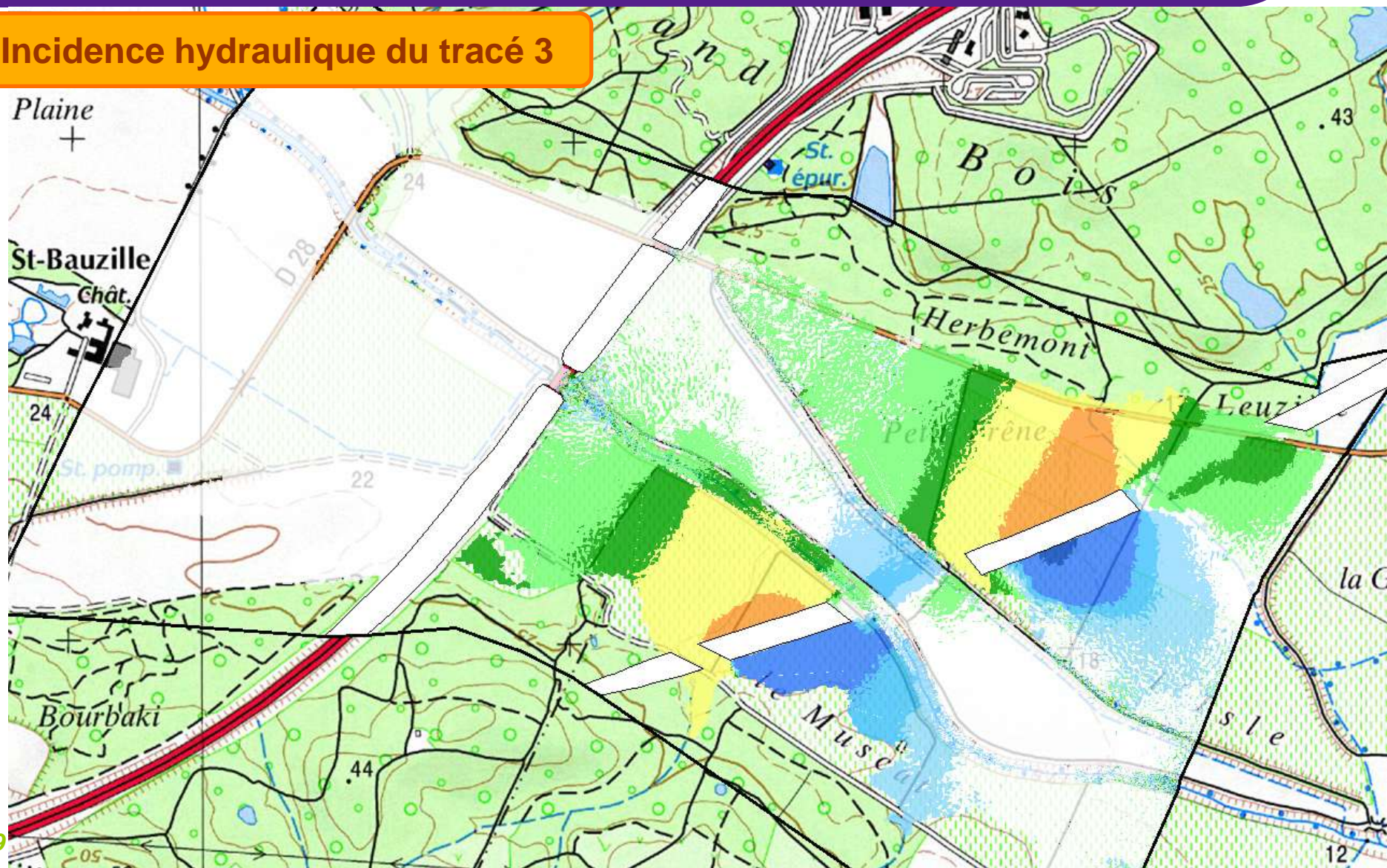
## Incidence hydraulique du tracé 1





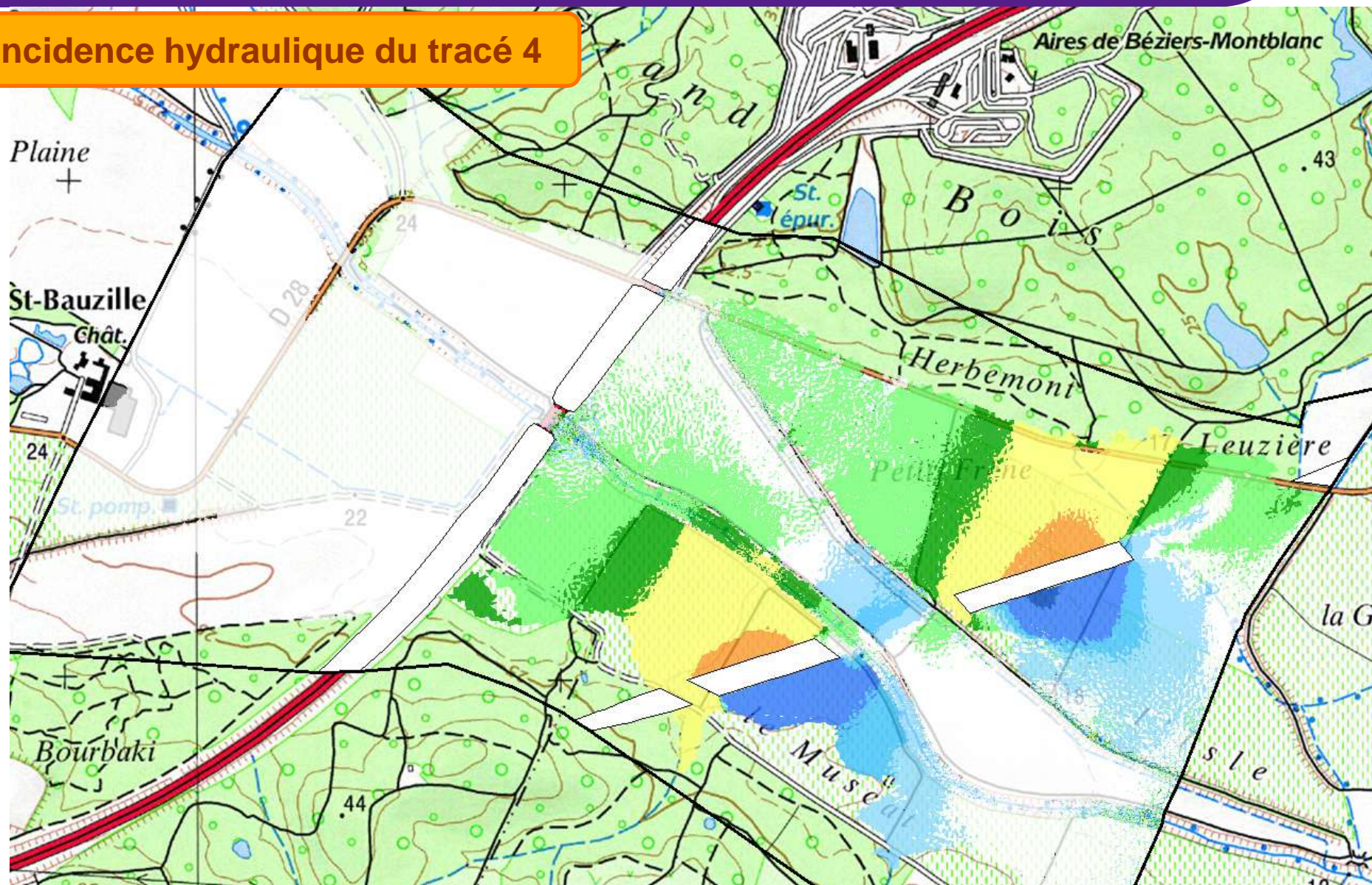
# Le Libron

## Incidence hydraulique du tracé 3



# Le Libron

## Incidence hydraulique du tracé 4



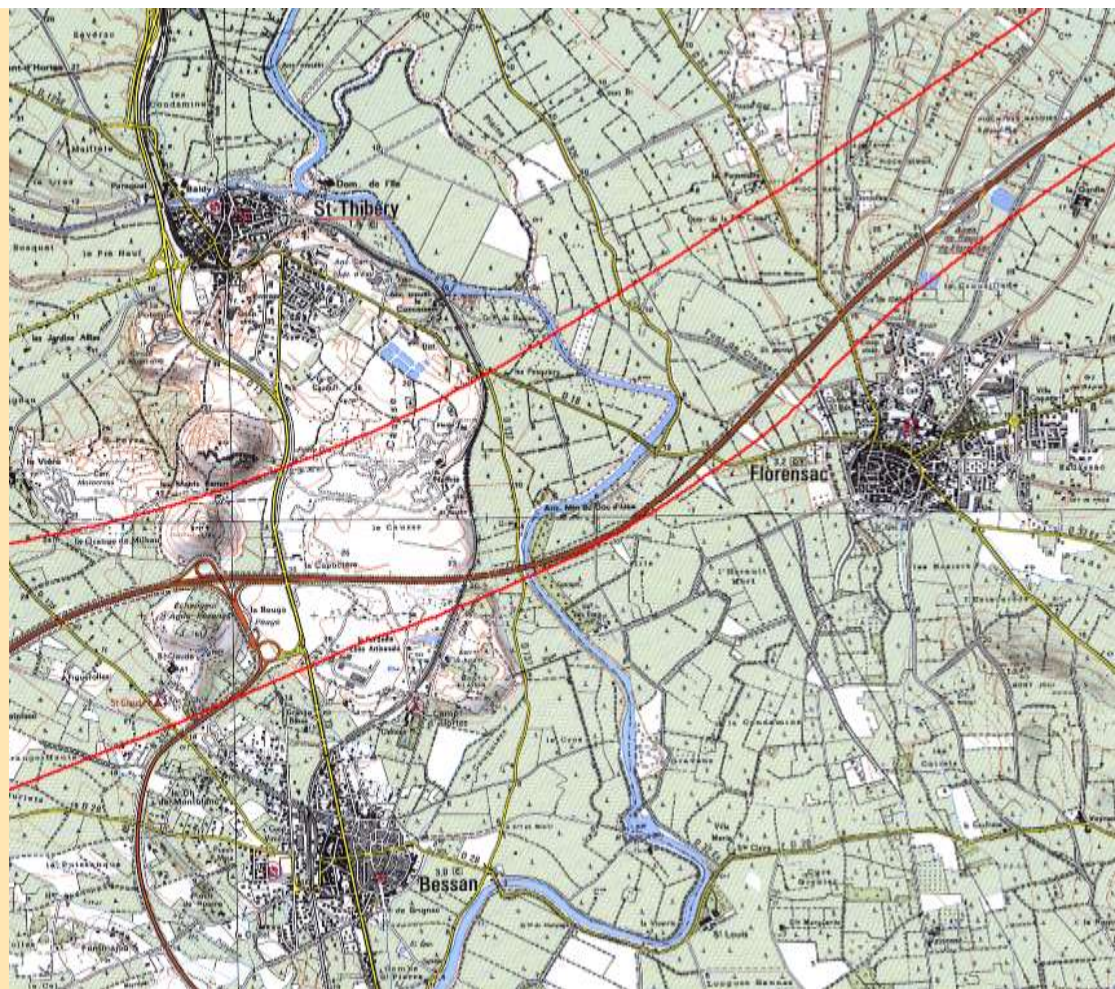
## Analyse des variantes

- 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 m<sup>3</sup>/s
- Débit centennal : 3570 m<sup>3</sup>/s
- Crue de 1997 : 2070 m<sup>3</sup>/s (plus forte crue connue récente, période de retour <20ans)
- Crue de 1982 : 1800 m<sup>3</sup>/s (environ 10 ans)
- Crue exceptionnelle : 5255 m<sup>3</sup>/s (1.5xQ100)

# L'Hérault

Relevés de terrain :  
topographie et visite de terrain

RD 32<sup>E</sup> 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

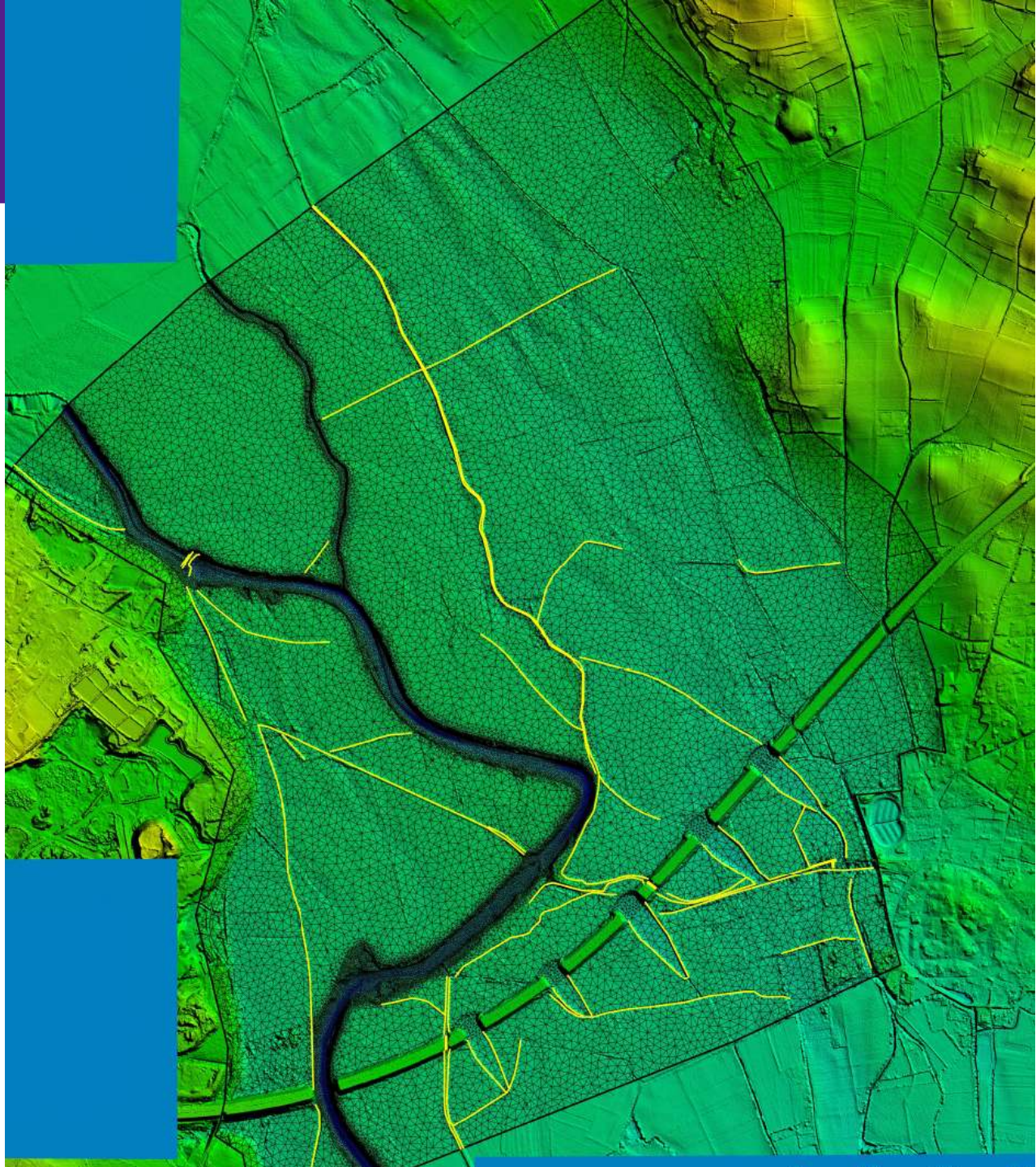
St Thibéry à env 2km en amont



# L'Hérault

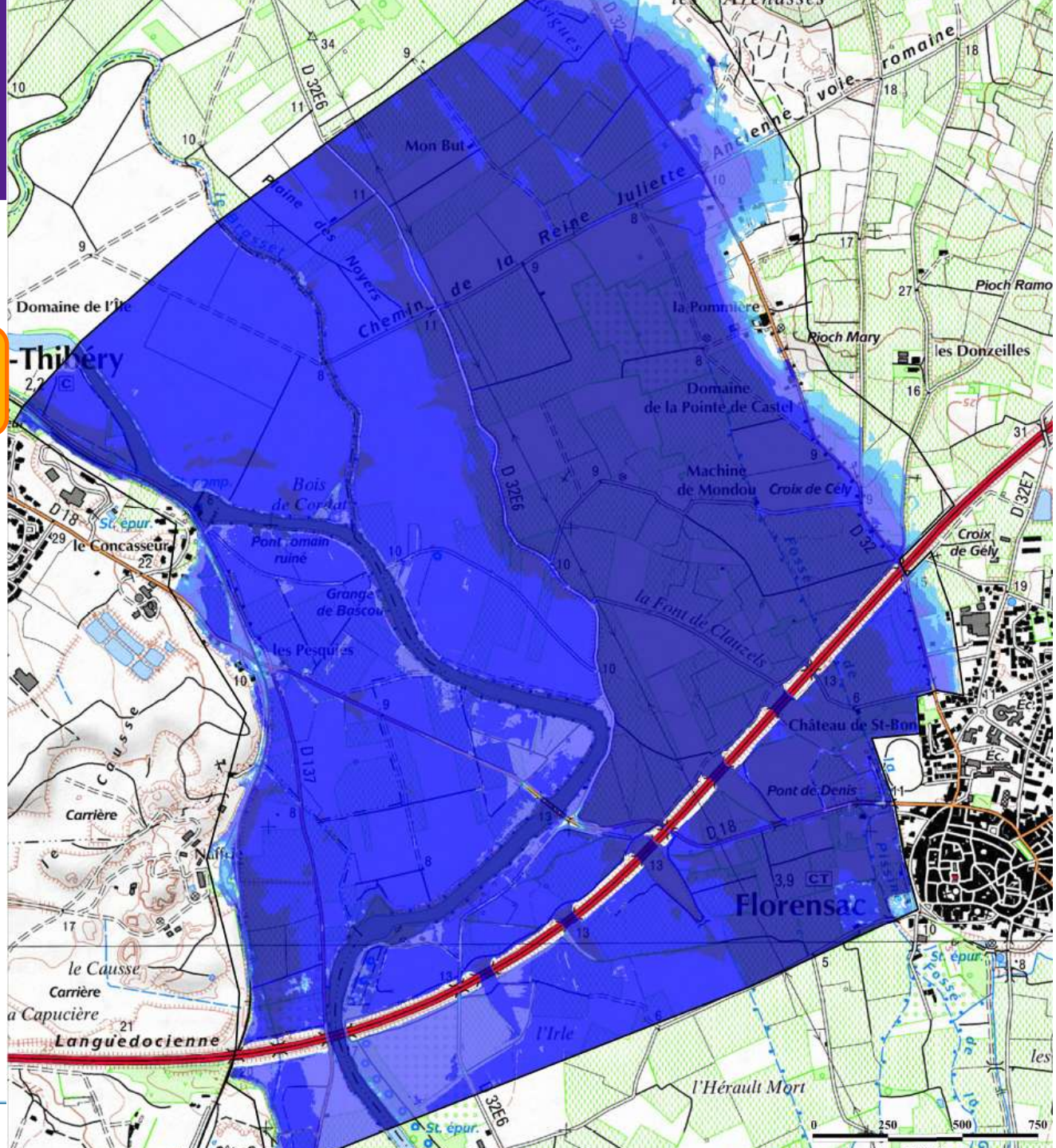
## Construction du modèle hydraulique

- 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

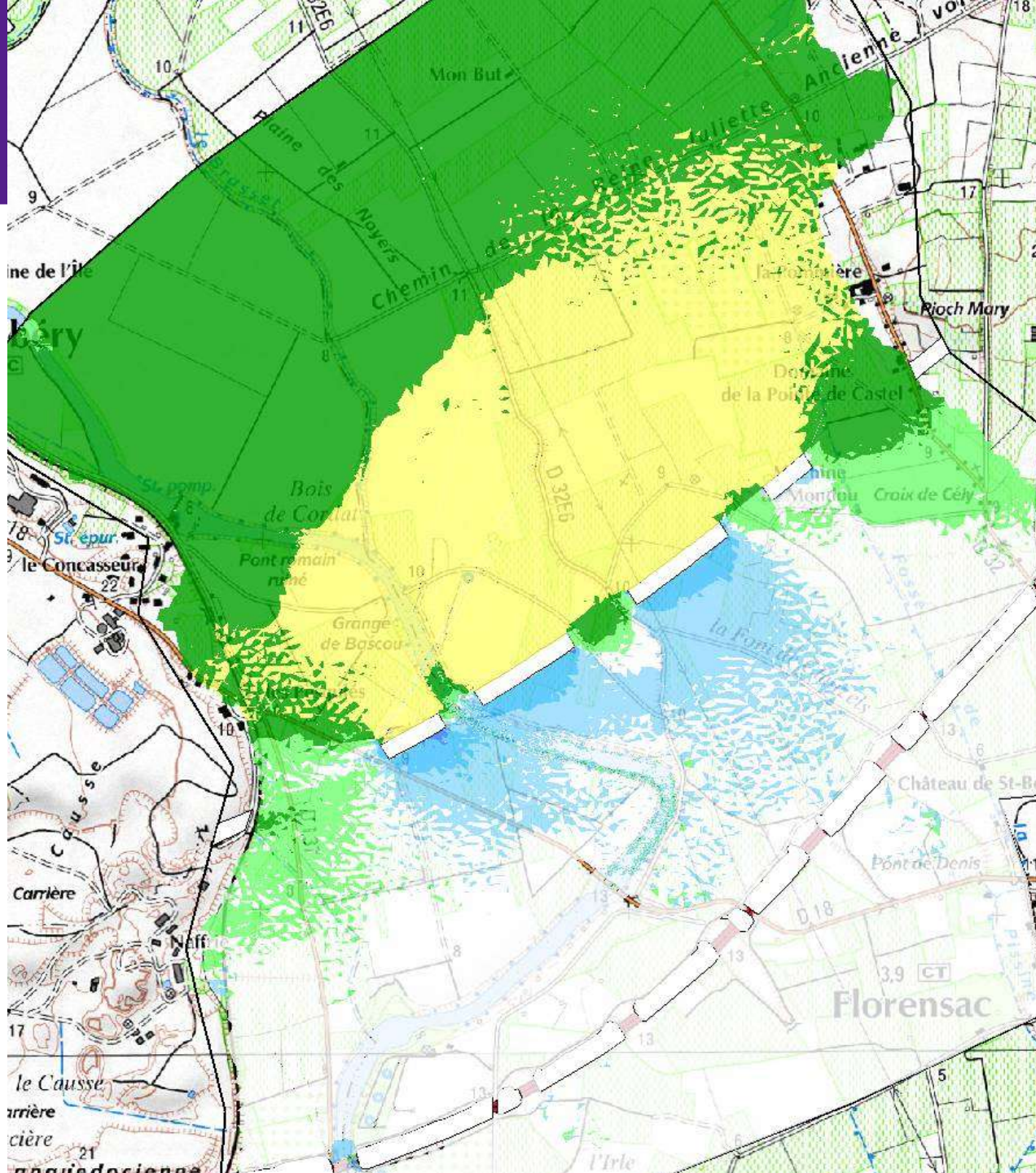
- 4 variantes de tracés
- Impacts pour la crue 100 ans pour les 4 tracés :
  - Impact maximal 15 cm
  - Impact sur enjeux bâtis isolés 5/10 cm

## Analyse des variantes

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

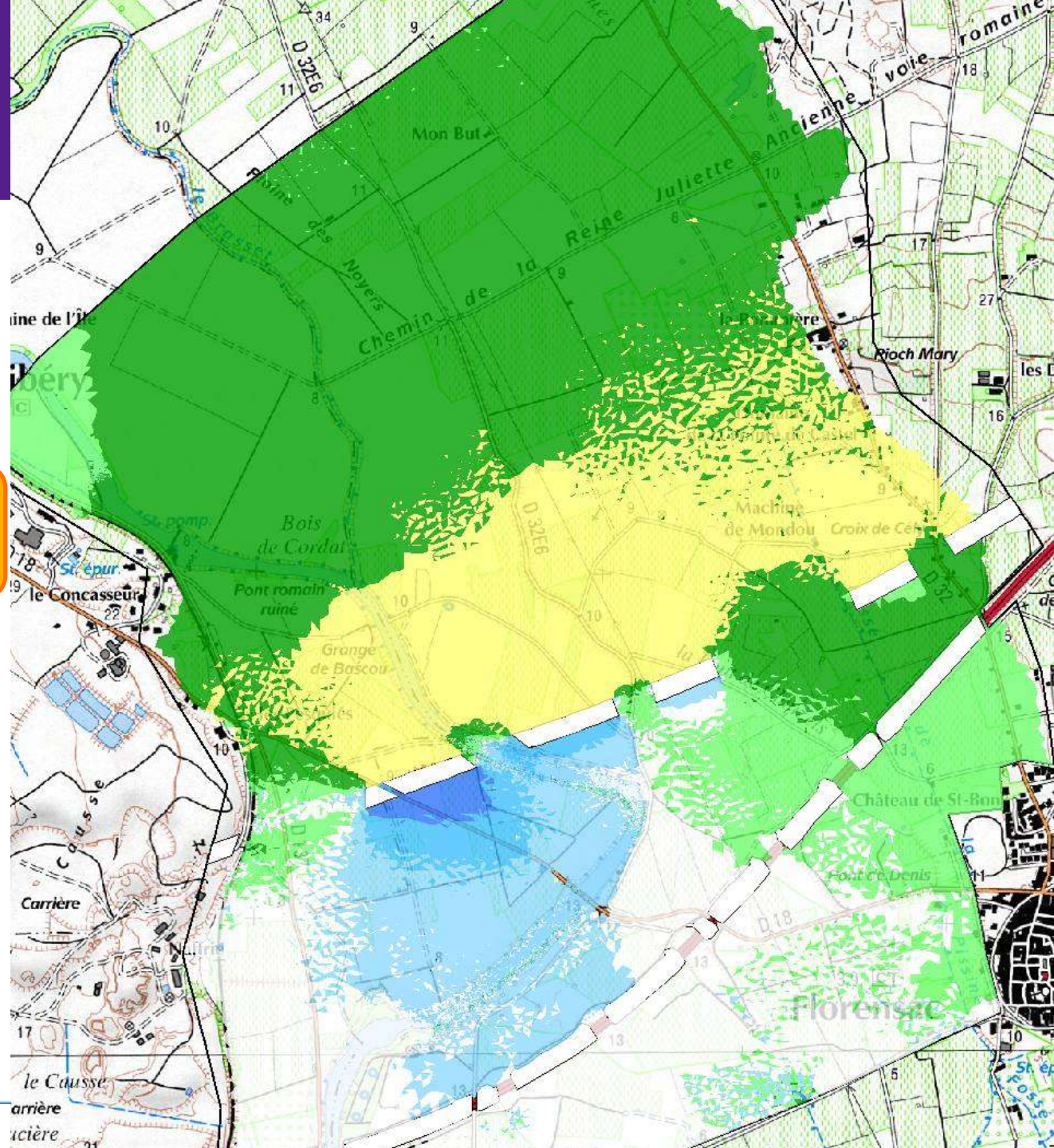
# L'Hérault

Incidence hydraulique  
du tracé 1



# L'Hérault

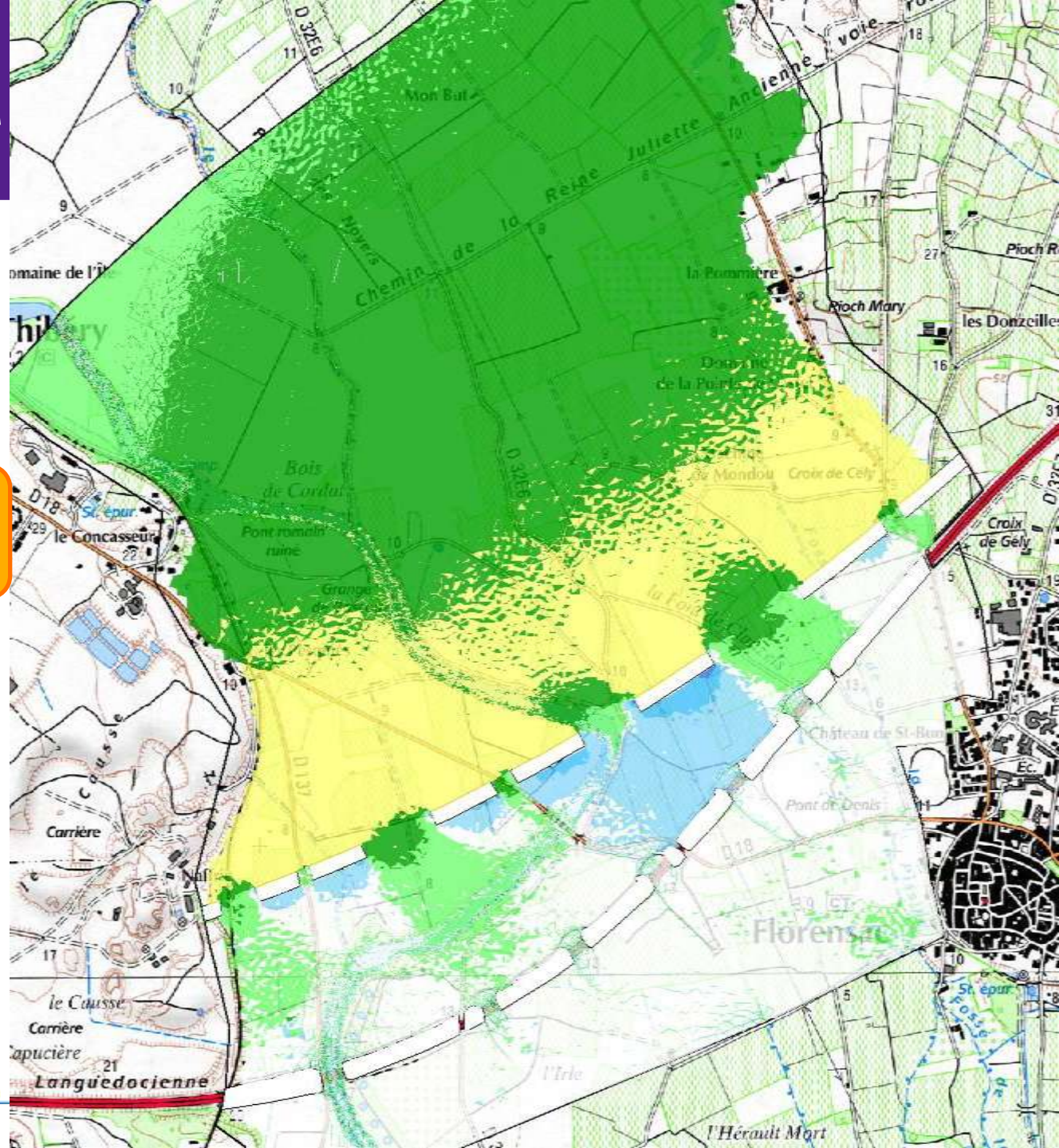
Incidence hydraulique  
du tracé 2





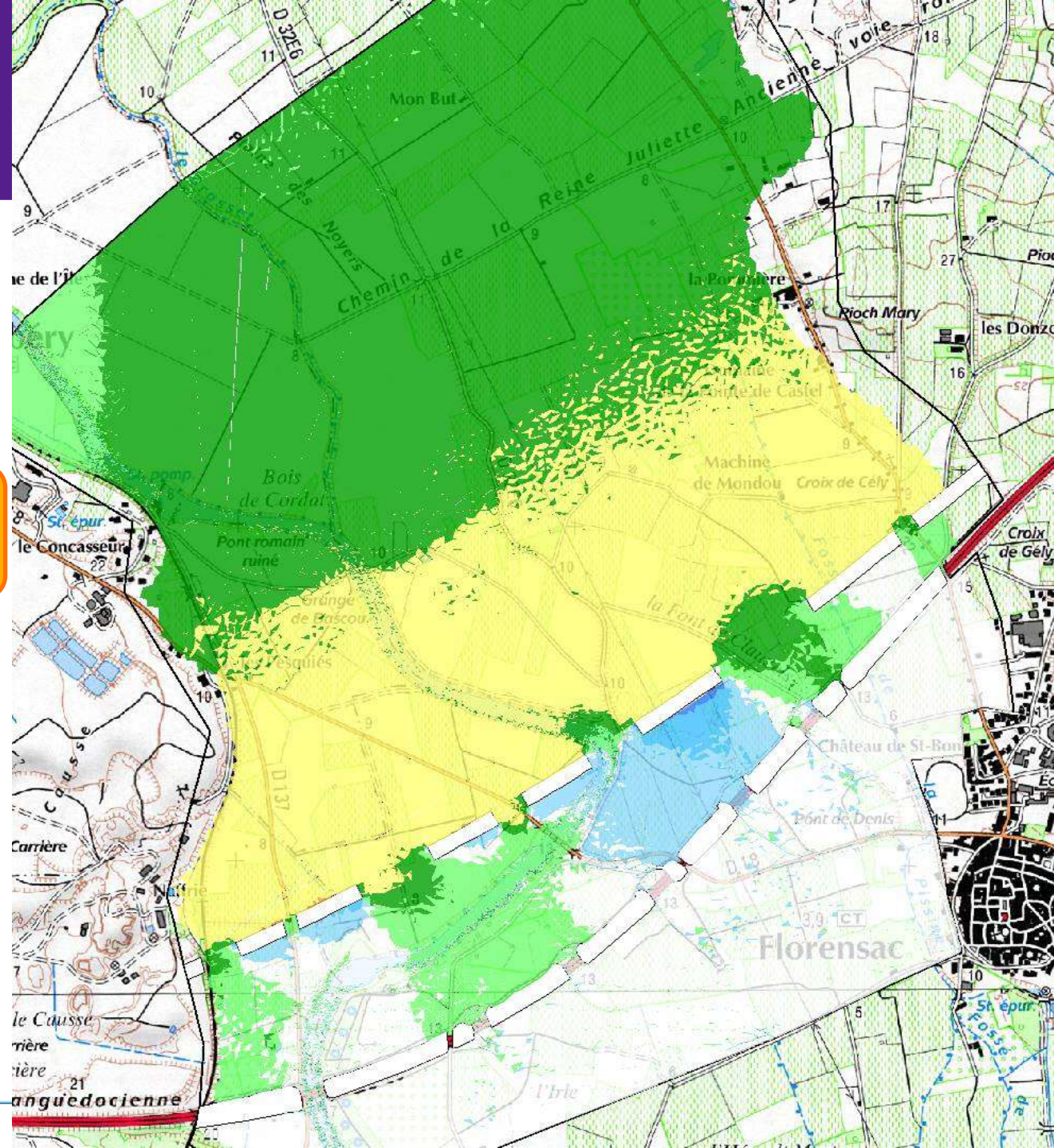
# L'Hérault

Incidence hydraulique  
du tracé 3



# 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

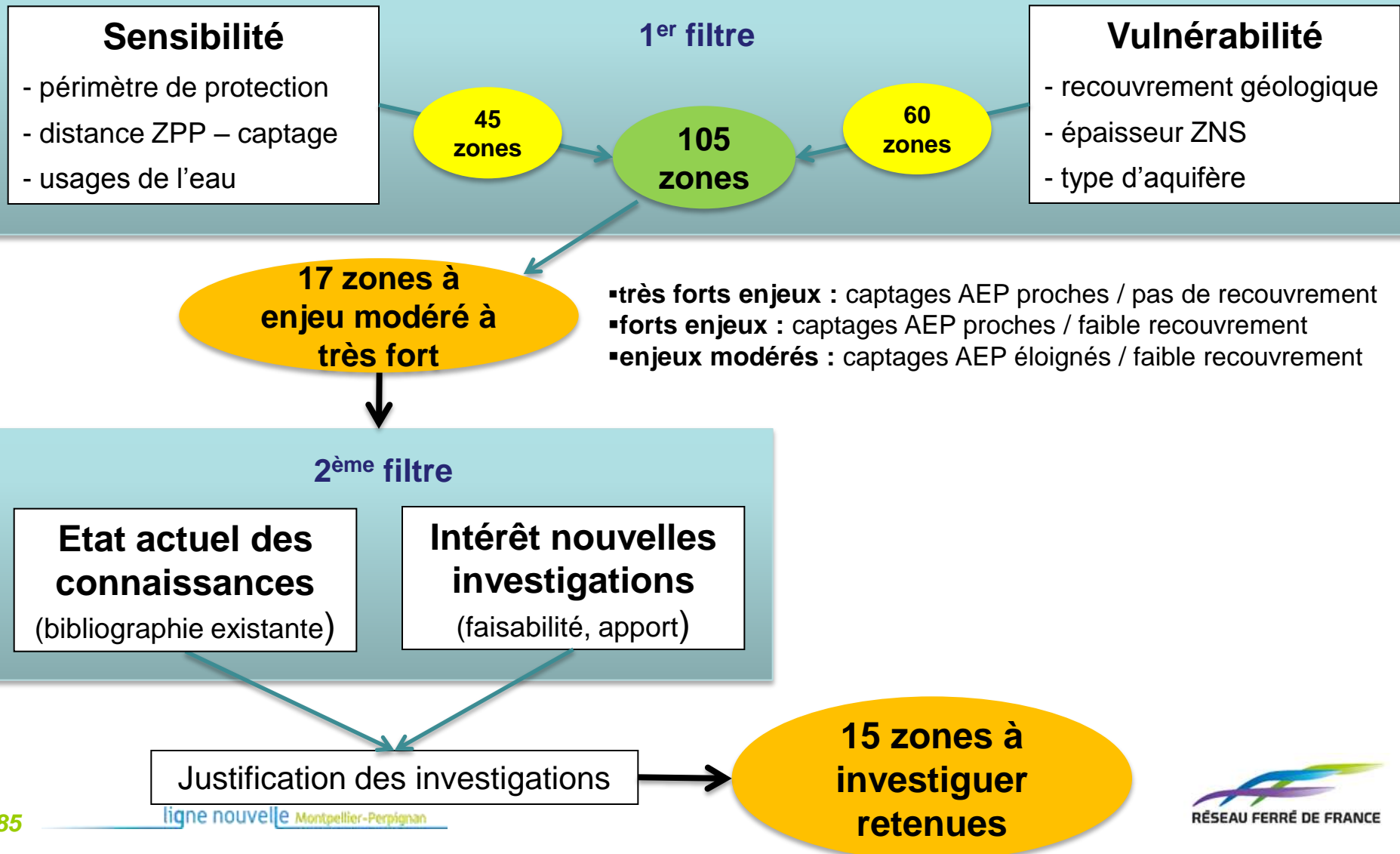
- Présentation des études hydrogéologiques

# Etudes et investigations 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

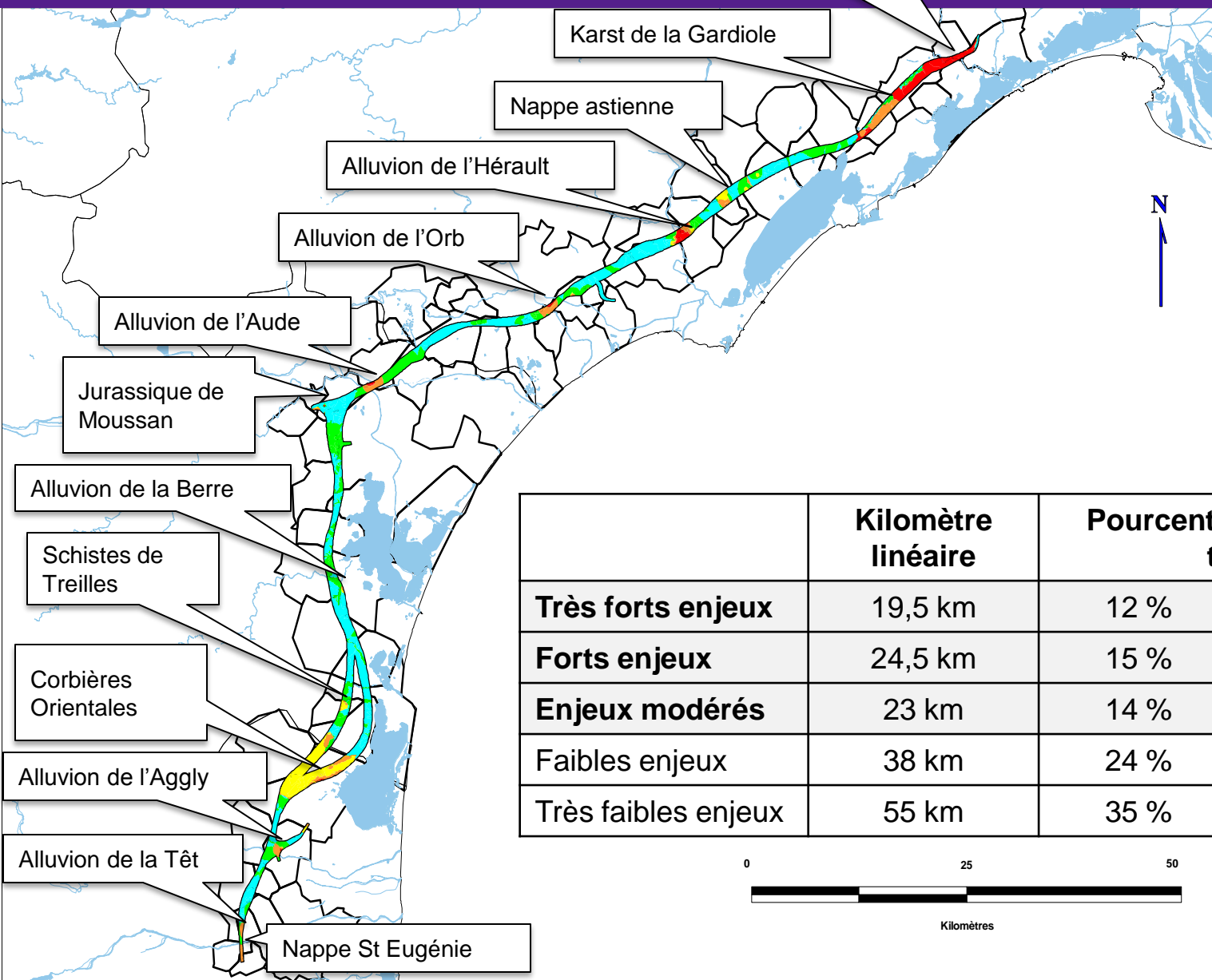
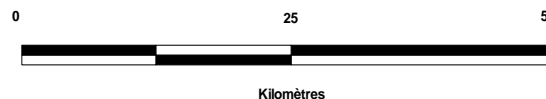


Figure n°3  
Carte des enjeux

### Carte des enjeux

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

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



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

# Investigations hydrogéologiques

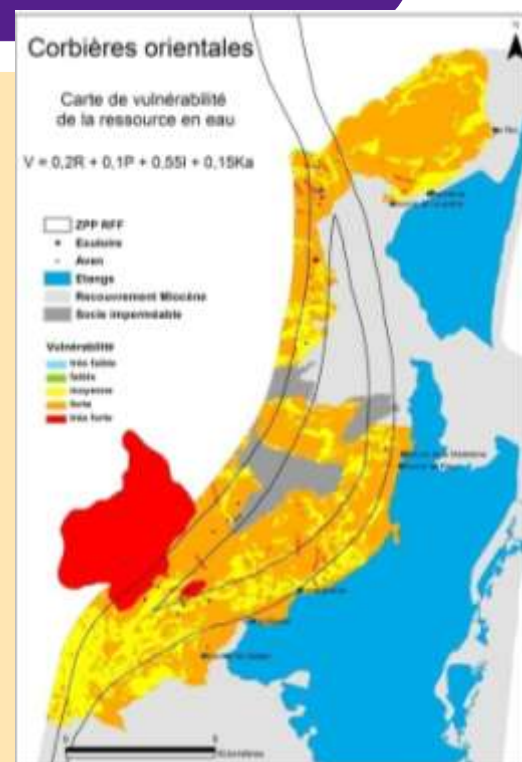
## Reconnaissance en cours

### ● 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 - 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*