



Mise en œuvre de la phase cartographique de la Directive Inondation - Evènements fréquent, moyen et extrême

Cartographie du TRI Douai

Mise en œuvre de la Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation

➤ Evaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI)

Déc. 2011

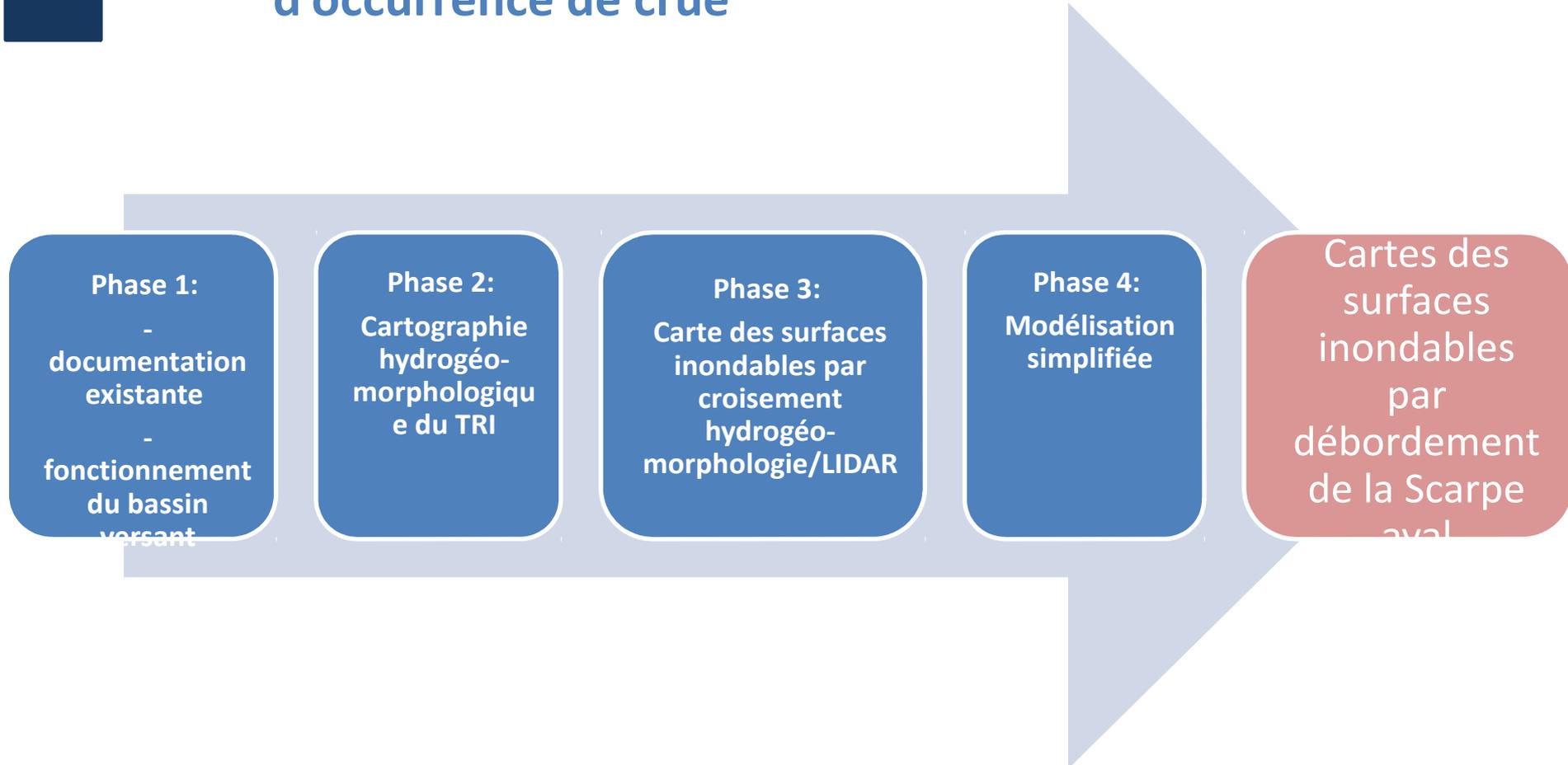
➤ Identification des territoires à risque important d'inondation (TRI)

Sept. 2012

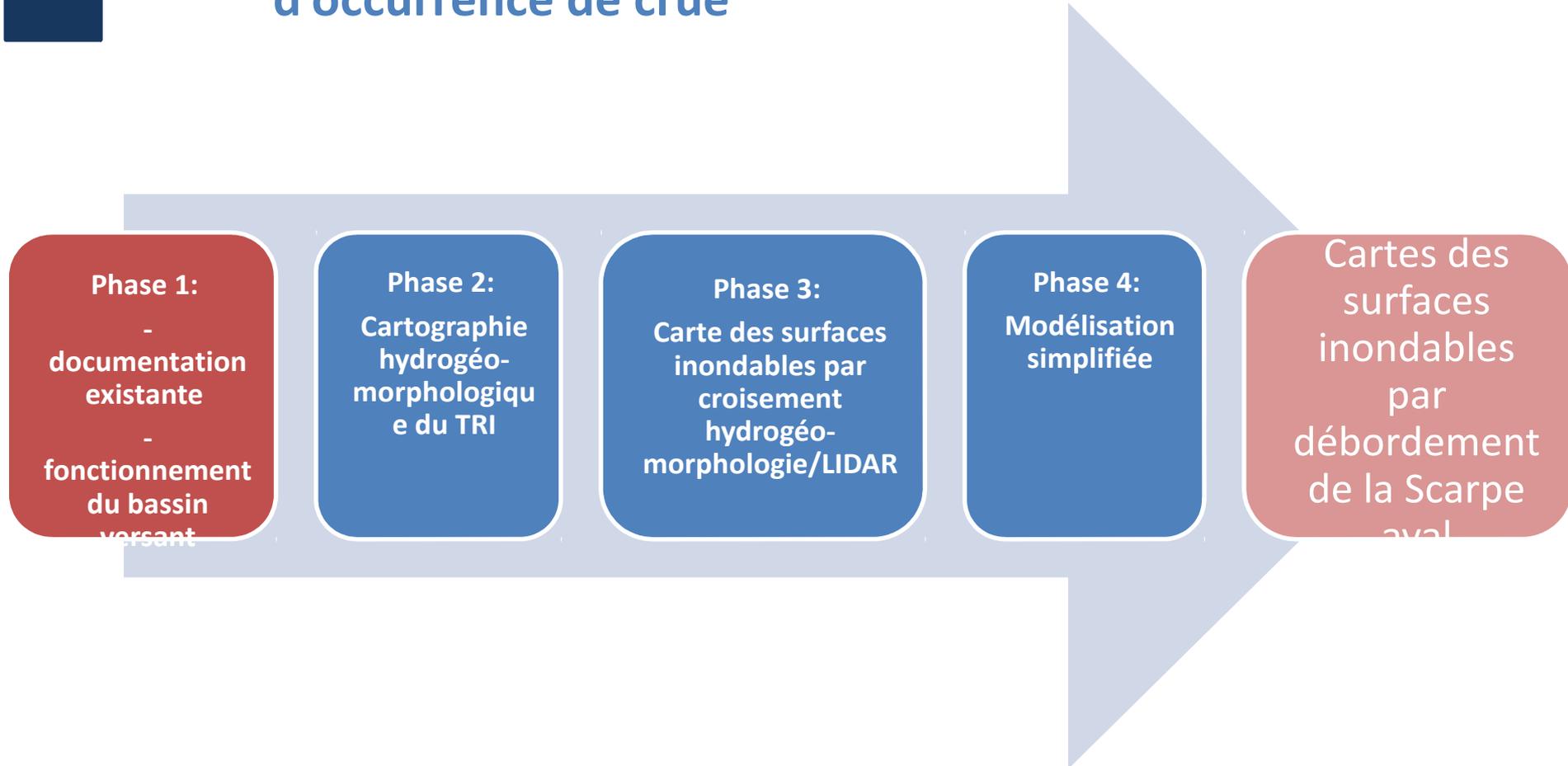
➤ **Elaboration des cartes de surfaces inondables et des cartes des risques dans les TRI pour trois probabilités d'occurrence de crue: forte, moyenne, faible**

**22/12/2013
+
Rapportage 3 mois**

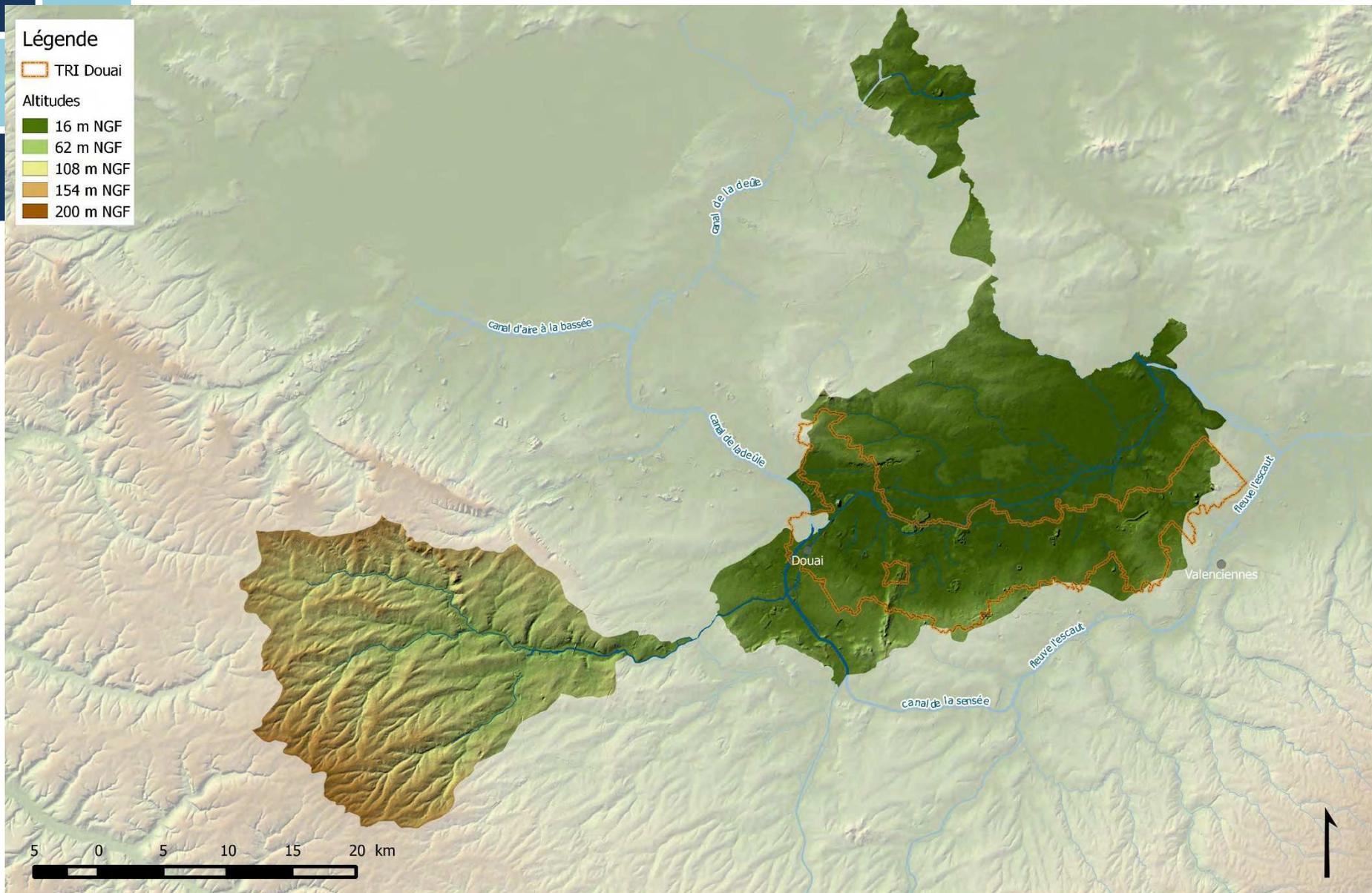
Elaboration des cartes de surfaces inondables et des cartes des risques dans les TRI pour trois probabilités d'occurrence de crue



Elaboration des cartes de surfaces inondables et des cartes des risques dans les TRI pour trois probabilités d'occurrence de crue



Le secteur d'étude: topographie



Topographiques:

basse plaine,
altitudes peu
élevées couplées à
des dépressions et
petites cuvettes

Historiques:

passé minier, facteur
de modification de
la topographie →
nombreux
affaissements

Souterraines:

les échanges avec les
nappes libres
influencent les
écoulements en
surface notamment
les années humides

Anthropiques:

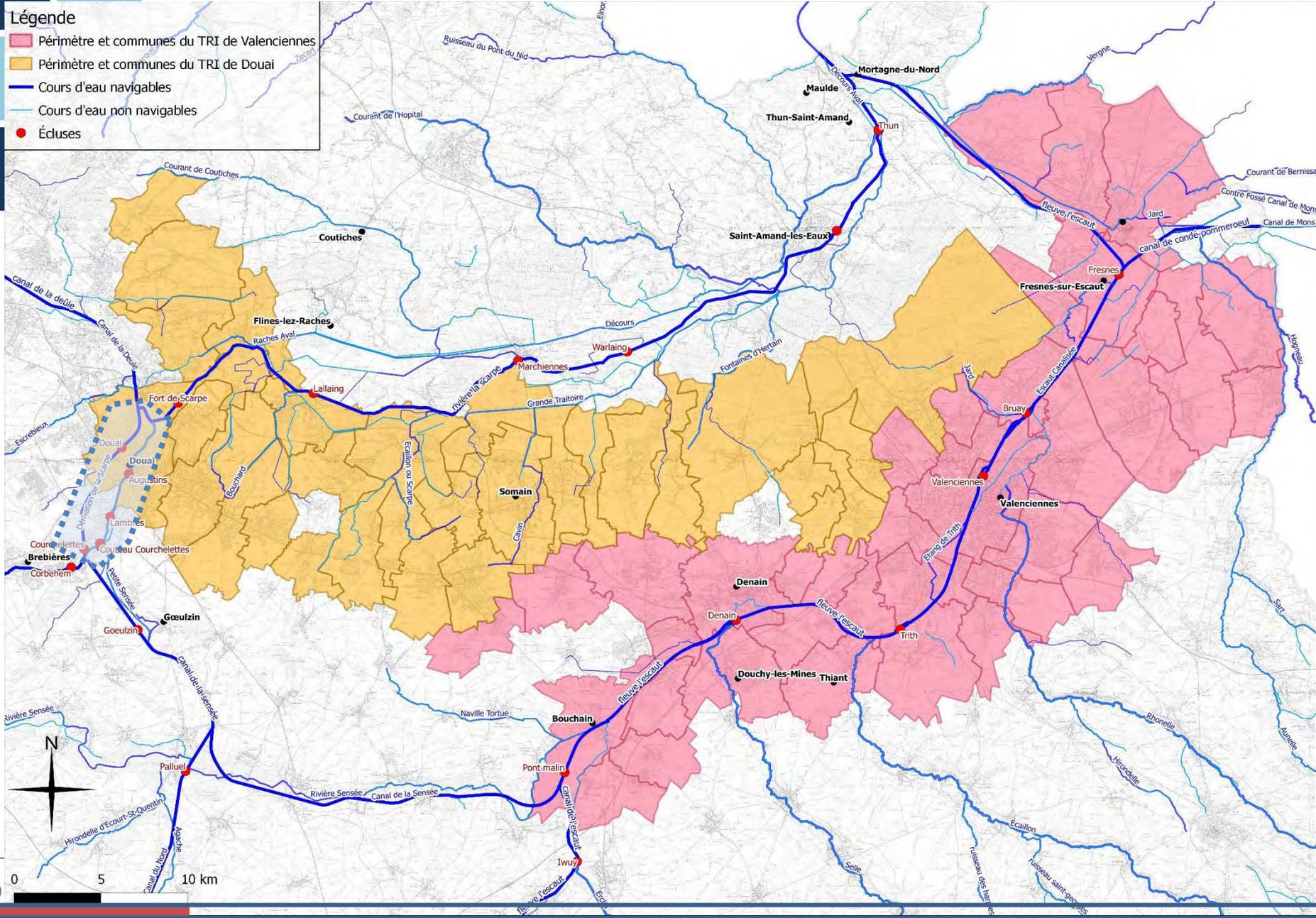
un réseau
hydrographique qui a
fortement été modifié
et artificialisé au cours
des siècles

Un territoire
aux
contraintes
spécifiques

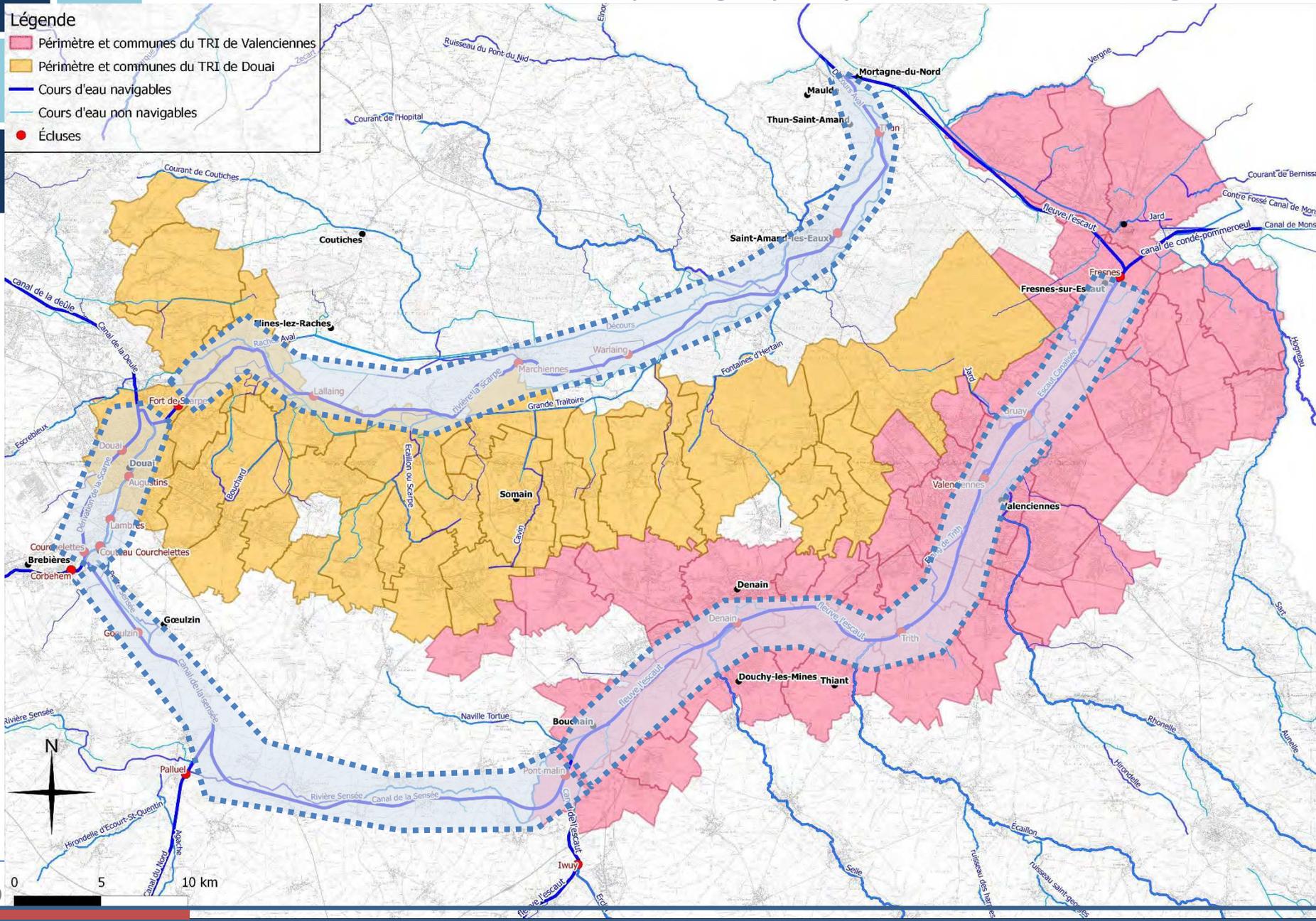
Un réseau hydrographique:

- **Principal:** composé de voies navigables (écluses, niveau d'eau des biefs maintenu au NNN)
- **Secondaire:** particulièrement développé et artificiel

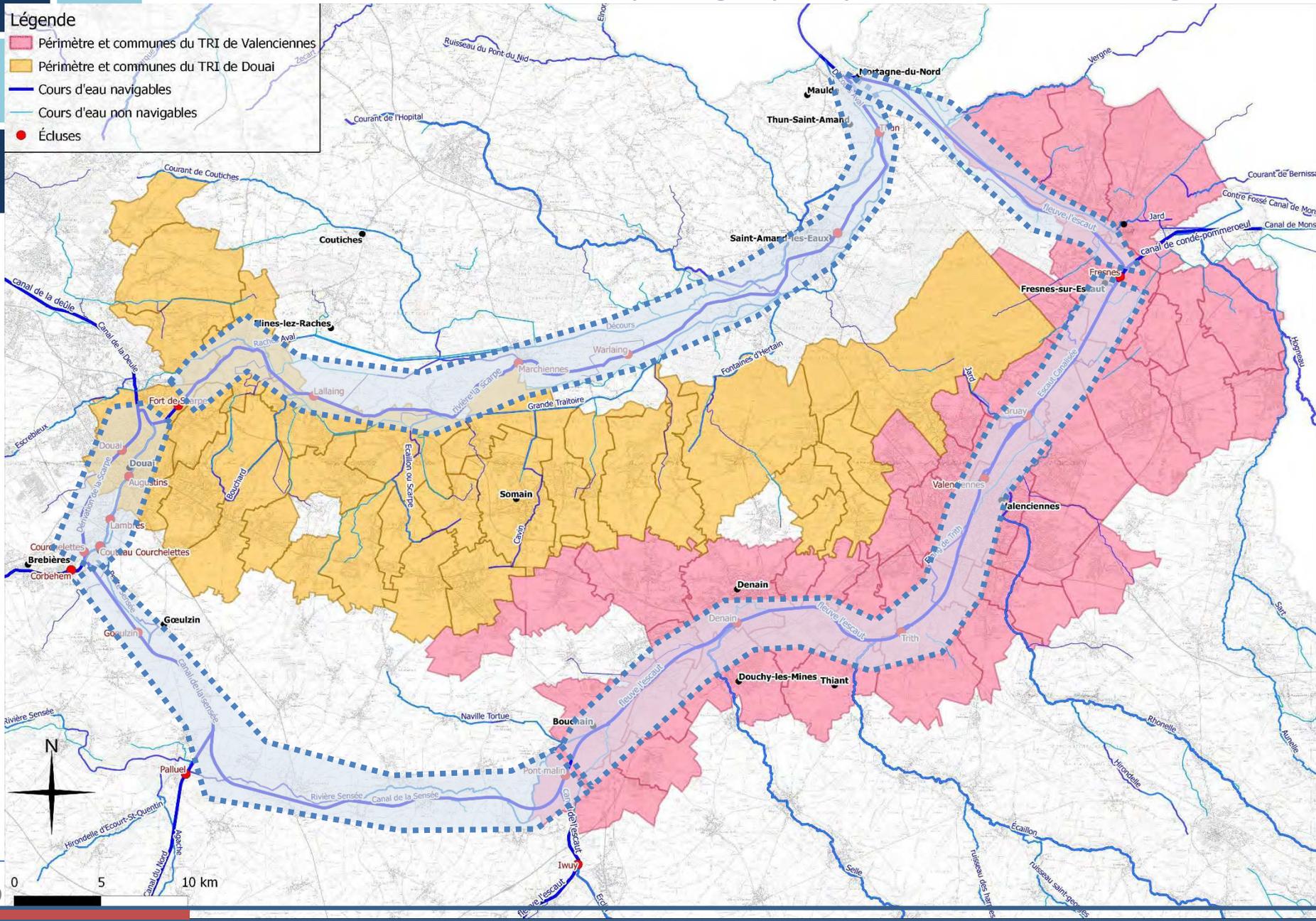
Le réseau hydrographique: les voies navigables



Le réseau hydrographique: les voies navigables



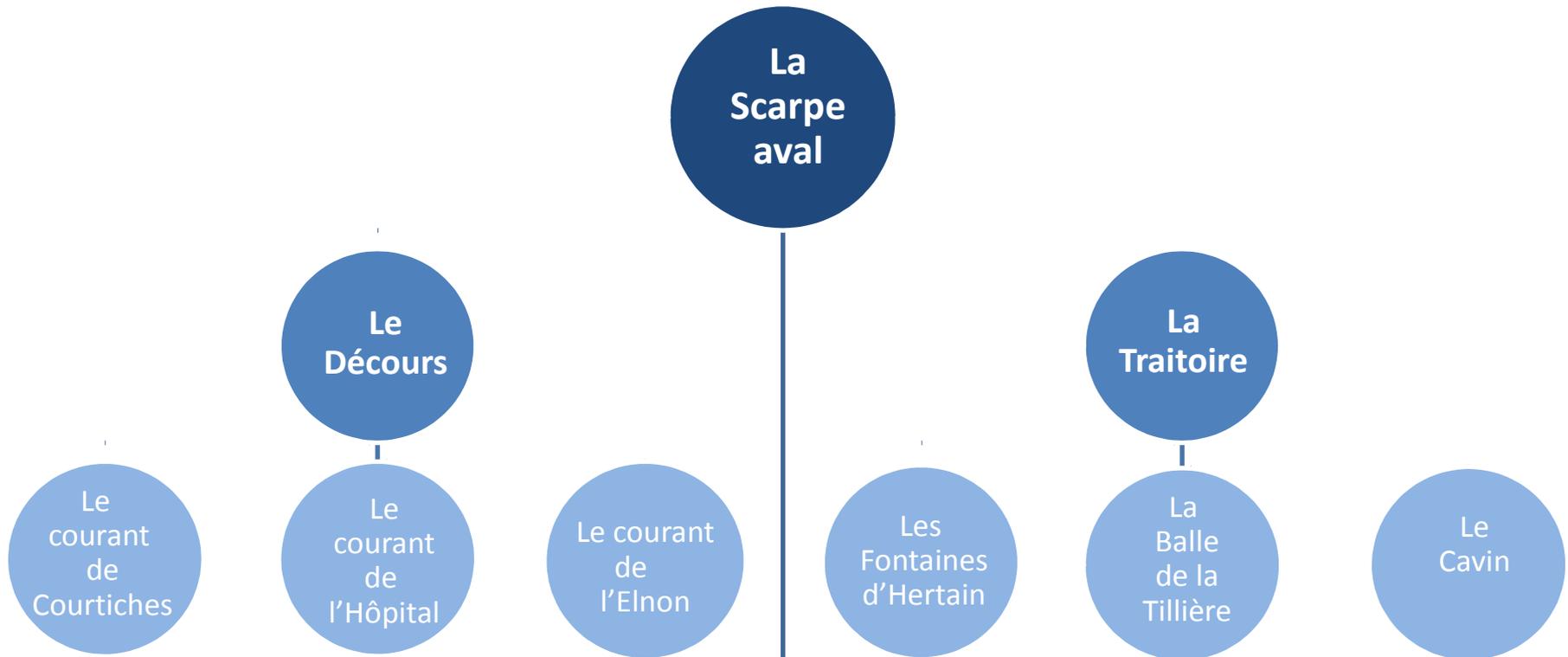
Le réseau hydrographique: les voies navigables



Le réseau hydrographique secondaire

Cartographie des zones inondables par débordement de la Scarpe aval

Le réseau hydrographique secondaire n'est pas modélisé mais sera pris en compte dans l'hydrologie



Archives

Douai: 17 inondations liées au débordement de la Scarpe ou de ses affluents depuis la tempête du 13 juillet 1788

Valenciennes: 29 débordements de l'Escaut et de ses affluents depuis 1365

Évènements significatifs

Décembre 1993: une des plus importantes (80 arrêtés de catastrophe naturelle), quasi-totalité des cours d'eau en crue

Février 2002: cumuls 3x supérieurs à la moyenne, crue des affluents de la rive droite de l'Escaut en particulier la Rhonelle

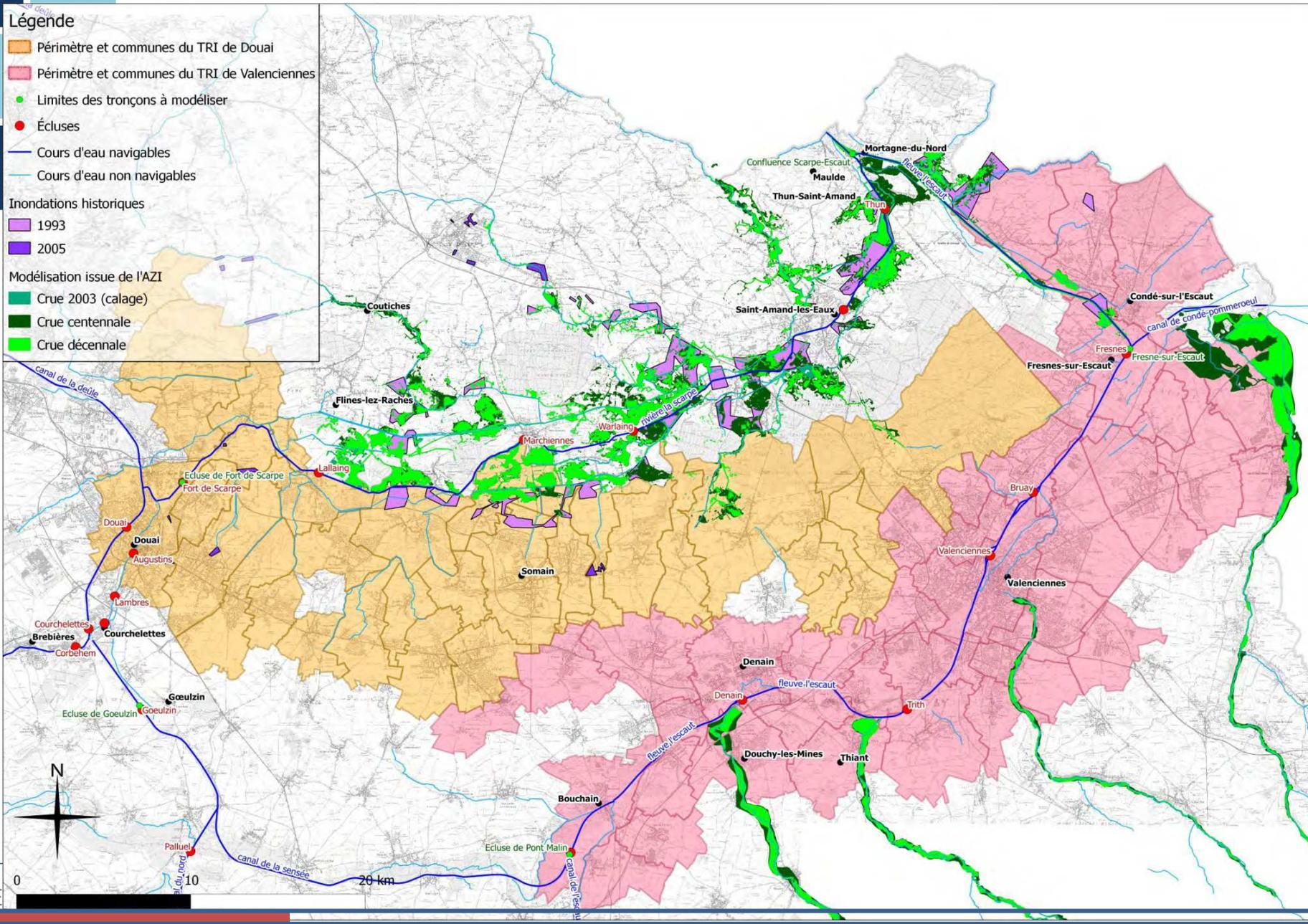
Janvier 2003: plus localisée, la crue de l'Hogneau a été la plus violente (Q20ans)

Juillet 2005: évènement pluvieux postérieur à un autre évènement ayant saturé les sols, importance hétérogène sur le territoire

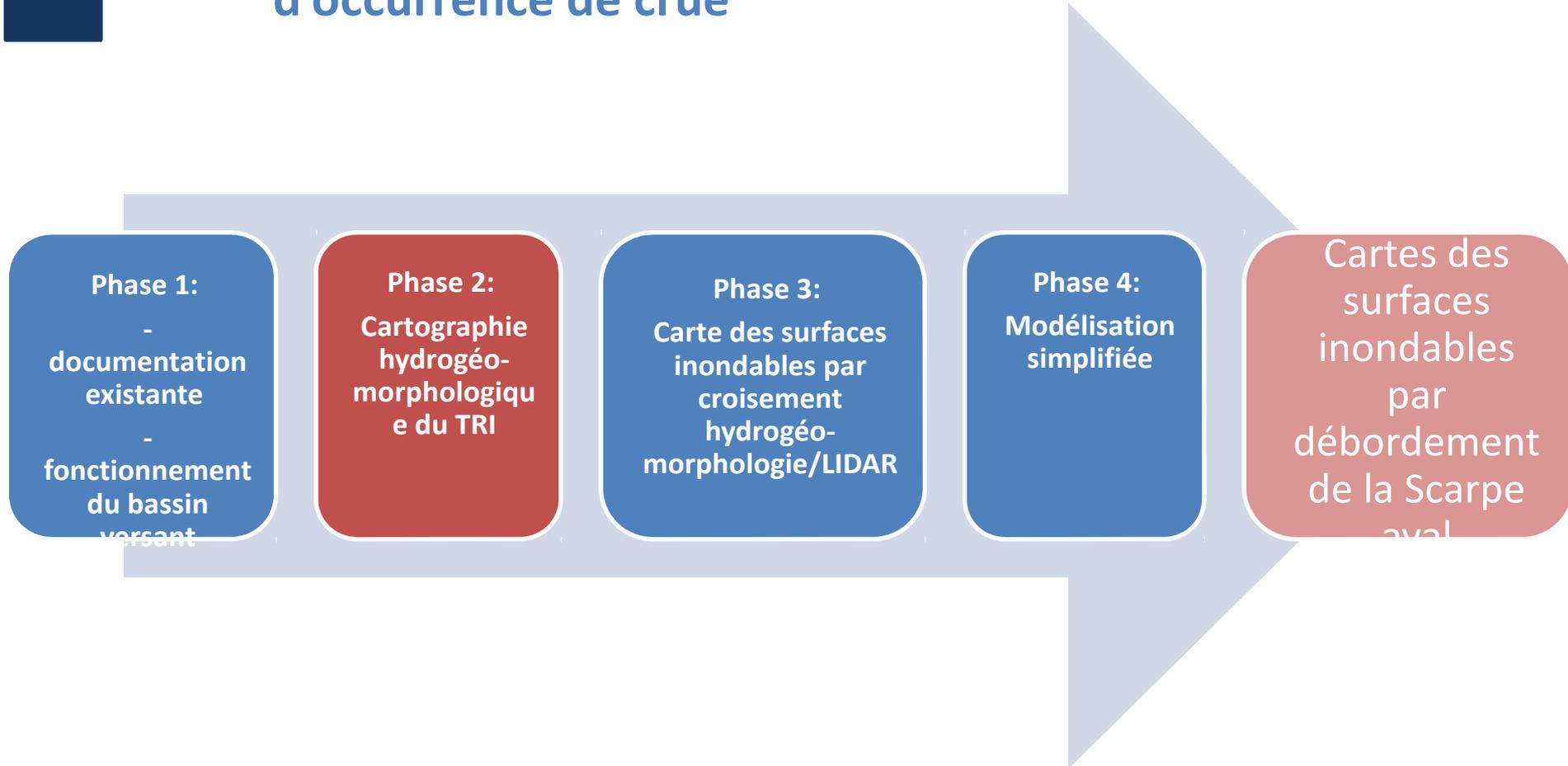
Historique des inondations

Légende

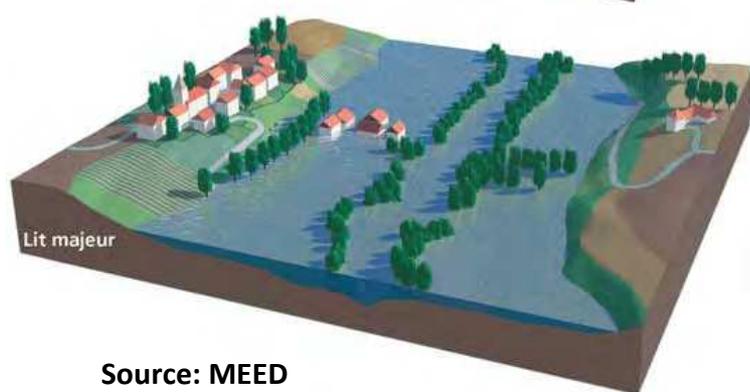
- Périmètre et communes du TRI de Douai
 - Périmètre et communes du TRI de Valenciennes
 - Limites des tronçons à modéliser
 - Écluses
 - Cours d'eau navigables
 - Cours d'eau non navigables
- Inondations historiques
- 1993
 - 2005
- Modélisation issue de l'AZI
- Crue 2003 (calage)
 - Crue centennale
 - Crue décennale



Elaboration des cartes de surfaces inondables et des cartes des risques dans les TRI pour trois probabilités d'occurrence de crue



L'approche hydrogéomorphologique



Source: MEED

Approche naturaliste basée sur l'observation des **formes de la plaine alluviale**



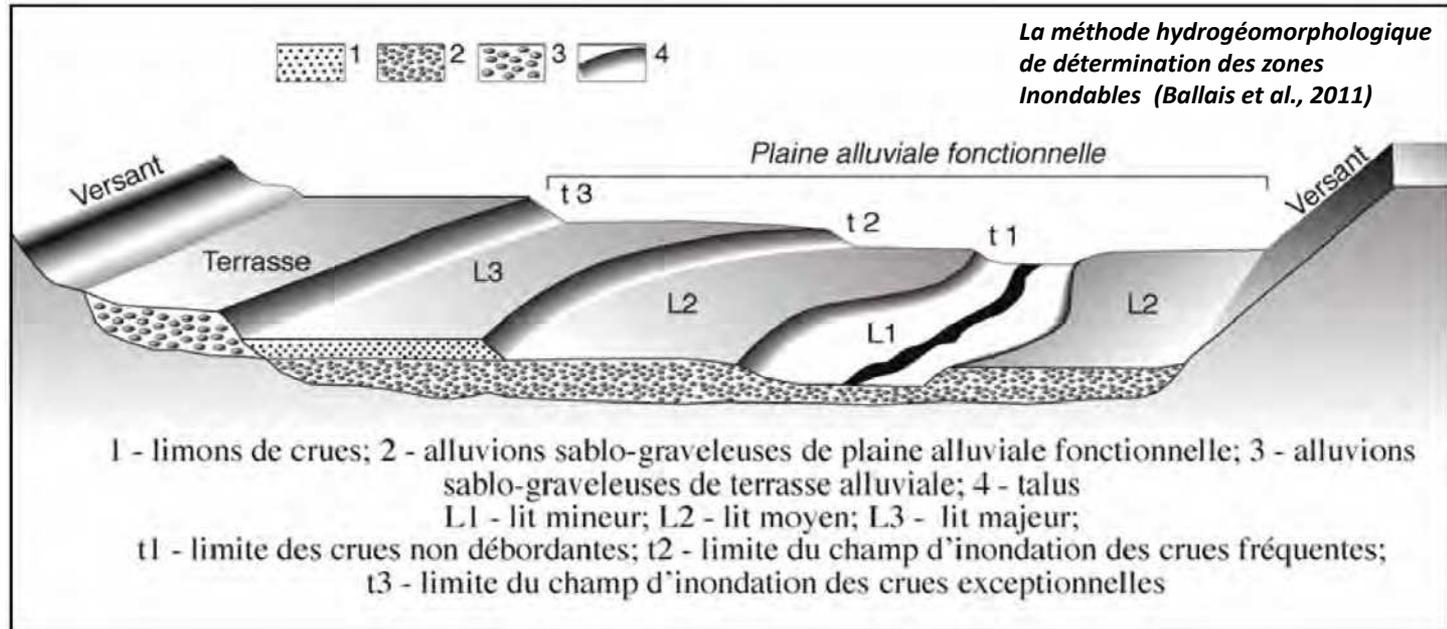
Identifier et cartographier les **différentes unités hydrogéomorphologiques** façonnées par la rivière lors des crues successives:

lit mineur: crues non débordantes

lit moyen: crues fréquentes

lit majeur: crues rares à exceptionnelles

Dans la bibliographie...



Application au territoire...

forte anthropisation: « la méthode ne permet pas de tracer les différents lits actuels d'une plaine alluviale fortement urbanisée, qui a donc été fortement remaniée »

[Recommandation techniques pour l'élaboration de la cartographie des surfaces inondables et des risques, MEDE]

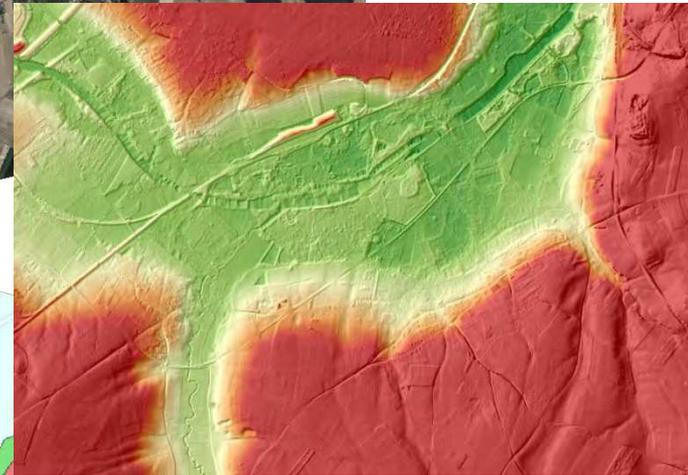
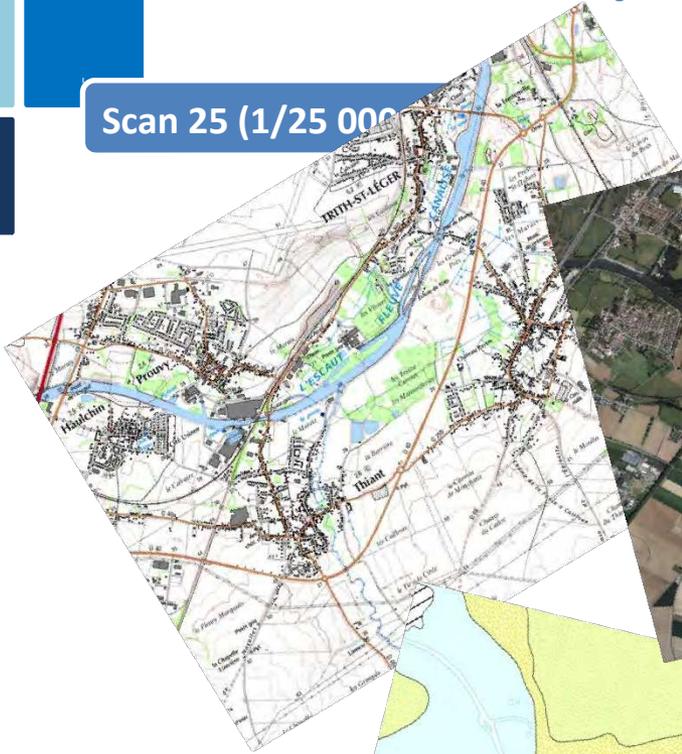
« Les talus qui séparent les différentes unités de la plaine alluviale ont été observés [...] sur les cours d'eau méditerranéens. En revanche, dès que l'on va vers le nord, ceux-ci s'atténuent voire disparaissent. » [Thèse Virginie Delorme-Laurent, 2007]

L'approche hydrogéomorphologique

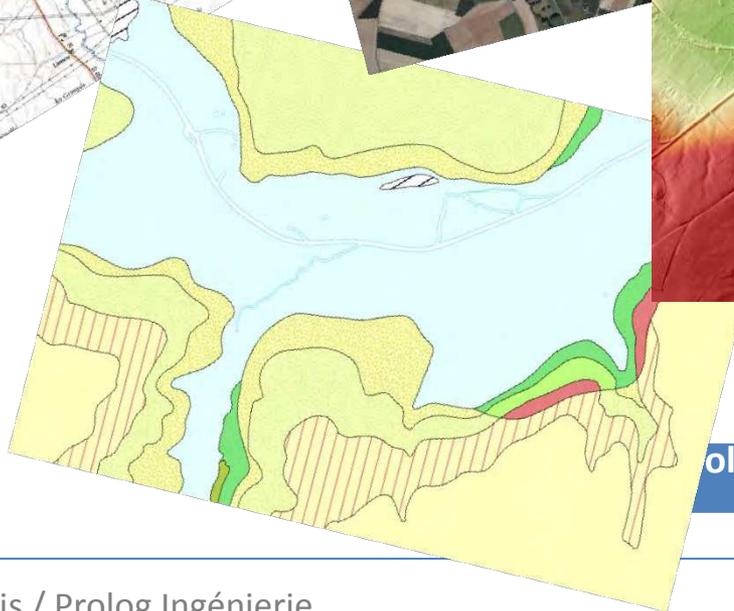
Les données disponibles

Scan 25 (1/25 000)

Photographies



rain (MNT)



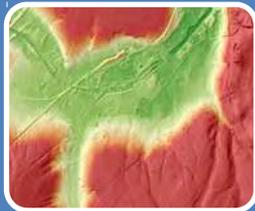
ologique (1/50)

Adaptation aux contraintes du territoire



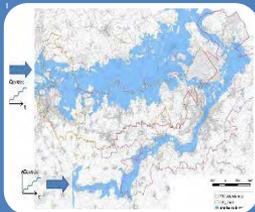
Analyse de la carte géologique

- Délimitation de la plaine alluviale
- 1ère enveloppe maximale des inondations



Analyse de la topographie

- Données LIDAR
- Correction de la 1ère enveloppe



Mobilisation numérique du lit majeur

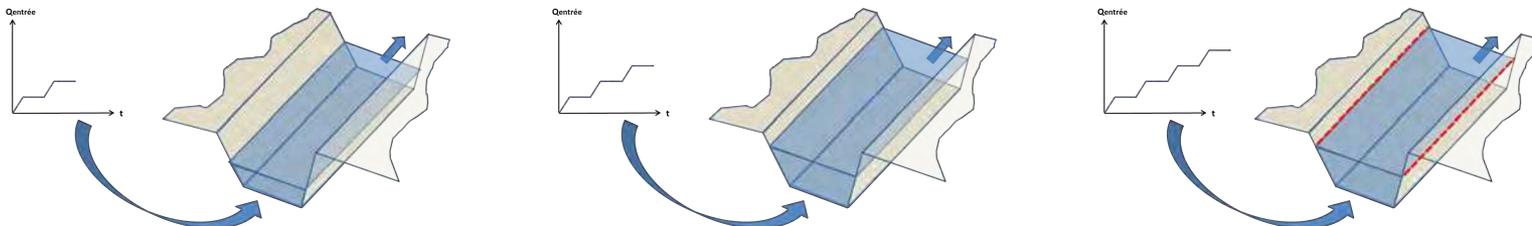
- « remplissage numérique par palier » de plaine alluviale
- Permet de prendre en compte numériquement les reliefs

Les limites

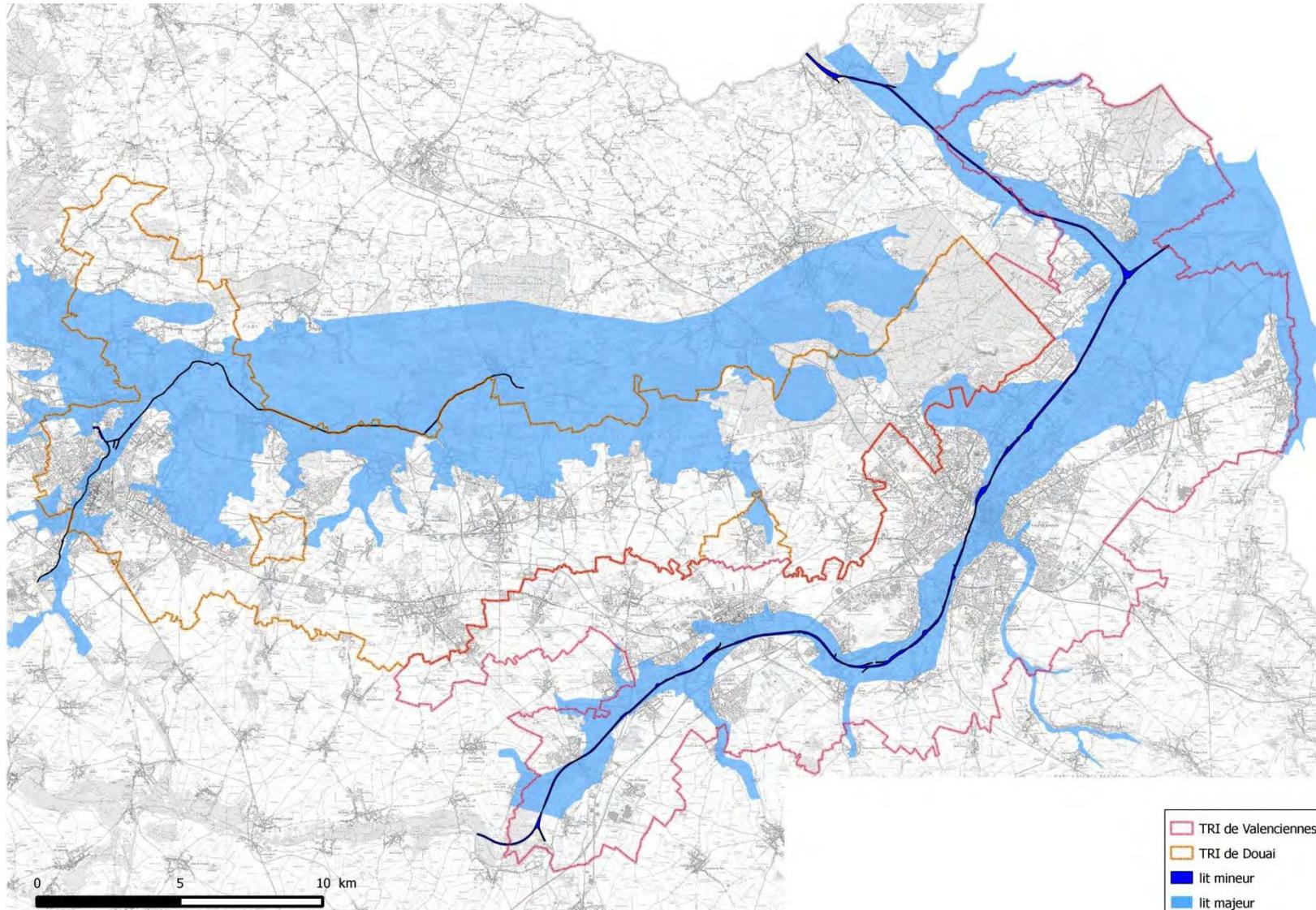
Carte au
1/50 000e

Correction
visuelle sur
un territoire
très étendu

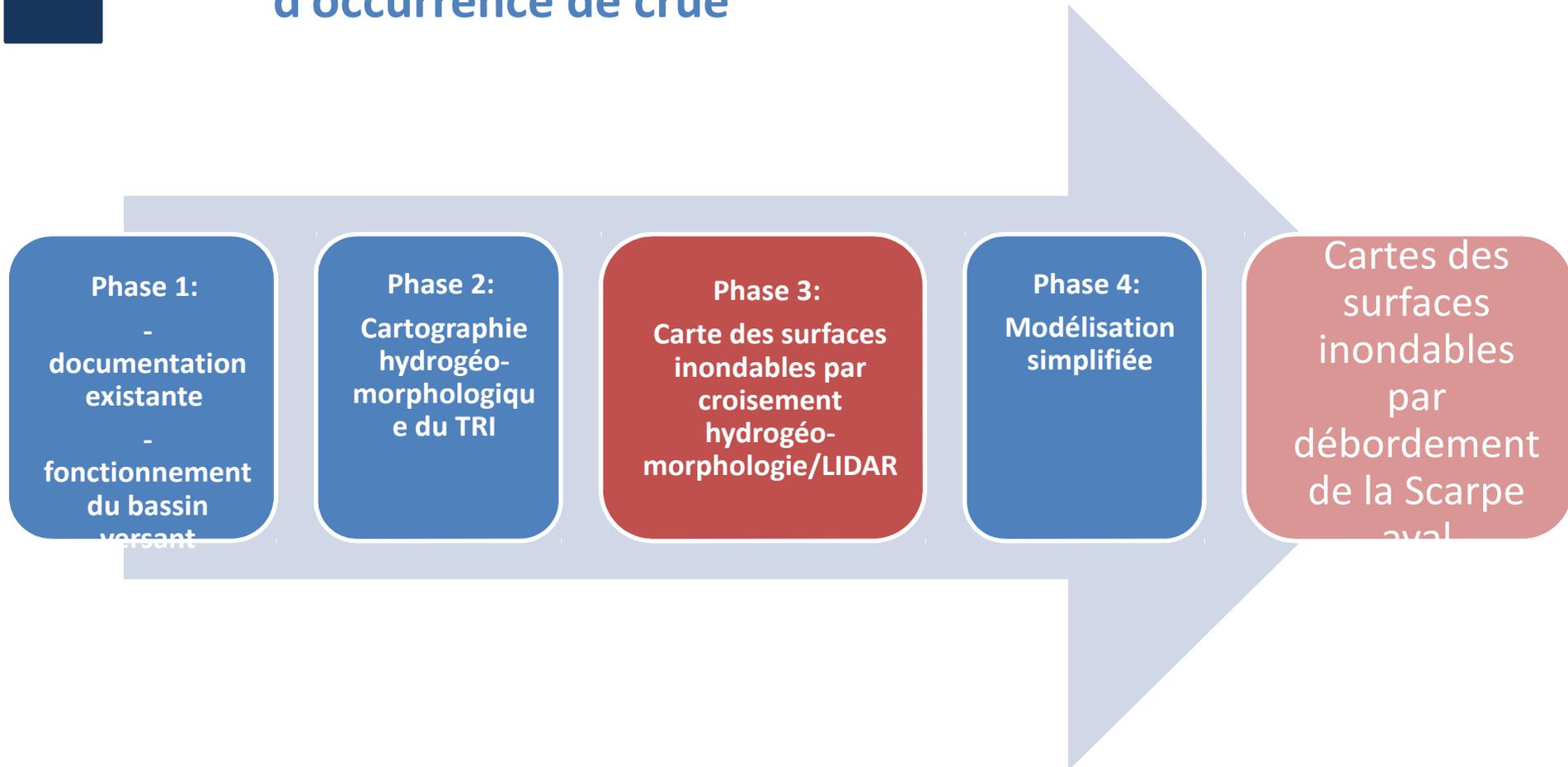
Basé sur le
MNT
Remplissage
de secteurs
d'amont en
aval



Carte hydrogéomorphologique



Elaboration des cartes de surfaces inondables et des cartes des risques dans les TRI pour trois probabilités d'occurrence de crue



Carte des zones inondables: croisement hydrogéomorphologique /LIDAR

Méthodologie adoptée

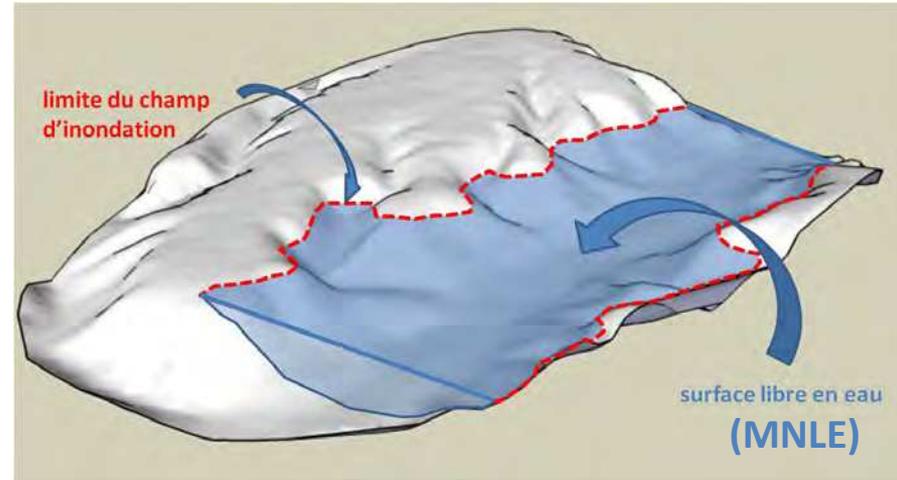
création d'un modèle numérique de ligne d'eau MNLE:
grille des niveaux d'eau (m NGF)



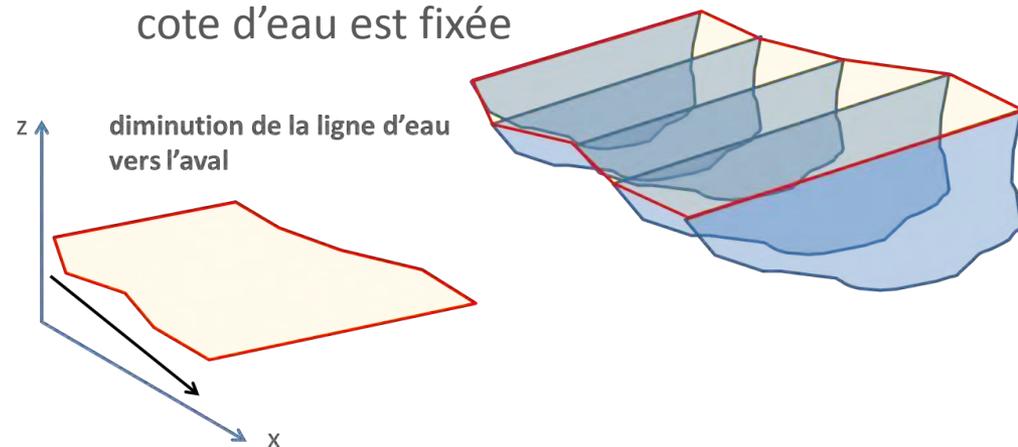
croisement entre le MNLE (cote d'eau) et le MNT (cote du terrain naturel): **simple soustraction**



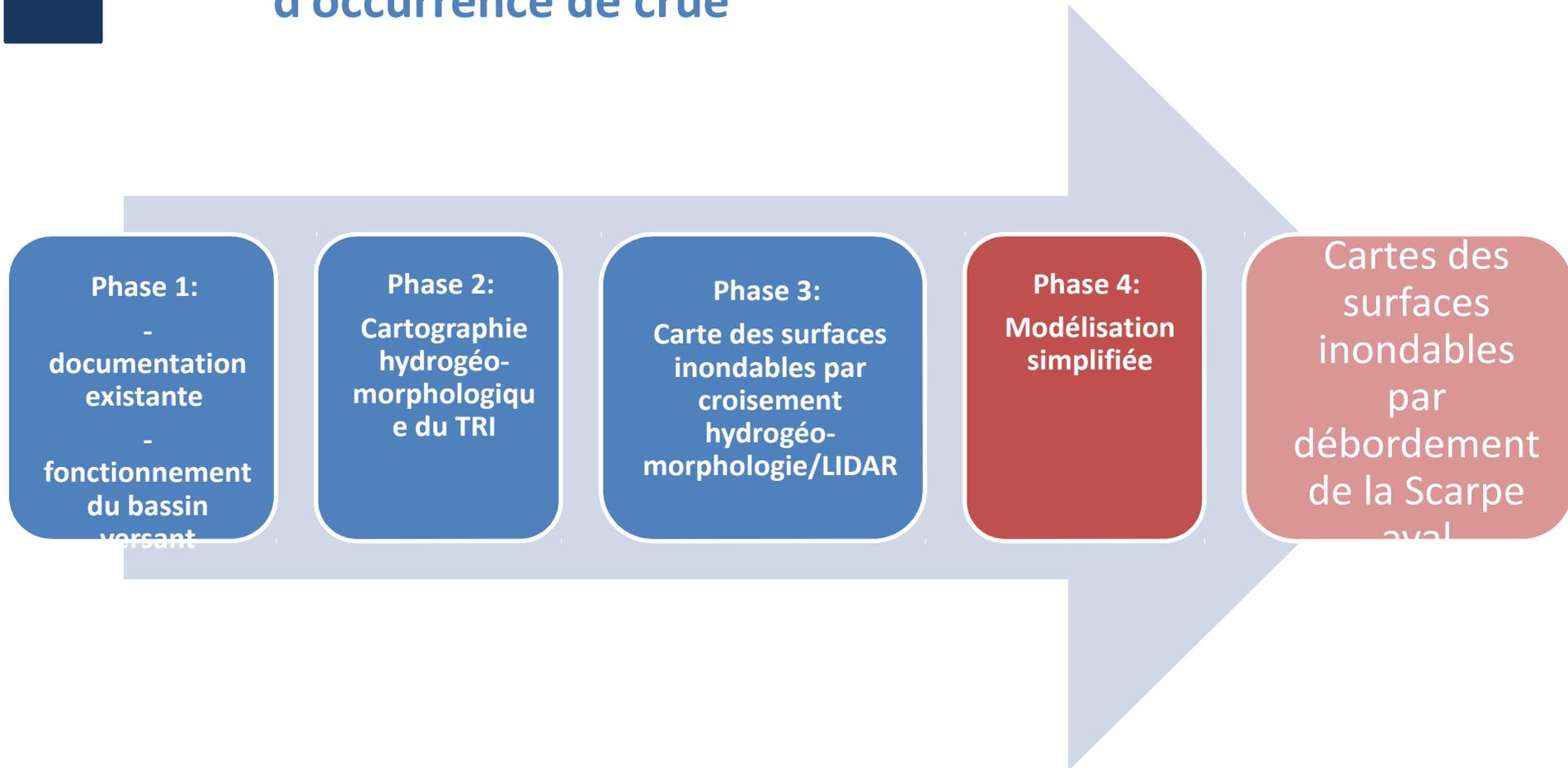
→ **Grille des hauteurs d'eau**



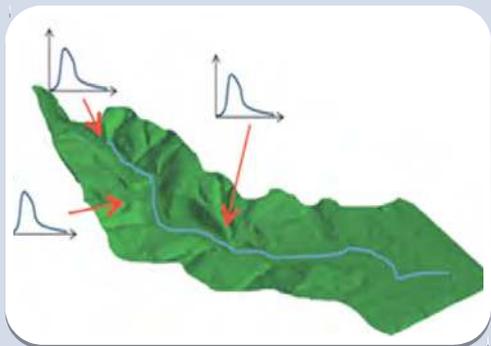
Interpolation de profils en travers dont la cote d'eau est fixée



Elaboration des cartes de surfaces inondables et des cartes des risques dans les TRI pour trois probabilités d'occurrence de crue

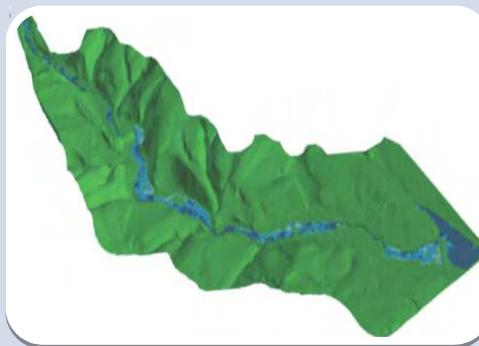


Étapes de la modélisation hydraulique



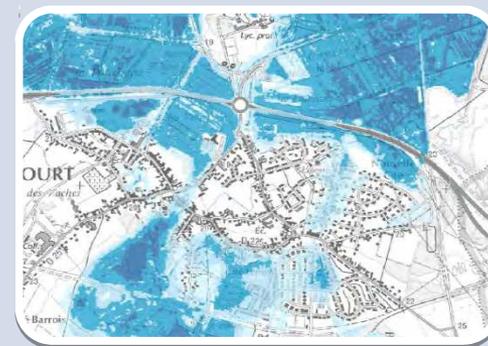
Analyse hydrologique

- Détermination des hydrogrammes de crue (Q10, Q100, Q1000)
- Points clefs du bassin versant



Simulation hydraulique

- Injection des hydrogrammes de crue
- Modélisation des cours d'eau
- Calcul des écoulements et des débordements



Cartographie des inondations

- Emprise des inondations
- Hauteurs de submersion

Analyse hydrologique (Bureau d'Études DHE)

Stations hydrométriques:

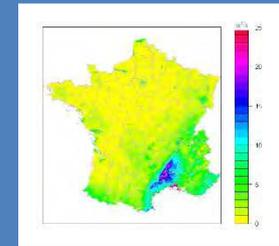
2 stations fiables sur 14 (BV de la Scarpe aval et de l'Escaut)

- Maulde (Escaut)
- Mortagne-du-Nord (la Scarpe aval)



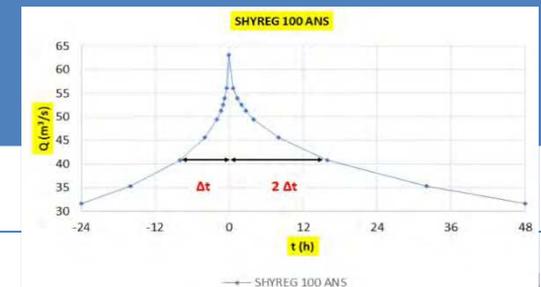
Choix d'une méthode régionale SHYREG

- adaptée aux bassins non jaugés
- Générateur régional de pluie / Transformation pluie-débit
- Cartographie des débits de pointes

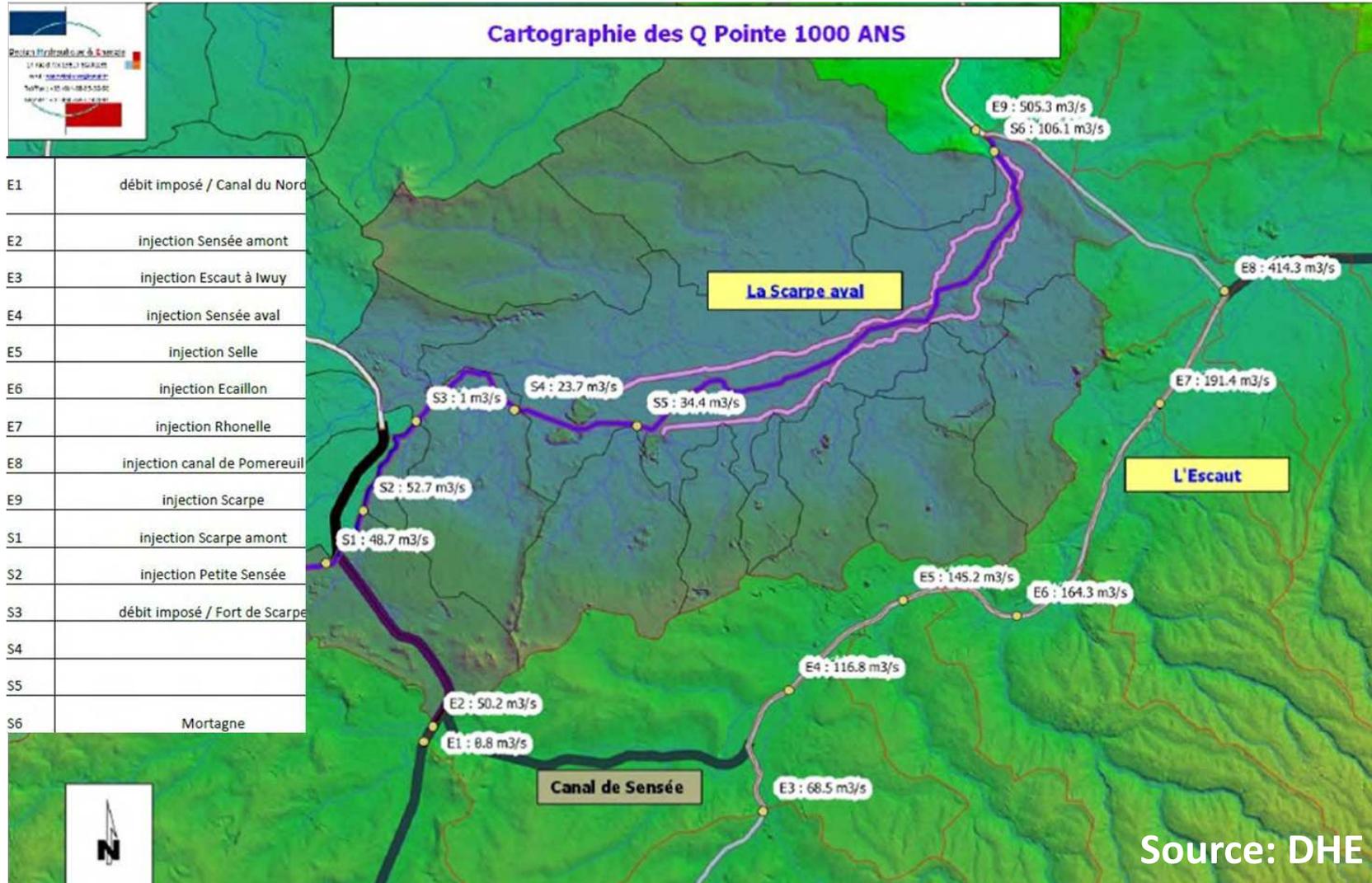


Hydrogrammes de crue pour les occurrences:

- Fréquente (Q10)
- Rare (Q100)
- Extrême (Q1000)



Analyse hydrologique: nœuds d'injection des hydrogrammes



Méthodologie de la modélisation: Approche 1D/2D

Écoulements dans le lit mineur des cours d'eau (1D)

- Modèle unidimensionnel
- Calcul hydraulique dans une succession de profils en travers (sections de cours d'eau) reliés par des liens et éventuellement des ouvrages

Débordements des cours d'eau (2D)

- Approche bidimensionnelle
- Maillage de calcul (mailles triangulaires irrégulières) représentant la topographie du lit majeur

Méthodologie de la modélisation: Approche 1D/2D

Ecoulements dans le lit mineur des cours d'eau (1D)

- Modèle unidimensionnel
- Calcul hydraulique dans une succession de profils en travers (sections de cours d'eau) reliés par des liens et éventuellement des ouvrages

- des profils en travers issus de levés terrestres
- des coupes/dossiers d'ouvrages
- levés topographiques continu du haut de berge

Débordements des cours d'eau (2D)

- Approche bidimensionnelle
- Maillage de calcul (mailles triangulaires irrégulières) représentant la topographie du lit majeur

Méthodologie de la modélisation: Approche 1D/2D

Ecoulements dans le lit mineur des cours d'eau (1D)

- Modèle unidimensionnel
- Calcul hydraulique dans une succession de profils en travers (sections de cours d'eau) reliés par des liens et éventuellement des ouvrages

- des profils en travers issus de levés terrestres
- des coupes/dossiers d'ouvrages
- tracé du haut de berge

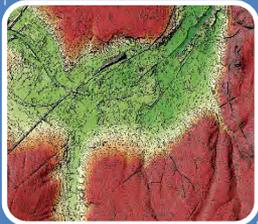
Débordements des cours d'eau (2D)

- Approche bidimensionnelle
- Maillage de calcul (mailles triangulaires irrégulières) représentant la topographie du lit majeur

- un MNT (chaque maille reçoit les informations altimétriques du MNT)

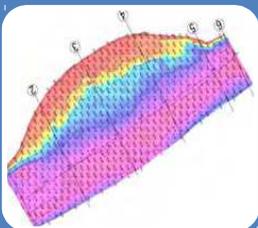
Les données disponibles

Données topographiques



Modèle Numérique de Terrain

- MNT CG59: mailles de 5 m / précision 20 cm
- LIDAR Scarpe: mailles de 5 m / précision < 10 cm (données plus fines pour les hauts de berges)



Données bathymétriques VNF

- Données disponibles pour la Sensée / l'Escaut / une partie du canal de dérivation de la Scarpe, du canal de jonction et de la Scarpe moyenne



Profils en travers de la Scarpe aval

- Géolocalisation et import des profils du modèle SOGREAH de l'AZI Scarpe aval

Les limites

Précision variable dans les zones de végétation

Hypothèses pour les secteurs non couverts

- Profils trapézoïdaux

- Cote du fond:

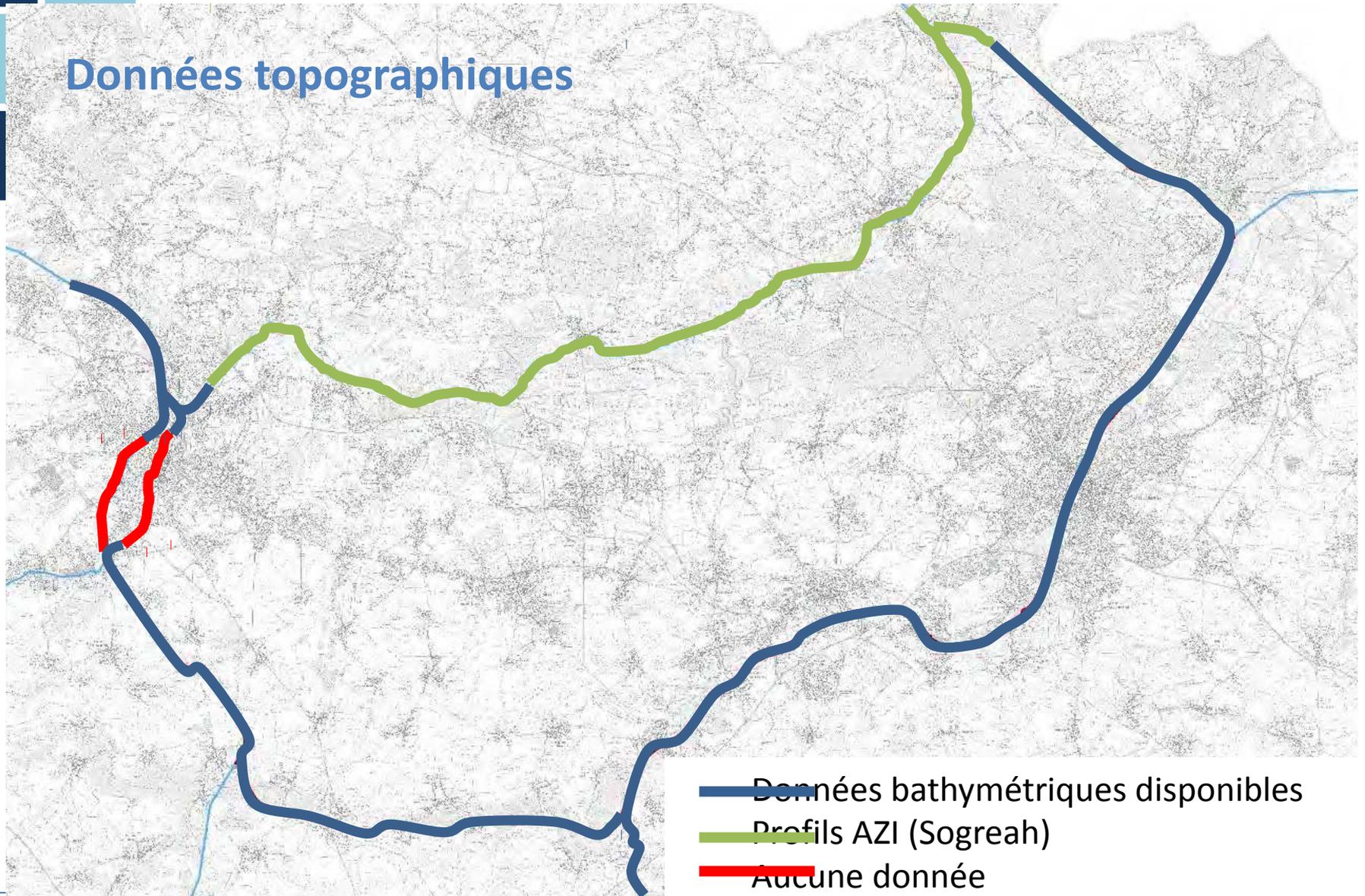
NNN – 2,20 (petit gabarit)

NNN – 4,20 (grand gabarit)

Données non disponibles au format SIG

Géolocalisation entraîne des incertitudes sur la position des profils

Données topographiques



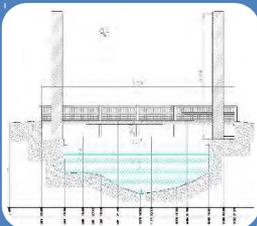
Les données disponibles

Données d'ouvrages



Ecluses

- Dossiers d'ouvrages pour les écluses de la Scarpe moyenne sauf **Fort de Scarpe**
- Levés géométriques pour les écluses de la Scarpe aval sauf **Thun** (cote radier et cote supérieure du barrage disponibles)



Ponts

- Levés de géomètre pour 13 ponts de la Scarpe aval



Stations de relevage

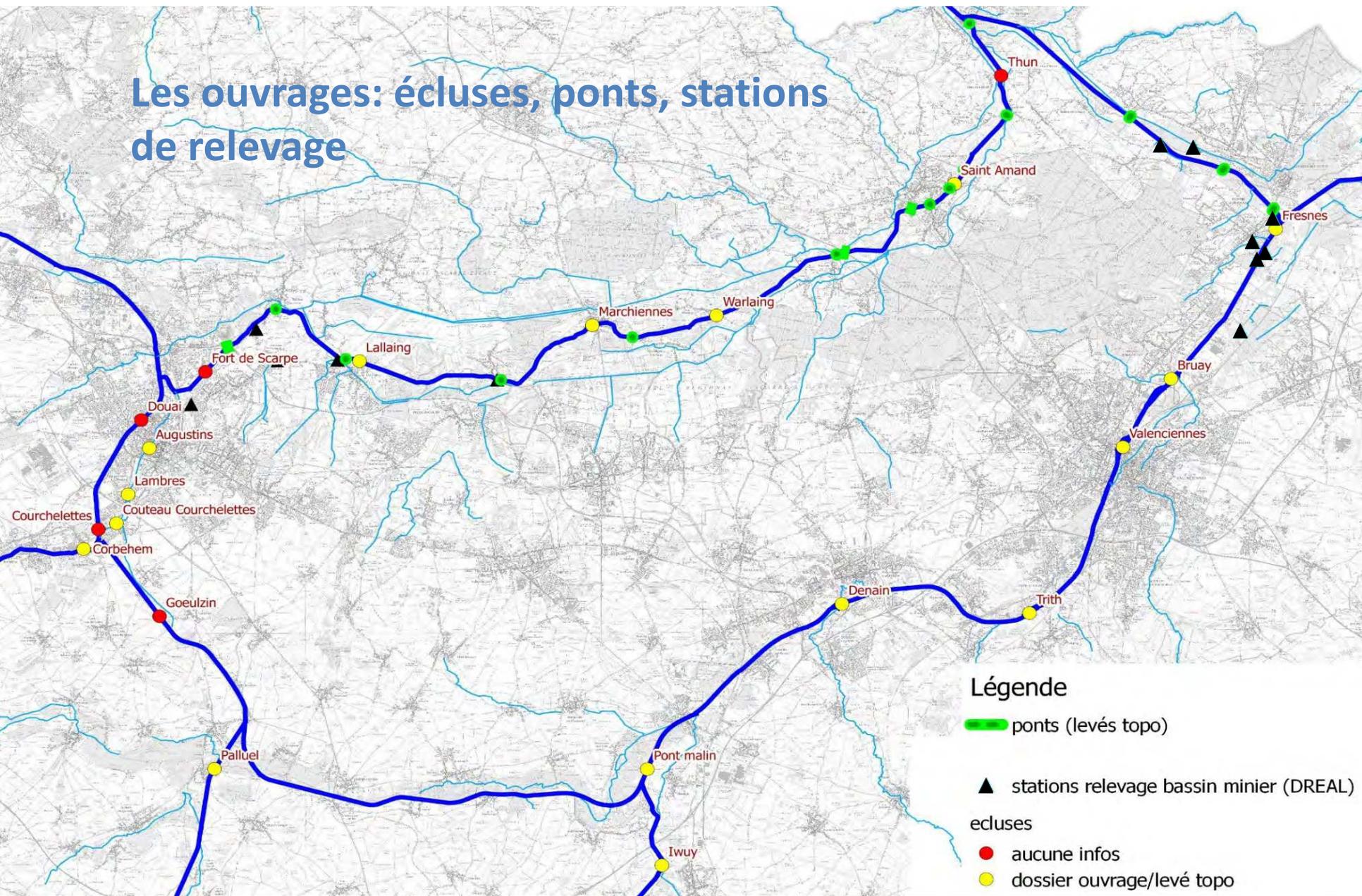
- Relevage des eaux des cuvettes du bassin minier → capacité nominale de 16 stations de relevage

Les limites

Dimensions non disponibles des écluses:

- **Goelzin**
- **Courchelettes**
- **Douai**
- **Thun**

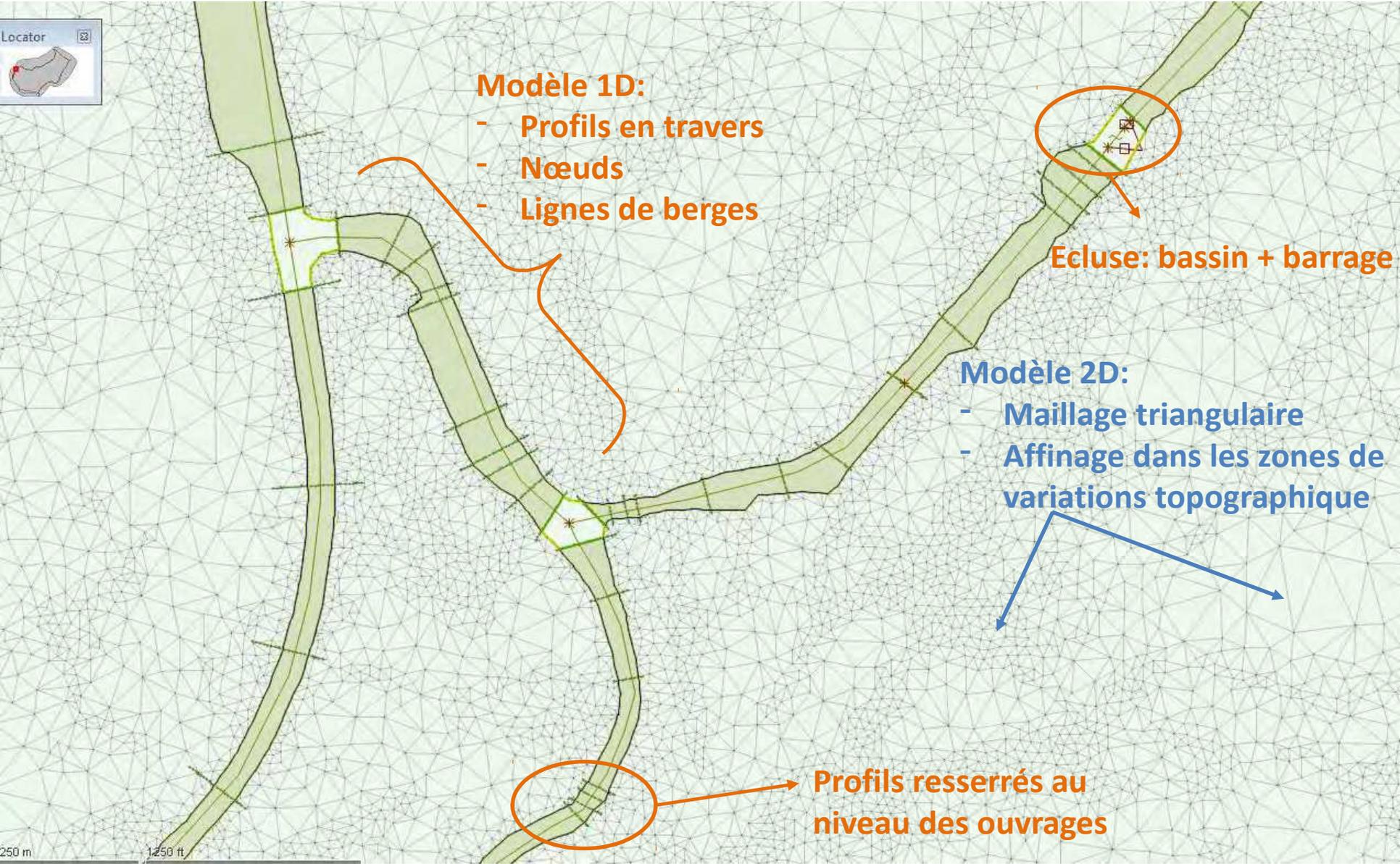
Les ouvrages: écluses, ponts, stations de relevage



Légende

- ponts (levés topo)
- stations relevage bassin minier (DREAL)
- écluses**
 - aucune infos
 - dossier ouvrage/levé topo

Le modèle: couplage 1D/2D



Les ouvrages

Barrages des écluses ouverts:

- Vannes ouvertes
- Clapets abaissés

Trois écluses totalement fermées:

- Goeulzin
- Courchelettes
- Douai

Les conditions aux limites

Conditions aux limites aval:

* **Frontière belge à l'aval de la confluence Scarpe/Escaut**

H proche de la hauteur de débordement

H=16m NGF

(en accord avec la loi hauteur-débit Sogreah au droit de l'écluse de Kain)

* **Canal de la Deule**

Hauteur de débordement (dossier d'ouvrage de l'écluse de Don)

H= 21,98 m NGF

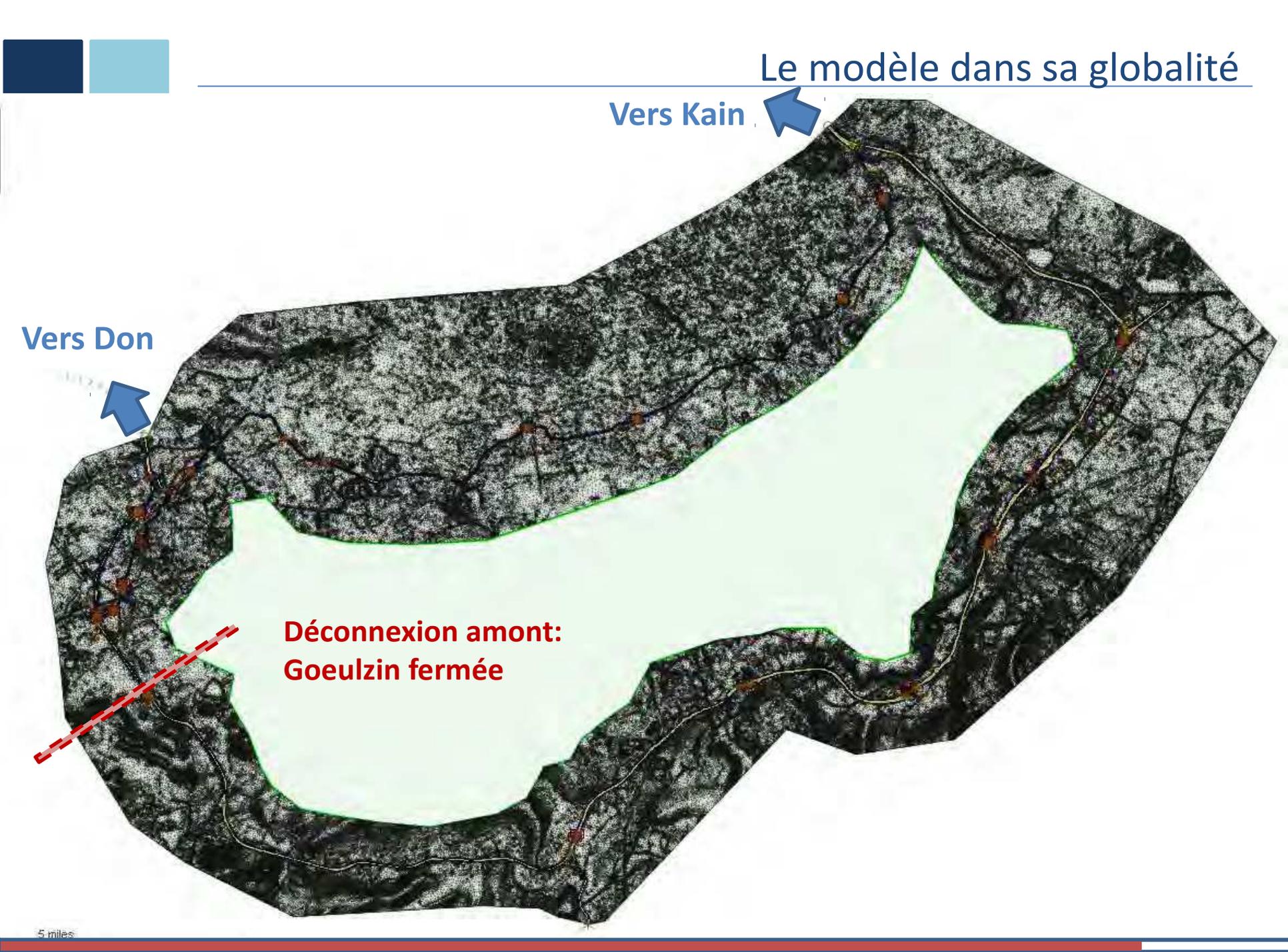


Le modèle dans sa globalité

Vers Kain 

Vers Don 

**Déconnexion amont:
Goeulzin fermée**



Les limitations du modèle

Données bathymétriques manquantes

Hypothèses sur les profils en travers → peut induire des incohérences avec les cotes radier des ouvrages

Géolocalisation des profils du modèle Sogreah de l'AZI

Données topographiques (MNT fin et CG59): hauts de berge

Précision moindre dans les zones de végétation (filtrage)

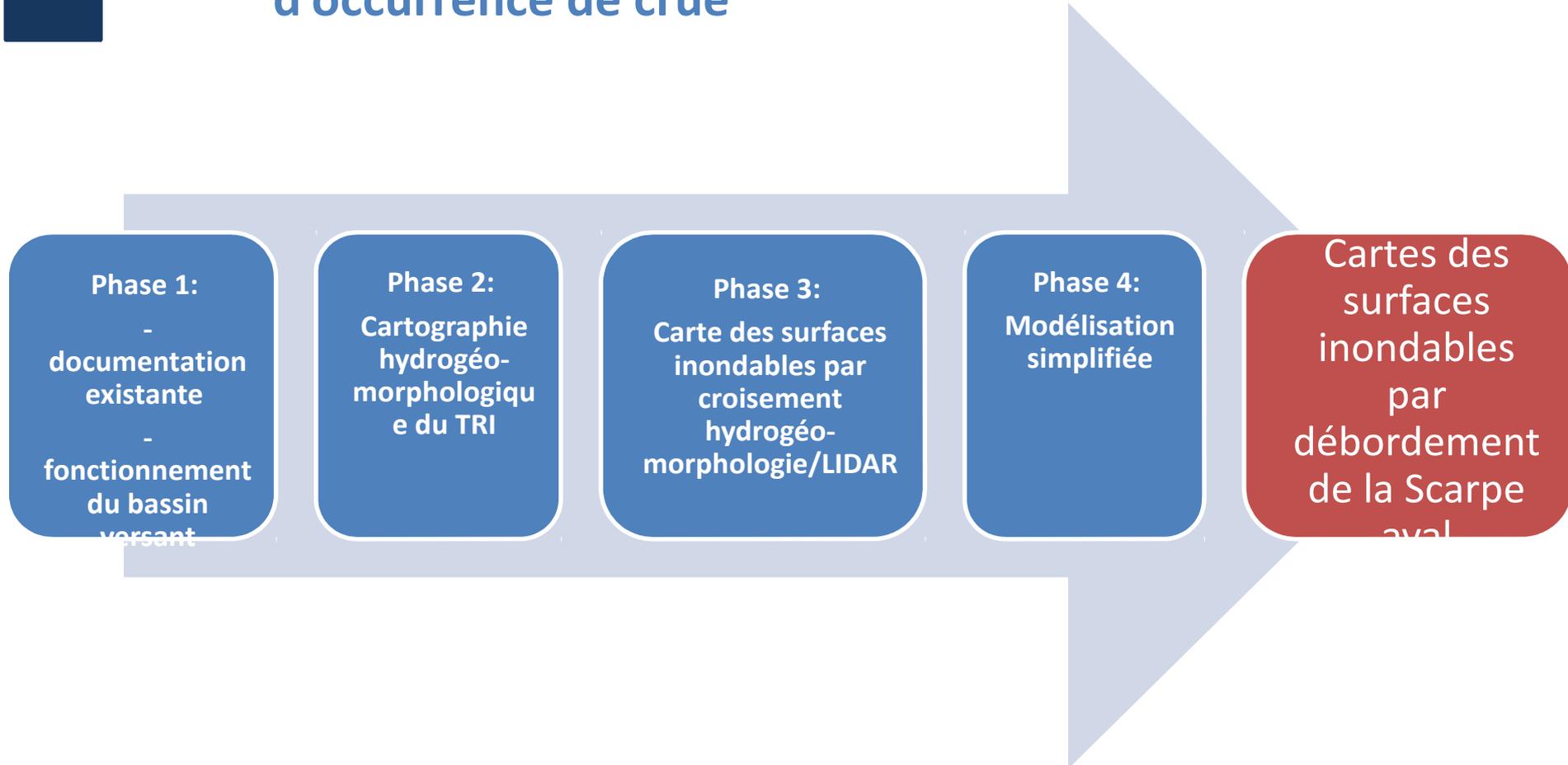
Echanges hydrologiques complexes du réseau secondaire non pris en compte par l'hydrologie

Éléments de calage

Confrontation des résultats avec des éléments réels:

- * **Cotes de premier débordement:** vérifiées pour les biefs dont la cote est disponible (dossier d'ouvrage)
- * **Cohérence des cotes d'eau modélisées avec le NNN**
- * **Limites du lit majeur hydrogéomorphologique pour le scénario extrême**

Elaboration des cartes de surfaces inondables et des cartes des risques dans les TRI pour trois probabilités d'occurrence de crue

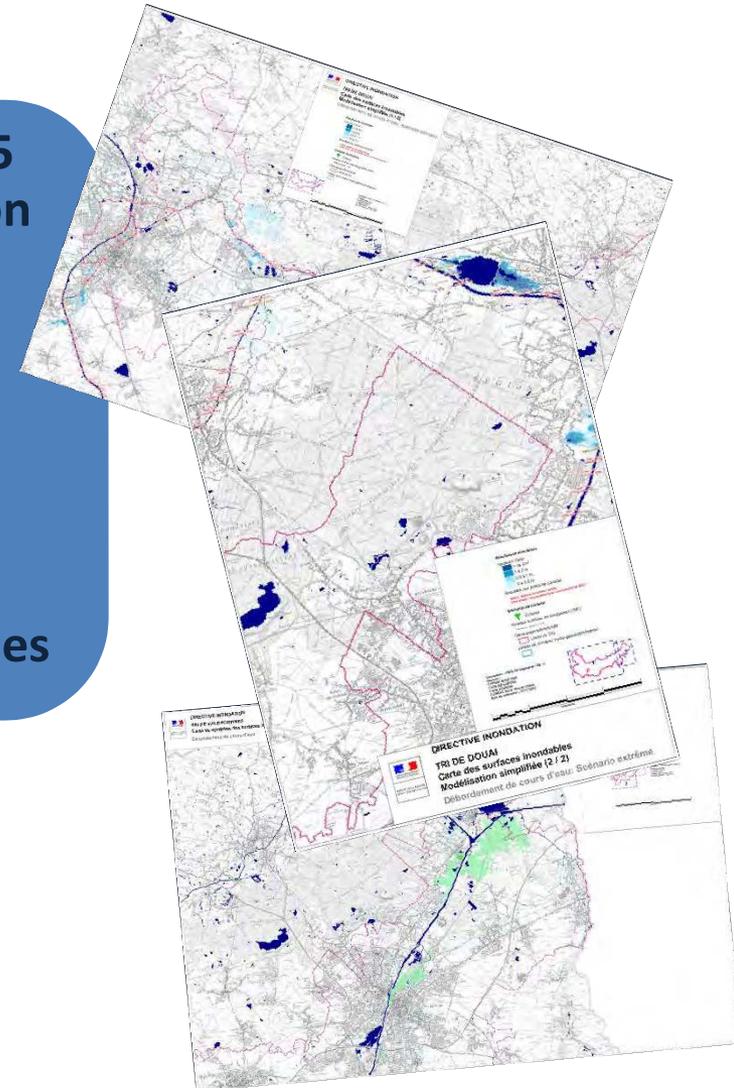


Les cartes

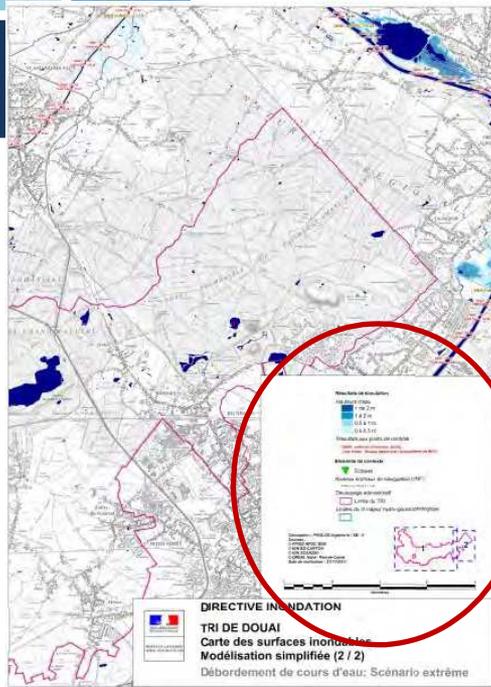
3 cartes des surfaces inondables au 1/25 000e donnant les hauteurs de submersion pour:

- Scénario fréquent (Q10)
- Scénario moyen (Q100)
- Scénario extrême (Q1000)

1 carte de synthèse des surfaces inondables au 1/25 000e

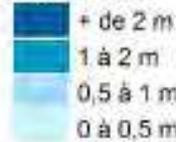


Lecture de la carte



Résultats de simulation

Hauteurs d'eau



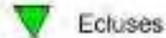
→ Hauteurs de submersion

Résultats aux points de contrôle

Levier : débit en lit mineur (m³/s)
Cote d'eau : niveau atteint par l'écoulement (m NGF)

→ Débit et cote d'eau aux points de contrôle

Éléments de contexte



Ecluses

Niveaux normaux de navigation (VNF)

MNM (m NGF) : XX

Découpage administratif

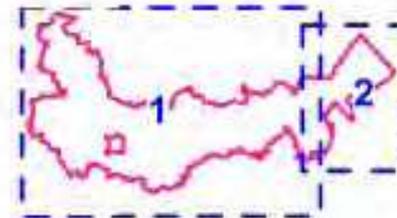
Limite du TRI

Limites du lit majeur hydro-géomorphologique

→ Écluses et NNN

→ Limite du TRI et du lit majeur

Conception : PROLOG Ingénierie / SB - 0
Sources :
© PPIGE NPDC 2009
© IGN BD CARTO®
© IGN SCAN25®
© DREAL Nord - Pas-de-Calais
Date de réalisation : 21/11/2013



→ planchage



→ échelle

Lecture de la carte de synthèse

Probabilité de la crue

-  Crue de faible probabilité
-  Crue de moyenne probabilité
-  Crue de forte probabilité

Emprise des zones inondables pour les scénarios:

- Fréquent (probabilité forte)
- Moyen (probabilité moyenne)
- Extrême (probabilité faible)

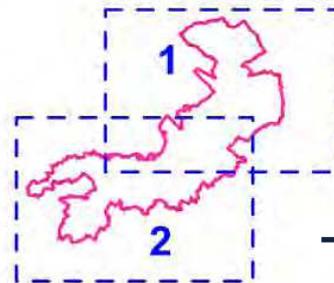
Découpage administratif

-  Limite de TRI

Limites du lit majeur hydro-géomorphologique

- 

Limite du TRI et du lit majeur

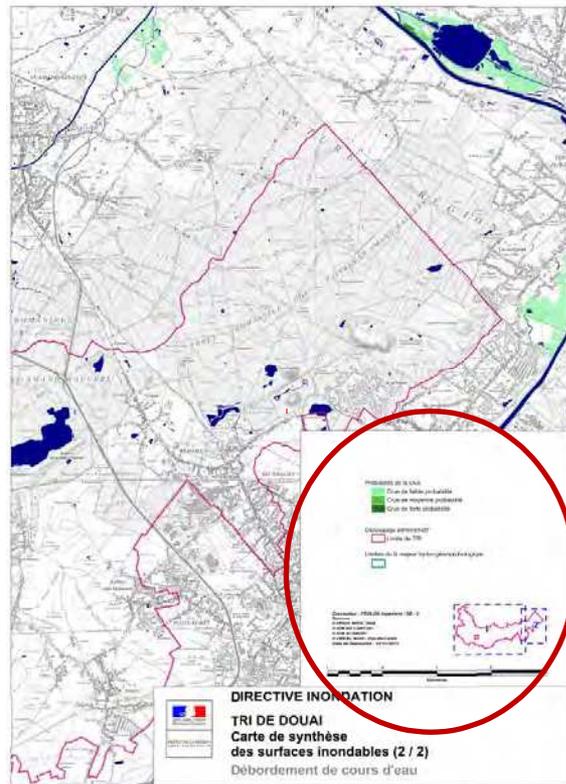


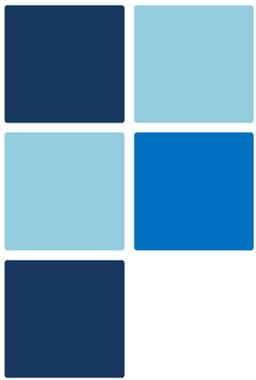
Conception : PROLOG Ingénierie / SB - 0
Sources :
© PPIGE NPDC 2009
© IGN BD CARTO®
© IGN SCAN25®
© DREAL Nord - Pas-de-Calais
Date de réalisation : 21/11/2013

planchage



échelle





Merci pour votre attention