

# La donnée LIDAR sur le Rhône

## Elaboration et utilisations jusqu'à la cartographie des zones inondables

**Pascal BILLY – Amaury Valorge**  
DREAL Rhône-Alpes – Service Prévention des Risques –  
Mission Rhône

**Journée technique**  
**16 décembre 2014**

Présent  
pour  
l'avenir



# Le positionnement de la DREAL Rhône-Alpes

## Le Service Prévention des Risques

- Animation de la politique de Prévention des risques (naturels et technologiques)
- Animation des programmes d'action (PAPI)
- Unités chargées du contrôle : digues, installations classées
- Services de Prévision des Crues
- Mission Rhône

## La Mission Rhône :

- Mise en œuvre, animation du volet « inondations » du Plan Rhône
- Sécurisation des ouvrages de protection, gestion hydraulique, vulnérabilité, connaissances et culture du risque
- Mise en œuvre de la Doctrine Rhône sur les Plans de Prévention des Risques inondation du Rhône
- + Mise en œuvre de la Directive Inondation : les TRI du Rhône.

## Une particularité de la Mission Rhône :

- Impliquée dans la production de données hydrauliques et de données d'aléa
- Impliquée dans la production de cartographies des zones inondables : aléa de référence cartographies d'aléa et de risques (enjeux) sur les TRI, documents gestion de crise
- Impliquée dans méthodologies.

# La donnée LIDAR sur le Rhône

## **Pour construire et mettre en œuvre une stratégie de gestion du risque :**

- outils hydrauliques

- données de représentation du lit du fleuve

>> initialisation d'une opération de production de données topographiques et d'un MNT engagée dès 2005.

## **Réponse d'IGN :**

- production en tant que maître d'ouvrage de la donnée MNT et de données complémentaires (objets géographiques) : lignes de ruptures, crêtes et pieds de talus et de digues, points cotés

- opération subventionnée et pilotée dans le cadre du partenariat Plan Rhône (Régions, Agence de l'eau, Etat et FEDER Plan Rhône).

- premiers travaux de restitution de levers LIDAR par IGN : XXXX km<sup>2</sup>

- coût total de la BDT Rhône : 5 M€

>>> réalisée entre 2008 (secteurs tests) et 2010 sur l'ensemble du Rhône

## **Un outil à la disposition de l'ensemble des acteurs :**

- collectivités et services publics

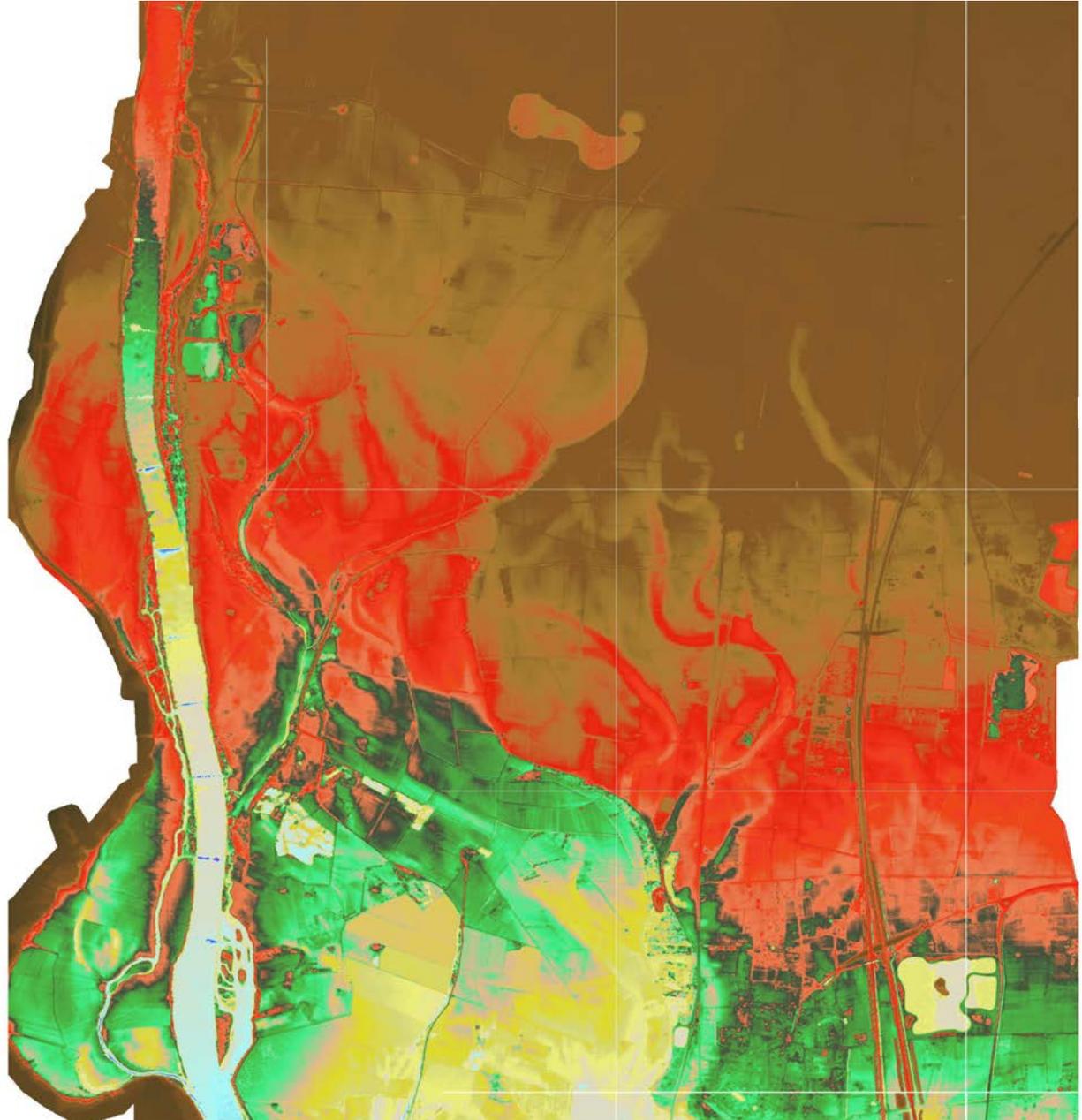
- organismes de recherche et d'enseignement

>>> dans le cadre de la convention de partenariat IGN – Plan Rhône.

# La donnée LIDAR sur le Rhône

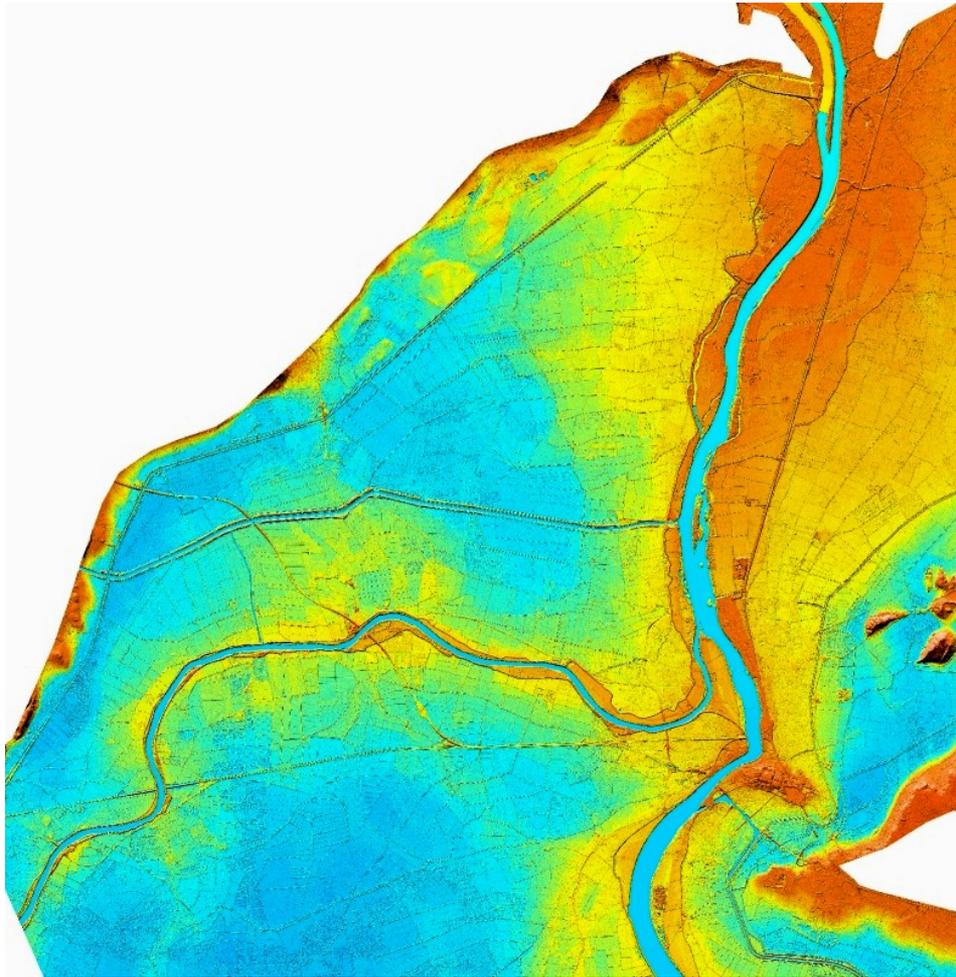
**Un aperçu nouveau du territoire :**

- paléo-lônes dans une plaine cultivée depuis des siècles**
- terrasses alluvionnaires**



# La donnée LIDAR sur le Rhône

Exemples de données :



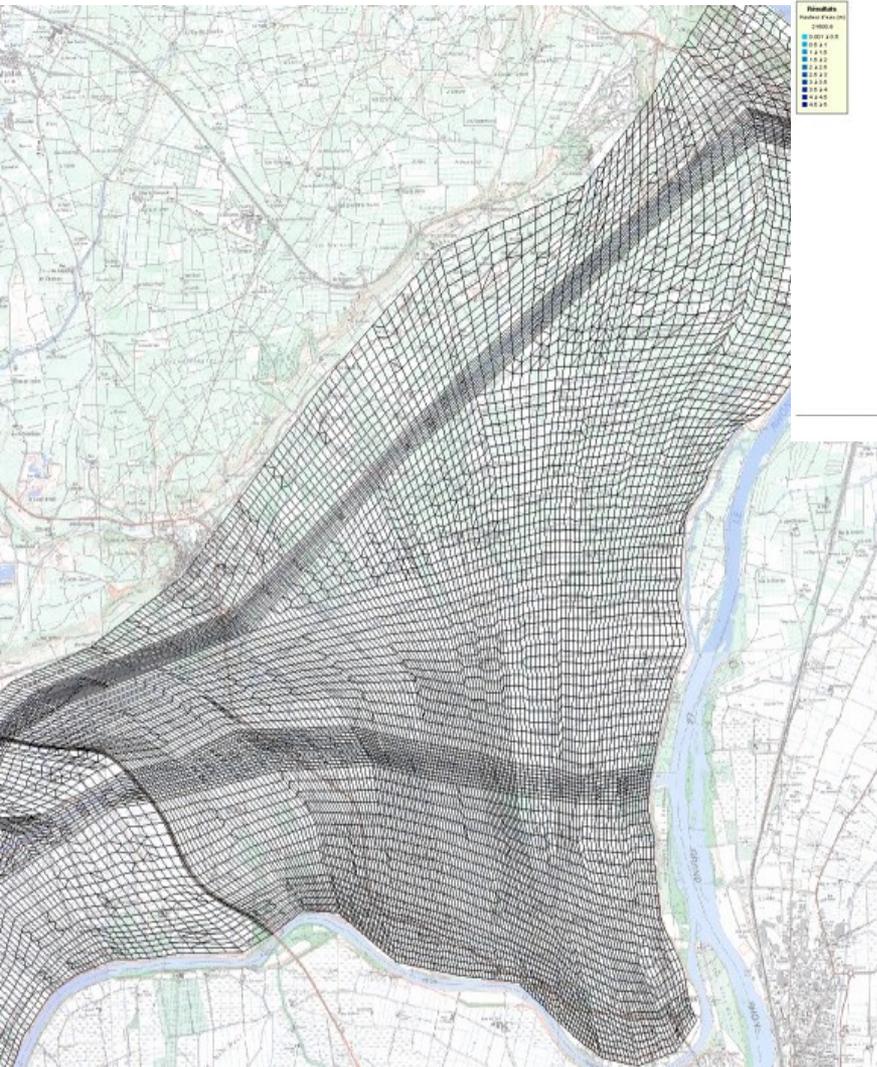
Le MNT au pas de 2m



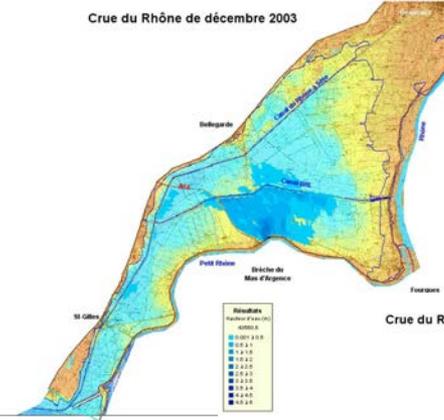
Les objets géographiques

# La donnée LIDAR sur le Rhône

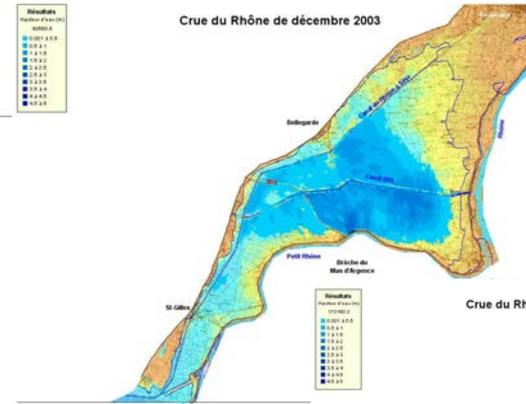
## Première utilisation : la modélisation hydraulique :



Cruce du Rhône de décembre 2003



Cruce du Rhône de décembre 2003



Cruce du Rhône de décembre 2003

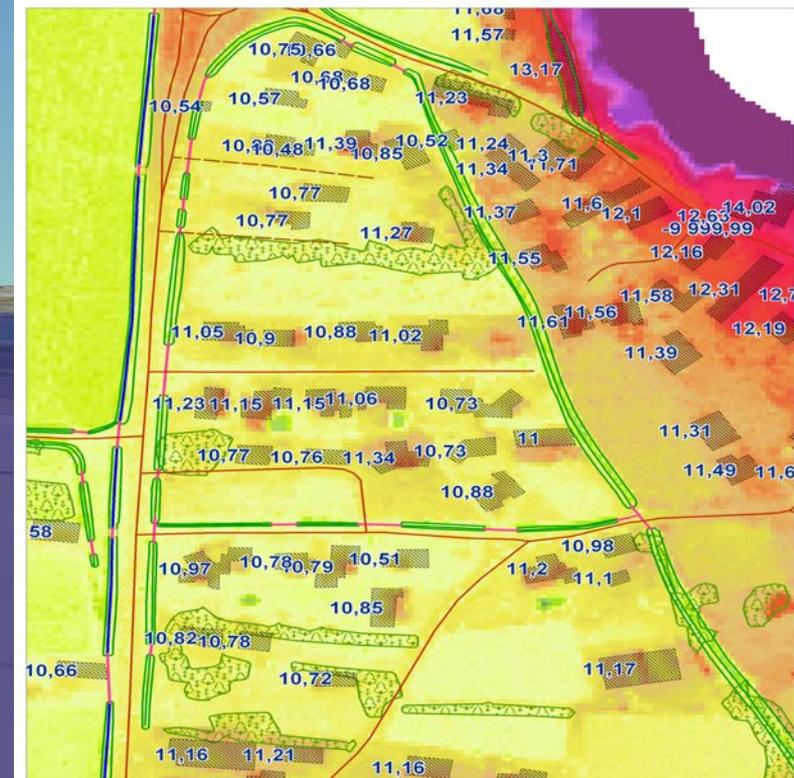
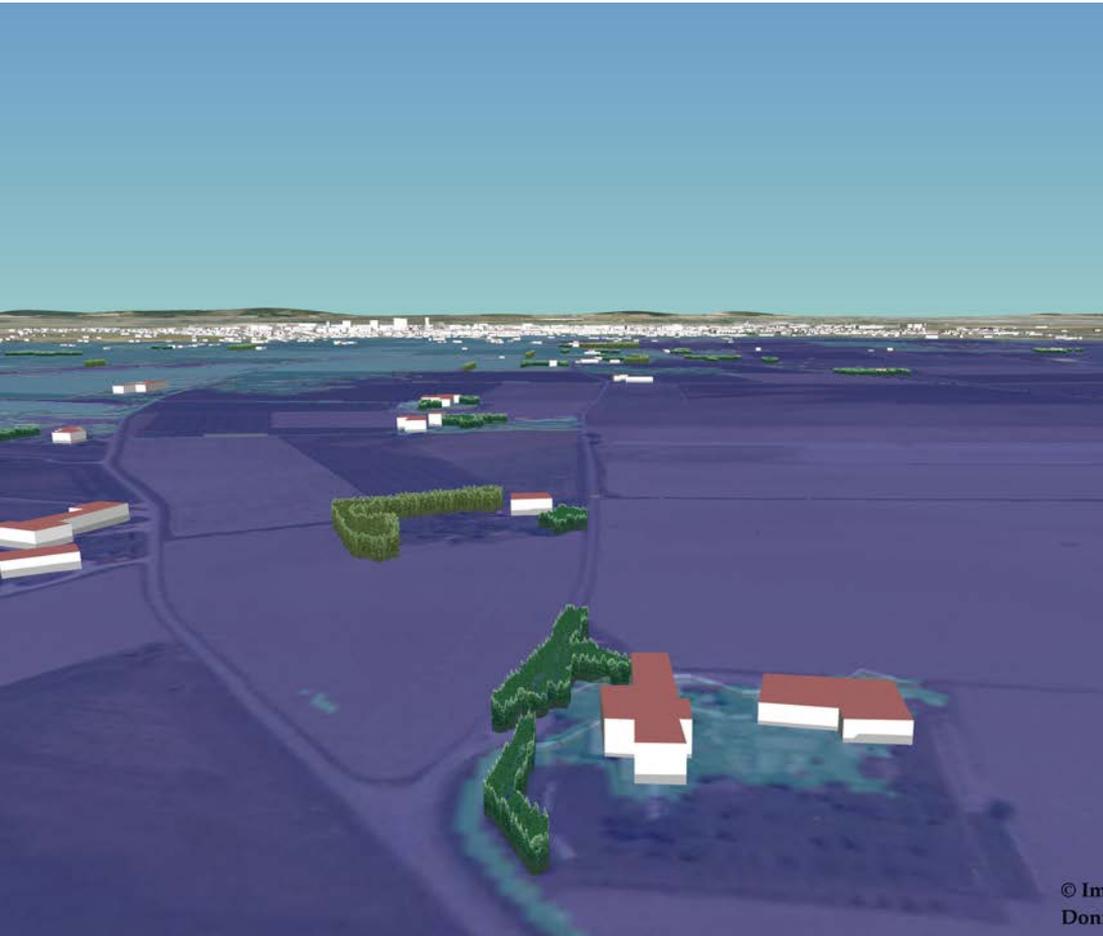


Maillage d'un modèle hydraulique 2D

Amélioration des capacités de modélisation imputable à la bonne représentation des volumes et des axes d'écoulement

# La donnée LIDAR sur le Rhône

**Autres utilisations : analyses vulnérabilité, géovisualisations 3D**



© Image F. Jacquinod  
Données CNR, IGN

**Indication d'altitude du TN  
par bâtiment**

Autres représentation : réalité augmentée.

# Cartographie des zones inondables du Rhône

## **Une production abondante de cartographie des zones inondables :**

- Les plans de Prévention des Risques inondation (PPRi)
- La Directive inondation
- La prévision des inondations (mission des Directions Départementales des Territoires)
- Les études pour la gestion des risques, des ouvrages de protection...

## **Tous types de données à exploiter :**

- Données hydrauliques plus ou moins directement exploitables issues de modélisations
  - Cartographies existantes
  - Autres approches : géomorphologie
- + généralisation des données topographiques de type LIDAR produisant des MNT avec définition fine.

## **Mais un développement limité des méthodes d'élaboration des cartographies :**

- Étapes de génération peu décrites
- Peu de préoccupation des formats de rendu ou la topologie des rendus
- Peu d'anticipation sur la diversification des utilisations des informations cartographiques sur les zones inondables.

# Cartographie des zones inondables du Rhône

## Définition des besoins :

### - Traiter les données hydrauliques de tous types produites par les modélisations :

- Niveaux par profils
- Niveaux par casiers ou par mailles

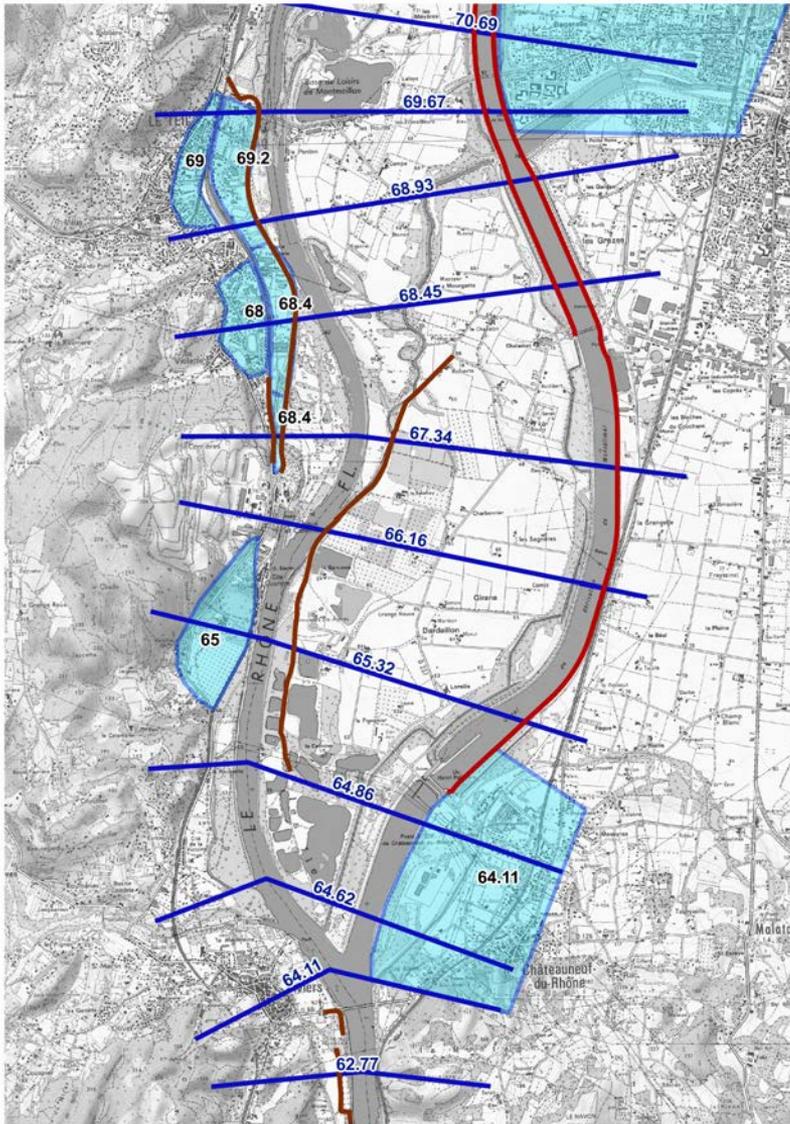
### - Intégrer des éléments d'analyse du fonctionnement :

- Zones protégées
- Zones de remontées
- Zones non connectées
- Liaisons à capacités limitées...

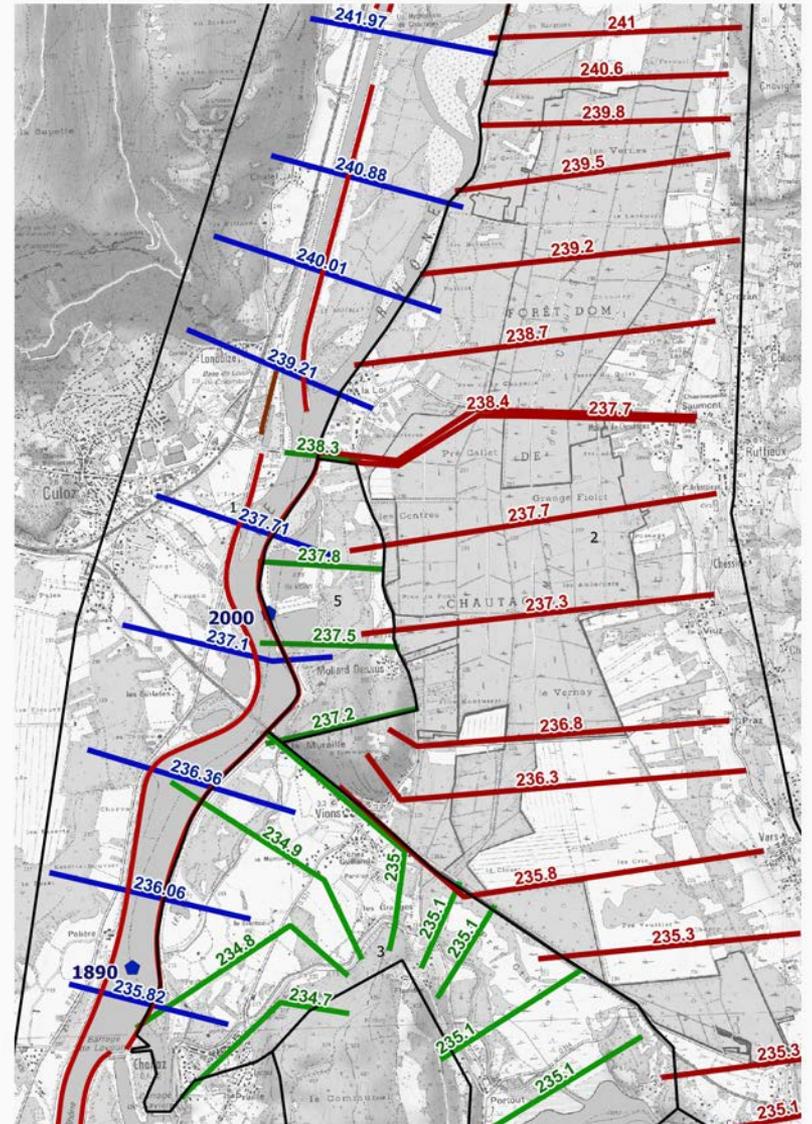
### - Paramétrer les éléments d'analyse pour reproductibilité des traitements

### - Définir et paramétrer les différents types de résultats obtenus :

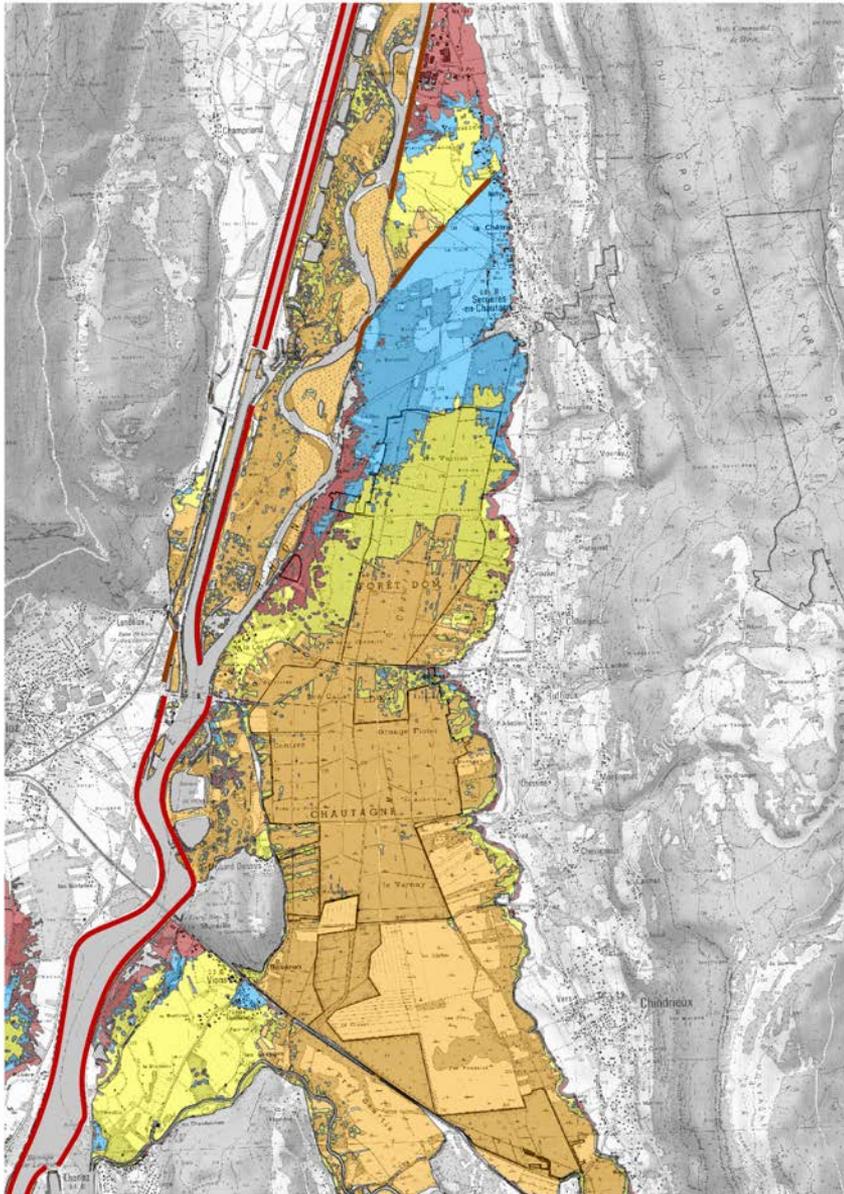
- Résultats raster > conservation de la donnée de base
- Résultats vecteurs > rationaliser les données génération des cartographies



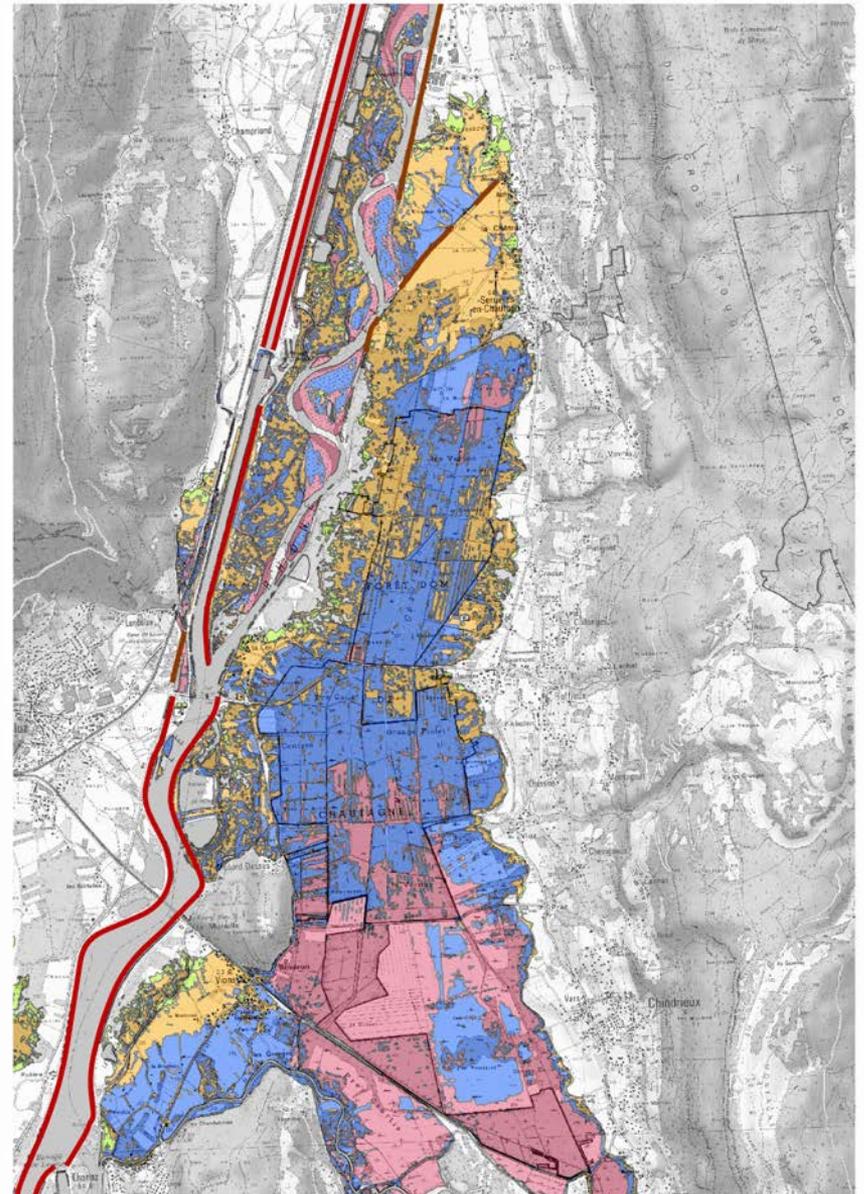
**Données hydrauliques : niveaux par profils, casiers de remontées**



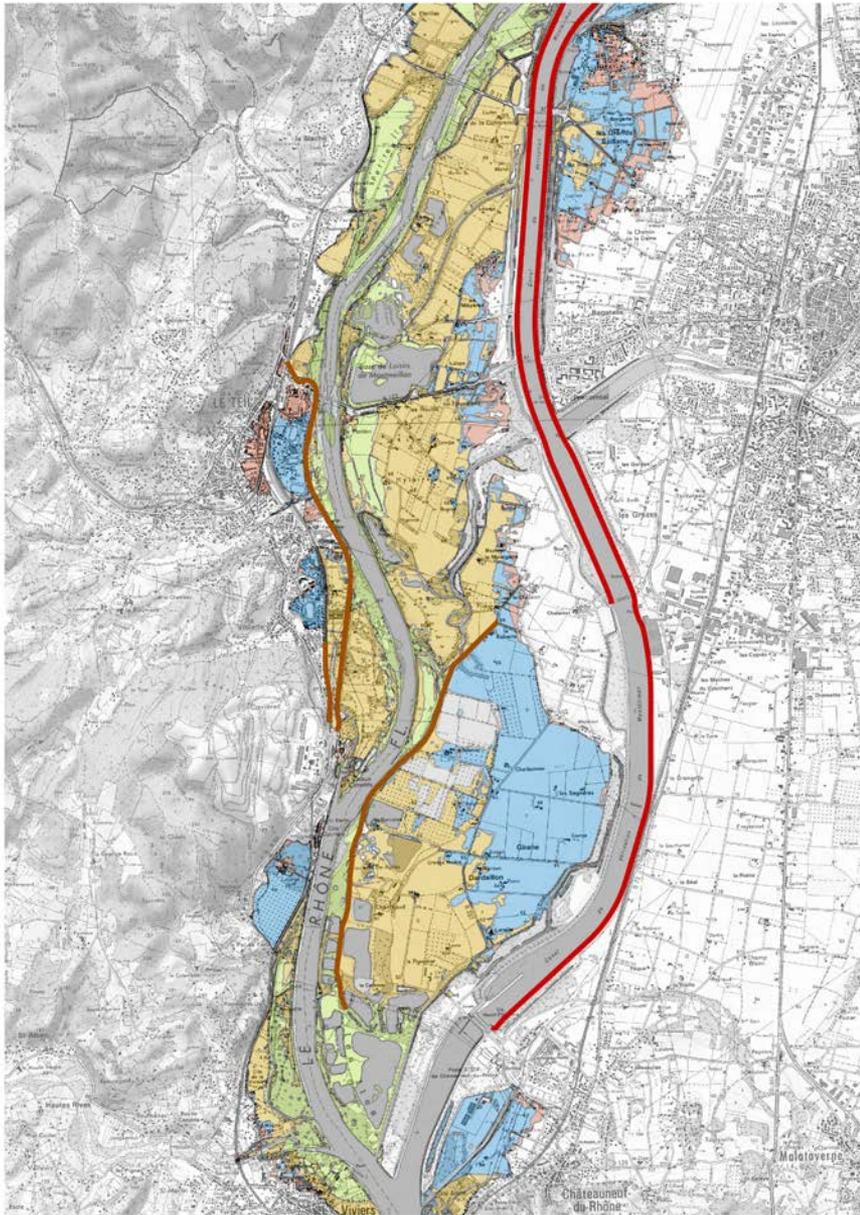
**Adaptation des données hydrauliques : lit majeur complexe, ouvrages**



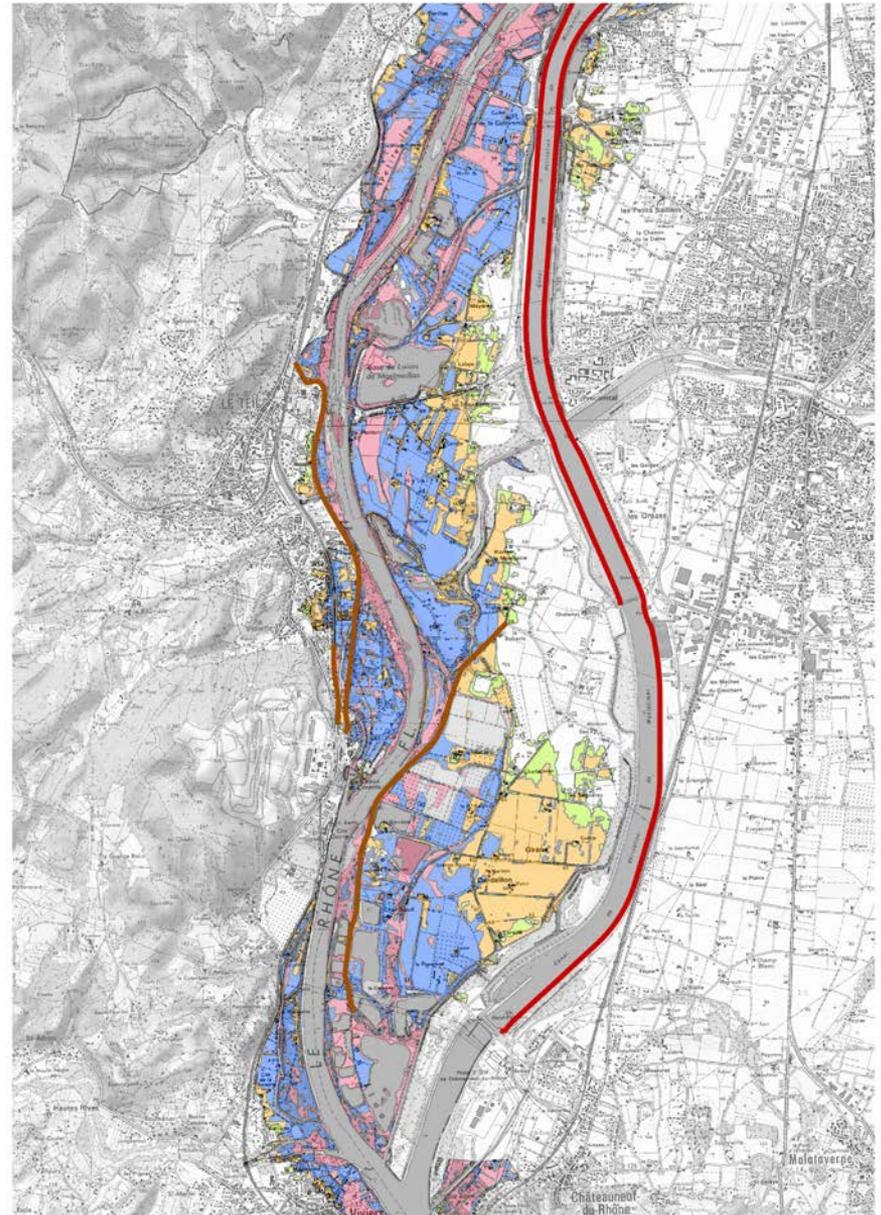
**Enveloppes scénarios progressifs**



**Classes de hauteurs d'eau par scénario**



**Enveloppes scénarios progressifs**



**Classes de hauteurs d'eau par scénario**

# Cartographie des zones inondables du Rhône

## La démarche conduite à la DREAL Rhône-Alpes :

### - Outils pour réaliser tout le processus de cartographie des zones inondables du Rhône :

- Modèle hydraulique CNR (1D à casiers)
- MNT LIDAR

+ recrutement d'un géomaticien pour production aux formats Directive Inondation

## Un aspect méthodologique primordial pour la qualité du processus :

### Itérations hydraulicien – géomaticien pour résoudre les points méthodologiques :

- Génération des Modèles numériques de surface d'eau et assemblage
- Définition des traitements et des modes de calcul
- Définition des formats de résultats

### - Principes directeurs

- Vérification possible des calculs sur données raster (repérage des erreurs dans les données)
- Intégration des éléments d'analyse-expertise
- Traitement des résultats pour obtenir une cartographie représentative, mais avec sens physique par rapport aux données de calcul utilisées.

# Les enjeux et solutions proposées

**Obtenir des couches « aléas » clés en main en répondant à différents critères :**

- Assurer une bonne topologie
  - Application d'une généralisation « à la demande »
  - Optimisation en terme de poids, maniabilité et structure des données
- ... des éléments très souvent oubliés dans les rendus**

Également :

- proposer un outil « simple » d'utilisation, automatique, paramétrable

**Quels outils à la DREAL ?**

- Utilisation traditionnelle de MapInfo avec Vertical Mapper
  - Environnement peu intéressant pour traiter du raster...
  - Données lidar difficiles à gérer
- Ouverture vers les solutions libres et OpenSource : QGIS et **GRASS** surtout
  - Gestion très performante des données (location/mapset) et traitements raster
  - Environnement topologique
  - Développement de modules relativement simples (python)

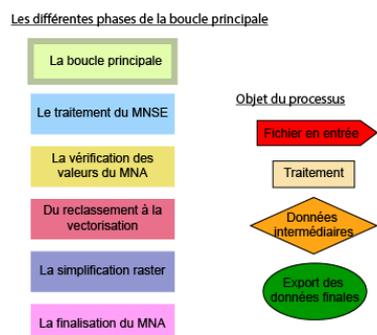
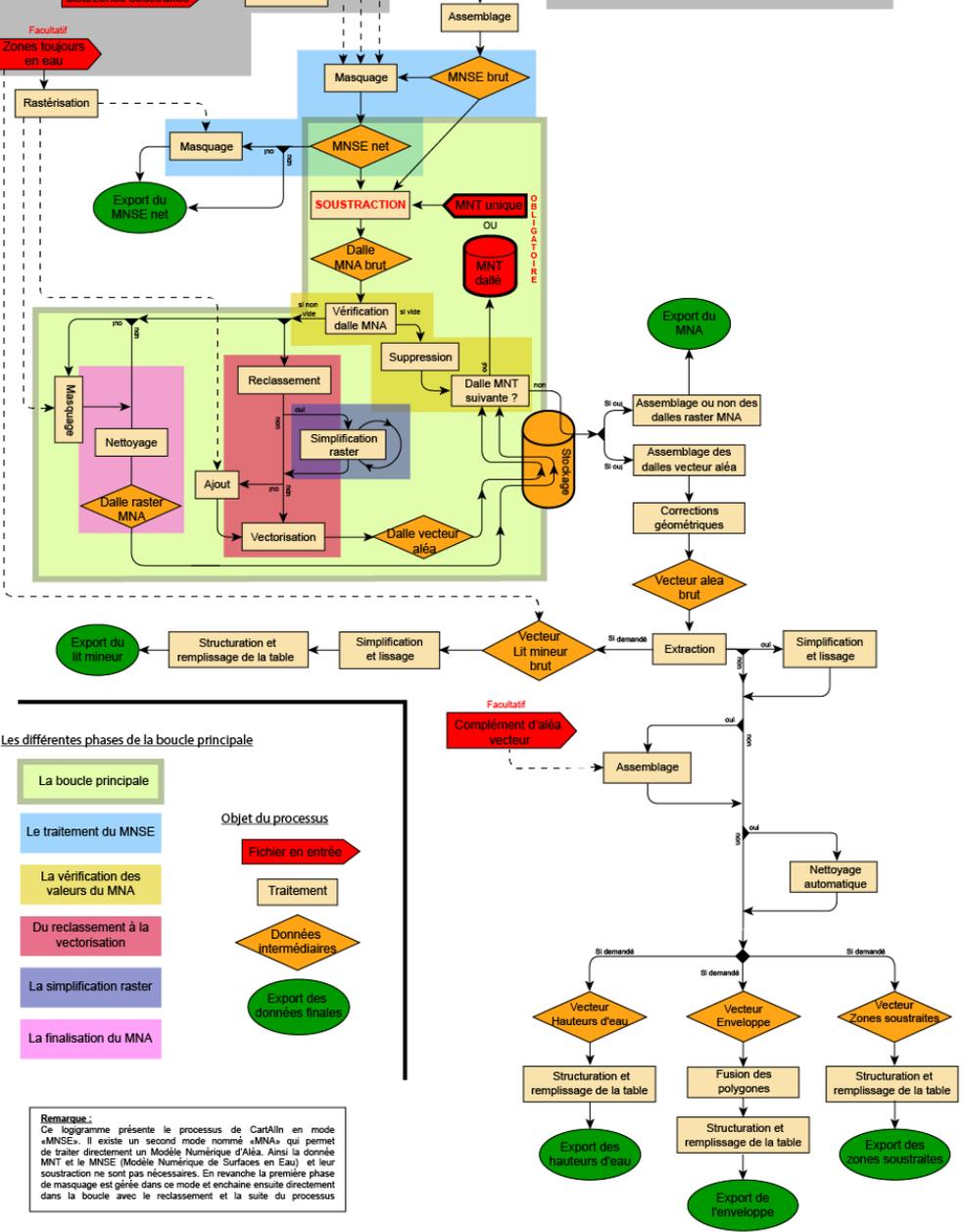
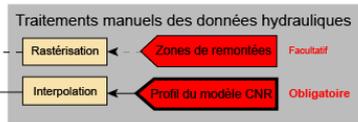
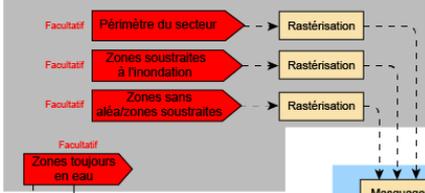
 Développement du module **CartAllIn**

**\*CARTographie de l'ALéa INondation\***

*Développé d'abord dans le cadre de la Directive « Inondation » sur le fleuve Rhône, puis réadapté pour la mission RDI*



Préparation manuels des données



**Remarque :**  
Ce logigramme présente le processus de CartAlln en mode «MNSE». Il existe un second mode nommé «MNA» qui permet de traiter directement un Modèle Numérique d'Aléa. Ainsi la donnée MNT et le MNSE (Modèle Numérique de Surfaces en Eau) et leur soustraction ne sont pas nécessaires. En revanche la première phase de masquage est gérée dans ce mode et enchaîne ensuite directement dans la boucle avec le reclassement et la suite du processus

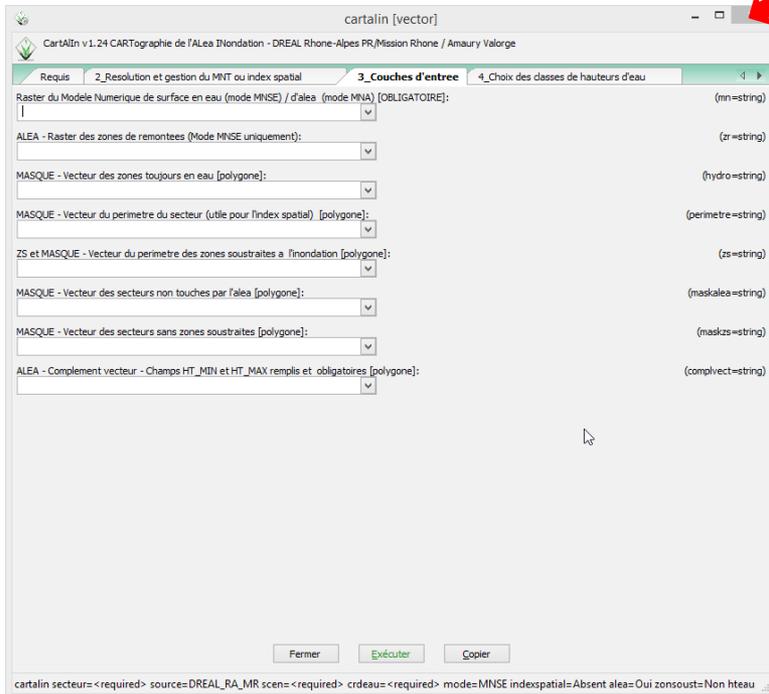
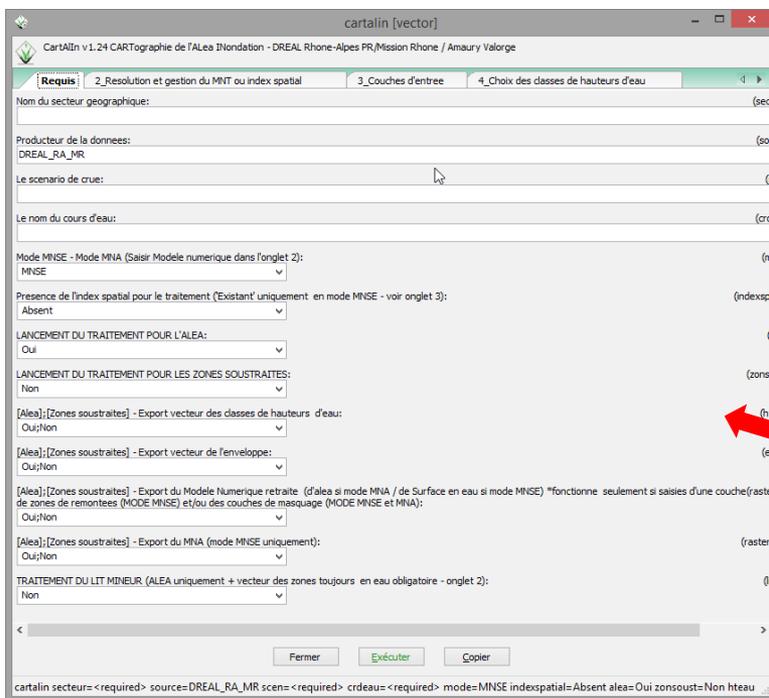


# CartAlln

Développement en 2013 dans le cadre de la Directive Inondation

Version 1.0 : Mai 2014  
Version 1.24 : Septembre 2014





# CartAlln

Développement en 2013 dans le cadre de la Directive Inondation

**Version 1.0** : Mai 2014

**Version 1.24** : Septembre 2014

**Sa philosophie :**

1. Production de données sur n'importe quel secteur d'étude (valeurs attributaires) et à la demande
2. Utilisation de données structurellement simples et brutes pour atteindre les objectifs...
3. Contrôle total de chaque étape du traitement avec des options à paramétrer à la demande
  - Gestion du MNT (dallé ou unique)
  - Choix des classes de hauteurs d'eau
  - Simplification raster et/ou vecteur
  - Lissage
  - Nettoyage automatique
4. Facilité d'utilisation avec une interface détaillée et des contrôles de saisie au lancement du traitement.

**Souhait de produire des données le plus rapidement possible avec un niveau de qualité très important**



# CartAllIn

Développement en 2013 dans le cadre de la Directive Inondation

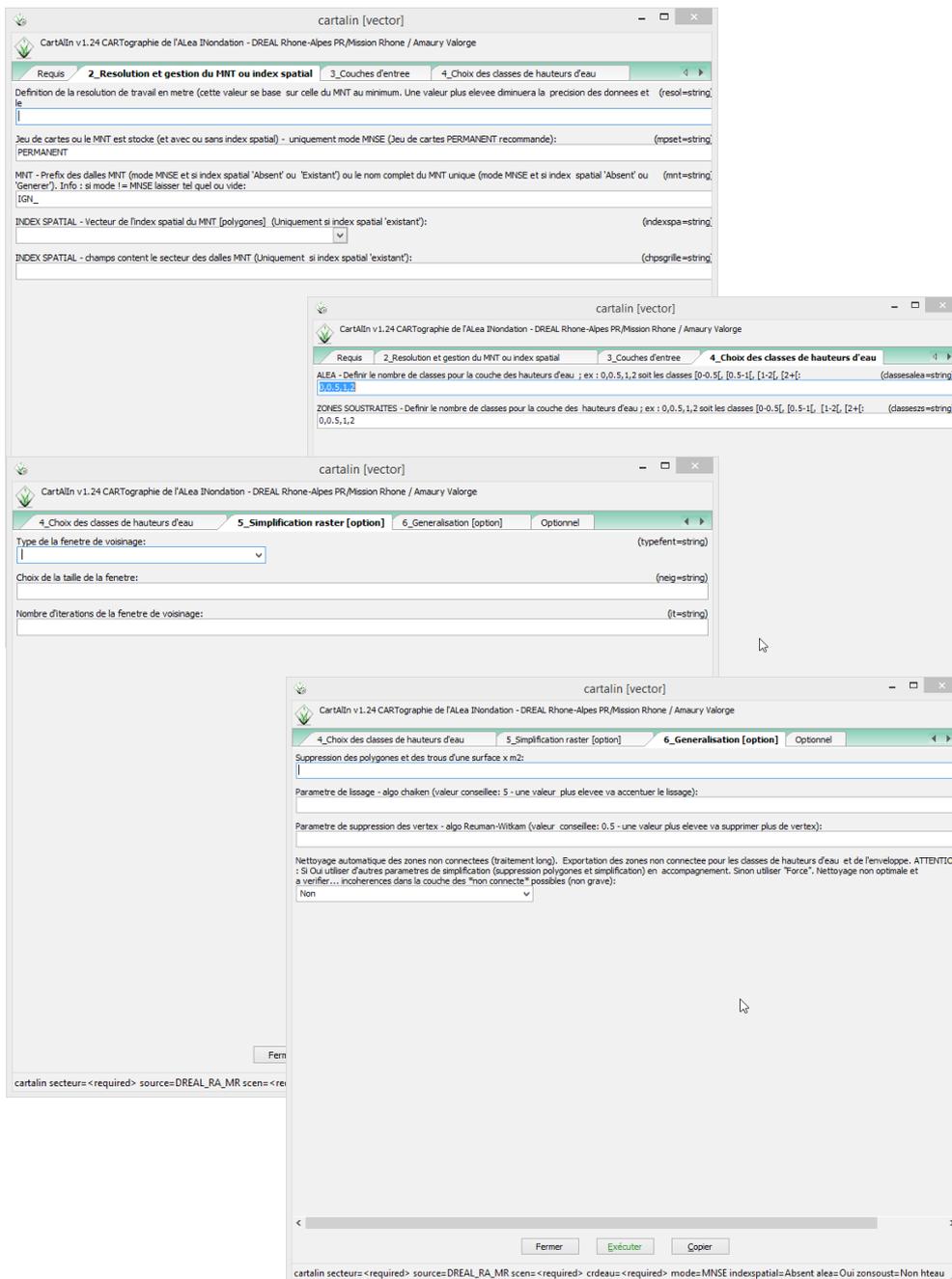
**Version 1.0** : Mai 2014

**Version 1.24** : Septembre 2014

## Sa philosophie :

1. Production de données sur n'importe quel secteur d'étude (valeurs attributaires) et à la demande
2. Utilisation de données structurellement simples et brutes pour atteindre les objectifs
3. **Contrôle total de chaque étape du traitement avec des options à paramétrer à la demande**
  - *Gestion du MNT (dallé ou unique)*
  - *Choix des classes de hauteurs d'eau*
  - *Simplification raster et/ou vecteur*
  - *Lissage*
  - *Nettoyage automatique*
4. Facilité d'utilisation avec une interface détaillée et des contrôles de saisie au lancement du traitement.

**Souhait de produire des données le plus rapidement possible avec un niveau de qualité très important**







# CartAllIn

Développement en 2013 dans le cadre de la Directive Inondation

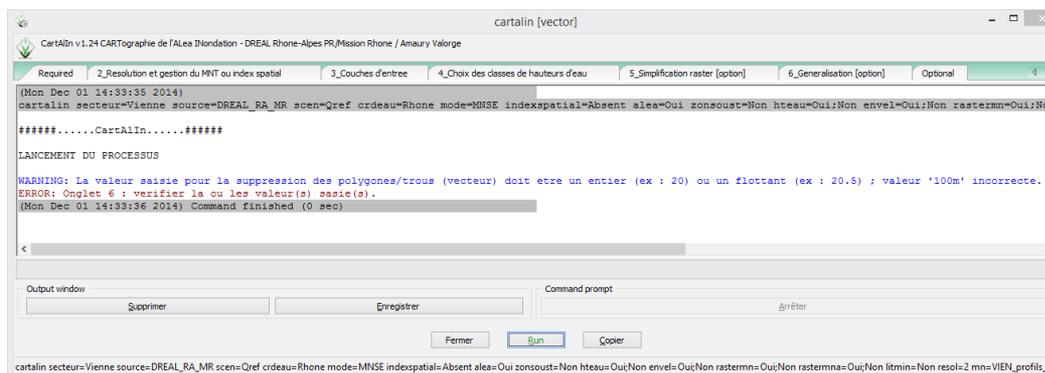
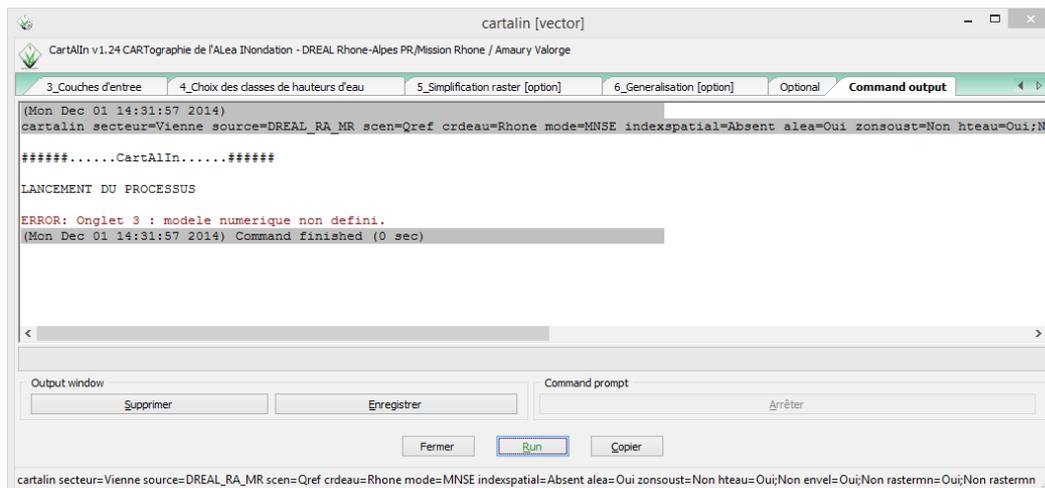
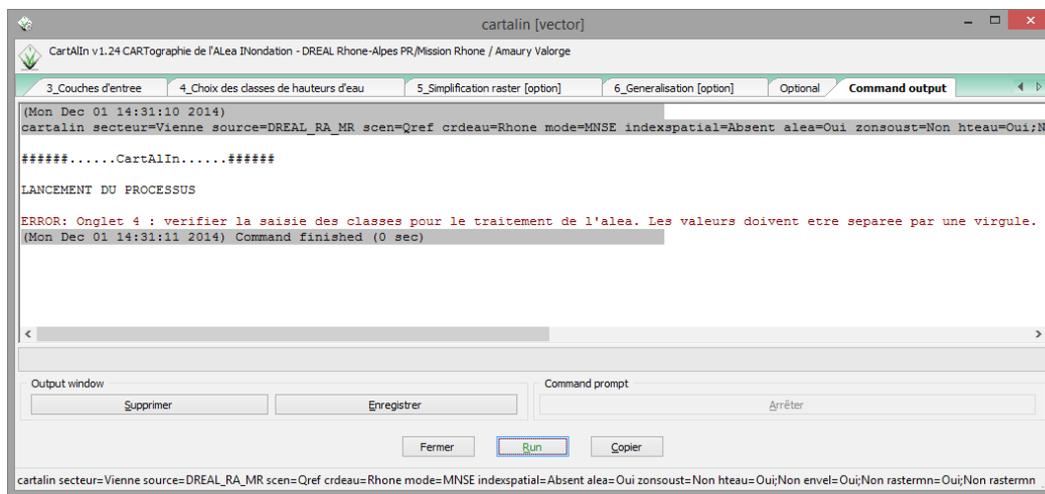
**Version 1.0** : Mai 2014

**Version 1.24** : Septembre 2014

## Sa philosophie :

1. Production de données sur n'importe quel secteur d'étude (valeurs attributaires) et à la demande
2. Utilisation de données structurellement simples et brutes pour atteindre les objectifs
3. Contrôle total de chaque étape du traitement avec des options à paramétrer à la demande
  - Gestion du MNT (*dallé ou unique*)
  - Choix des classes de hauteurs d'eau
  - Simplification raster et/ou vecteur
  - Lissage
  - Nettoyage automatique
4. Facilité d'utilisation avec une interface détaillée et des contrôles de saisie au lancement du traitement.

**Souhait de produire des données le plus rapidement possible avec un niveau de qualité très important**



# CartAlin, et la généralisation...

## La problématique majeure de cette cartographie : la GÉNÉRALISATION

Les MNT à haute résolution se généralisent et amènent des problématiques en terme de gestion de données et de généralisation.

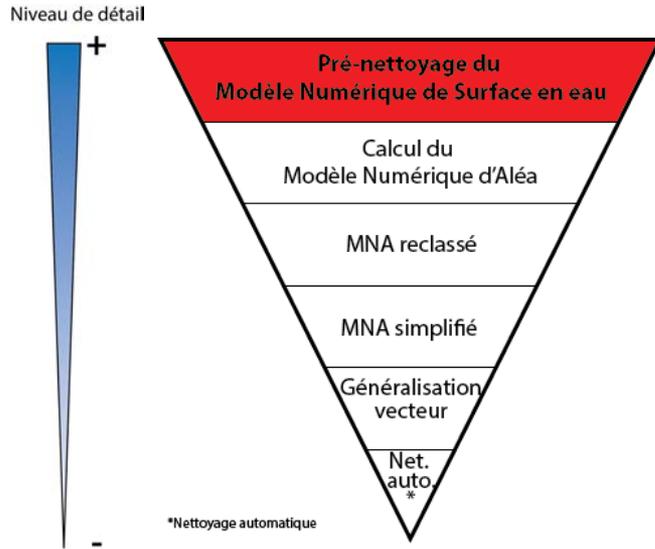
On part du principe que **le MNT ne doit pas être dégradé**, au risque de perdre tout l'intérêt de la donnée

## Ainsi, plusieurs questions se posent sur la phase de simplification...

- À quelles étapes du traitement ?
- Quels outils/algorithmes utiliser ?
- Jusqu'à quels niveaux ?

*CartAlin* propose une méthode visant à « filtrer ou nettoyer » les données **progressivement, de manière semi-automatique.**

# CartAlin, et la généralisation...

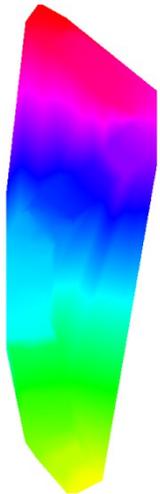


**Phase1 :**  
**Traitement semi-automatique avec la création**  
**manuelle de couches dites de « nettoyage » :**

→ Couches élaborées sur QGIS

## Données raster

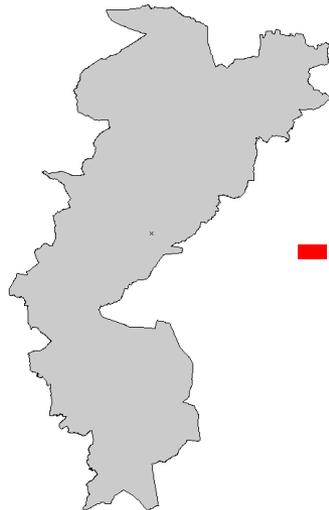
MNSE brut



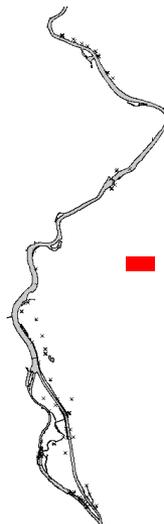
Zones de remontées



Périmètre de travail



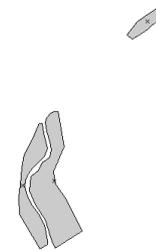
Zones toujours en eau



Zones non impactées



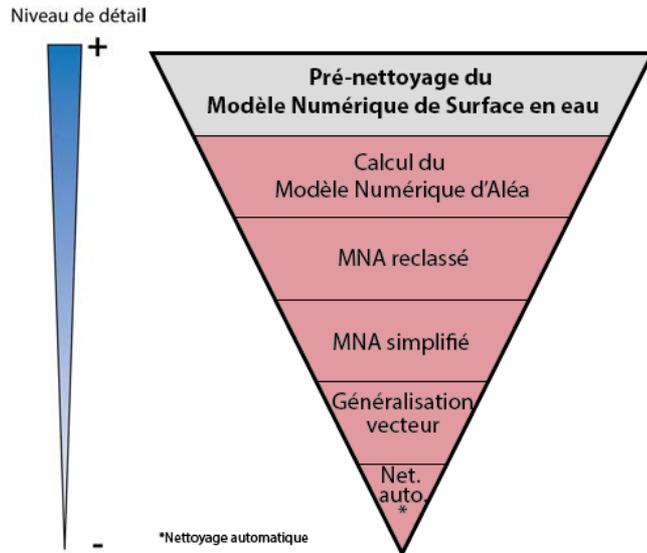
Zones soustraites



**MNSE nettoyé**



# CartAlin, et la généralisation...

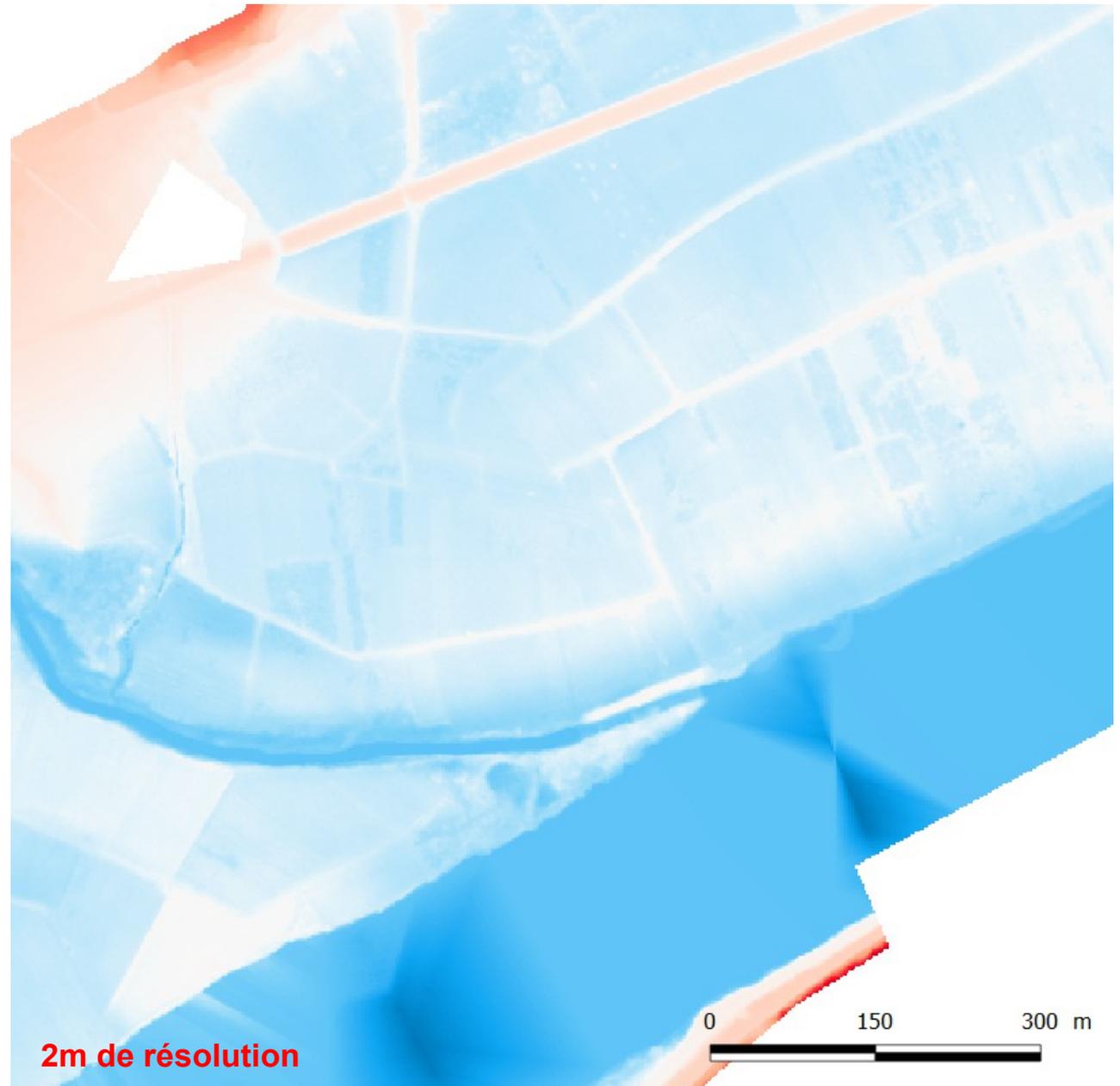
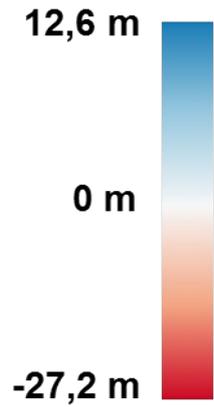


- Phase 2 :**  
**Traitement automatique selon les paramètres saisis...**
- Avec le calcul du MNA
  - Et une phase de post-traitement

# CartAlin, et la généralisation...

## Calcul du MNA

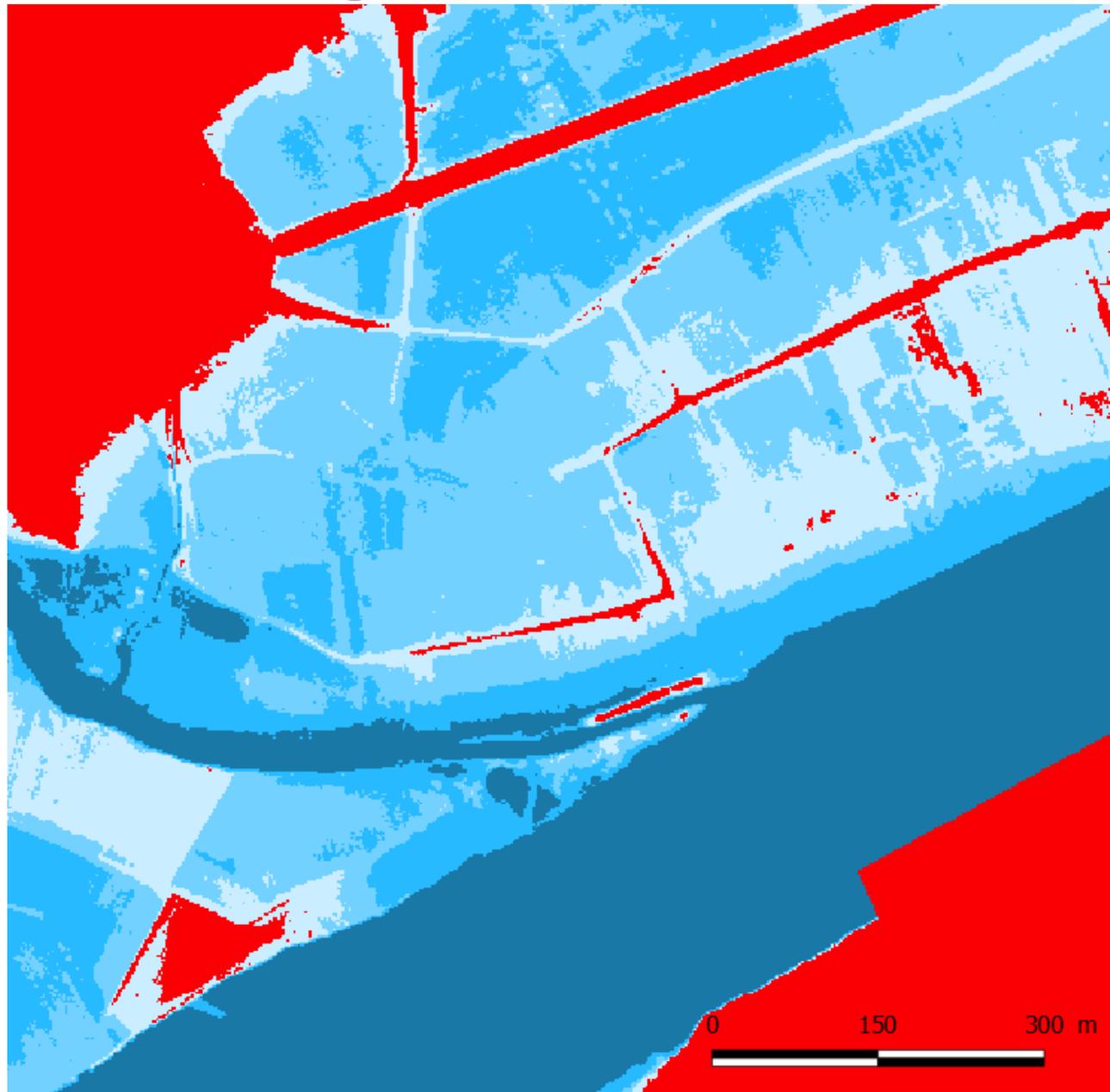
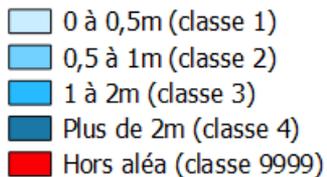
Résultat de la  
différence entre le  
MNSE et le MNT



# CartAlin, et la généralisation...

## Reclassement du MNA

- Suppression des pixels à valeurs négatives (=> NULL)
- Reclassement selon les hauteurs d'eau saisies

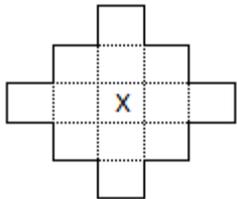


# CartAlin, et la généralisation...

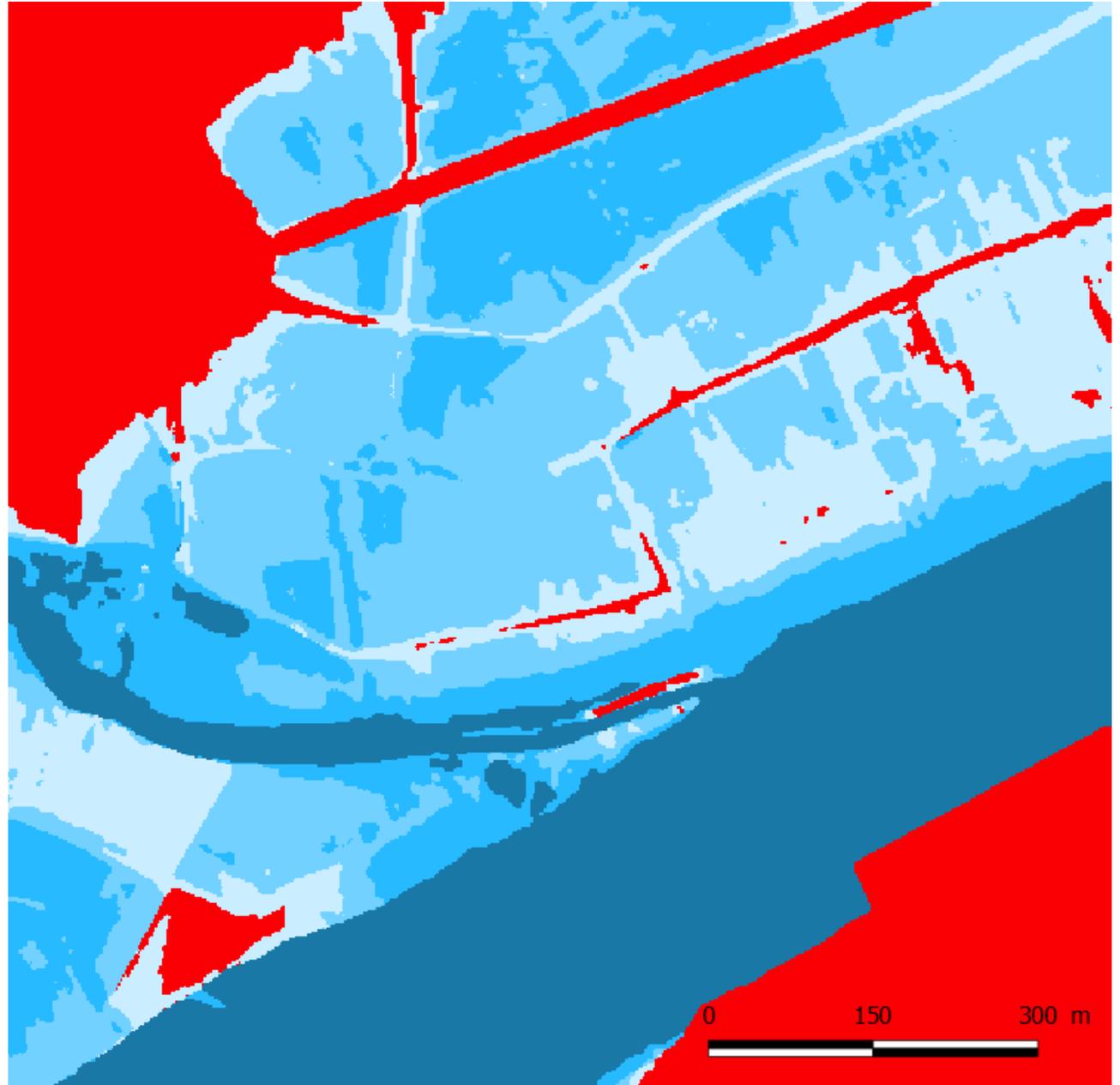
## Simplification raster

*1<sup>er</sup> passage...*

Retraitement de chaque pixel  
à l'aide d'une fenêtre de  
voisinage :  
Affectation de la valeur la plus  
fréquente  
**r.neighbors** (fenêtre  
circulaire ; mode)



-  0 à 0,5m (classe 1)
-  0,5 à 1m (classe 2)
-  1 à 2m (classe 3)
-  Plus de 2m (classe 4)
-  Hors aléa (classe 9999)

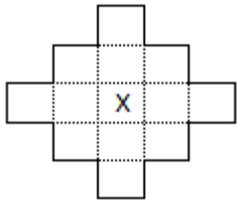


# CartAlin, et la généralisation...

## Simplification raster

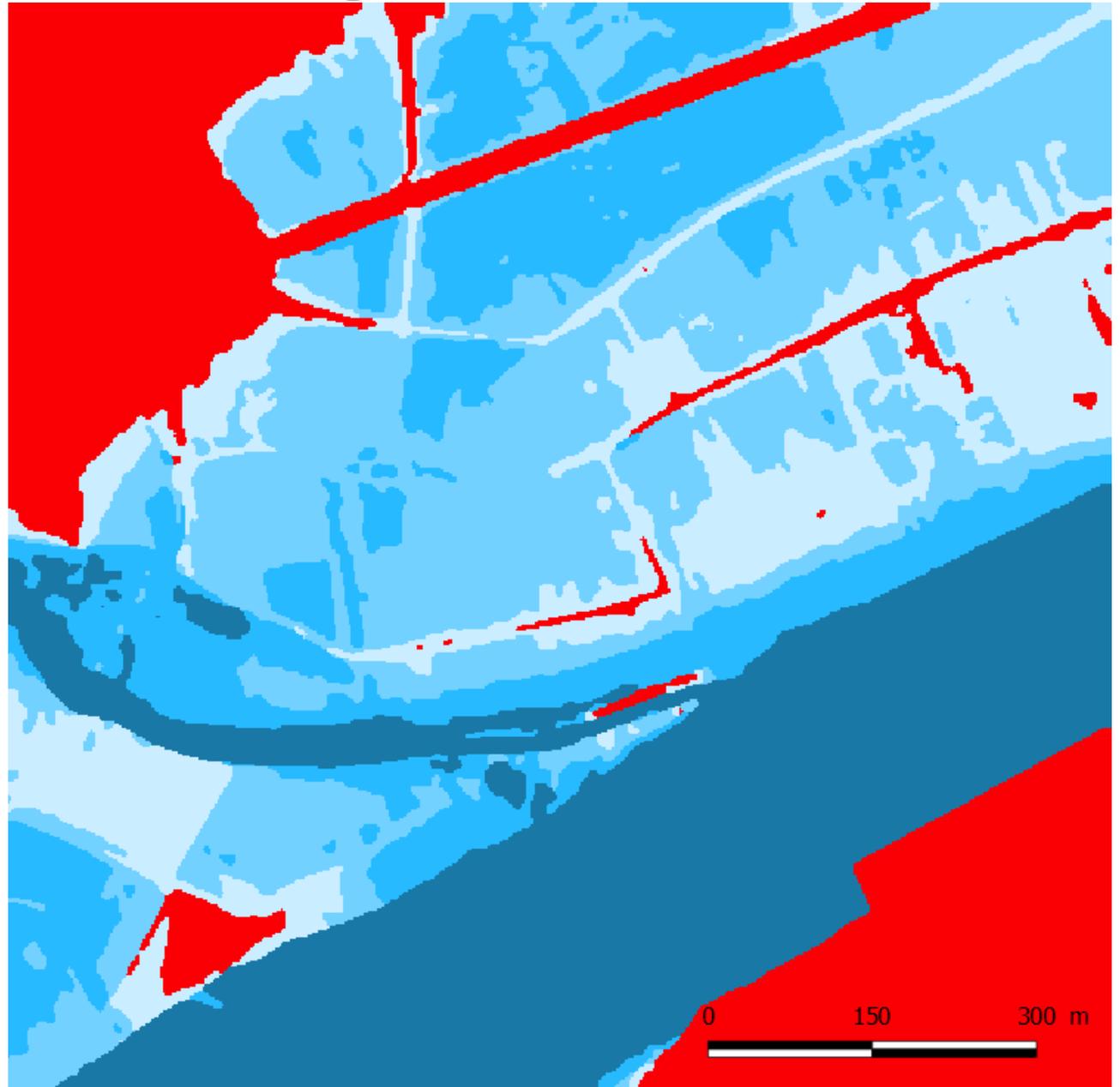
*2nd passage...*

Retraitement de chaque pixel  
à l'aide d'une fenêtre de  
voisinage :  
Affectation de la valeur la plus  
fréquente  
**r.neighbors** (fenêtre  
circulaire ; mode)



-  0 à 0,5m (classe 1)
-  0,5 à 1m (classe 2)
-  1 à 2m (classe 3)
-  Plus de 2m (classe 4)
-  Hors aléa (classe 9999)

- Suppression des zones  
toujours en eau...

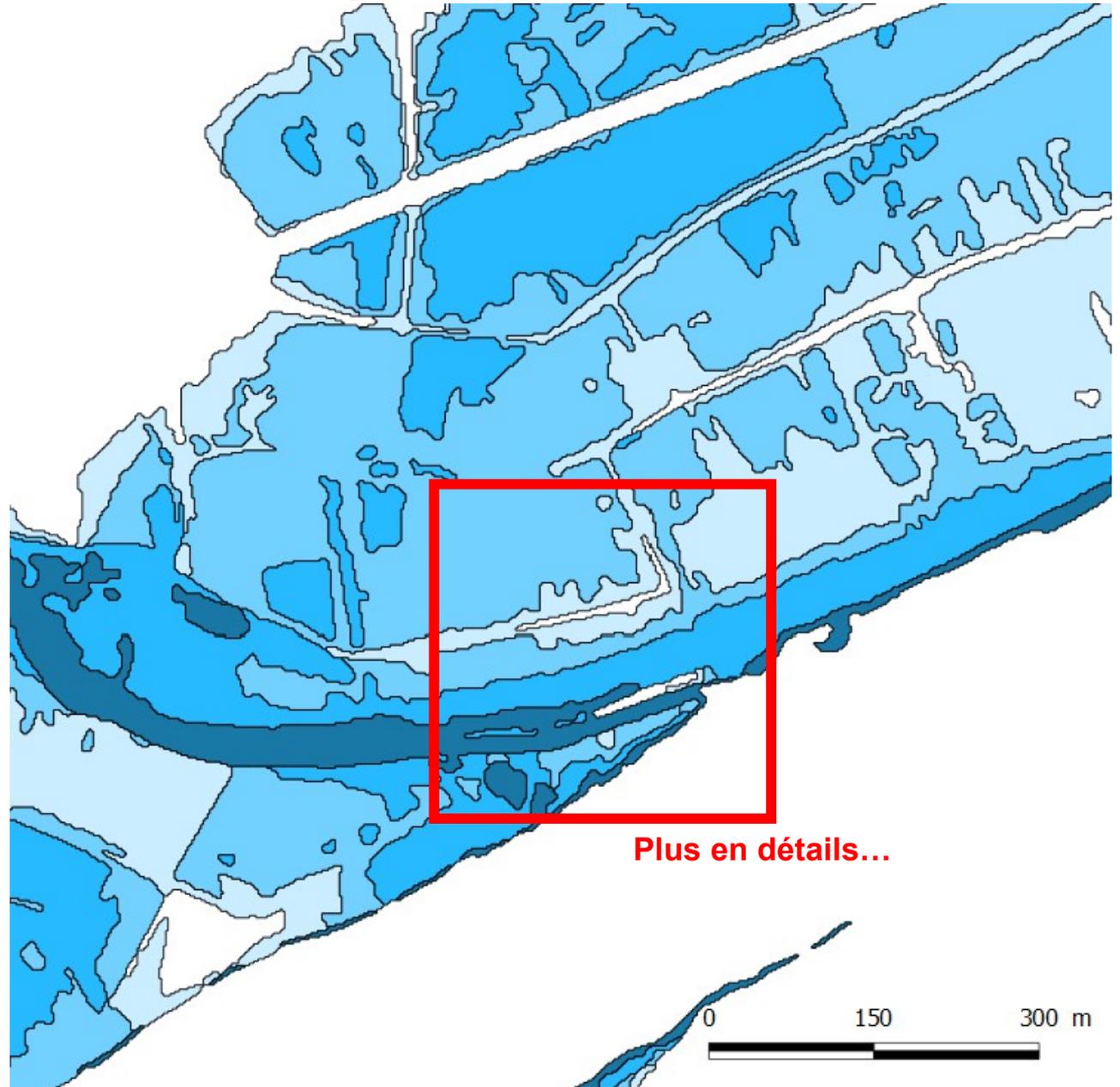
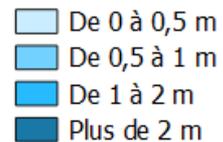


# CartAlin, et la généralisation...

## Vectorisation

- Vectorisation des données raster
- Corrections géométriques et topologiques diverses

Hauteurs d'eau



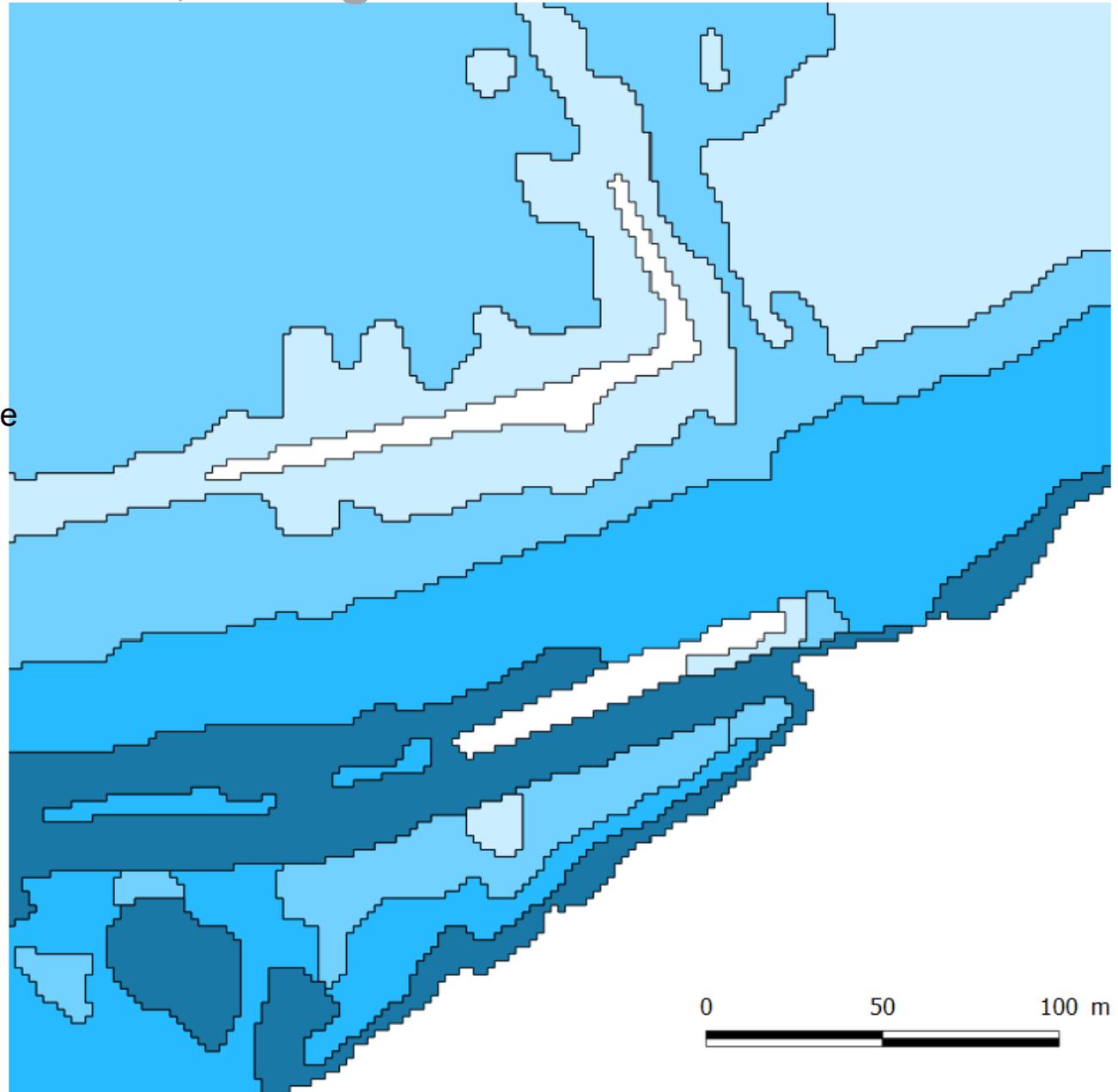
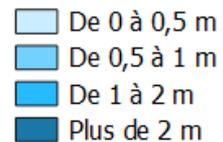
# CartAlin, et la généralisation...

## Post-traitement vecteur

**Une donnée crénelée :**  
**(« en marche d'escalier »)**

- Géométriquement complexe
- Lourde
- Visuellement peu intéressante

Hauteurs d'eau

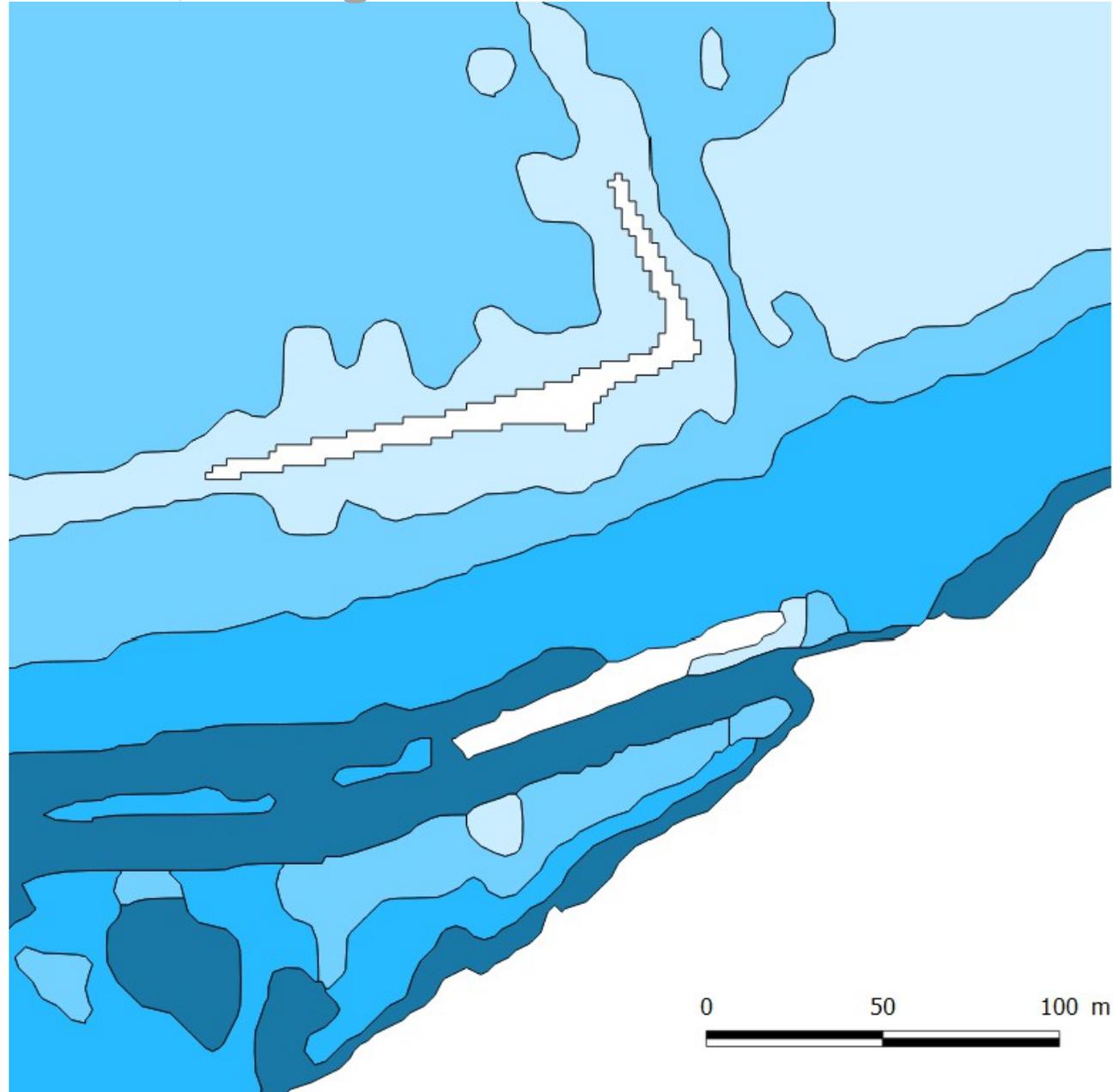
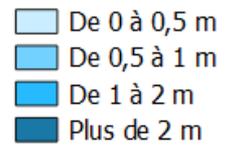


# CartAlin, et la généralisation...

## Post-traitement vecteur

- Lissage  
**v.generalize (Chaiken)**

Hauteurs d'eau



# CartAlin, et la généralisation...

## Post-traitement vecteur

- Lissage

**v.generalize (Chaiken)**

- Simplification

**v.generalize (Reumann)**

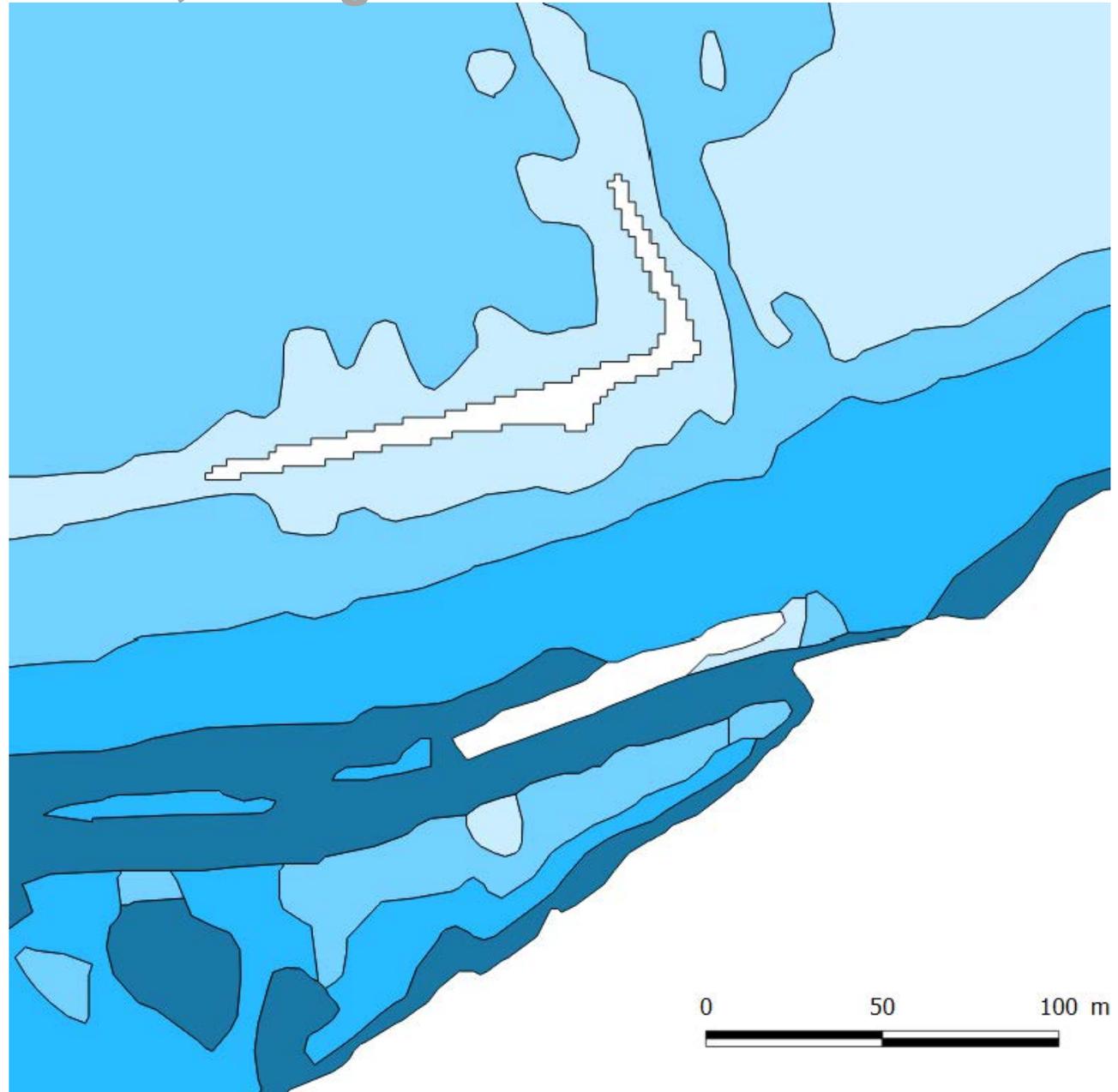
Hauteurs d'eau

De 0 à 0,5 m

De 0,5 à 1 m

De 1 à 2 m

Plus de 2 m



# CartAlin, et la généralisation...

## De multiples conséquences...

- Apparence visuelle plus physique et visuelle
- Des modifications uniquement à très grande échelle
- gestion/maniabilité des données

En prenant l'exemple du Territoire à Risques Importants d'Inondation de Vienne, soit 41 km du fleuve Rhône, nous obtenons une couche de (prise en compte du fichier .shp) :

Phases de la généralisation	Taille (Mo)	Nombre de polygones	Nombre de vertices
Aucune modification (pas de simplification)	27,15	84 617	1 440 334
→ Simplification raster* (et vectorisation)	9,44	7 786	381 462
→ Suppression des polygones (<= à 100m <sup>2</sup> )	8,82	4 084	355 568
→ Lissage vecteur	9,95	4 084	398 441
→ Simplification vecteur	4,45	4 083	176 964

*\*fenêtre de taille 5 et 3 passages*



**Des gains très significatifs et avec une donnée qui garde toute sa pertinence...**

### Les temps de traitement :

**Variables selon l'emprise du secteur et l'emprise de la zone inondable**

- TRI de Vienne (41 km) : **18 minutes** (traitement complet)
- TRI de Montélimar (21 km) : **15 minutes** (traitement complet)

Les **phases de lissage et de simplification** vecteur augmentent exponentiellement la durée

- Sur le TRI d'Avignon, avec une emprise géographique et de l'aléa très importante : **4 heures**

# Perspectives...

**Amélioration des phases de traitements géomatiques ? Notamment la phase de lissage/simplification vecteur ?**

Voir la version grass7 en développement et mise à jour de CartAlln

**Légères déformations des résultats selon le format du MNT : en dalles**

La simplification raster peut générer des ruptures entre les dalles, mais qui restent imperceptibles à petite échelles et avec des MNT à hautes résolutions.

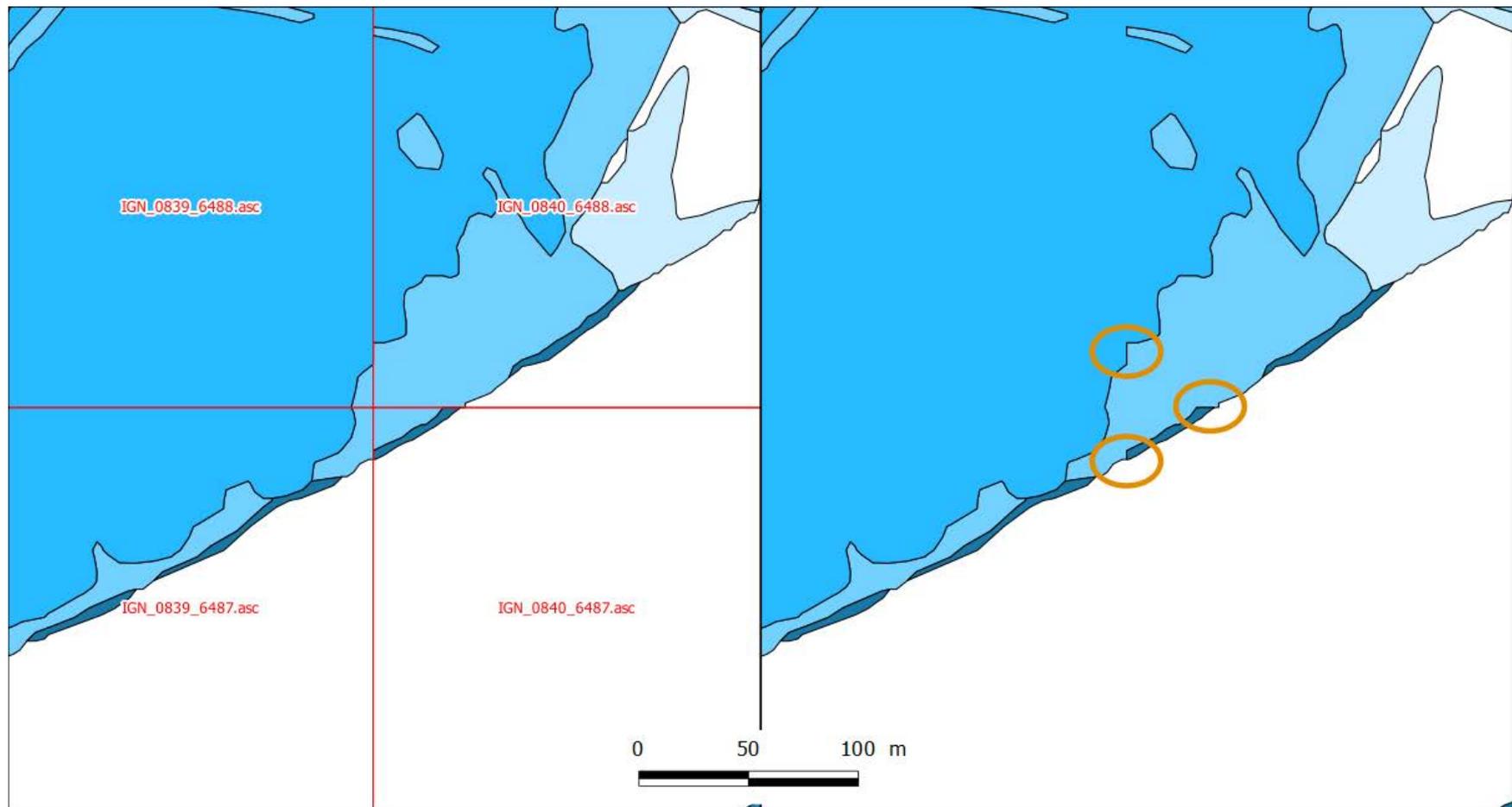
**Questions méthodologiques : part de l'automatisation et de l'analyse-ajustement des données hydrau-géométriques ?**

**L'avenir de CartAlln et ses mises à jours dans l'univers du libre**



# Annexe.

## Les déformations liées au traitement dalles par dalles



*ALEA* = données de l'aléa ; *ZS* = données des zones soustraites à l'inondation  
 [valeur] = à définir dans CartAlln

# Annexe.

## Les couches produites, leur nom et attributs

### Données raster

#### Modèle Numérique d'Aléa (MNA)

MNA\_ALEA\_[NomSecteur]\_[Coursdeau]\_[Scenario]\_[ProducteurDonnees]\_[DateTraitement]

MNA\_ZS\_[NomSecteur]\_[Coursdeau]\_[Scenario]\_[ProducteurDonnees]\_[DateTraitement]

#### Modèle Numérique de Surface en Eau (MNSE)

MNSE\_ALEA\_[NomSecteur]\_[Coursdeau]\_[Scenario]\_[ProducteurDonnees]\_[DateTraitement]

MNSE\_ZS\_[NomSecteur]\_[Coursdeau]\_[Scenario]\_[ProducteurDonnees]\_[DateTraitement]

### Données vecteur

#### Couches des classes de hauteurs d'eau (CLS\_HT\_S)

**Couches** [NomSecteur]\_ALEA\_CLS\_HT\_S\_[Coursdeau]\_[Scenario]\_[ProducteurDonnees]  
 [NomSecteur]\_ZS\_CLS\_HT\_S\_[Coursdeau]\_[Scenario]\_[ProducteurDonnees]

Champs	
ID_AL_CLS ou ID_ZS_CLS	Identifiant de l'Aléa "Classe de hauteur d'eau"
SECTEUR	Nom du secteur
SCENARIO	Scénario de crue
NOM_CRDO	Nom du cours d'eau
HT_MIN	Hauteur minimale (mètres)
HT_MAX	Hauteur maximale (mètres)
DATTRAIT	Date du traitement (AAAAMMJJ)
SOURCE	Source/producteur de la données

#### Couches des enveloppes (ENVEL\_S)

**Couches** [NomSecteur]\_ALEA\_ENVEL\_S\_[Coursdeau]\_[Scenario]\_[ProducteurDonnees]  
 [NomSecteur]\_ZS\_ENVEL\_S\_[Coursdeau]\_[Scenario]\_[ProducteurDonnees]

Champs	
ID_AL_ENV ou ID_ZS_ENV	Identifiant de l'Aléa "ENveloppe"
SECTEUR	Nom du secteur
SCENARIO	Scénario de crue
NOM_CRDO	Nom du cours d'eau
DATTRAIT	Date du traitement (AAAAMMJJ)
SOURCE	Source/producteur de la données

#### Couche du lit mineur

**Couches** [NomSecteur]\_LIT\_MIN\_[Coursdeau]\_[ProducteurDonnees]

Champs	
ID_LITMIN	Identifiant du LIT MINeur
SECTEUR	Nom du secteur
NOM_CRDO	Nom du cours d'eau
DATTRAIT	Date du traitement (AAAAMMJJ)
SOURCE	Source/producteur de la données

