

# Utilisation des données LIDAR dans les études hydrauliques :

- Un outil à disposition
- Recommandations aux Maîtres d'Ouvrage

Christophe Laroche

# Plan de l'intervention

- Quelques interrogations rencontrées lors de l'utilisation de données LIDAR
- DI-CARTO : un outil en réponse
- Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR (*Maîtres d'Ouvrage et leurs prestataires*)



# Introduction

- LITTO 3D® :  
*début en 2009*  
*45 000 km<sup>2</sup> à lever*
- Directive Inondation :  
*60 000 km<sup>2</sup> levés entre 2010 et 2013*
- Commandes locales (PPRI,...) :  
le LIDAR s'impose de part :
  - Son coût compétitif
  - Sa bonne qualité (résolution + précision en Z)

# Quelques interrogations rencontrées

Format de livraison DI : MNT au pas de 1 m ➡ 1 million de points/km<sup>2</sup>

- **Volume très important de données** à utiliser : outils SIG peu adaptés (visualisation et traitement)
- **Redondance de l'information**, faut-il la « nettoyer » avant le traitement ?
- **Cohérence entre LIDAR et compléments topographiques** (lit mineur, crêtes de digues,...) ?
- Comment **apprécier la précision réelle des données LIDAR** ?

# DI-CARTO : un outil libre et gratuit

Utilitaire de **Qgis 2.2 + fonctions de GRASS disponibles via Qgis**

[http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Préalables\\_pour\\_l'utilisation\\_de\\_Qgis-GRASS\\_sur\\_le\\_LIDAR](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Préalables_pour_l'utilisation_de_Qgis-GRASS_sur_le_LIDAR)

## Principe :

- **Traitement par dalle RASTER** (ex : 1 km<sup>2</sup>), *format .asc*
- **Automatisation** des actions élémentaires disponibles sous Qgis-GRASS
- Programmation en *Matlab*, mais mise à disposition d'un exécutable permettant son **utilisation gratuite**
- Document de **prise en main** disponible sous :

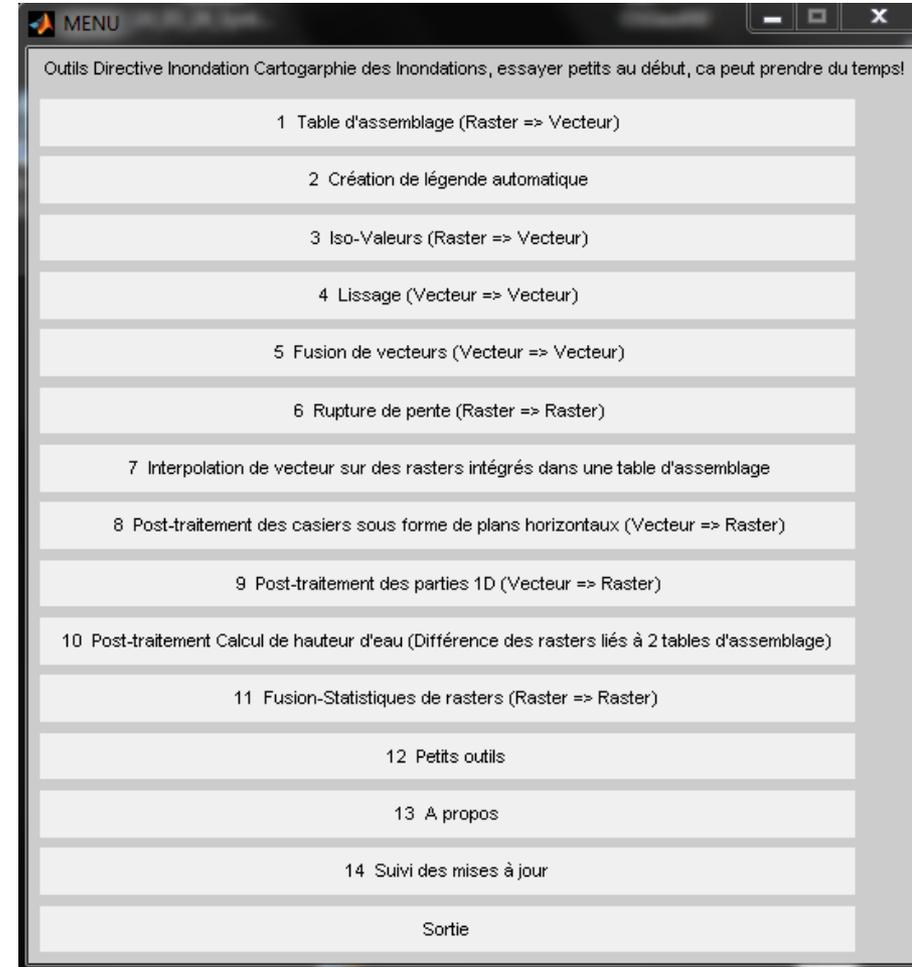
[http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisation\\_des\\_données\\_LIDAR\\_pour\\_la\\_directive\\_inondation](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisation_des_données_LIDAR_pour_la_directive_inondation)

- Codes « source » disponibles sur demande au Cerema

# DI-CARTO : un outil libre et gratuit

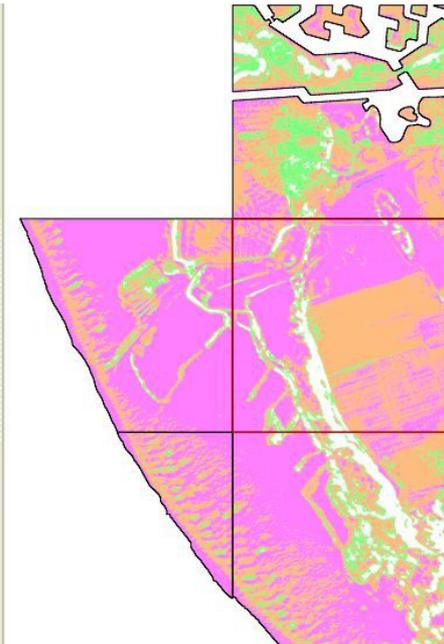
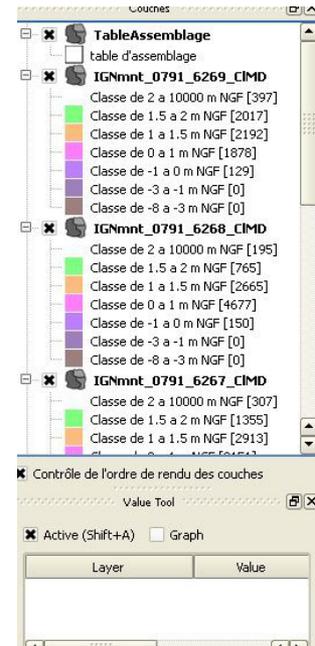
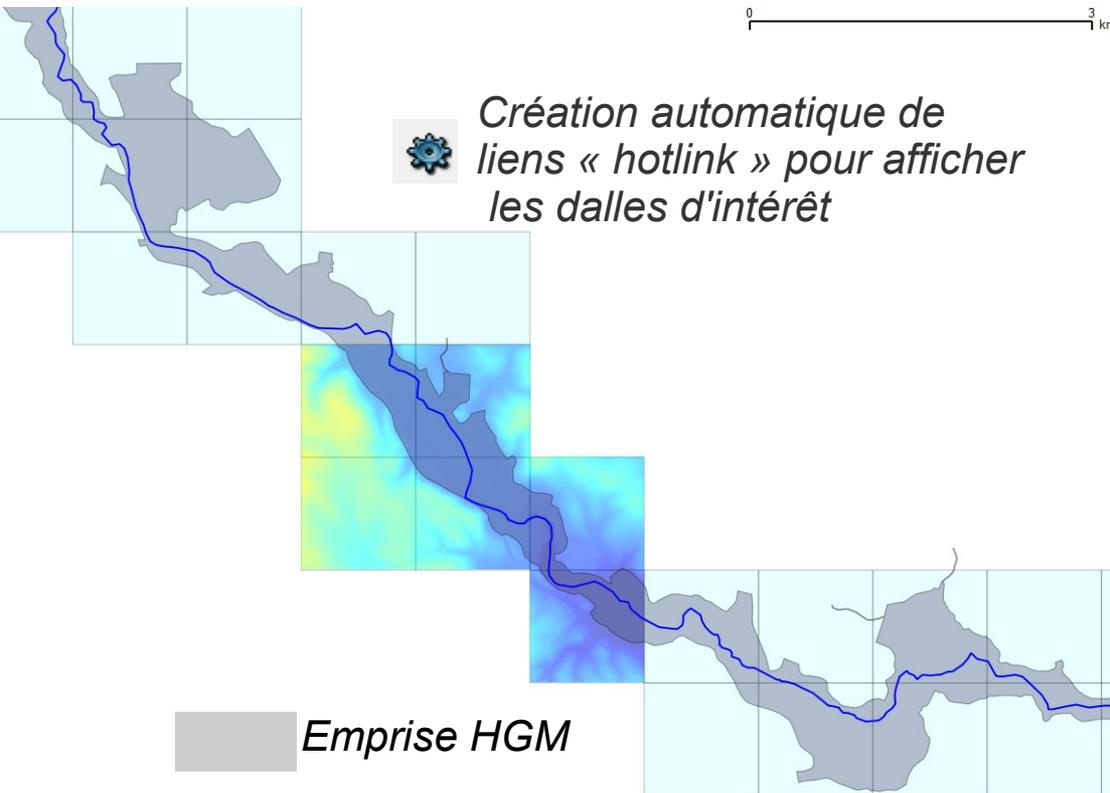
## Les principales fonctionnalités :

- Création d'une **table d'assemblage des dalles + légende commune** : *interrogation des dalles LIDAR*
- **Comparer 1 RASTER avec 1 semi de points**
- **Comparer 2 RASTER**
- **Conversion RASTER → VECTEUR** et lissage
- Identification des **lignes de rupture de pente**
- **Pré et Post traitement pour la modélisation 1D**



# DI-CARTO : un outil libre et gratuit

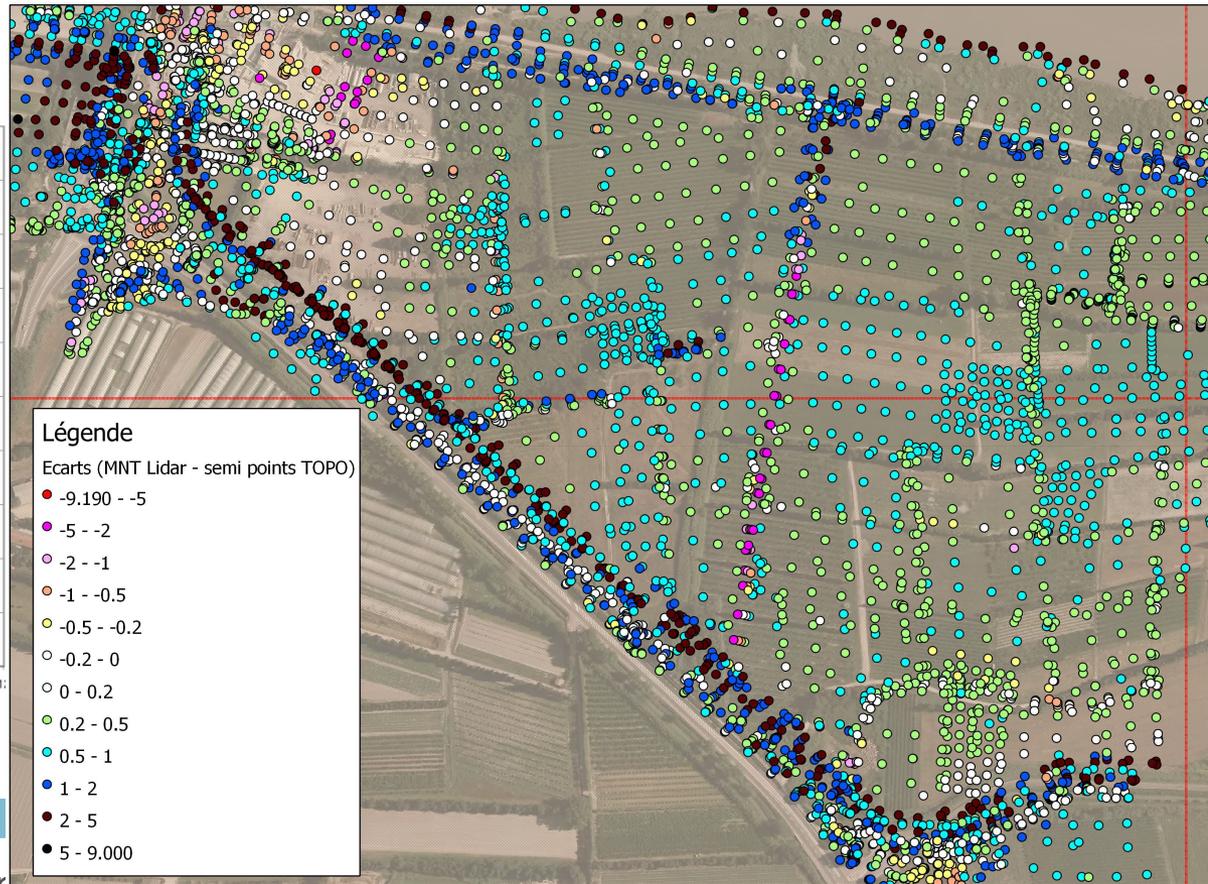
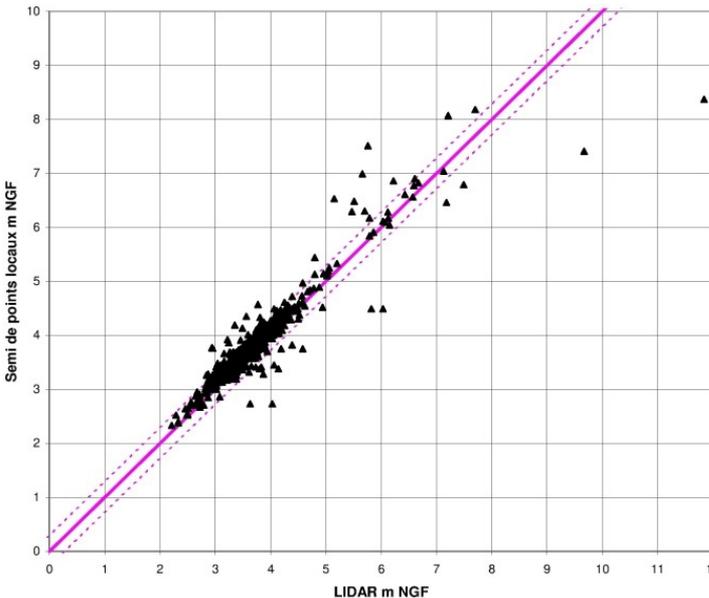
Création d'une **table d'assemblage + légende commune** :



# DI-CARTO : un outil libre et gratuit

## Comparer un MNT LIDAR avec un semi de points

- Croisement MNT avec semi de points
- Valeurs des écarts aux points



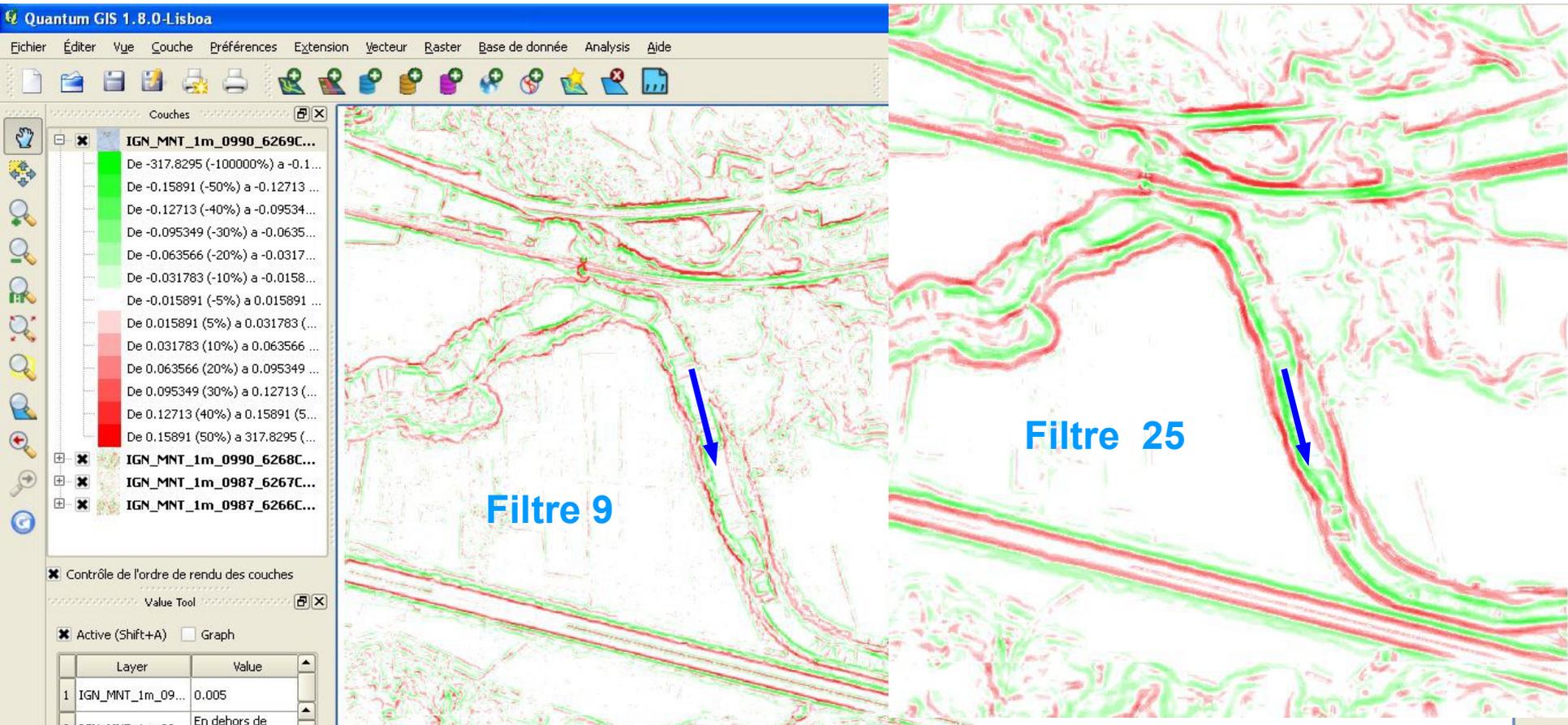
# DI-CARTO : un outil libre et gratuit

## Identification des lignes de rupture de pente

- Calcul de la courbure (pente de la pente)
- Utilisation de filtres 2D

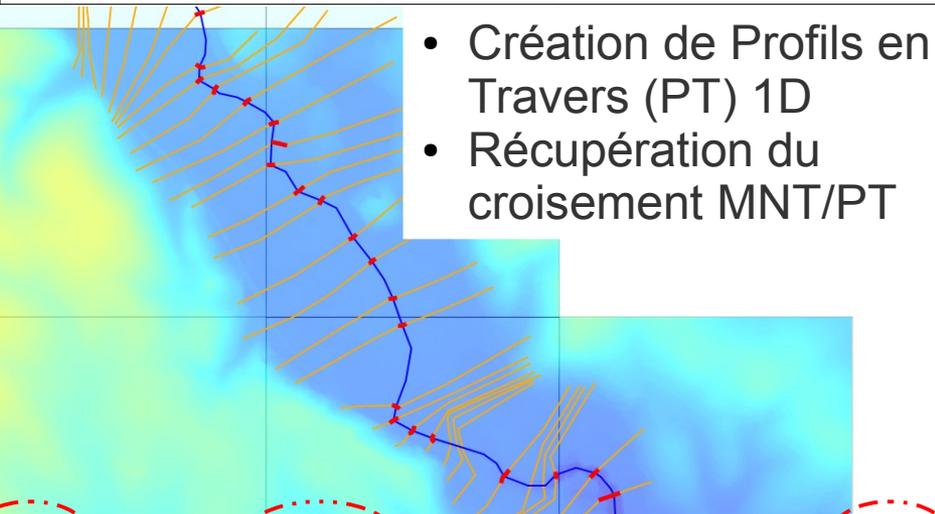
Filtre 3 :

0	1	0
1	3	1
0	1	0



# DI-CARTO : un outil libre et gratuit

## Pré-traitement des données pour la modélisation 1D :



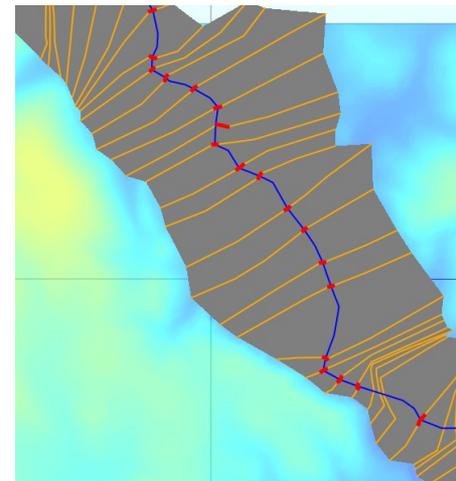
- Création de Profils en Travers (PT) 1D
- Récupération du croisement MNT/PT

Nprofil	Ordre General	Ordre Profil	Distanceprofil	DistanceEntre Point	X	Y	Z
3410	903210	1	0.000	0.000	980964.559	6284542.972	455.450
3410	903211	2	0.906	0.906	980963.680	6284543.191	455.300
3410	903212	3	1.811	0.905	980962.802	6284543.411	455.240
3410	903213	4	2.716	0.905	980961.924	6284543.630	455.080
3410	903214	5	3.621	0.905	980961.046	6284543.850	455.080
3410	903215	6	4.526	0.905	980960.168	6284544.070	454.980
...	...	...	...	...	...	...	...
3820	...	1	0.000	0.000	...	...	...
3820	...	2	0.910	...	...	...	...

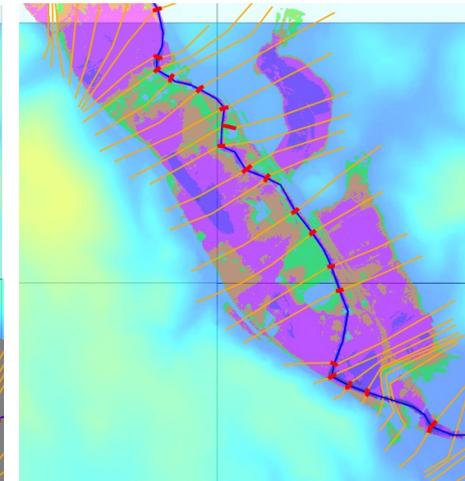
nom\_S1DPt3D\_Ordre.csv

## Post-traitement des résultats 1D :

- Importation des résultats 1D (*Nprofil* ; *Zeau*)
- Réalisation d'un MNSE (RASTER)
- Réalisation d'un MNHE par croisement MNSE avec MNT LIDAR



Modèle Numérique de Surface en Eau (MNSE)



Modèle Numérique de Hauteurs d'Eau (MNHE)

# Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR

# Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR

- Utiliser le **standard national (IGN)** de données LIDAR :

## Livrables :

### *base IGN + compléments Cerema*

Type de données	Format
Semi de points classifiés « sol »	Vecteur
Semi de points classifiés « eau/surface en eau »	Vecteur
Semi de points classifiés « sursol »	Vecteur
Ortho-photographies expédiées pendant le vol LIDAR	Raster
Grille MNT pas 1m	Raster
Masque de qualité SOURCE	Raster
Masque de qualité DISTANCE	Raster
Plan de vol	Vecteur
Table d'assemblage des dalles	Vecteur
Descriptif de la livraison	rapport
<i>Si besoin pressenti :</i>	
Grille MNT à des pas de 5 m, 25m voire 50 m,...	Raster

## Nomenclature IGN des fichiers fournis :

*RGEALTI\_FXX\_0901\_6238\_MNT\_20120413\_LAMB93\_IGN69.asc,*

ce qui correspond :

- au RGE ALTI® en France avec
- l'abscisse en kilomètre du noeud Nord-Ouest : 0901,
- l'ordonnée en kilomètres du noeud Nord-Ouest : 6238,
- le type de produit MNT,
- la date de livraison : 20120413, *la date d'acquisition et l'heure seraient aussi les bienvenues pour marée/débit*
- le Système de Référence de Coordonnées : LAMB93,
- le Système de Référence Vertical : IGN69

# Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR

- Utiliser le **standard national** de données LIDAR, pour faciliter :
  - leur interprétation et leur contrôle
    - semis de points « sol », « eau/surface en eau »*
    - ortho-photographies « expédiées » : quel objet a été détecté ?*
    - grilles de méta-données « source » et « distance » : info sur l'interpolation*
  - leur mutualisation et leur ré-utilisation
    - Projet de plate-forme de stockage des données pour l'hydraulique dont les LIDAR : DGPR/Cerema/IGN. (cf. GIS HEDD)*

# Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR

- Utiliser un **standard national** de données LIDAR
- Mettre en œuvre une procédure de contrôle des données LIDAR, car :
  - **La précision altimétrique** est calculée avec un échantillon de points de référence (P.Ref) de **très petite taille comparée à celle du nuage** de points LIDAR
  - **L'échantillon de points de référence (P.Ref) n'est pas toujours représentatif** des diversités de reliefs et d'occupation du sol rencontrées.

*exemple :*

P.Ref = terrains dégagés et horizontaux Secteurs d'intérêt : berges avec ripisylve  
sols durs (béton, goudron,..)

*=> quelle précision en Z ?*

# Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR

- Mettre en œuvre une procédure de contrôle des données LIDAR
  - **Contrôle externe** de la précision en altimétrie à prévoir dans le marché
  - Utiliser les règles définies dans **l'arrêté et la circulaire du 16 septembre 2003**  
<http://archives.cnig.gouv.fr/Front/index.php?RID=30>

## Principe :

- **Fournir dans le marché la précision en Z souhaitée** ainsi que la **méthode d'évaluation de la précision** :
  - Taille de l'échantillon des points de contrôle (P.Ref)
  - Composition de P.Ref
  - Modèle statistique utilisé : Gauss ou gabarit d'erreurs

# Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR

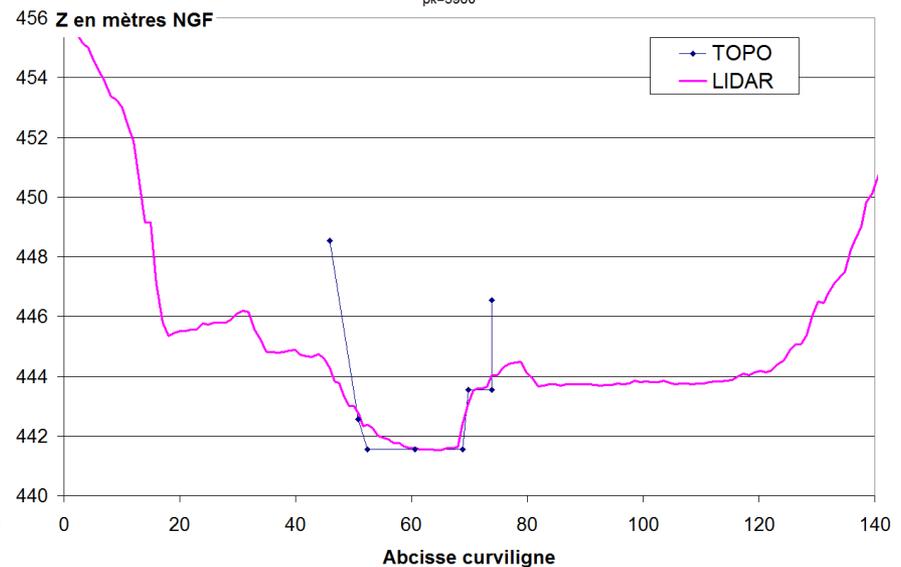
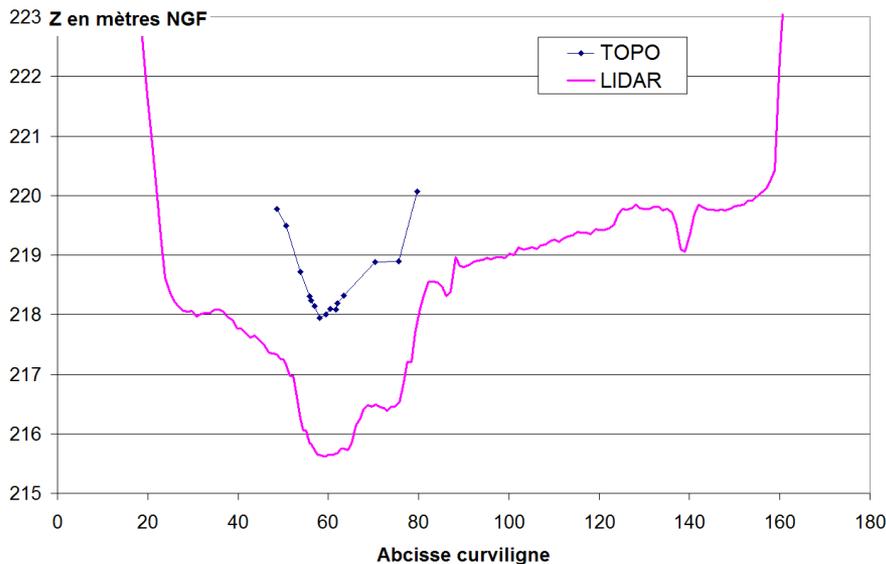
- Utiliser un **standard national** de données LIDAR
- Mettre en œuvre une procédure de contrôle des données LIDAR
- En cas de données issues de 2 sources différentes : (ex : LIDAR et topo terrestre) :

**=> proposer une phase de l'étude dédiée à la réalisation d'un MNT global et cohérent**

# Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR

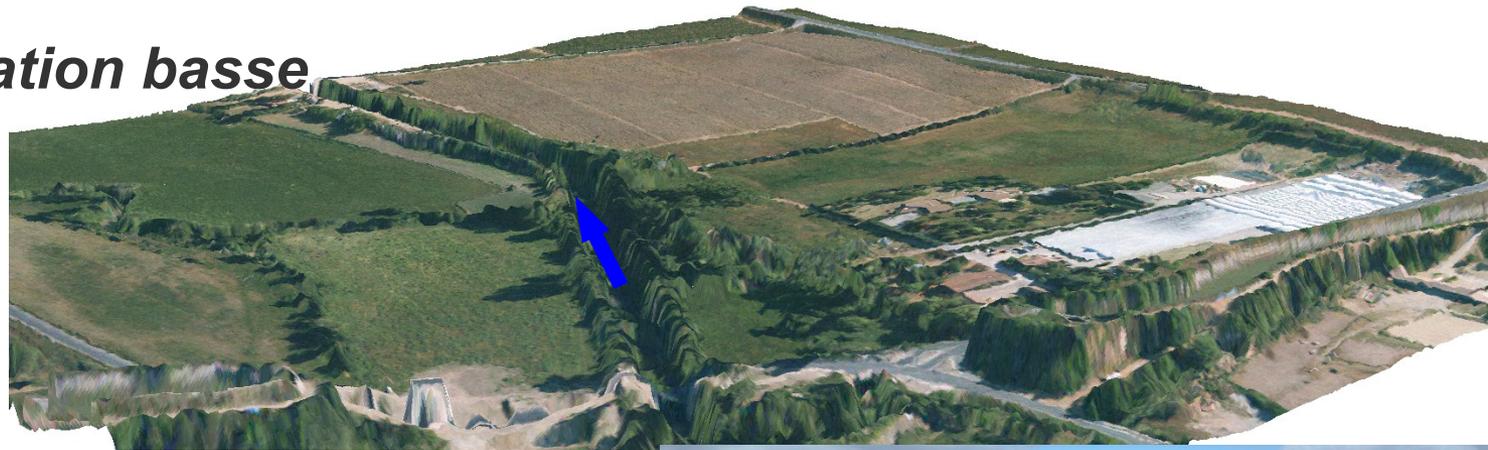
- En cas de données issues de 2 sources différentes : (i.e. : LIDAR et topo terrestre) : ***proposer une phase de l'étude dédiée à la réalisation d'un MNT global et cohérent :***

**=> permet de s'interroger AVANT la réalisation de la modélisation hydraulique**



# Quelques recommandations pour la commande de données LIDAR

- *La végétation basse*



# Merci de votre attention !

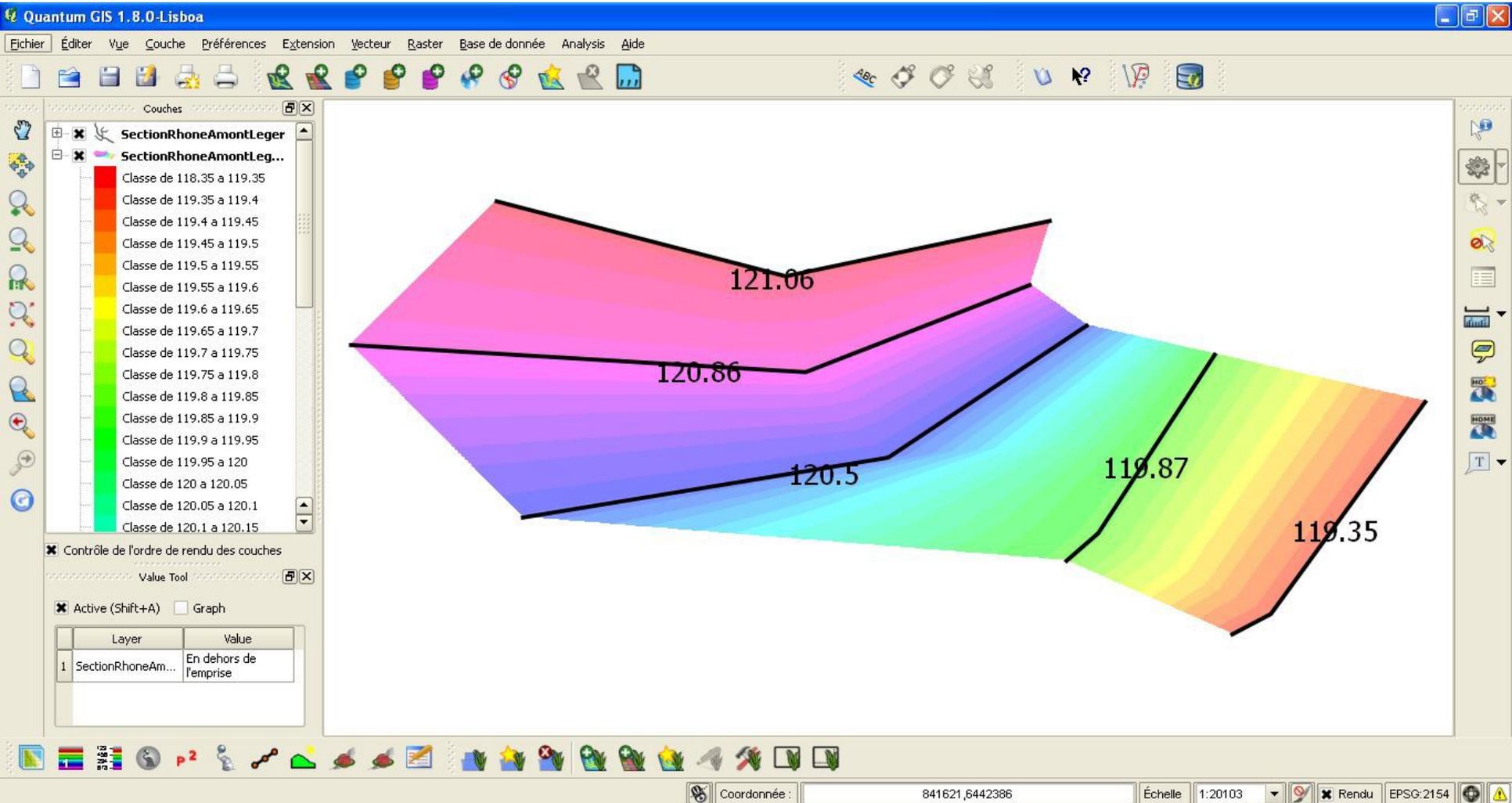
Christophe Laroche

<http://www.cerema.fr/>

Pour en savoir plus :

[http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisation\\_des\\_donn%C3%A9es\\_LIDAR\\_pour\\_la\\_directive\\_inondation](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisation_des_donn%C3%A9es_LIDAR_pour_la_directive_inondation)

# Traitement des modèles 1D (MNSE)



# Recherche de la précision d'un semi de points (LIDAR ou non)

- Arrêté + circulaire du 16 septembre 2003 :

**Art. 5.** – Pour tout échantillon comportant  $N$  objets géographiques, on calcule l'écart moyen en position  $E_{moy\ pos}$ . Celui-ci est défini par la moyenne arithmétique des écarts en position  $E_{pos}$  relevés sur les points des objets géographiques. On dit que la population dont est issu l'échantillon comportant  $N$  objets est de classe de précision  $[xx]$  cm lorsque simultanément les trois conditions  $a$ ,  $b$ , et  $c$ , sont remplies :

a) L'écart moyen en position  $E_{moy\ pos}$  de l'échantillon est inférieur à

$$[xx] \times \left(1 + \frac{1}{2 \times C^2}\right) \text{ cm}$$

( $C$  étant le coefficient de sécurité des mesures de contrôle),

b) Le nombre  $N'$  d'écarts dépassant le premier seuil

$$T = k \times [xx] \times \left(1 + \frac{1}{2 \times C^2}\right)$$

n'excède pas l'entier immédiatement supérieur à

$$0,01 \times N + 0,232 \times \sqrt{N}$$

(où  $k$  prend les valeurs indiquées dans la table 1 en fonction du nombre  $n$  de coordonnées caractérisant la position des objets géographiques et suivant la même loi statistique).

c) Aucun écart en position dans l'échantillon n'excède le second seuil

$$T = 1,5 \times k \times [xx] \times \left(1 + \frac{1}{2 \times C^2}\right)$$

Par exemple :  $E_{pos} = \sqrt{(x_{contrôle} - x_{objet})^2 + (y_{contrôle} - y_{objet})^2}$  pour un test portant uniquement sur deux coordonnées planimétriques d'un objet donné ;

Pour un test portant sur une coordonnée planimétrique

$$E_{pos} = |x_{contrôle} - x_{objet}| ;$$

$$E_{moy\ pos} = \frac{E_{pos1} + E_{pos2} + \dots + E_{posn}}{n} \text{ pour } n \text{ objets testés.}$$

# Recherche de la précision d'un semi de points (LIDAR ou non)

- Arrêté + circulaire du 16 septembre 2003 :

N = 30  
 coefficient de sécurité C = 3 valeur minimale = 2  
 classe de précision des points de contrôle 15 cm

	Z référence	Z	Epos	condition2	condition 3
1	18,86	18,7	0,16	0	0
2	67,03	66,7	0,33	0	0
3	6,94	6,8	0,14	0	0
4	38,13	37,9	0,23	0	0
5	1,84	1,7	0,14	0	0
6	1,72	1,7	0,02	0	0
7	117,37	117,7	0,33	0	0
8	1,71	1,4	0,31	0	0
9	1,01	0,9	0,11	0	0
10	3,57	3,2	0,37	0	0
11	33,1	33,1	0	0	0
12	162,67	162,2	0,47	0	0
13	197,66	197,5	0,16	0	0
14	259,59	259,6	0,01	0	0
15	311,15	310,8	0,35	0	0
16	93,44	93,7	0,26	0	0
17	171,71	171,3	0,41	0	0
18	70,77	72,2	1,43	0	0
19	1,46	1,4	0,06	0	0
20	60,34	60,3	0,04	0	0
21	37,8	38,3	0,5	0	0
22	41,26	41,5	0,24	0	0
23	105,38	105,5	0,12	0	0
24	100,39	100,7	0,31	0	0
25	203,29	203,6	0,31	0	0
26	161,94	162,4	0,46	0	0
27	192,85	193,4	0,55	0	0
28	205,83	206	0,17	0	0
29	338,07	338	0,07	0	0
30	272	272,1	0,1	0	0

	condition 1	condition 2	condition 3
	$[xx] \cdot (1 + 1/(2 \cdot C^2))$	$T = k \cdot [xx] \cdot (1 + 1/(2 \cdot C^2))$ k = 3,23	$T = 1,5 \cdot k \cdot [xx] \cdot (1 + 1/(2 \cdot C^2))$
0,5 en m	0,53	1,70	2,56
	E moy pos	$0,01 \cdot N + 0,232 \cdot \text{racine}(N)$	max(Epos)
	0,27	2	1,43

condition 1 OK	condition 2 Ok	condition 3 OK

0	0
---	---