

Journée Technique :

Les données LIDAR, utilisation pour la prévention des risques d'inondation

Aix en Provence, 16 décembre 2014

Les données LIDAR pour la cartographie fine des inondations fluviales : quelles informations et pour quoi faire ?

Auteurs : Alquier M., Esposito C., Laroche C., Pons F., ROUX I., Trmal C.

Service : Risques Inondations Littoraux et Hydrauliques



Plan

- 1 – Éléments de **contexte**
- 2 – **Développements en cours** à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema
- 3 – Quelques **recommandations** aux Maîtres d'Ouvrages pour de futures acquisitions de données LIDAR
- 4 – **Perspectives** pour 2015

1 - Éléments de contexte

2010 : - recherche d'outils pour visualiser et exploiter les données LIDAR
- montée en puissance de l'utilisation de Qgis dans le MEDDE



2011 : - **PNE progiciel géomatique** : étude sur la comparaison d'outils pour exploiter les LIDAR

=> choix de QGis associé à GRASS => version « expert » distribuée par le MEDDE
<http://geoinformations.metier.i2/installer-la-derniere-version-de-qgis-a2747.html>

=> développement en interne d'un outil pour exploiter les données LIDAR dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation :

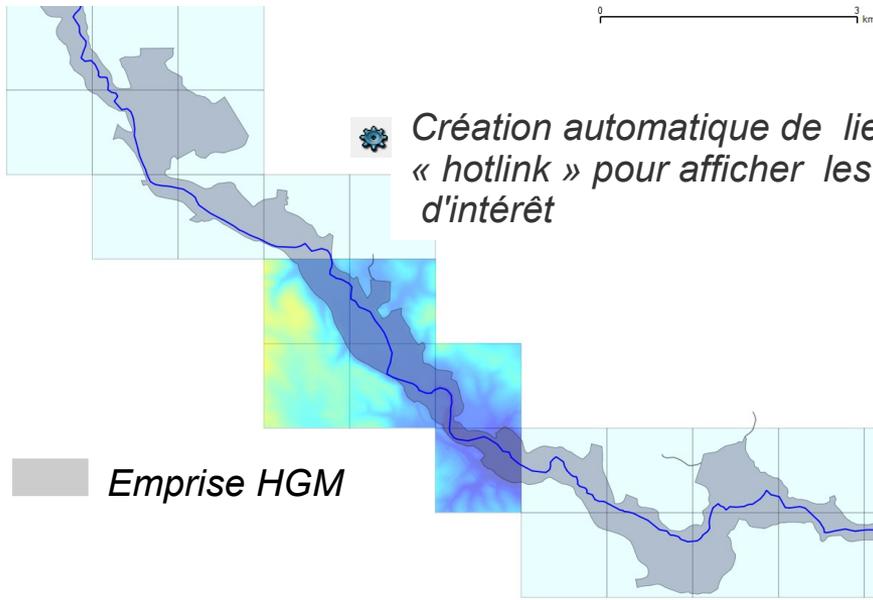
DI-CARTO, exécutable gratuit (et libre) utilisable sous Qgis + Grass

http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Utilisation_des_données_LIDAR_pour_la_directive_inondation

1 - Éléments de contexte

Les principales fonctionnalités de DI CARTO :

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



MENU
Outils Directive Inondation Cartographie des Inondations, essayer petits au début, ca peut prendre du temps!
1 Table d'assemblage (Raster => Vecteur)
2 Création de légende automatique
3 Iso-Valeurs (Raster => Vecteur)
4 Lissage (Vecteur => Vecteur)
5 Fusion de vecteurs (Vecteur => Vecteur)
6 Rupture de pente (Raster => Raster)
7 Interpolation de vecteur sur des rasters intégrés dans une table d'assemblage
8 Post-traitement des casiers sous forme de plans horizontaux (Vecteur => Raster)
9 Post-traitement des parties 1D (Vecteur => Raster)
10 Post-traitement Calcul de hauteur d'eau (Différence des rasters liés à 2 tables d'assemblage)
11 Fusion-Statistiques de rasters (Raster => Raster)
12 Petits outils
13 A propos
14 Suivi des mises à jour
Sortie

2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Besoin n°1 : identifier les **lignes de rupture de pente** dans le paysage :

=> faire ressortir les berges, les digues, les talus, les thalwegs...

Pour quelles utilisations ?

- la modélisation hydraulique (éléments structurant le lit majeur, digues, remblais,...)
- la cartographie des inondations
- la méthode hydrogéomorphologique : analyse préalable aux visites de terrain

Comment ?

- Calcul de la courbure (pente de la pente): *r.param.scale*
- Utilisation de filtres 2D pour lisser la courbure

Filtre 3

0	1	0
1	3	1
0	1	0

Filtre 9

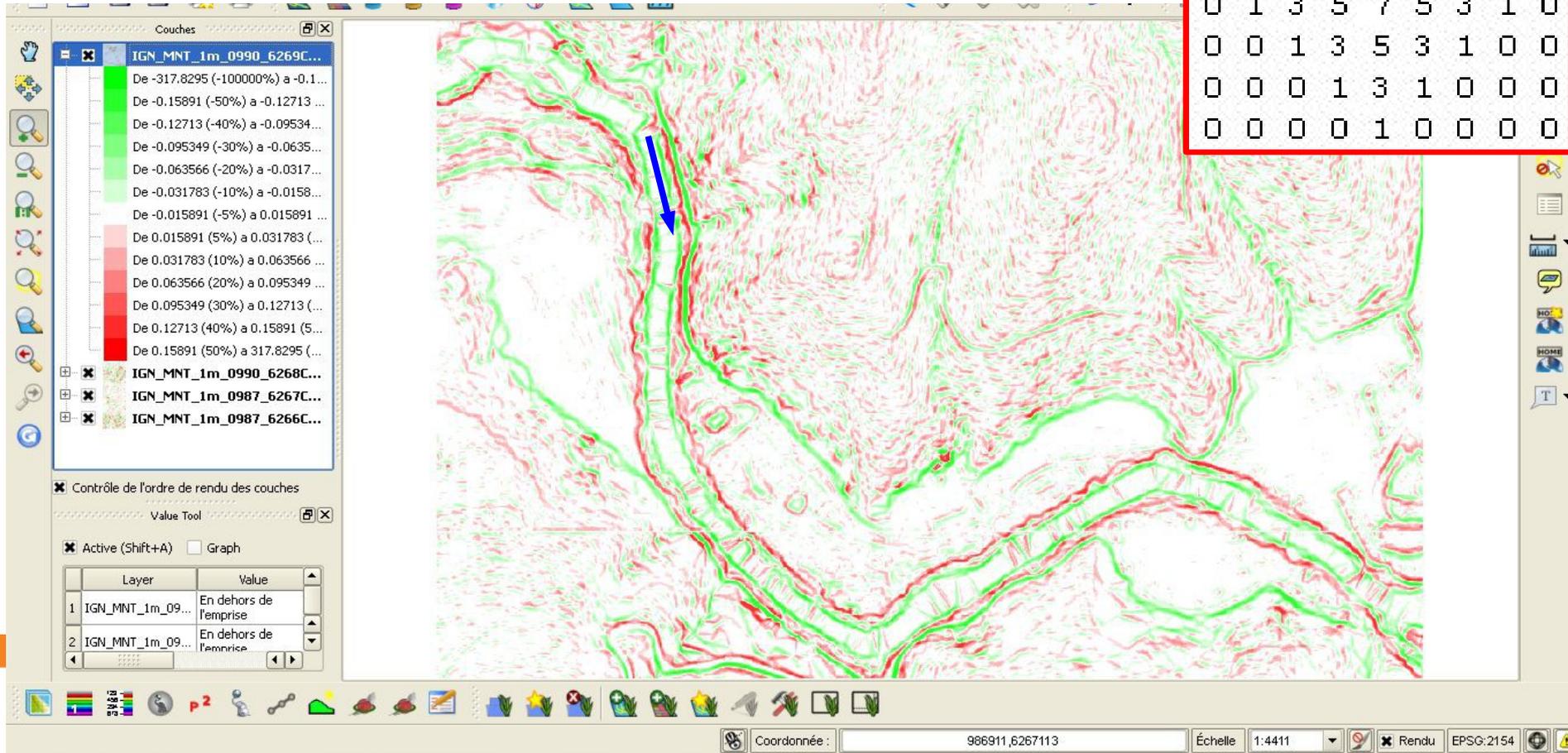
0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	3	1	0	0	0
0	0	1	3	5	3	1	0	0
0	1	3	5	7	5	3	1	0
1	3	5	7	9	7	5	3	1
0	1	3	5	7	5	3	1	0
0	0	1	3	5	3	1	0	0
0	0	0	1	3	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0

2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Identification des lignes de rupture de pente

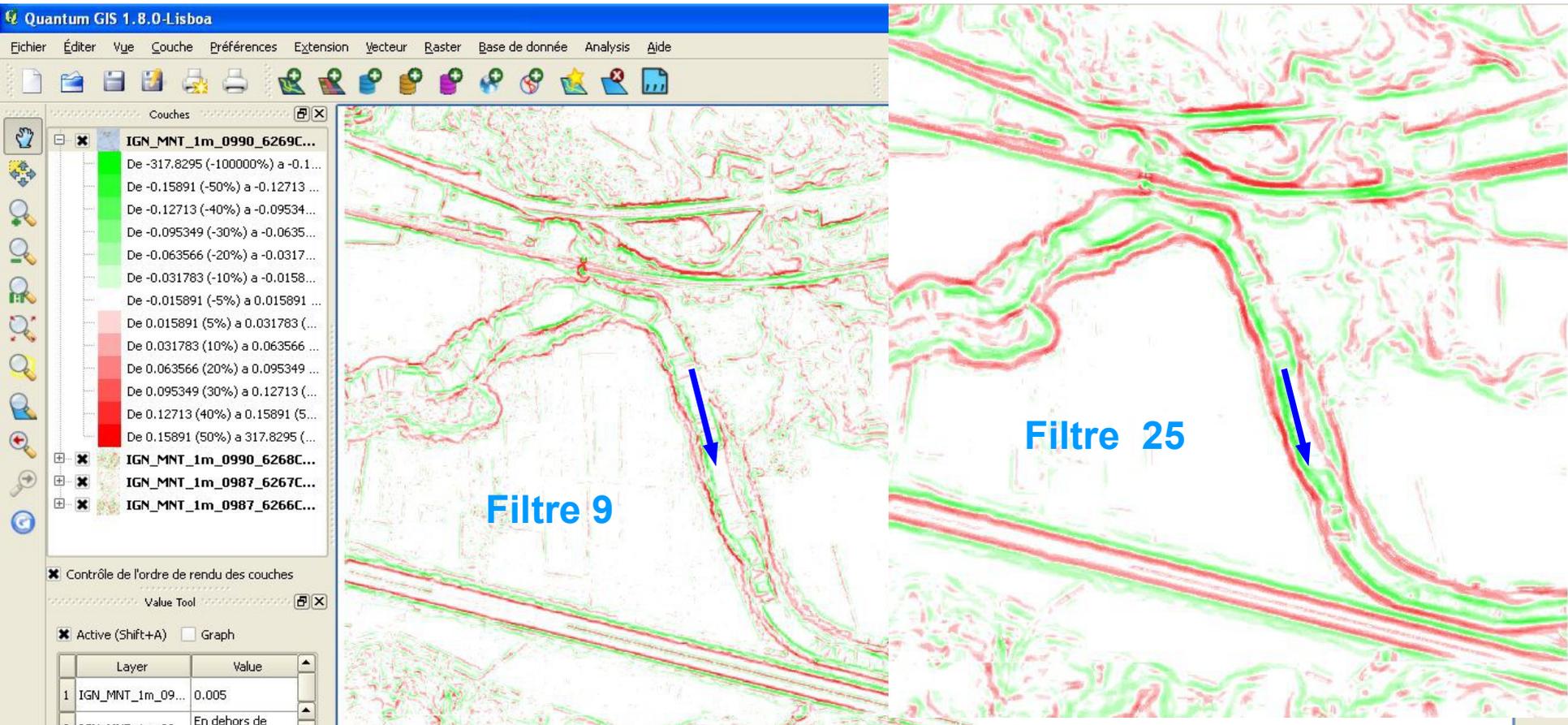
Filtre 9

0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	3	1	0	0	0
0	0	1	3	5	3	1	0	0
0	1	3	5	7	5	3	1	0
1	3	5	7	9	7	5	3	1
0	1	3	5	7	5	3	1	0
0	0	1	3	5	3	1	0	0
0	0	0	1	3	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0



2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Identification des lignes de rupture de pente



2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Besoin n°1 : identifier les **lignes de rupture de pente** dans le paysage :

=> faire ressortir les berges, les digues, les thalwegs,...

0	1	0
1	3	1
0	1	0

0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	3	1	0	0	0
0	0	1	3	5	3	1	0	0
0	1	3	5	7	5	3	1	0
1	3	5	7	9	7	5	3	1
0	1	3	5	7	5	3	1	0
0	0	1	3	5	3	1	0	0
0	0	0	1	3	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0

Que reste-t-il à faire ?

- Définir une méthode pour adapter la taille du(es) filtre(s) **aux objets géographiques** que l'on cherche à capturer ainsi qu'**aux territoires étudiés**
- Tester d'autres filtres 2D pour améliorer le traitement ?
- Passer d'un résultat RASTER à un résultat VECTEUR exploitable (nettoyé / épuré) !

2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Besoin n°2 : utilisation combinée de données LIDAR et topographiques
pour modéliser le terrain naturel

=> combiner les données LIDAR en lit majeur avec des données bathymétriques décrivant le lit mineur

Pour quelle utilisation ?

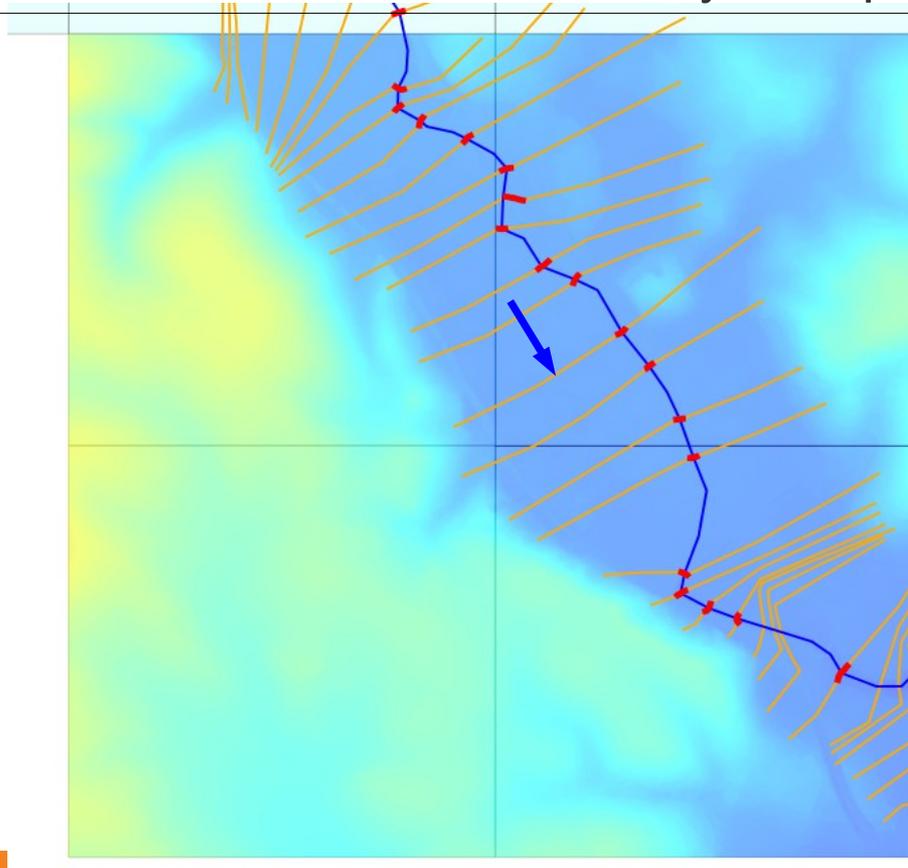
- la modélisation hydraulique (1D ou 2D) intégrant les lits mineurs des **cours d'eau en eau**

Comment ?

- Pour le 1D : création de profils en travers **continus** des lits mineur et majeur
- Pour le 2D : création d'un *MNT du lit mineur* puis **raccordement** avec le *MNT LIDAR*

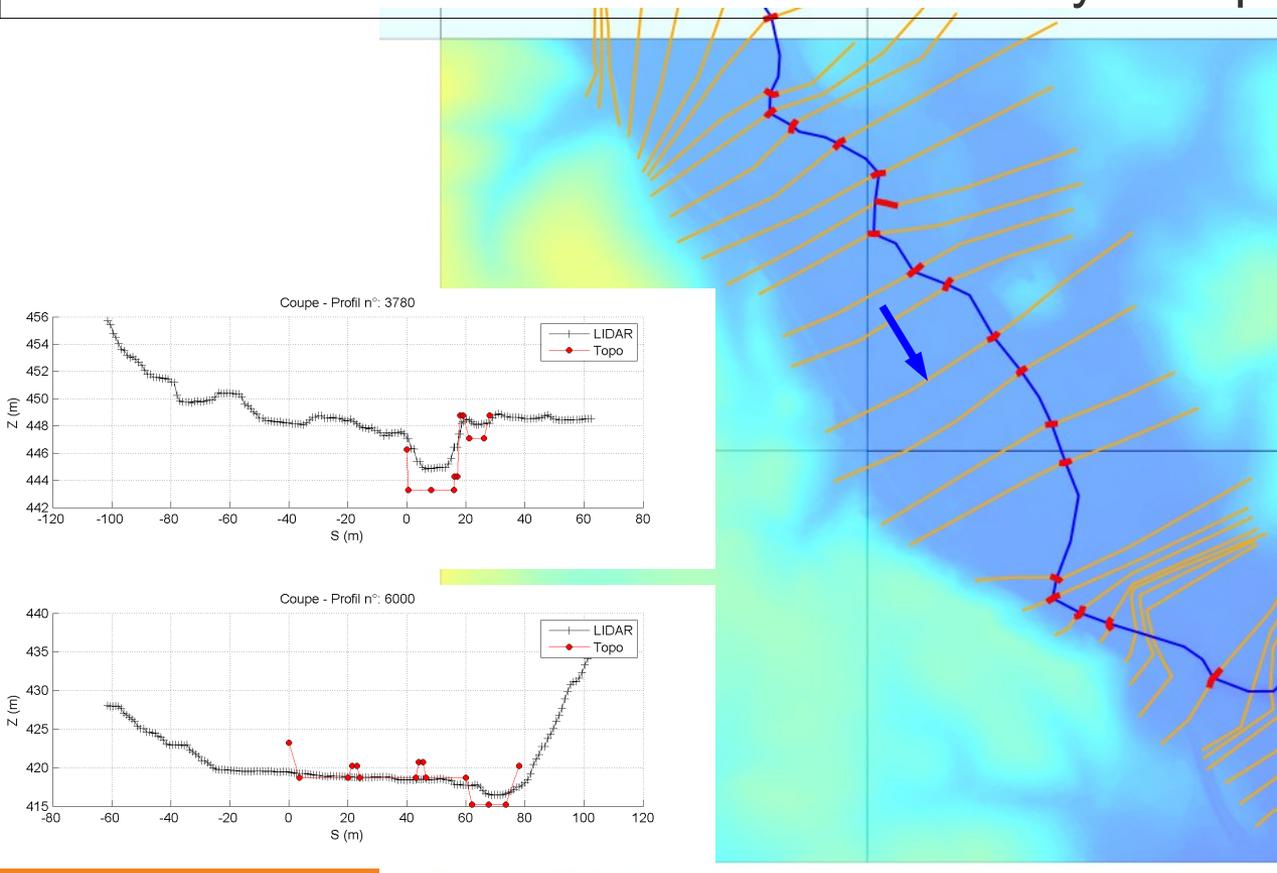
2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Combinaison de données LIDAR et bathymétriques



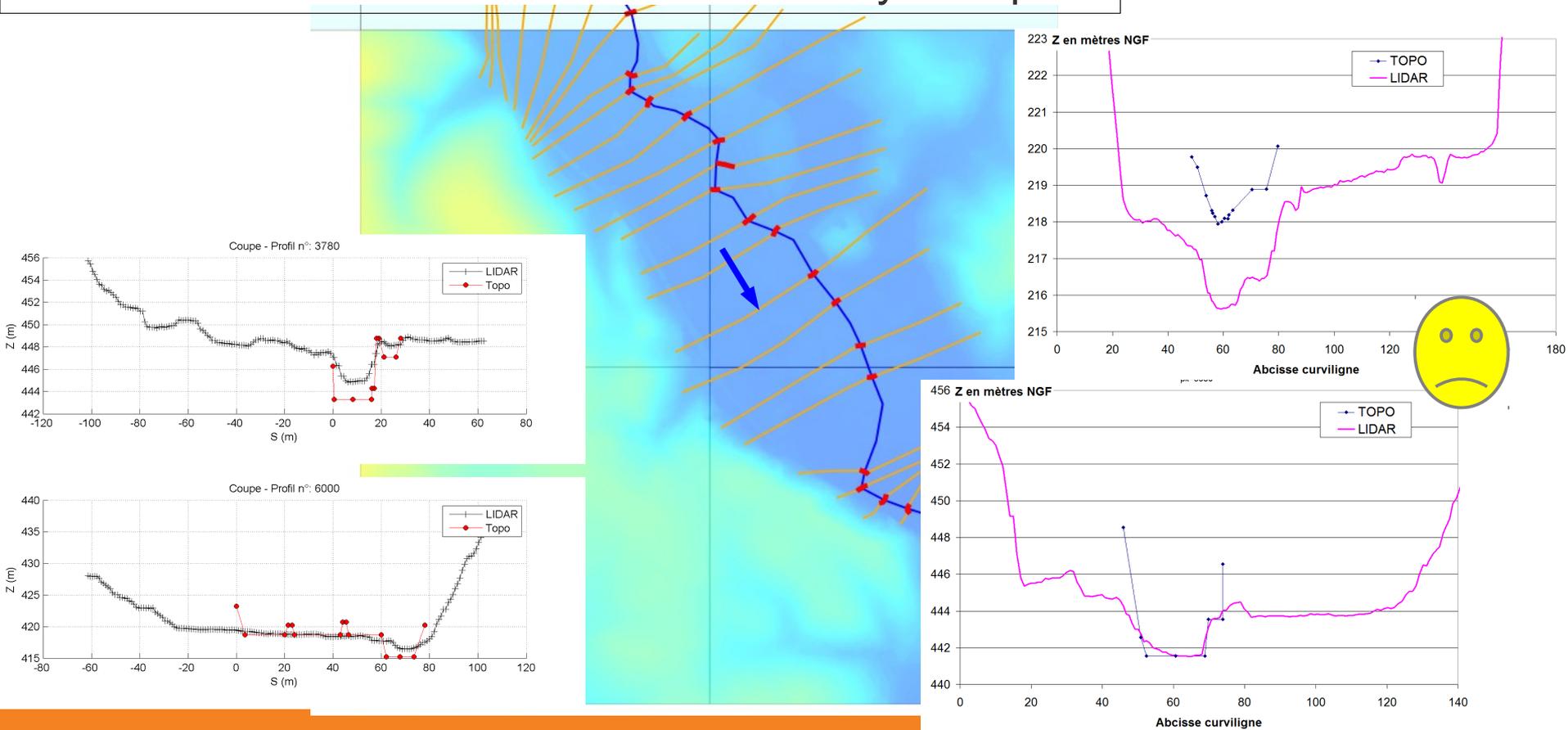
2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Combinaison de données LIDAR et bathymétriques



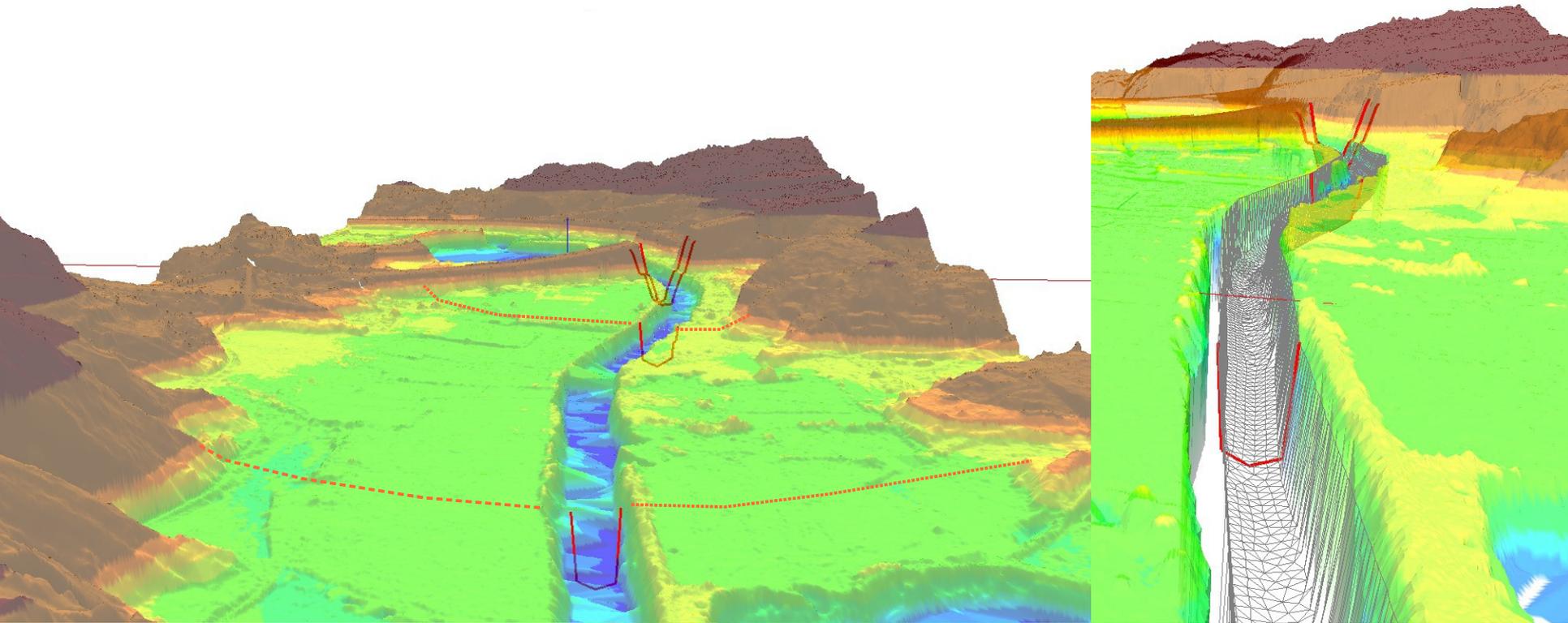
2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Combinaison de données LIDAR et bathymétriques



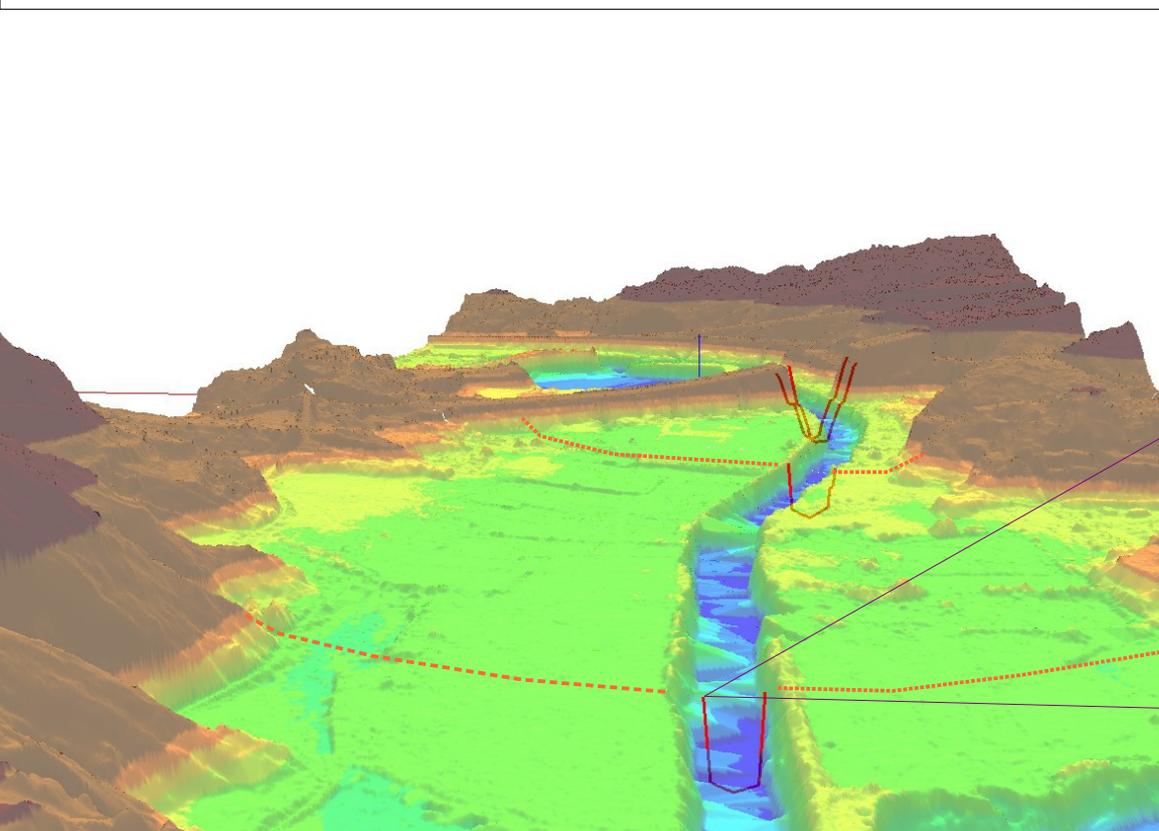
2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Combinaison de données LIDAR et bathymétriques

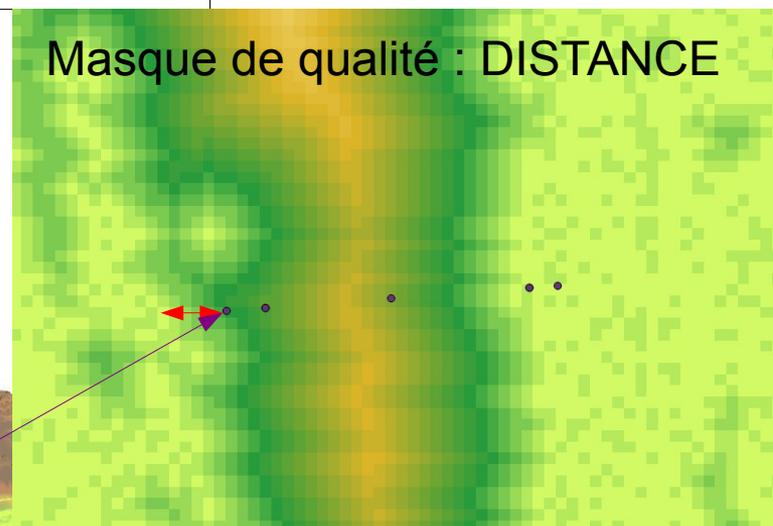


2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Combinaison de données LIDAR et bathymétriques



Masque de qualité : DISTANCE



Ortho-photographie 2008



16/12/2014

Données LIDAR : quelles informations et pour quoi faire ?

2 - Développements en cours à la Direction Territoriale Méditerranée du Cerema

Besoin n°2 : utilisation combinée de données LIDAR et topographiques
pour modéliser le terrain naturel

=> combiner les données LIDAR en lit majeur avec des données bathymétriques décrivant le lit mineur

Que reste-t-il à faire ?

- Proposer une **méthode/outil** permettant d'**identifier rapidement** (...automatiquement ?..) **les écarts** entre les deux sources de données
- Recenser et évaluer l'**impact** « hydraulique/cartographique » **des éventuels problèmes** découlant de ces écarts

=> *proposer des méthodes de traitement de ces écarts ?*

3 - Quelques recommandations aux Maîtres d'Ouvrages pour de futures acquisition Lidar

- En cas d'utilisation de données topographiques issues de 2 sources différentes (ex : LIDAR et topo terrestre) :

=> demander au géomètre :

- un **profil en long des hauts de berges** en plus des profils en travers du lit mineur
- pour chaque profil en travers du lit mineur, **décrire le lit majeur RD et RG, sur plusieurs mètres** au delà des hauts de berges

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

3 - Quelques recommandations aux Maîtres d'Ouvrages pour de futures acquisition Lidar

- Mettre en œuvre une **procédure de contrôle des données LIDAR**, car :
 - Lors de la production, 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 : **sols durs** (béton, goudron,..)

Secteurs d'intérêt : berges avec ripisylve

=>Quelle précision en Z ?

3 - Quelques recommandations aux Maîtres d'Ouvrages pour de futures acquisition Lidar

- Mettre en œuvre une procédure de contrôle des données LIDAR

=> **Contrôle externe** (recette) 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 de l'arrêté et de la circulaire de septembre 2003 :

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

3 - Quelques recommandations aux Maîtres d'Ouvrages pour de futures acquisition Lidar

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

Livrables :

Livraison 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

[http://wikhydro.developpement-](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Données_LIDAR_et_études_hydrauliques_:_quelques_recommandations)

[durable.gouv.fr/index.php/Données_LIDAR_et_études_hydrauliques_:_quelques_recommandations](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Données_LIDAR_et_études_hydrauliques_:_quelques_recommandations)

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**

4 - Synthèse et perspectives

=> La **grande résolution** des données LIDAR : - est un **atout** pour la réalisation d'études hydrauliques
- a été un **frein** à leur utilisation => *plusieurs outils existent !!*

=> **Besoins de développements** (méthodes/outils) pour la préparation des données LIDAR pour les calculs hydrauliques

Perspectives pour 2015 :

- **Stabiliser les méthodes engagées et compléter les besoins de développements pour l'exploitation** des LIDAR : *hydraulique mais pas seulement...*

- Faut-il **compléter un des outils libres** existants ou **en développer un ?**

- **Intérêt pour élargir le cercle des réflexions** aux Collectivités Territoriales, aux autres Établissements Publics, aux Services de l'État, aux Bureaux d'Études,...

- augmenter les **fonctionnalités** de l'outil de traitement (évolution morphologique des cours d'eau,...)
- augmenter le cercle des **concepteurs / développeurs**
- augmenter le **nombre d'utilisateurs**

=> si vous souhaitez contribuer à cette dynamique contactez nous !!



Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Méditerranée

Merci de votre attention !

Christophe Laroche

christophe.laroche@cerema.fr

Tél : 04 42 24 76 62

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

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

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

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
---	---

Titre de la présentation