

Acquisition sur l'Aude

Vol effectué le 14/02/2020

Rapport de traitements

Classification et génération du MNT

Date : 27 avril 2022

Contacts :

Baptiste Feldmann
baptiste.feldmann@univ-rennes1.fr
+33 223233752

Dimitri Lague
dimitri.lague@univ-rennes1.fr
+33 223235653

Résumé

Les données ont été acquises le 14 février 2020.

Les données LiDAR et autres produits fournis dans ce volume sont les suivants :

1. C2 : Nuage de points - Canal infrarouge
2. C3 : Nuage de point - Canal vert
3. Raster
 - MNT_C2_1m : Modèles numériques de terrain topographique à 1m de résolution
 - MNT_C2C3_1m : Modèles numériques de terrain topo-bathymétrique à 1m de résolution

Les données sont géoréférencées sous la projection Lambert93 liée au système géodésique RGF93. Le système altimétrique de référence est le NGF-IGN69.

La densité de point pour les données topographiques est d'environ 13 pts/m² et d'environ 30 pts/m² pour les données topo-bathymétriques.

Sommaire

1	Acquisition.....	3
2	Traitements des données	3
3	Métadonnées	6
4	Contrôle qualité	6
5	Conditions de livraison.....	8
6	Livrables	9
7	Couverture des données	10

1 Acquisition

Les données de ce volume ont été commanditées par Géosciences Rennes dans le cadre du projet [ANR PICS](#) et acquises par la Plateforme LiDAR topo-bathymétrique Nantes-Rennes. Les objectifs de cette acquisition LiDAR sont (i) de compléter la couverture LiDAR existante de la zone, (ii) de générer des données de meilleure qualité que les contraintes DGPR et (iii) de caractériser la bathymétrie des rivières à très haute résolution (VHR). Ces données seront utilisées pour améliorer la prévision des crues soudaines en utilisant les modèles numériques VHR générés à partir des données LiDAR et des méthodes de modélisation automatique des crues.

Le vol a été effectué le 14 février 2020. La superficie total d'acquisition est de 718 Km².

La densité de points est la suivante (pulse/m²):

- Données topographiques: 13 pts/m²
- Données bathymétriques: 30 pts/m²

L'acquisition a été réalisée sur les deux canaux du capteur LiDAR : le canal 2 (infrarouge à 1064nm) et le canal 3 (vert à 532nm).

2 Traitements des données

2.1 Classification des points

Canal 2 : Canal infrarouge ($\lambda = 1064\text{nm}$)

La classification des points du canal 2 est réalisée en plusieurs étapes :

1. Une classification automatique par le logiciel Lastools afin de séparer le sol (sol et eau) du sursol (végétation et bâtiments).
2. Une classification par apprentissage supervisé à partir d'un algorithme développé en interne pour la séparation entre les points correspondants à la surface d'eau, les points du sol et les points aberrants résiduels.

Canal 3 : Canal vert ($\lambda = 532\text{nm}$)

La classification des points du canal 3 est réalisée en plusieurs étapes :

1. Une séparation entre les zones émergées et les zones ennoyées à partir de la classification du Canal 2.
2. Une classification par apprentissage supervisé sur les zones ennoyées, à partir d'un algorithme développé en interne pour la séparation entre les points de la colonne d'eau (classe 15) et ceux correspondants au fond de la rivière (classe 16).
3. Une classification automatique par le logiciel Lastools pour les zones émergées, pour la détection du sol, de la végétation, des bâtiments, etc...

Table de codes utilisés et niveau de contrôle :

Les nuages de points au format LAS 1.3 sont classifiés selon une table de codes inspirée de la convention ASPRS. Pour chaque champ, un niveau de contrôle est affecté afin de renseigner la méthode utilisée pour sa détection et si une validation manuelle a été mise en œuvre. Les différents niveaux de contrôles utilisés sont répartis dans le tableau suivant :

Niveau	Dénomination
1	Classification non-supervisée simple
2	Classification non-supervisée avec validation manuelle
3	Classification supervisée sans validation manuelle
4	Classification supervisée avec validation manuelle

Les codes utilisés dans le champ « classification » sont les suivants :

N°	Dénomination	Niveau de contrôle
1	Non classé	3
2	Sol	3
5	Végétation	2
6	Bâtiment	1
9	Surface d'eau (Canal 2)	4
15	Point intermédiaire de la colonne d'eau (Canal 3)	4
16	Fond de la rivière (Canal C3)	4 (cours d'eau principal)
		3 (parties annexes)
17	Ponts	2

2.2 Correction de réfraction

Les points du canal vert situés sous le niveau d'eau doivent être modifier pour prendre en compte les effets de réfraction du trajet du laser à l'interface air/eau. En l'absence de cette correction, l'erreur verticale et horizontale serait de respectivement 25% et 10 % de la profondeur d'eau.

La correction est appliquée sur les nuages de points du canal 3, pour la classe 16 « fond de rivière ». Elle utilise le fichier de trajectoire SBET et la position de la surface d'eau issue de la classe « surface d'eau » du canal 2 (en approximant la surface locale comme étant horizontale). En pratique, tous les points immergés du canal C3 (vert) de la classe 16 ont été corrigés de la réfraction.

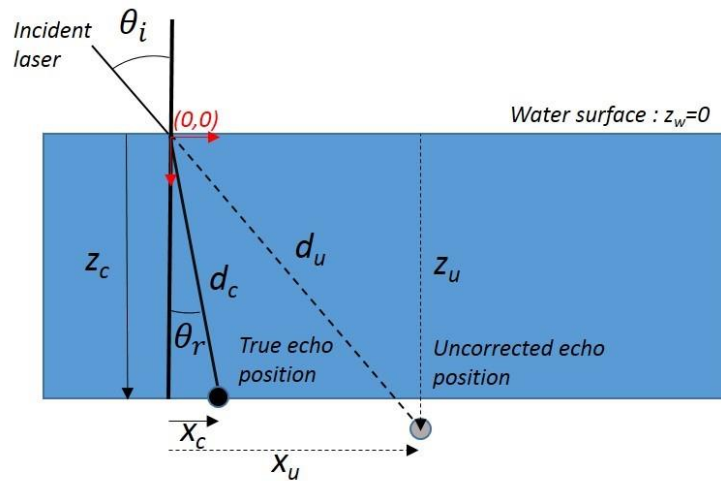


Figure 1 : schéma explicatif des effets de réfraction

2.3 Traitement du retour d'onde complet (full-waveform FWF)

Nous avons effectué une analyse de retour d'onde complet afin de compléter la couverture bathymétrique dans les zones où le signal était plus faible dû à la profondeur et/ou à la turbidité de l'eau.

La méthode appliquée consiste à augmenter le nombre de points du nuage de point initial en analysant le retour d'onde complet et en diminuant le seuil définissant les échos discrets. Les points définissant le fond de la rivière sont ensuite choisis comme suit :

1. Application d'un algorithme de reconstruction de surface de Poisson à partir des points représentant le percentile 10 de la coordonnée Z tous les mètres.
2. Calcul de distance D entre la surface interpolée et les points récupérés par analyse du retour d'onde complet
3. Les points avec une distance D comprise entre $-0.4 \text{ m} < D < 0.4 \text{ m}$ sont gardés.

Les modèles numériques d'élévation sont ensuite créés à partir de ces points.

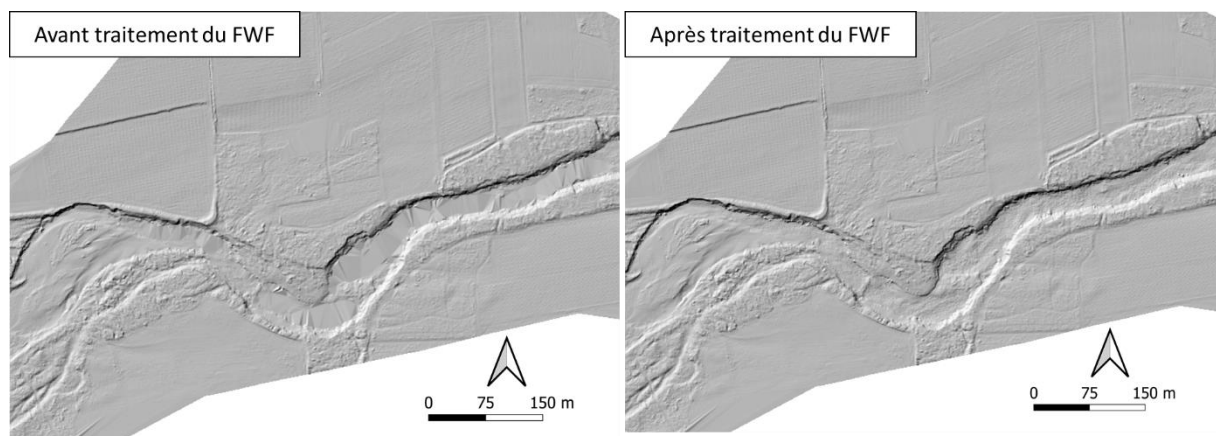


Figure 3 : MNT avec bathymétrie sur un secteur de l'Aude avant/après traitement du retour d'onde complet (FWF).

2.4 Génération des modèles numériques d'élévation

La génération du Modèle Numérique de Terrain au format Raster Geotiff a été réalisée à l'aide de l'outil Lastools. Cette opération réalise une moyenne des altitudes des points contenus dans chaque pixel. Si un pixel ne contient aucun point, une interpolation linéaire est réalisée à partir des pixels voisins.

La résolution du Raster a été fixée à 1m.

2.5 Informations diverses

Séparation des points selon chaque canal :

Pour chaque fichier de points, le champ « PtSourceId » permet de séparer les données selon le canal d'acquisition 2 ou 3 (respectivement les canaux infrarouge et vert). « User_data » pour séparer les deux canaux.

- Densité de points moyen :
 - Ensemble des données LiDAR brut (canaux infrarouge et vert) : ≈ 21 pts/m²
 - Données LiDAR classe « sol » : ≈ 8 pts/m²

3 Métadonnées

3.1 Caractéristiques des données laser

Caractéristiques	Description
Nom de l'appareil	Optech Titan Dual Wavelength - 532 nm + 1064 nm
Tâche laser	~20-30 cm

4 Contrôle qualité

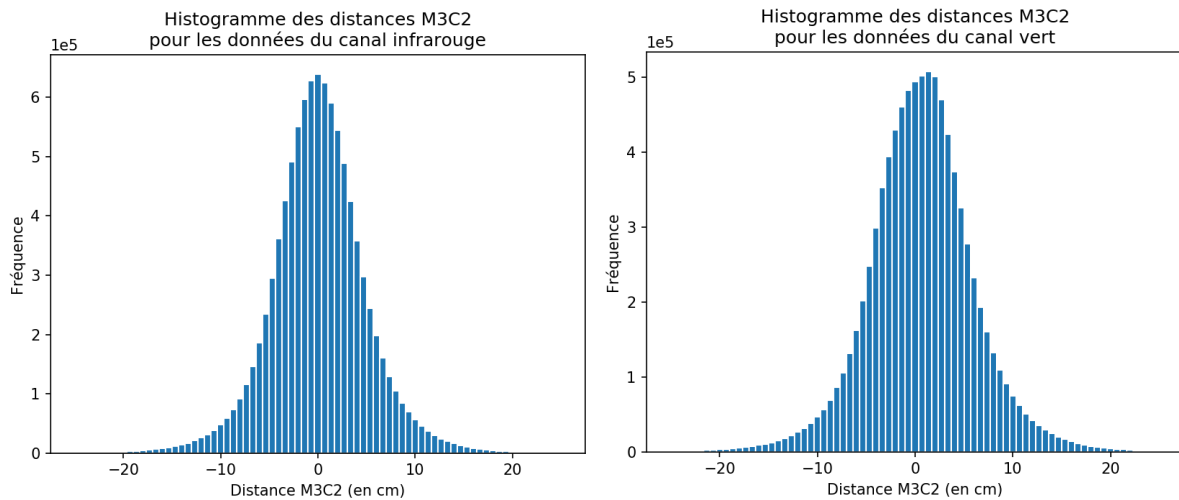
4.1 Recouvrement interligne

Contrôle de la différence d'altitude sur les zones de recouvrement entre deux lignes de vol.

Une comparaison deux à deux entre les lignes se chevauchant est réalisée à l'aide de l'algorithme M3C2 (Lague et al., 2013 ; implémenté dans CloudCompare) qui réalise une différence moyenne verticale de la position de chaque nuage à partir des données des points de sol, et sur un disque de 4m de diamètre. Cette mesure glissante est réalisée tous les 1m.

Ce contrôle est réalisé pour évaluer la qualité du recouvrement entre deux lignes de vol pour chaque canal d'acquisition.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des paires testées, sont présentés par les histogrammes suivants :

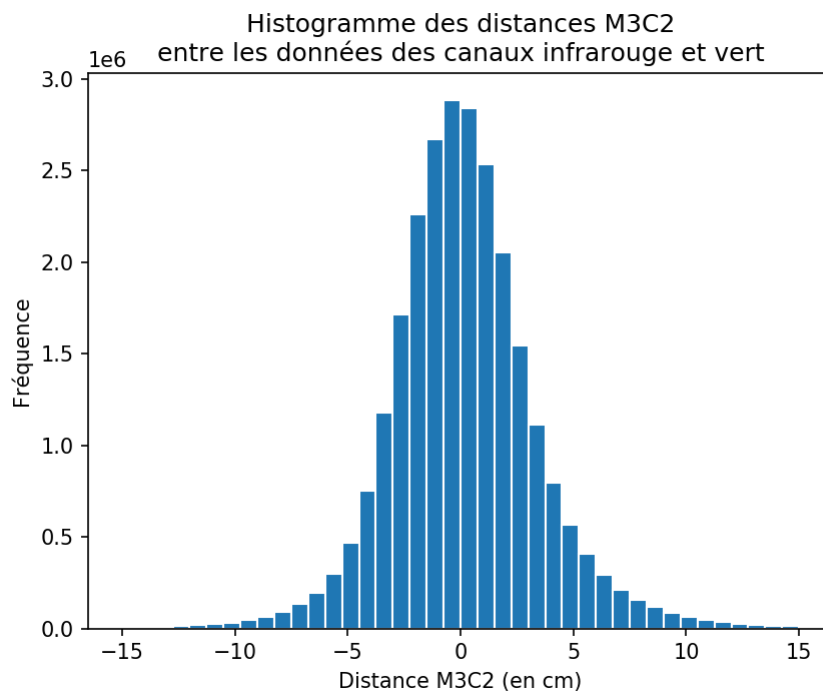


4.2 Comparaison entre les deux canaux :

Le Lidar Optech Titan disposant de deux canaux laser (532 nm et 1064 nm), nous réalisons un contrôle de la différence d'altitude entre les canaux pour chaque ligne de vol.

Comme précédemment, nous utilisons l'algorithme M3C2 sur un disque de diamètre 4 m pour mesurer tous les mètres la différence d'altitude moyenne des points classés comme étant le sol.

Les résultats obtenus pour l'ensemble des lignes, sont présentés par l'historgramme suivant :



4.3 Tableau récapitulatif :

Nom	Moyenne des distances (cm)	Ecart-type (cm)
Recouvrement Canal infrarouge	0.1	9
Recouvrement Canal vert	0.6	9
Comparaison Canaux infrarouge / vert	0.2	5

Attention, ces mesures sont réalisées sur toute la topographie, et non uniquement sur les surfaces dures (routes, parking). On remarque un excellent calage moyen des canaux les uns avec les autres, et un écart-type qui reste sous 10 cm, malgré une mesure sur des surfaces non idéales (i.e., rugueuses, et sous végétation pour certaines).

5 Conditions de livraison

Les données de ce volume ont été commanditées par Géosciences Rennes dans le cadre du projet [ANR PICS](#).

Les données de ce volume sont fournies par la [Plateforme lidar topo-bathymétrique Nantes-Rennes](#) sous les conditions suivantes :

1. Ce fichier (rapport_traitements_Plateforme_LiDAR_Aude2020.pdf) est toujours stocké avec les données non modifiées contenues dans ce volume.

2. Ce volume de données n'est pas modifié de quelque manière que ce soit sans l'approbation de la plateforme LiDAR. Les données peuvent être copiées de ce fichier à un autre.
3. Toute publication utilisant ces données doit faire référence à la citation suivante :
Aude 2020 survey France, ANR PICS, 2022.

6 Livrables

Données	Dossier	Type	Commentaires	Format	Système de référence	
					planimétrie	altimétrie
Raster Topo	MNT_C2_1m	par dalles (500 x 500m)		GeoTIFF/LAZ/KML	RGF93 - L93 (EPSG: 2154)	NGF-IGN69
Raster topo-bathy	MNT_C2C3_1m	1 m				
Raster Topo-bathy	MNT_C2C3_50cm	50 cm				
Modèle numérique de canopée	MNC_C2C3_1m	1 m		GeoTIFF		

7 Couverture des données

