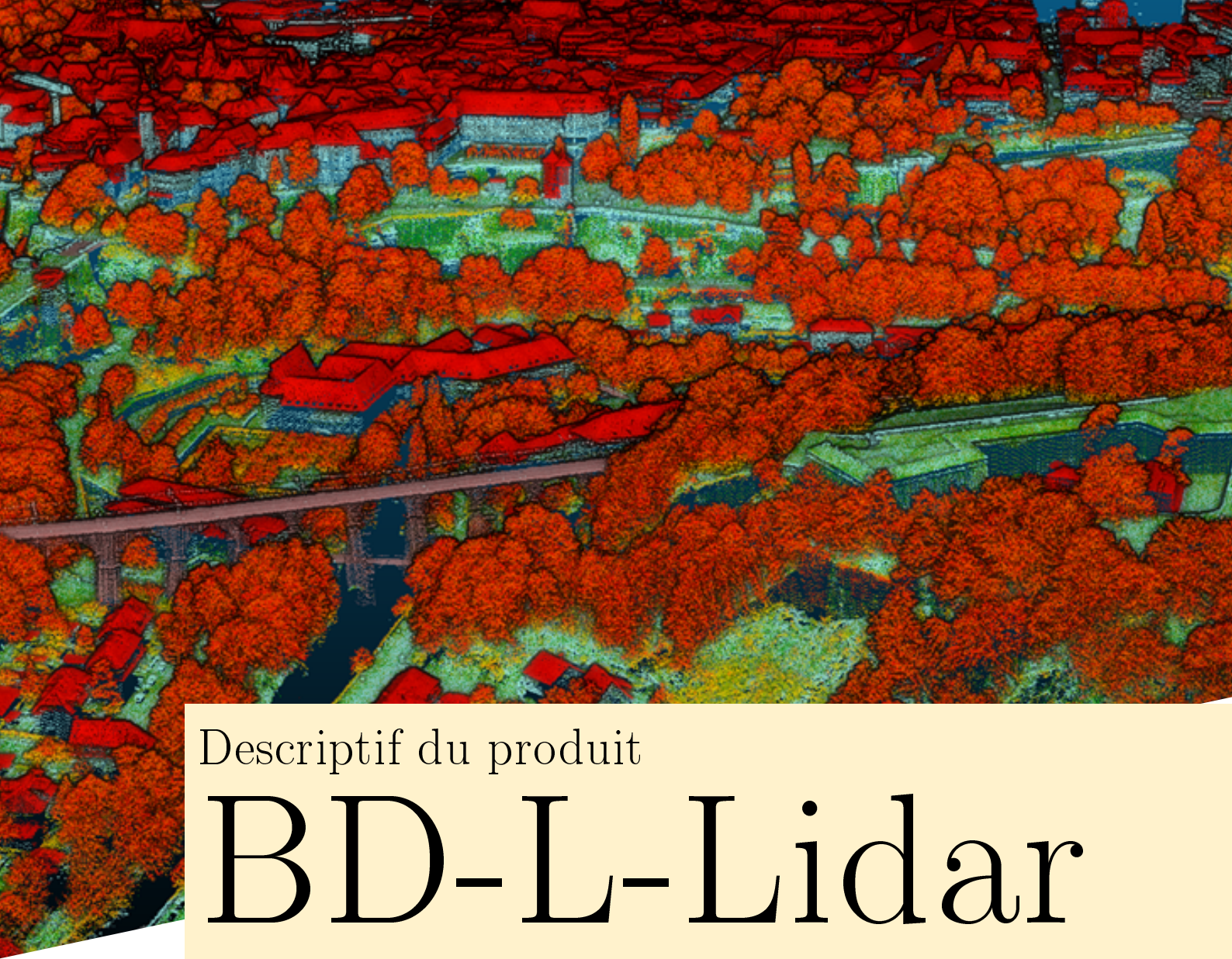




Descriptif du produit

BD-L-Lidar

Survol 2024

OpenData
Version 1.1 - 12/2024



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Administration du cadastre
et de la topographie

Contents

1	Acronymes	2
2	Introduction	3
2.1	Qu'est le Lidar?	3
2.2	Les modèles numériques d'élévation	4
3	Spécifications de livraison	5
3.1	Fréquence de mise à jour	5
3.2	Nomenclature des fichiers	5
3.3	Autres spécifications de livraison	6
4	Spécifications techniques	7
4.1	Acquisition	7
4.2	Nuage de points	8
4.3	Précision	8
4.4	Modèle numérique de surface et de terrain	8
4.5	Autres produits dérivés	9
5	Licence	10

1 Acronymes

ACT	Administration du cadastre et de la topographie
ASPRS	Société américaine de photogrammétrie et de télédétection
BD	Base de données
COG	Cloud optimized GeoTiff
COPC	Cloud optimized point cloud
GNSS	Global navigation satellite system
GPS	Global positioning system
LAS (LAZ)	LASer file format (fichier comprimé)
Lidar	Light Detection and Ranging
LUREF	Luxembourg reference frame
MNS	Modèle numérique de surface
MNT	Modèle numérique de terrain
NGL	Nivellement général du Luxembourg

2 Introduction

Ce document présente une description détaillée de la base de données luxembourgeoise des données Lidar de 2024 (BD-L-Lidar2024), publiée par l'Administration du cadastre et de la topographie (ACT). Ce jeu de données inclut un nuage de points à très haute résolution ainsi que les modèles numériques de terrain (MNT) et de surface (MNS) dérivés.

Le nuage de points Lidar offre une représentation tridimensionnelle précise du paysage, capturant des détails topographiques avec une densité supérieure à 30 points par mètre carré. Les données sont mises à disposition au grand public et ont des applications potentielles dans divers secteurs tels que l'urbanisme, l'aménagement du territoire, la gestion des ressources naturelles et la prévention des risques.

2.1 Qu'est le Lidar?

Le Lidar (Light Detection and Ranging) est une technologie de télédétection active qui permet de mesurer des distances et des angles avec une grande précision. Le capteur Lidar, monté sur un aéronef, émet des faisceaux laser qui sont réfléchis par la surface terrestre. Le retour de l'impulsion est alors interprété pour déterminer la distance entre le capteur et l'obstacle, ainsi que d'autres métriques sur sa composition, sa surface et sa réflectivité (Figure 1).

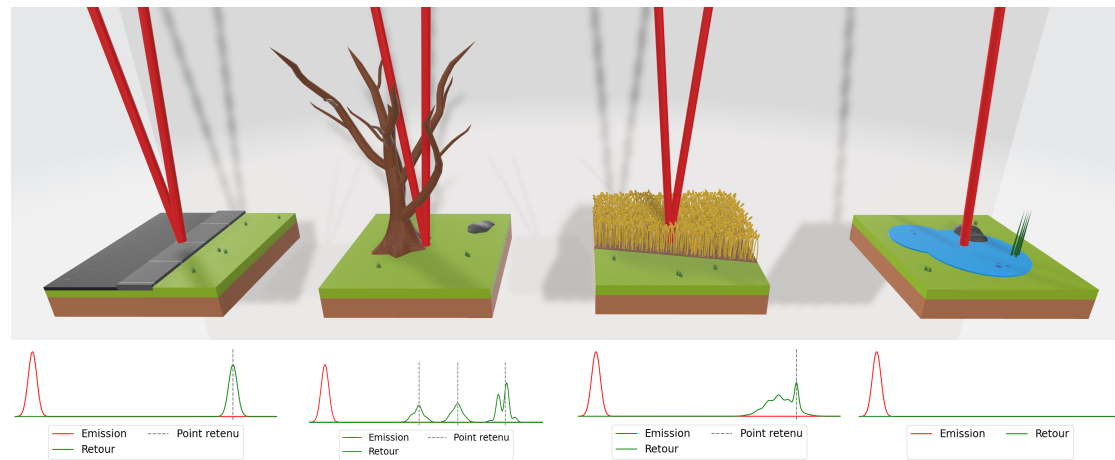


Figure 1: Représentation simplifiée du signal de retour pour différentes couvertures de la surface terrestre.

La position du capteur Lidar dans l'espace est connue à tout moment grâce à des mesures GNSS (GPS) et inertielles. À partir des mesures de position et d'orientation du capteur et des mesures de distance, la position dans l'espace de chaque point mesuré peut être déterminée (Figure 2). En balayant la surface terrestre, un nuage de points géoréférencé représentant la morphologie de la surface terrestre peut être calculé. Ce produit est traité et classé, puis mis à disposition par l'ACT sous forme de nuage de points. D'autres produits dérivés sont également calculés, notamment le modèle numérique de surface (MNS) et le modèle numérique de terrain (MNT).

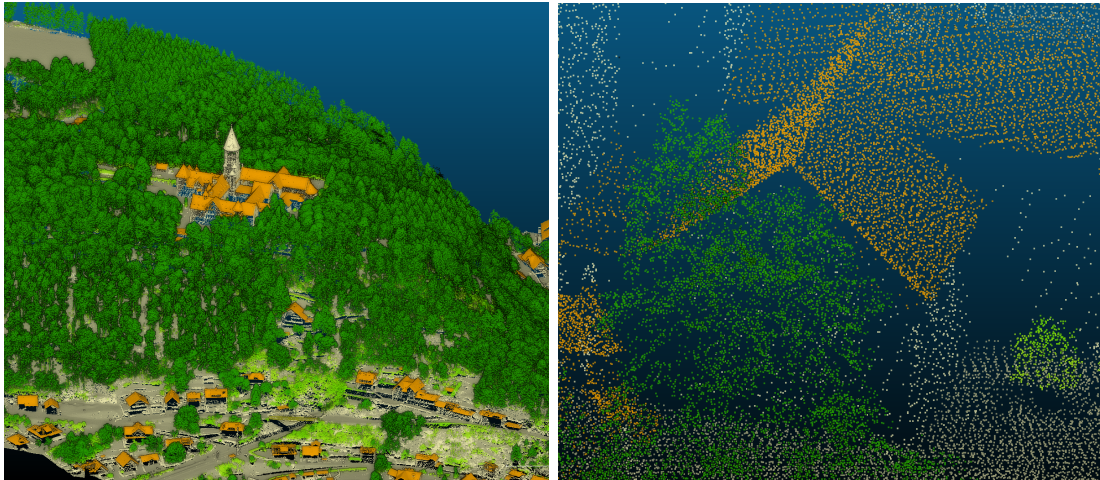


Figure 2: Zoom sur le nuage de points montrant les points distincts composant le nuage.

2.2 Les modèles numériques d'élévation

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) est une représentation en 2,5D de l'élévation sous forme raster. Chaque pixel de ce raster correspond à la valeur de l'élévation maximale du sol nu dans son périmètre. Le Modèle Numérique de Surface (MNS), quant à lui, représente la hauteur de la surface terrestre, incluant la végétation et les structures humaines. En calculant la différence entre le MNS et le MNT, il est possible d'obtenir un modèle numérique de hauteur qui représente la hauteur des éléments hors sol sur la surface terrestre.

La faible différence des valeurs de pixels voisins par rapport à la forte amplitude des valeurs sur l'ensemble du raster ne permet pas de différencier visuellement les éléments topographiques sur le MNS et le MNT à grande échelle. Un raster d'ombrage pour chaque modèle permet de mieux distinguer les différentes surfaces et les contours des objets (Figure 3 et 4). Ce raster d'ombrage est basé sur l'exposition et l'inclinaison théorique de chaque pixel, simulant ainsi un effet d'éclairage solaire.



Figure 3: Ombrage du modèle numérique de surface (MNS) à l'exemple de l'Abbaye de Clervaux.



Figure 4: Ombrage du modèle numérique de terrain (MNT) à l'exemple de l'Abbaye de Clervaux.

3 Spécifications de livraison

Le produit BD-L-Lidar2024 contient le nuage de points classé, découpé en 10 905 tuiles carrées de 500 mètres de côté. Les tuiles sont regroupées dans des fichiers compressés comportant jusqu'à 9 tuiles, couvrant une étendue maximale de 1500 mètres de longueur et de largeur. Le poids total des fichiers LAZ dépasse 2 To. Un tableau d'assemblage contenant le nom des tuiles, le nom du groupe et le lien de téléchargement est disponible sous forme de GeoPackage. Le tableau d'assemblage peut être visualisé sur le site du Géoportail (<https://map.geoportail.lu/>) avec les liens de téléchargement correspondants. L'outil 'Profil Lidar' permet la visualisation et le téléchargement d'une coupe de largeur variable du nuage de points (figure 5). Le nuage de points est également consultable via l'outil de visualisation 3D (<https://lidar.geoportail.lu/>).

Les modèles numériques de terrain et de surface sont disponibles en deux fichiers sous forme de GeoTIFF couvrant l'ensemble du territoire national (<https://data.public.lu/>) et sur le Géoportail.

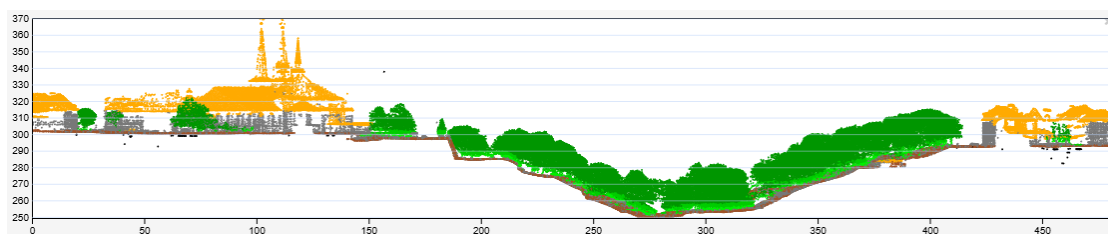


Figure 5: Coupe du nuage de points téléchargeable de l'outil *Profil Lidar* du Géoportail.

3.1 Fréquence de mise à jour

Le survol précédent à la BD-L-Lidar date de 2019. Le jeu de données est mis à jour tous les quatre ans. La prochaine mission est planifiée pour l'hiver 2027-2028.

3.2 Nomenclature des fichiers

Les tuiles du nuage de points sont nommées selon la coordonnée nord-ouest du cadre d'objet (bbox) :

Nuage de points :

Easting_Northing.laz

Modèle numérique de terrain :

mnt_cog_lidar2024.tif

Ombrage MNT :

mnt_hillshade_lidar2024.tif

Tableau d'assemblage :

lidar2024_ta.gpkg

Modèle numérique de surface :

mns_cog_lidar2024.tif

Ombrage MNS :

mns_hillshade_lidar2024.tif

3.3 Autres spécifications de livraison

Les fichiers LAZ 1.4 sont encodés en tant que cloud optimized point cloud (COPC). Les GeoTIFF du MNS et du MNT, ainsi que les ombrages associés, sont encodés en tant que cloud optimized GeoTIFF (COG).

Les zones déclarées sites sensibles ont été traitées avant la publication. La composante Z est rapportée à l'élévation du MNT et les composantes supplémentaires sont rapportées à zéro. La colorisation est floutée sur ces sites.

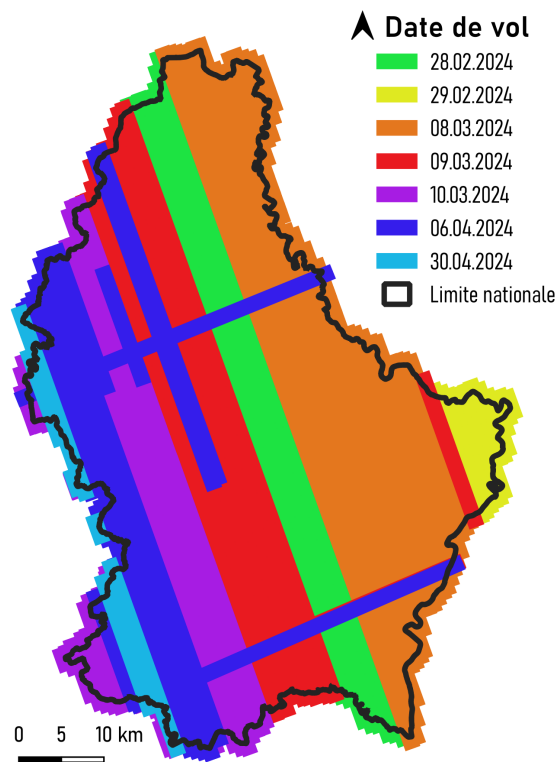


Figure 6: Trajectoires de vol par date.

4 Spécifications techniques

4.1 Acquisition

L'acquisition des données a été réalisée en hiver 2024 (Figure 6) à l'aide d'un double capteur de type VQ-780 II-S de Riegl avec les spécifications de l'acquisition suivantes :

- Altitude de vol : 1 700 mètres au-dessus du niveau du sol
- Fréquence d'acquisition : 1 900 kHz
- Densité des points émises : 32,4 pts/m²
- Temps de vol total : 30 heures et 49 minutes

Date de vol	Plage horaire	Météo			Territoire couvert
28.02.2024	14:52 - 17:25				1258,1 km
29.02.2024	12:36 - 15:16				228,7 km
08.03.2024	07:44 - 11:50				1759,6 km
	13:40 - 17:15				588,3 km
09.03.2024	07:53 - 12:09				1673,9 km
	14:13 - 14:53				36,8 km
10.03.2024	06:40 - 11:45				1326,1 km
06.04.2024	05:32 - 09:18				580,9 km
	10:22 - 13:22				524,1 km
30.04.2024	10:34 - 11:45				143,4 km



Mauvais temps*



Ciel dégagé



Calme



Beau temps



Ciel voilé/
Brouillard*



Turbulent*

*Les informations météorologiques indiquées sont relatives aux conditions minimales acceptables.

4.2 Nuage de points

Le nuage de points est coloré à l'aide de l'orthophotographie d'été 2023, mise à disposition par l'Administration du Cadastre et de la Topographie. Les fichiers des nuages de points sont publiés au format LASer comprimé (LAZ) selon les spécifications 1.4 de la Société américaine de photogrammétrie et de télédétection (ASPRS). Le format d'enregistrement des données de points est le format 7 (Tableau 1). Le nuage de points présente une densité supérieure à 30 points par mètre carré et est classé en 10 catégories (Tableau 2 et figure 7).

Composantes variables des points	
Composante	Remarque
X, Y, Z	Coordonnées en LUREF-LTM (Est, Nord et Hauteur)
Intensity	Magnitude du signal retour sans unité. L'amplitude de la valeur dépend de la calibration du capteur.
Return Number	Le nombre de retour d'impulsion pour un signal émis.
Number Of Returns	Nombre entier indiquant le nombre total de retours mesurés pour une même impulsion envoyée.
Scanner Channel	Numéro du canal du capteur qui a mesuré le point.
Classification	Numéro de la classe auquel le point appartient.
Scan Angle	Angle d'émission du signal par rapport à l'origine du capteur.
Point Source ID	Identifiant de l'axe de vol.
GPS Time	Temps à l'acquisition exprimé en temps GPS.
Reflectance	L'amplitude corrigée par rapport à la distance entre le capteur et la cible.
Deviation	L'écart de la forme de l'impulsion de retour par rapport à la forme type.
RVB	Valeurs rouges, vert et bleu issues de l'orthophoto de 2023.

Table 1: Liste des composantes connues pour chaque point dans le nuage de points.

4.3 Précision

La précision verticale est inférieure à 10 cm, avec un écart-type de 5,5 cm, établie sur 25 surfaces de contrôle réparties sur la zone d'acquisition. La classification est correcte pour 95% des points. Un contrôle qualité a été effectué sur les données.

4.4 Modèle numérique de surface et de terrain

Les modèles numériques de surface (MNS) et de terrain (MNT) sont mis à disposition sous forme raster avec une résolution au sol de 50 cm. Chaque pixel représente l'élévation du point le plus haut dans le semis des classes respectives, en mètres. Dans les zones où la densité des points ne permet pas d'extraire une valeur pour chaque pixel, les valeurs sont interpolées avec les points les plus proches. Chaque modèle est accompagné d'un raster d'ombrage simple simulant un azimuth théorique de 300° et un angle vertical de 40°.

Classification			
Code	Nom	MNT	MNS
1	Autre		
2	Sol	X	X
3	Végétation basse		X
4	Végétation moyenne		X
5	Végétation haute		X
6	Bâtiments		X
7	Low Points (bruit)		
9	Eau	X	X
13	Ponts, Passerelles, Viaducs		X
15	Lignes à haute tension		X

Table 2: Tableau des classes et codes associés avec l'indication si la classe est retenue pour l'établissement du modèle numérique de surface ou de terrain.

4.5 Autres produits dérivés

Les courbes de niveaux et les points cotés, calculés à partir du nuage de points Lidar, sont inclus dans la BD-L-GeoBase mise à disposition par l'Administration du Cadastre et de la Topographie. Pour plus d'informations, veuillez consulter la description du contenu de la BD-L-GeoBase sur le site national des données ouvertes (<https://data.public.lu/>).

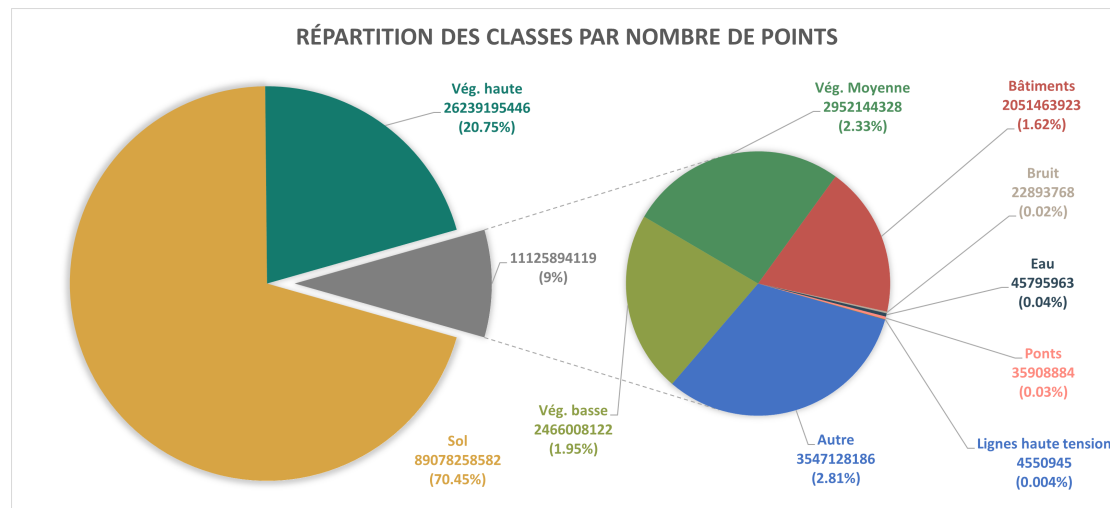


Figure 7: Nombre de points par classe pour le semis de points national.

5 Licence

Le jeu de données BD-L-Lidar est mise à disposition sous la licence du Creative Commons Zero (CC0)¹. Le produit peut être téléchargé sur le site national des données ouvertes (<https://data.public.lu/>).

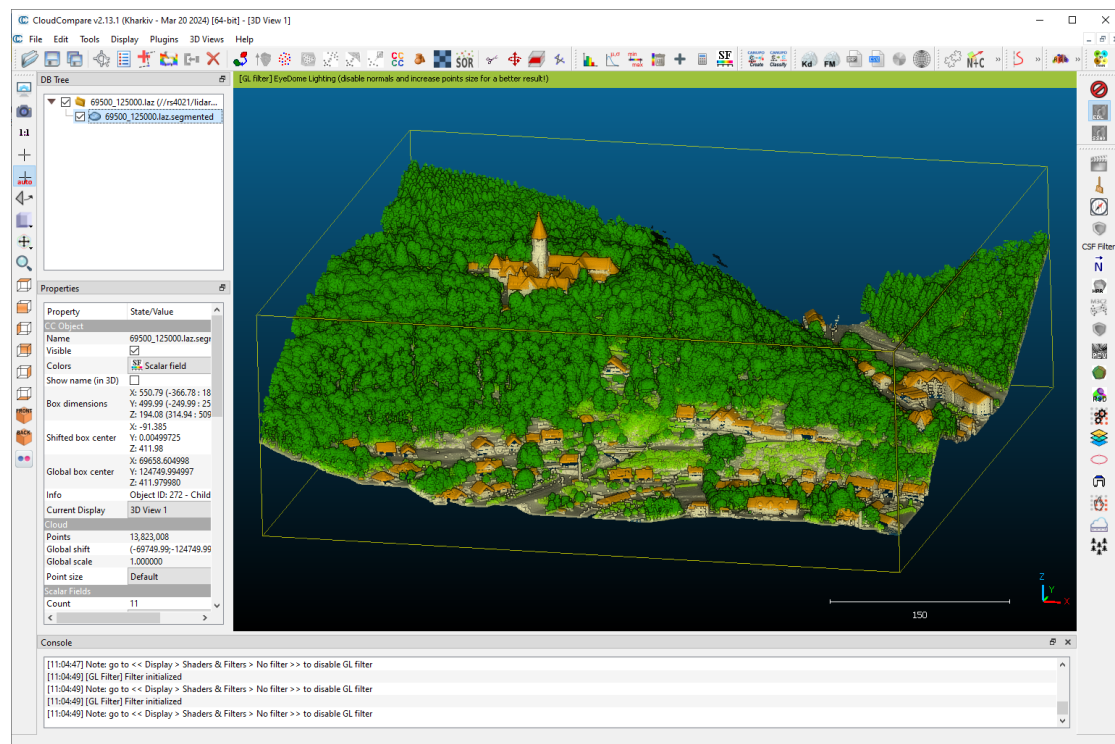


Figure 8: Visualisation du nuage de points de l'Abbaye de Clervaux avec CloudCompare, logiciel libre de traitement des nuages de points.

¹<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Administration du cadastre
et de la topographie

Administration du cadastre et de la topographie

Département de l'information du territoire

Service gestion des géodonnées

1, Rue Charles Darwin

L-1433 Luxembourg

topographie@act.etat.lu

www.act.public.lu ; www.geoportail.lu