

Acquisition des données LiDAR - Secteurs de la Vallée-du-Haut-Saint-Laurent et Châteauguay & Vallée-du-Richelieu

Contenu de la livraison finale – Janvier 2011

Table des matières

Sujet	Page
Introduction	3
Survol de la technologie LiDAR aéroportée	4
Contenu de la livraison finale	17
Localisation du territoire couvert par les données LiDAR	27
Précision des données	32

Introduction

Ce document a pour vocation d'aider les utilisateurs dans la prise en main des différents éléments de la livraison finale des **projets de couverture LiDAR pour les secteurs de la Vallée-du-Haut-Saint-Laurent et de Châteauguay & Vallée-du-Richelieu**. Nous vous invitons à prendre connaissance de ce document avant toute utilisation de l'information géographique livrée. En cas de difficultés, vous pouvez rejoindre Julien Belvisi, coordonnateur de GéoMont aux coordonnées suivantes : Tél.: (450) 773-2743 poste 232 / julien.belvisi@geomont.qc.ca

Nous souhaitons par ailleurs rappeler que malgré le soin apporté par les firmes impliquées dans l'acquisition des différents levés LIDAR ainsi que par GéoMont en ce qui concerne la génération de produits dérivés, **GéoMont ne peut garantir l'exactitude de l'information géographique présente dans ce livrable et ne devrait pas être tenue responsable des conclusions obtenues suite à l'utilisation de celle-ci.**

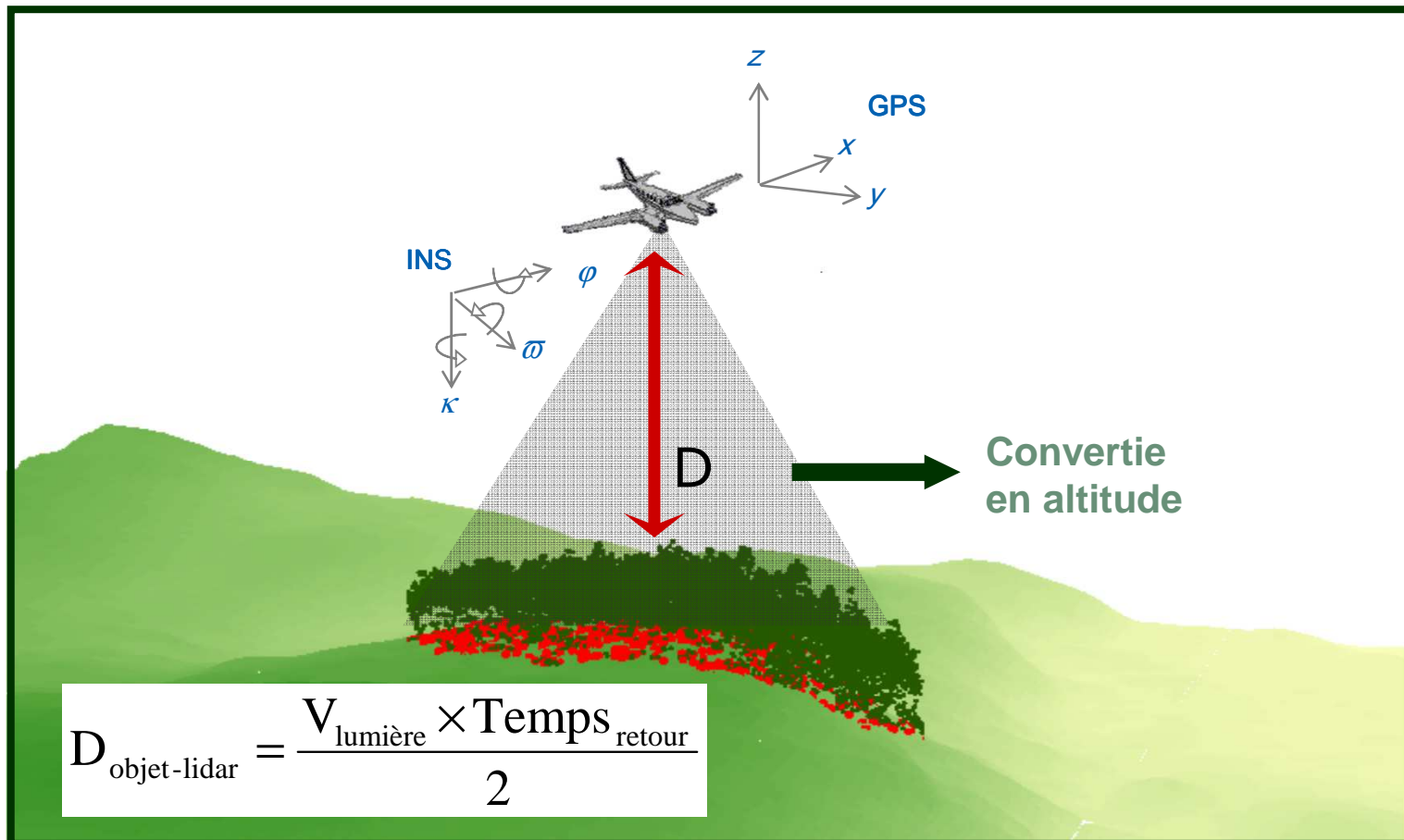
Dans ce cadre, et malgré le contrôle-qualité réalisé par GéoMont, **nous vous invitons à nous faire part de toute anomalie ou « bug » qui dépasserait le seuil d'erreur attendu des données, afin que nous puissions si possible apporter des correctifs.**



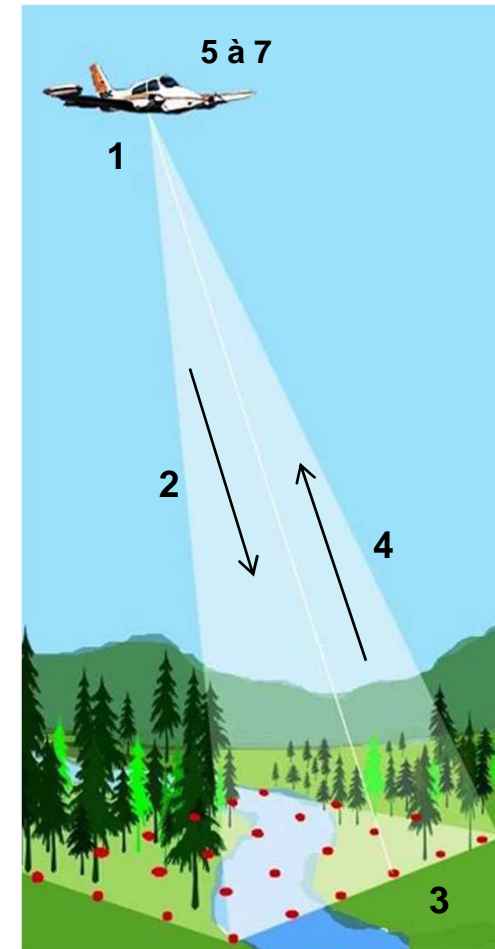
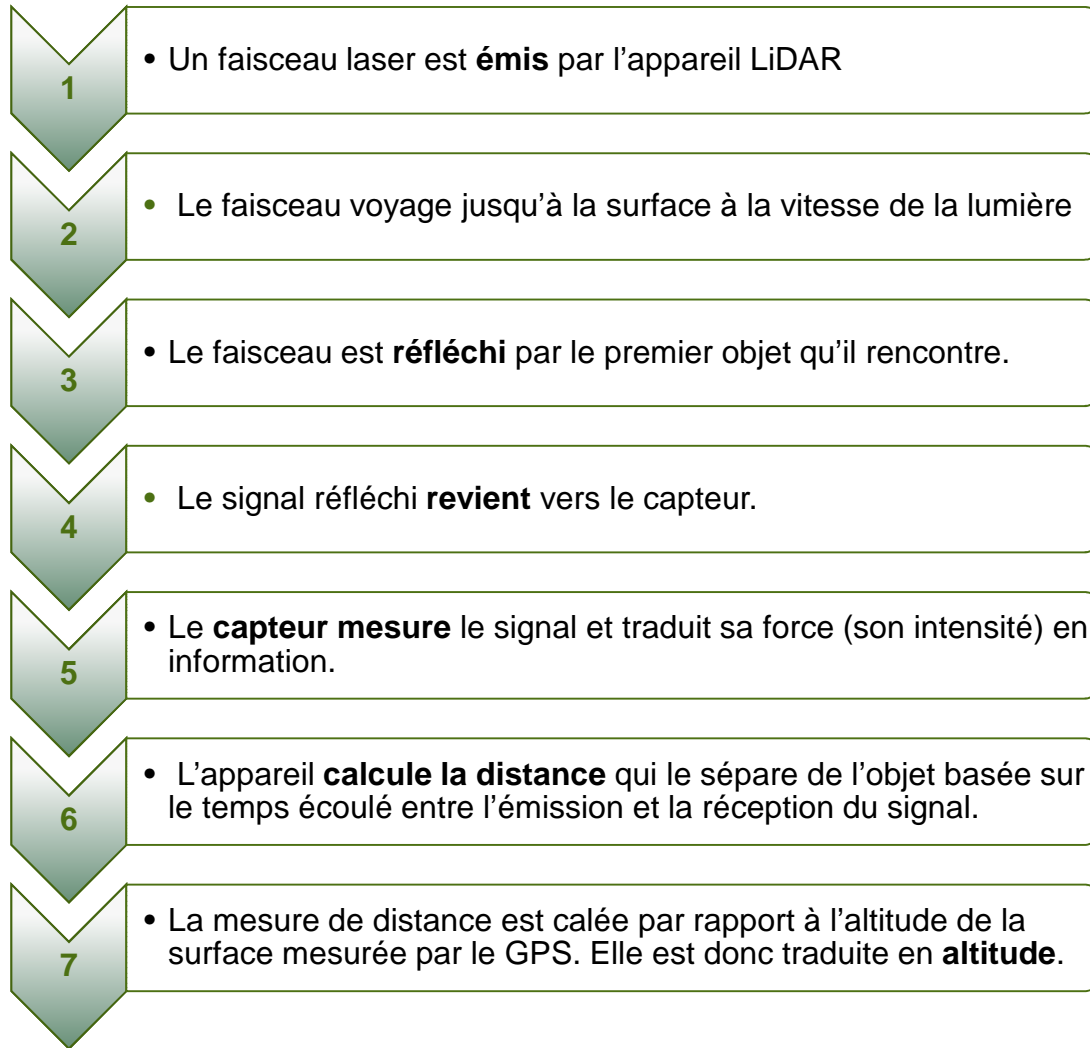
Survol de la technologie LiDAR aéroportée

Survol de la technologie LiDAR aéroportée

Le **LiDAR (Light Detection and Ranging)** désigne une technologie de télédétection aéroportée faisant appel à un rayon lumineux, soit un rayon laser, émis vers la surface de la terre et qui est ensuite réfléchi au capteur. Connaissant la vitesse de diffusion de ce laser et le temps entre l'émission et le retour, il est possible de calculer la distance qui sépare le capteur du sol ou des objets opaques qui le recouvrent (leur altitude).

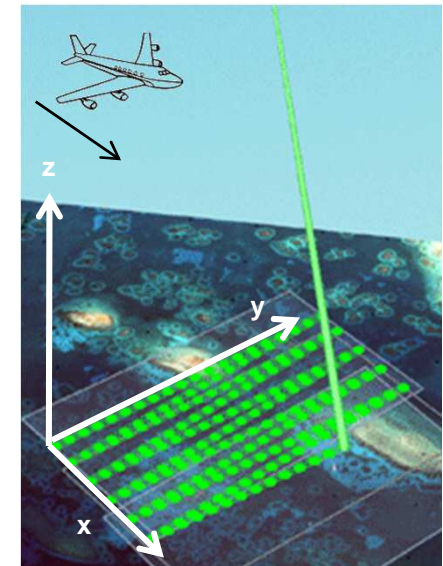
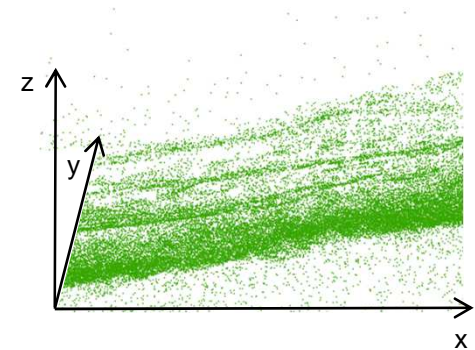


Survol de la technologie LiDAR aéroportée



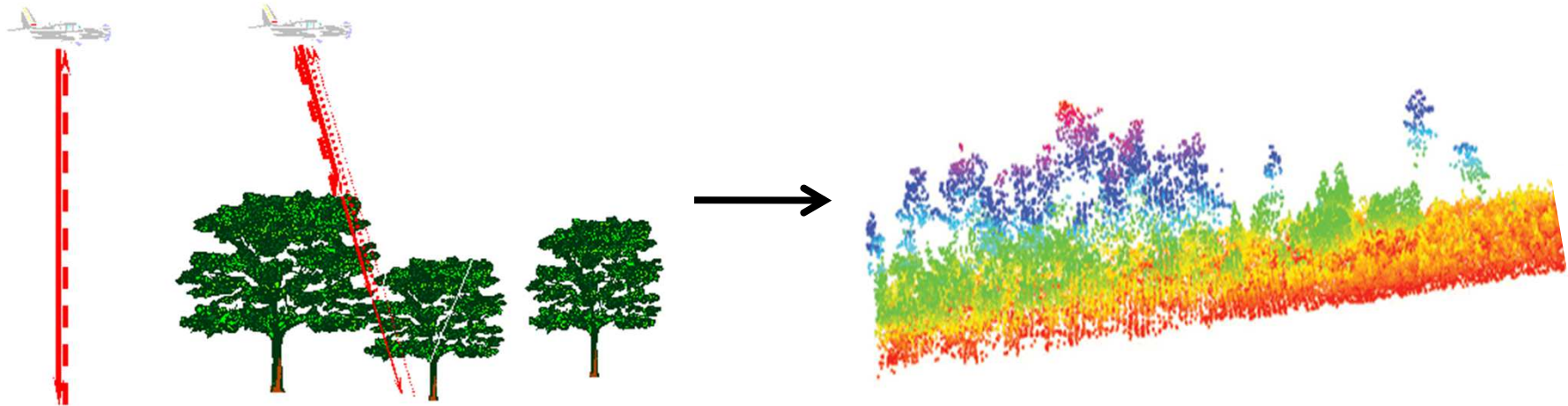
Survol de la technologie LiDAR aéroportée

- Le signal n'est pas continu : le signal laser est envoyé vers le sol suivant une certaine fréquence, ou pulsation, qui définit une grille de points d'altitude (z) appelée nuage de points.
- Les points de colonnes de cette grille sont captés suivant un balayage orthogonal (y) à la trajectoire de la plate-forme aéroportée.
- Les points de lignes de cette même grille sont captés suivant le mouvement (x) de l'appareil. La résolution de la grille est donc fonction de la vitesse de la plate-forme aéroportée.



Survol de la technologie LiDAR aéroportée

- L'**altitude des objets** de la grille 3D (**z**) est définie par la **distance séparant le capteur** des objets recouvrant le sol.
- Cependant, les objets ne sont pas tous opaques et **le signal peut être arrêté partiellement à différents niveaux d'un même objet** (ex : couvert végétal épars ou dense, pylônes électriques, etc.)

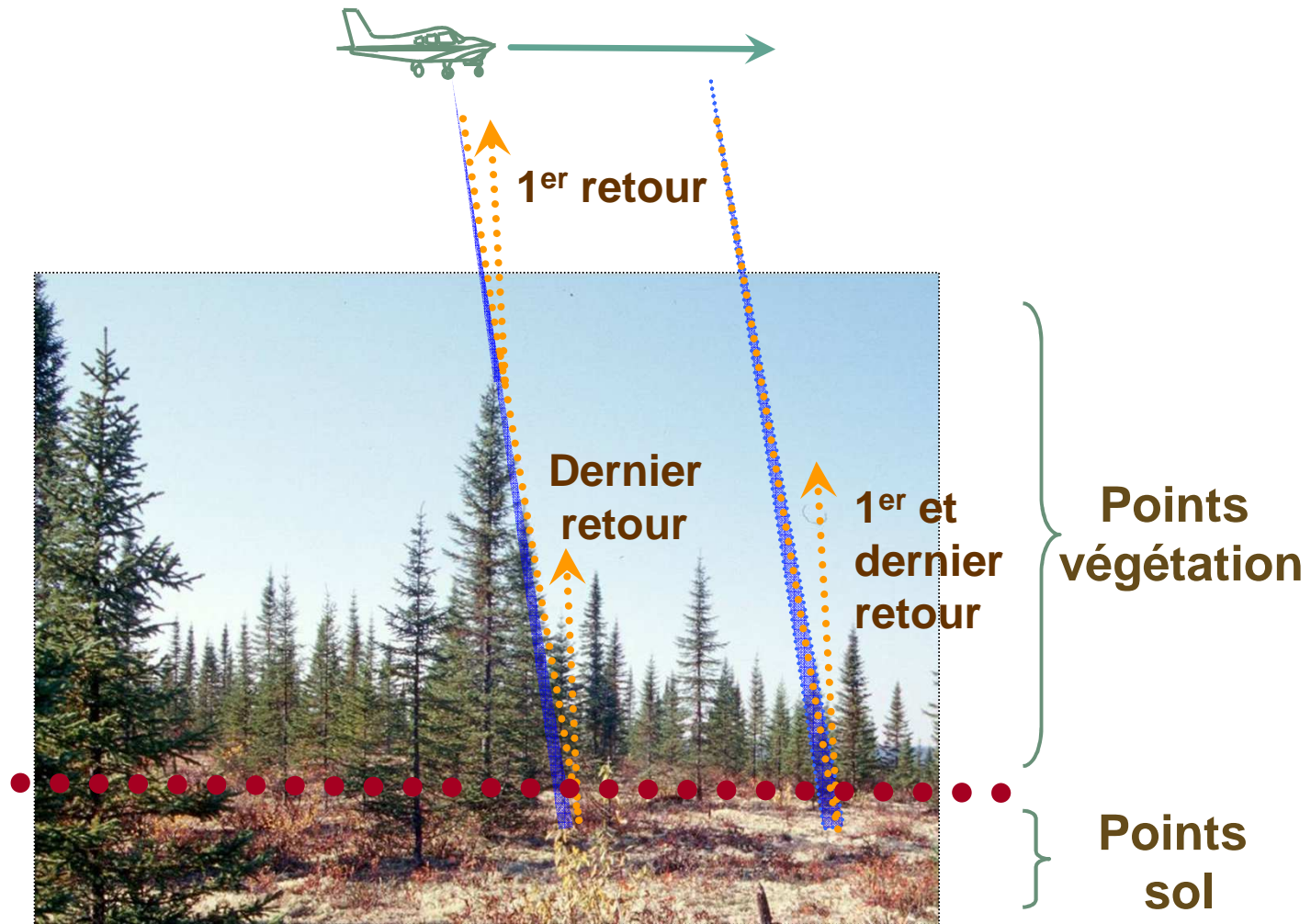


- On appelle ce phénomène le **retour multiple**.

Survol de la technologie LiDAR aéroportée

- Le **premier retour** est issu de la réflexion avec le **premier objet** rencontré (opaque ou non).
- Le **dernier retour** revient au capteur après avoir été réfléchi par le **dernier objet opaque**.
- Si mesurés, les **retours intermédiaires** proviennent de **réflexions volumétriques** à l'intérieur des objets transpercés par le faisceau laser.
- Si les objets sont opaques, un seul retour est enregistré au capteur.

Survol de la technologie LiDAR aéroportée



Survol de la technologie LiDAR aéroportée

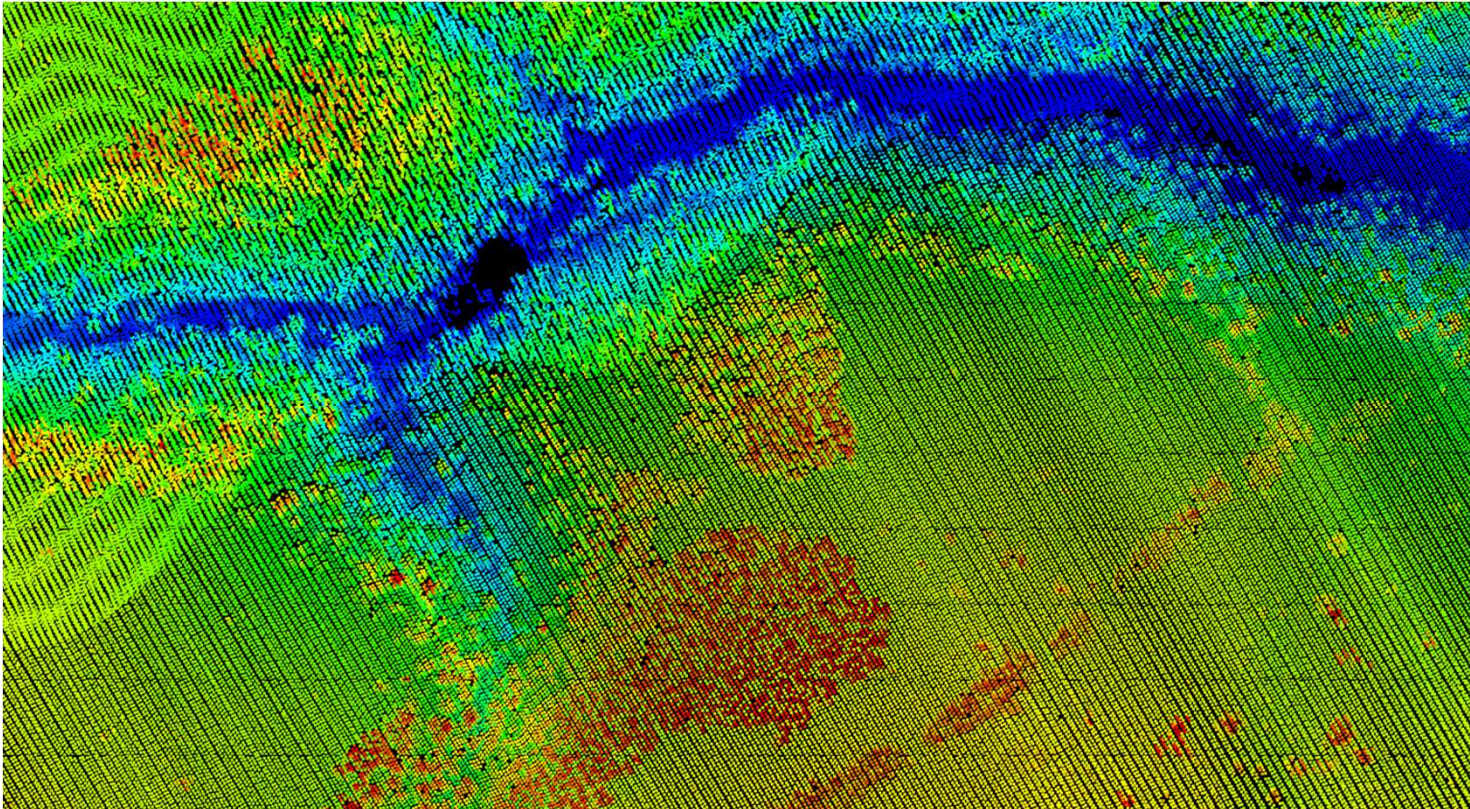
- La force du signal rétrodiffusé est mesurée par le capteur. On appelle cette information **l'intensité**. Il est possible de caractériser un objet de la surface via l'intensité associée aux points qui le forment.



- **L'intensité peut être utilisée comme substitut d'imagerie aérienne** en générant des images ressemblant à des photos aériennes monochromes à partir de ces dernières.

Survol de la technologie LiDAR aéroportée

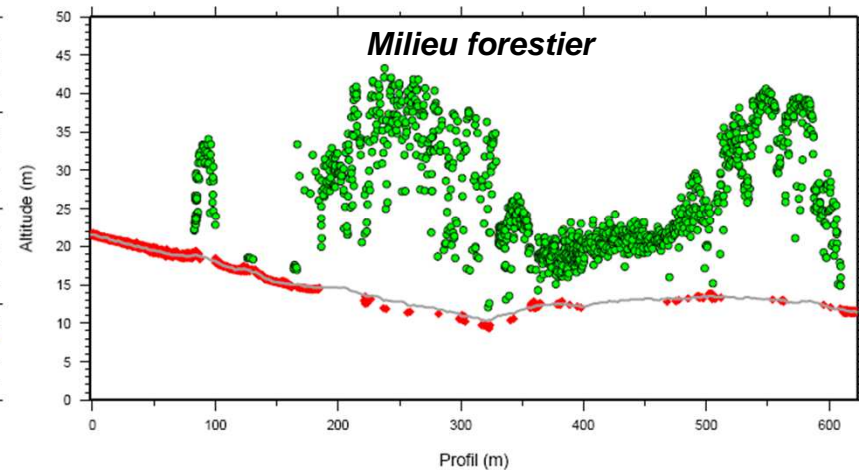
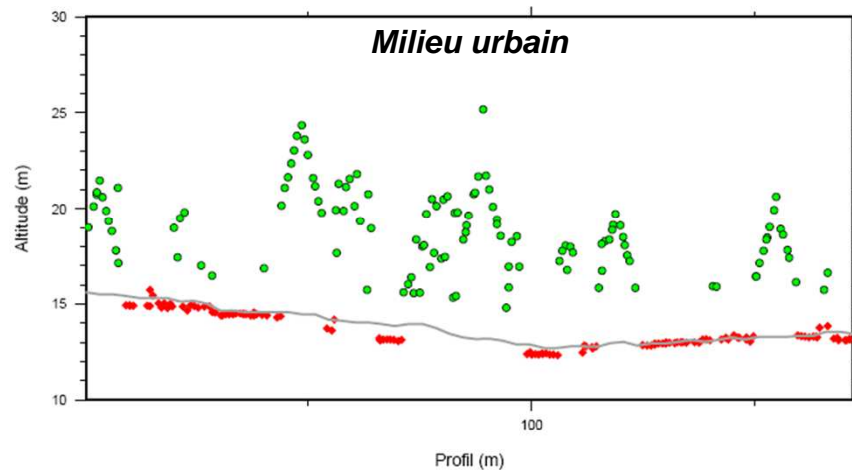
- Les données récoltées : un nuage tridimensionnel de points dont la densité varie selon les spécifications techniques



- En ce qui concerne le projet actuel, **il s'agit d'une densité de 1 à 4 points par mètre carré.**

Survol de la technologie LiDAR aéroportée

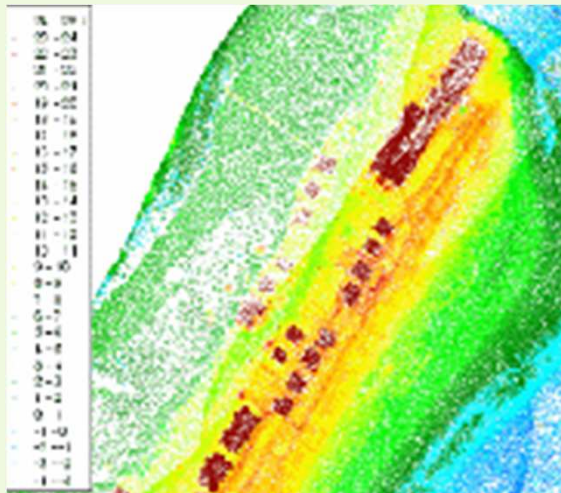
- Le nuage de points brut est non structuré. Il englobe l'ensemble des retours, c'est-à-dire aussi bien le sol que le sursol (végétation, bâtiments,...). **Une classification est donc nécessaire.** De manière générale, la classification consiste au minimum à différencier les points correspondants au sol des autres points (sursol).



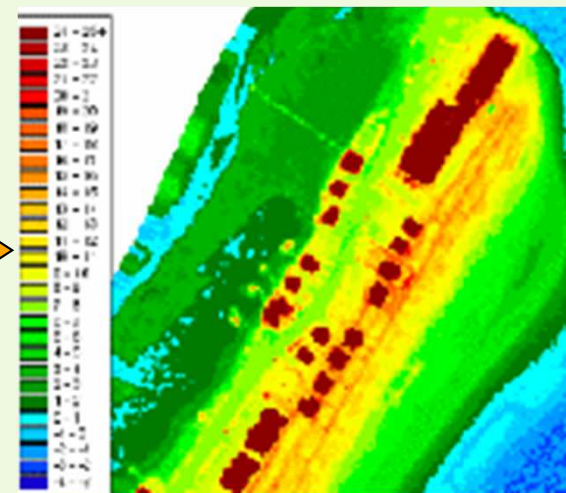
Classification :
En vert : le sursol
En rouge : le sol

Survol de la technologie LiDAR aéroportée

Nuage de points (x,y,z)



Matrice raster (pixels)

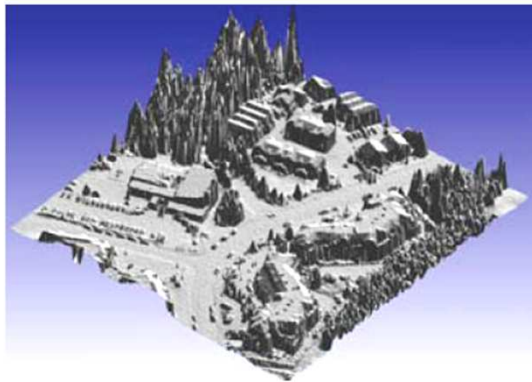


interpolation

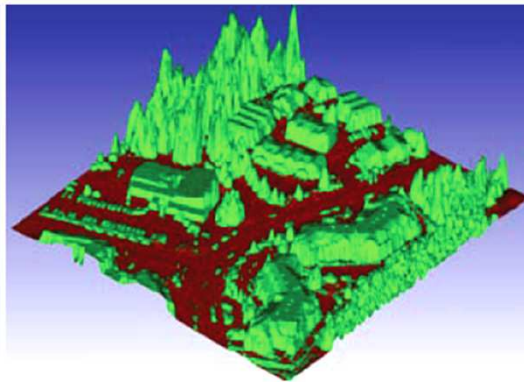
- Afin de faciliter l'utilisation des données LiDAR, **il est possible de générer une matrice raster par interpolation de l'altitude du semi de points classifiés**. On obtient donc un modèle numérique de surface (**MNS**) dans le cas des points classés en « sursol + sol » soit un modèle numérique de terrain (**MNT**) en utilisant uniquement les points classés en « sol ».

Survol de la technologie LiDAR aéroportée

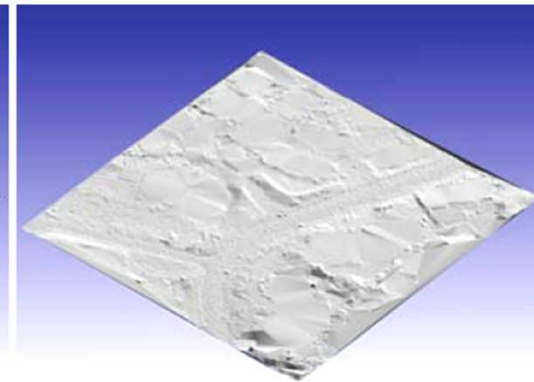
Modèle numérique de surface (MNS) issu de l'interpolation des points classés « sol » et « sursol »



Classification
En vert, le sursol
En rouge, le sol



Modèle numérique de terrain (MNT) issu de l'interpolation des points classés « sol »



En conséquence : plus la surface terrestre est dépourvue de sursol, plus la modélisation du terrain est précise

Survol de la technologie LiDAR aéroportée



Avantages

- Précision altimétrique (entre 5 et 15 cm)
 - Vitesse d'acquisition
 - Jusqu'à 1 000km² / jour
 - Capteur actif
 - Pénétration de la voute forestière
 - Coût abordable au kilomètre carré (en baisse depuis les dernières années)
-



Inconvénients

- Mesure l'altitude des objets couvrant la surface terrestre
 - Les zones bâties et forestières peuvent être extraites en post-traitement mais la modélisation du terrain sur ces zones demeure potentiellement moins précise
 - La présence d'obstacles virtuels à l'écoulement des eaux (ponceaux, ponts) entraîne des biais dans la modélisation de l'hydrologie de surface
 - Coût global important pour de vastes territoires
-



Contenu de la livraison finale

Contenu de la livraison finale

Projection des données livrées

Système de projection : NAD_1983_MTM_8

Projection : Modified Transverse Mercator (MTM) Zone 8

False_Easting: 304800,00000

False_Northing: 0,00000

Méridien central : -73,50000

Facteur d'échelle : 0,99990

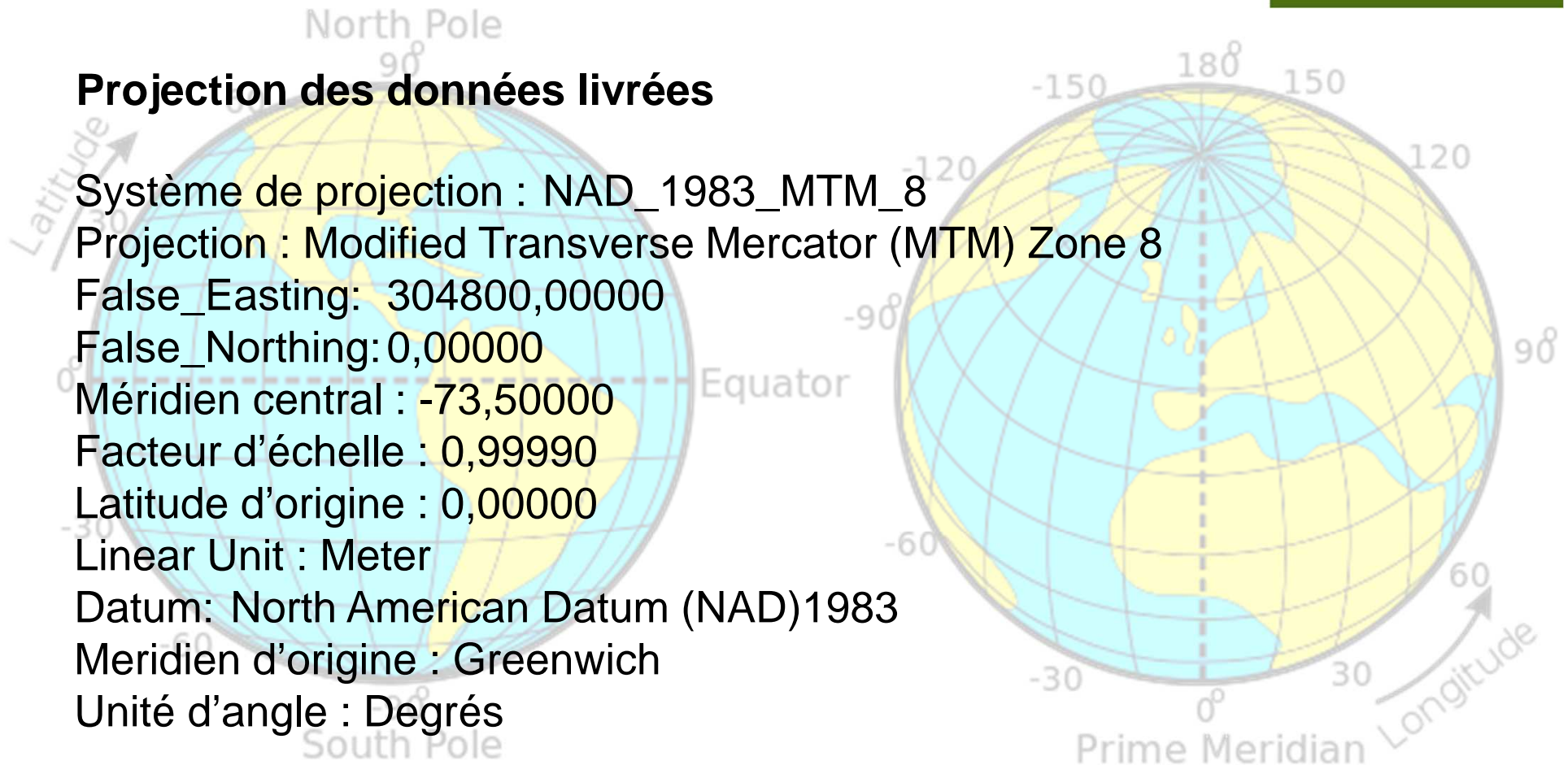
Latitude d'origine : 0,00000

Linear Unit : Meter

Datum: North American Datum (NAD)1983

Meridien d'origine : Greenwich

Unité d'angle : Degrés



Contenu de la livraison finale

- [-] DOCUMENTATION
 - [-] LICENCES_UTILISATION
 - [-] METADONNEES_FIRMES_LIDAR
 - [-] LEVE 2008
 - [-] LEVE 2010
 - [-] LEVE 2011

▪ Le répertoire DOCUMENTATION contient les licences d'utilisation des données livrées ainsi que les documents de métadonnées fournies par les firmes qui ont procédé aux différents levés LiDAR (2008, 2010, 2011). Ces métadonnées contiennent des informations comme la date, l'heure, l'altitude de l'avion, les conditions météorologiques, etc.

▪ En cas de duplication ou de diffusion des données (portion ou totalité), **il est important de faire suivre le répertoire DOCUMENTATION.**

- [-] DONNEES_GEOMONT
 - [-] SECTEUR_RICHELIEU
 - [-] COURBES_NIVEAUX_SOL_50CM
 - [-] MOSAIQUE_RASTER_SOL_5M
 - [-] TUILES_RASTER_SOL_1M
 - [-] SECTEUR_VALLEE_HT_ST_LAURENT
 - [-] COURBES_NIVEAUX_SOL_50CM
 - [-] MOSAIQUE_RASTER_SOL_5M
 - [-] TUILES_RASTER_SOL_1M
 - [-] TUILES_RASTER_SOL_1M_SUPP_PONCEAUX

▪ Le répertoire DONNEES_GEOMONT contient les données produites par GéoMont à partir des données LiDAR.

▪ Le répertoire SECTEUR_RICHELIEU contient les données dérivées produites par GéoMont sur le secteur du projet LiDAR 2008 couvrant le territoire de la Vallée-du-Richelieu. Le répertoire SECTEUR_VALLEE_HT_ST_LAURENT contient les données dérivées produites par GéoMont sur le secteur des projets LiDAR 2008-2010-2011 couvrant le territoire de la Vallée-du-Haut-Saint-Laurent et de la rivière Châteauguay.

▪ Il s'agit des **courbes de niveaux** (isoplèthe) au pas de 50 centimètres en z (format Esri shapefile), d'un **modèle numérique de terrain matriciel** (1 m de résolution) en tuiles 5 x 5 km (format Erdas Imagine) et d'une **mosaïque** raster (5 m de résolution).

▪ Le répertoire SECTEUR_VALLEE_HT_ST_LAURENT contient aussi un **modèle numérique de terrain matriciel** (1 m de résolution) en tuiles 5 x 5 km (format Erdas Imagine) issu des **données de sol corrigées hydrologiquement par suppression des ponts et ponceaux agricoles (voir page 23).**



Contenu de la livraison finale

- [-] IMAGES_INTENSITE
 - [-] LEVE_2008
 - [-] LEVE_2010
 - [-] FORMAT_JPG
 - [-] FORMAT_TIF
 - [-] LEVE_2011

▪ Le répertoire IMAGES_INTENSITE contient des images géoréférencées tuilées au format TIF de l'intensité du LiDAR. L'intensité est une mesure, collectée pour chaque point, de la force de retour de l'impulsion laser ayant généré le point. Elle repose, en partie, sur la réflectivité de l'objet touché par l'impulsion laser. Il est intéressant de noter que **les images d'intensité peuvent être utilisés comme substitut ou complément de l'imagerie aérienne disponible sur le territoire**. Notez que la valeur de l'intensité de chaque point est une information disponible dans les fichiers Las bruts.

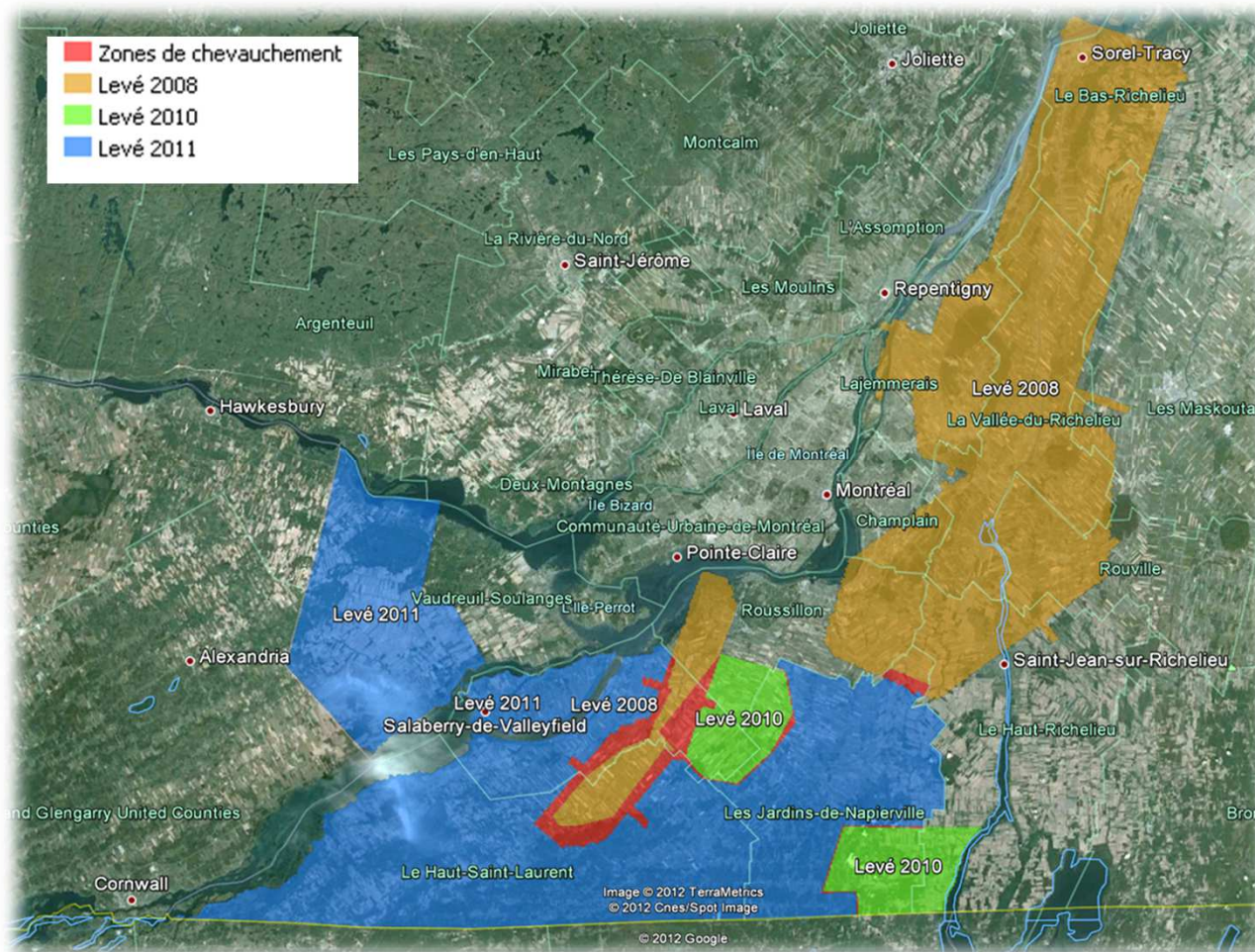


Image d'intensité

Contenu de la livraison finale

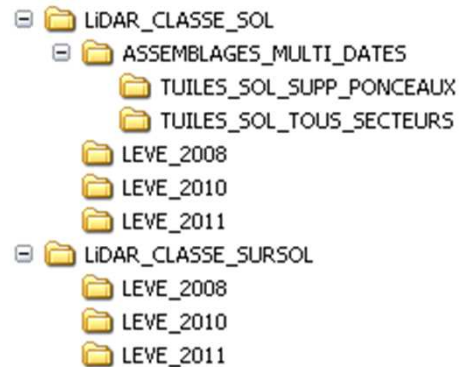
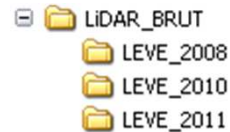
- INDEX_LIMITES_LIDAR
 - INDEX_LIMITES_DONNEES_GEOMONT
 - INDEX_LIMITES_LEVE_2008
 - INDEX_LIMITES_LEVE_2010
 - INDEX_LIMITES_LEVE_2011
 - INDEX_LIMITES_MULTIDATES

Le dossier INDEX_LIMITES_LIDAR contient une série de couches vectorielles au format Esri shapefile. Il s'agit des index des tuiles de données ainsi que les limites géographiques de chacun de jeux de données. La consultation de ces couches d'informations permet de localiser aisément les données couvrant tel ou tel secteur géographique. Le nom des tuiles correspond aux noms des fichiers de données.



Limites des levés LiDAR

Contenu de la livraison finale



▪ Le répertoire LiDAR_BRUT contient les semis de points bruts issus des différents levés LiDAR. Ces semis de points sont par définition non classifiés, ils intègrent donc les points correspondant autant au sol qu'au sursol. C'est la donnée de base qui sert ensuite à effectuer une classification.

▪ Le répertoire LiDAR_CLASSE_SOL contient les **tuiles classifiées « sol »** des différents levés LiDAR. Notez que ces tuiles peuvent avoir des formats différents (.las ou .txt) ainsi que des tailles variables (1 km² ; 4 km² ; 9 km²). Ces tuiles de sol servent à générer les modèles numériques de terrain matriciels ou les TIN vectoriels.

▪ Le répertoire LiDAR_CLASSE_SURSOL contient les **tuiles classifiées « sursol »** des différents levés LiDAR. Notez que, comme les tuiles de sol, ces tuiles peuvent avoir des formats différents (.las ou .txt) ainsi que des tailles variables (1 km² ; 4 km² ; 9 km²). Ces tuiles de sursol servent à générer les modèles numériques de surface matriciels.

▪ Le répertoire ASSEMBLAGES_MULTI_DATES contient deux sous-dossiers :

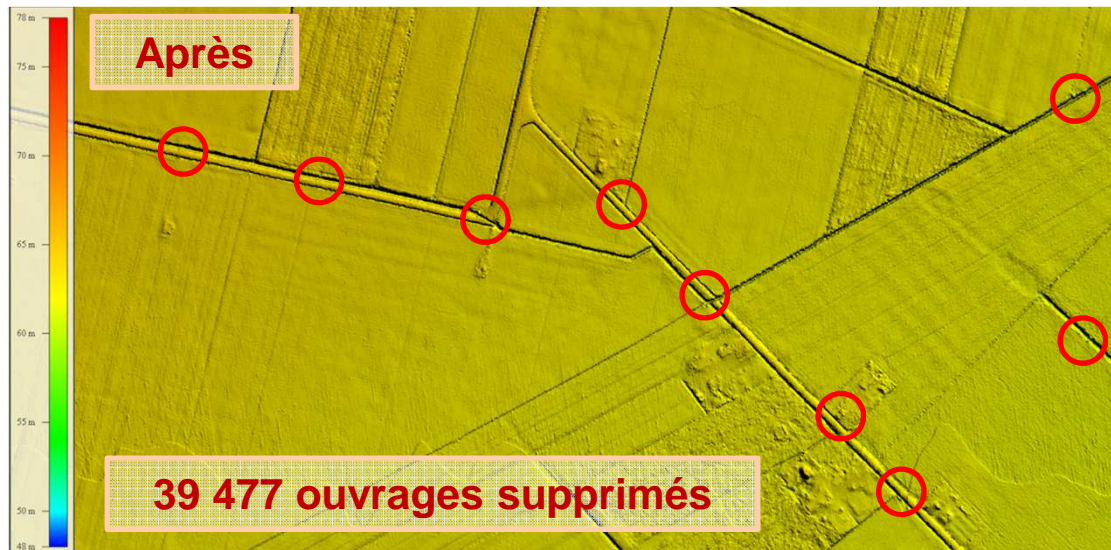
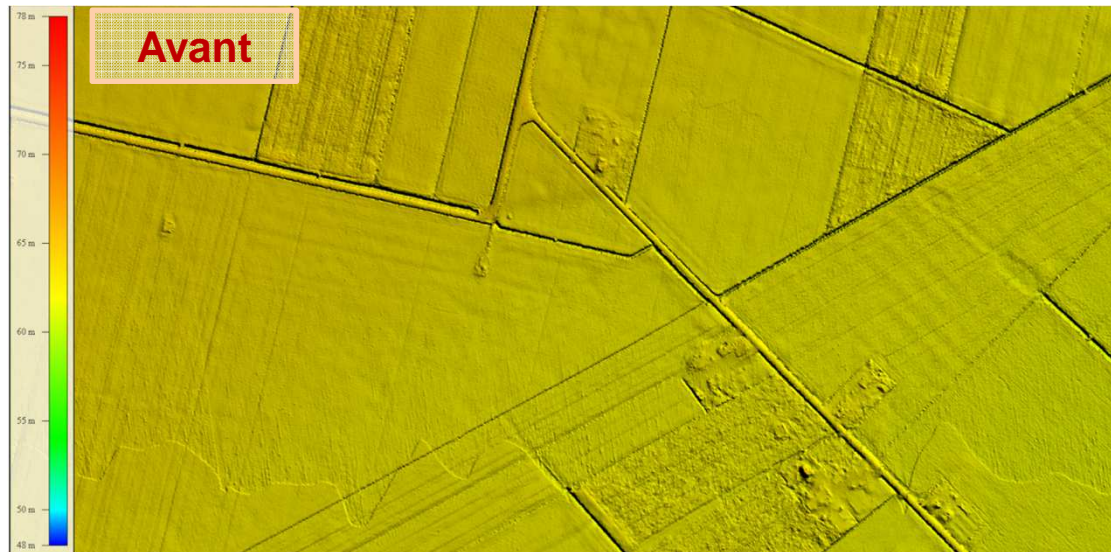
▪ Le premier (TUILES_SOL_TOUS_SECTEURS) contient un tuilage unique (2x2km) des données de sol de l'ensemble des levés LiDAR sans chevauchement. **Notez qu'en cas de chevauchement, la date de levé la plus récente prévaut.**

▪ Le seconde sous-dossier (TUILES_SOL_SUPP_PONCEAUX) contient un tuilage unique (2x2Km) des données de sol corrigées hydrologiquement par suppression des ponts et ponceaux agricoles. **Ce tuilage couvre uniquement le territoire couvert par le processus de correction hydrologique, soit les MRC des Jardins-de-Napierville, de Beauharnois-Salaberry, de Vaudreuil-Soulanges et du Haut-Saint-Laurent, hors Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) (voir page suivante).**



Contenu de la livraison finale

Correction hydrologique par suppression des ponts et ponceaux agricoles



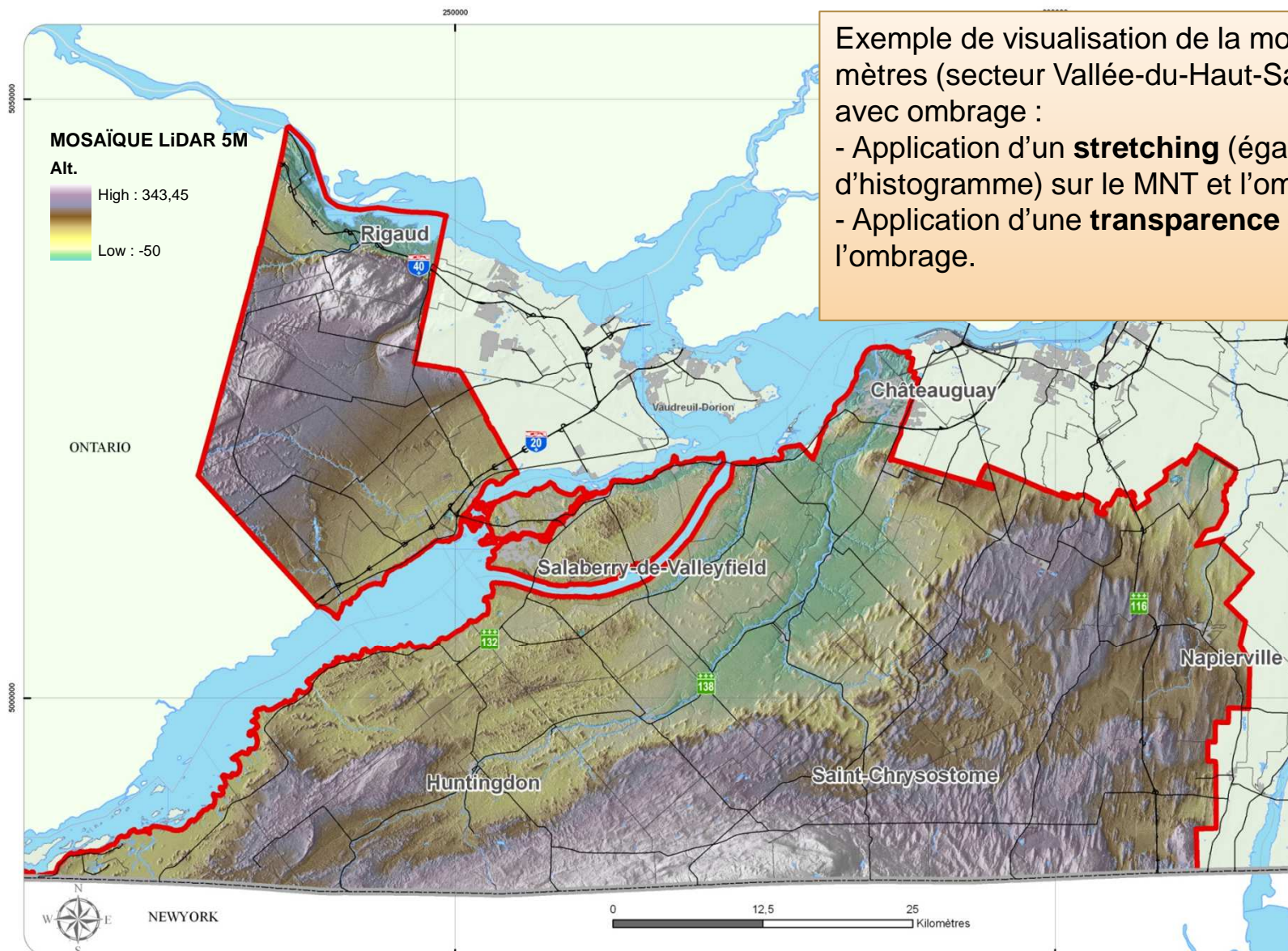
- La firme Géolocation a réalisé un **traitement manuel visant à supprimer les ponts et ponceaux agricoles visibles sur les données LiDAR** couvrant le territoire des MRC des Jardins-de-Napierville, de Beauharnois-Salaberry, de Vaudreuil-Soulanges et du Haut-Saint-Laurent, hors Communauté métropolitaine de Montréal (CMM).

- **Au total, ce sont 39 477 ouvrages qui ont été supprimés.**

- Rappelons que l'objectif de ce traitement visait à **améliorer de façon notable la modélisation de l'écoulement des eaux à partir des données LiDAR** par suppression des obstacles virtuelles à l'écoulement.

- Pour des précisions sur la méthode utilisée par Géolocation, veuillez nous contacter.

Contenu de la livraison finale



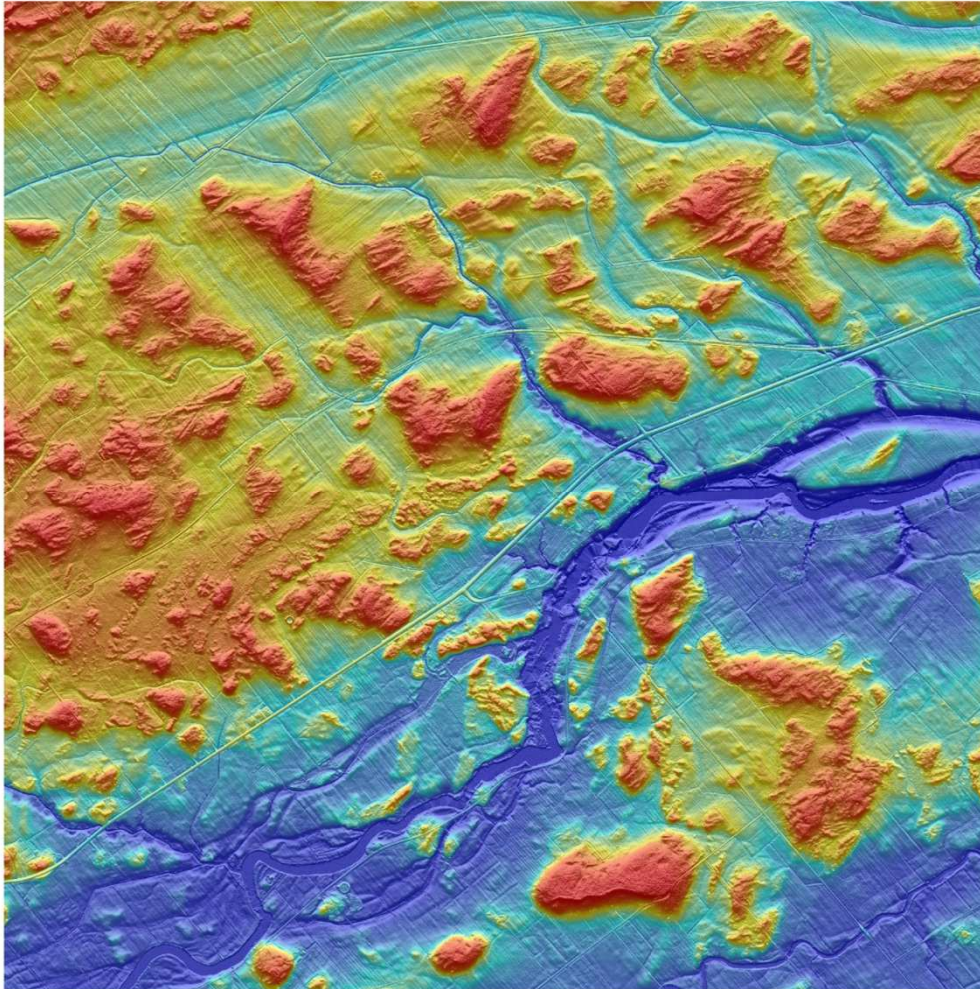
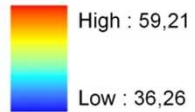
Exemple de visualisation de la mosaïque 5 mètres (secteur Vallée-du-Haut-Saint-Laurent) avec ombrage :

- Application d'un **stretching** (égalisation d'histogramme) sur le MNT et l'ombrage ;
- Application d'une **transparence 50%** sur l'ombrage.

Contenu de la livraison finale

255_4995_MNT

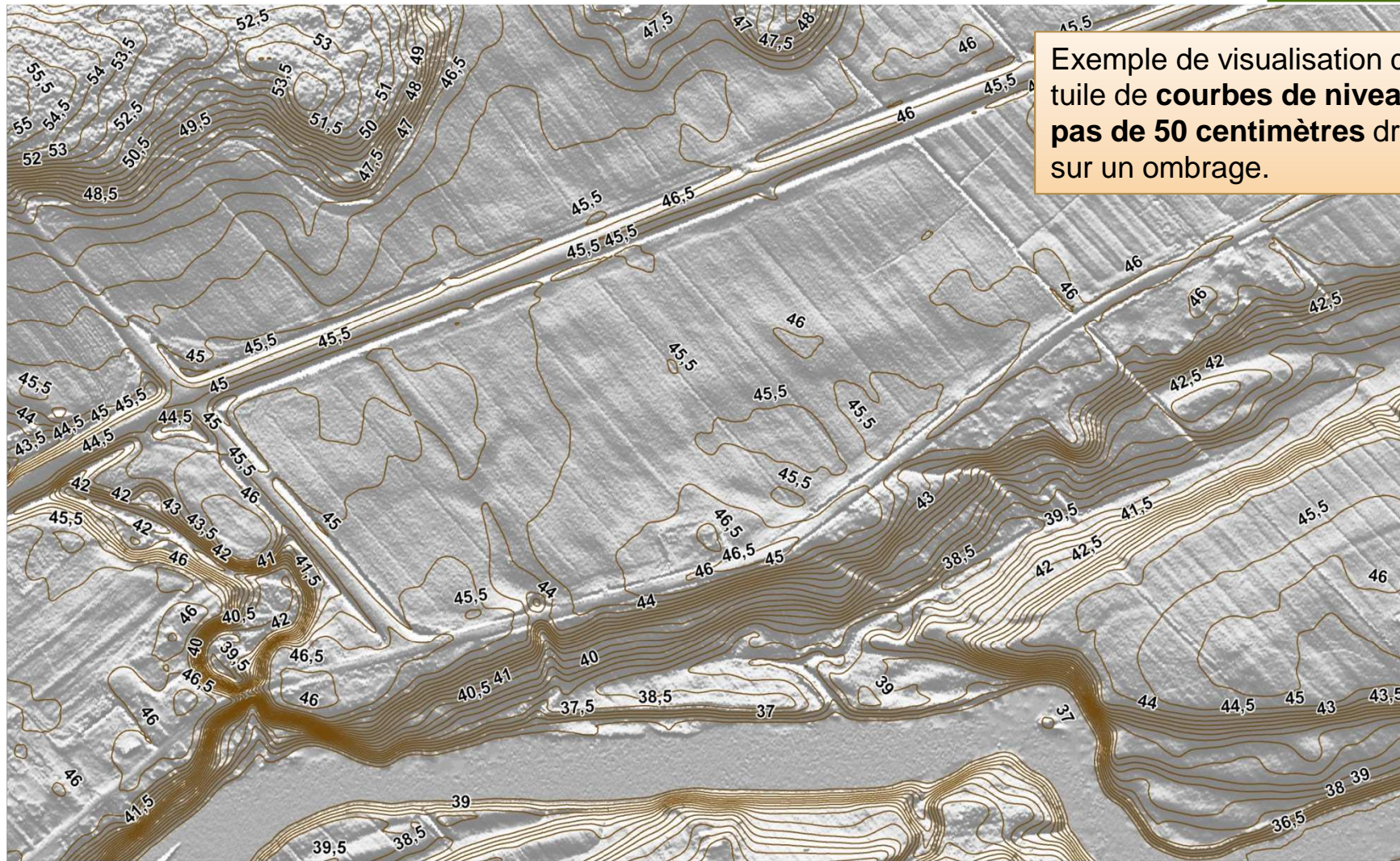
Alt.



Exemple de visualisation d'une tuile MNT 1 mètre avec ombrage :

- Application d'un **stretching** (égalisation d'histogramme) sur le MNT et l'ombrage ;
- Application d'une **transparence 50%** sur l'ombrage.

Contenu de la première livraison



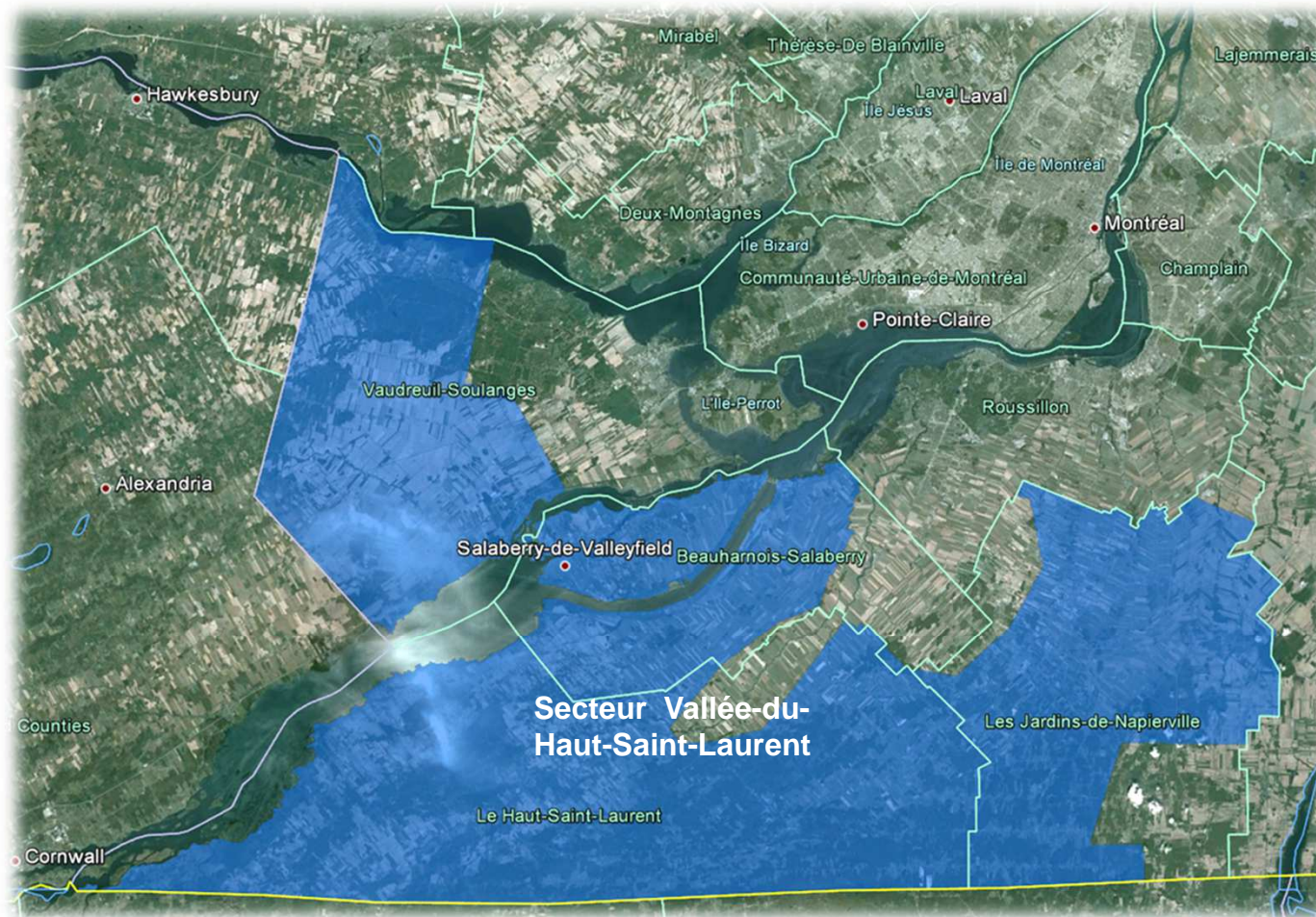
Exemple de visualisation d'une
tuile de **courbes de niveaux** au
pas de 50 centimètres drapée
sur un ombrage.





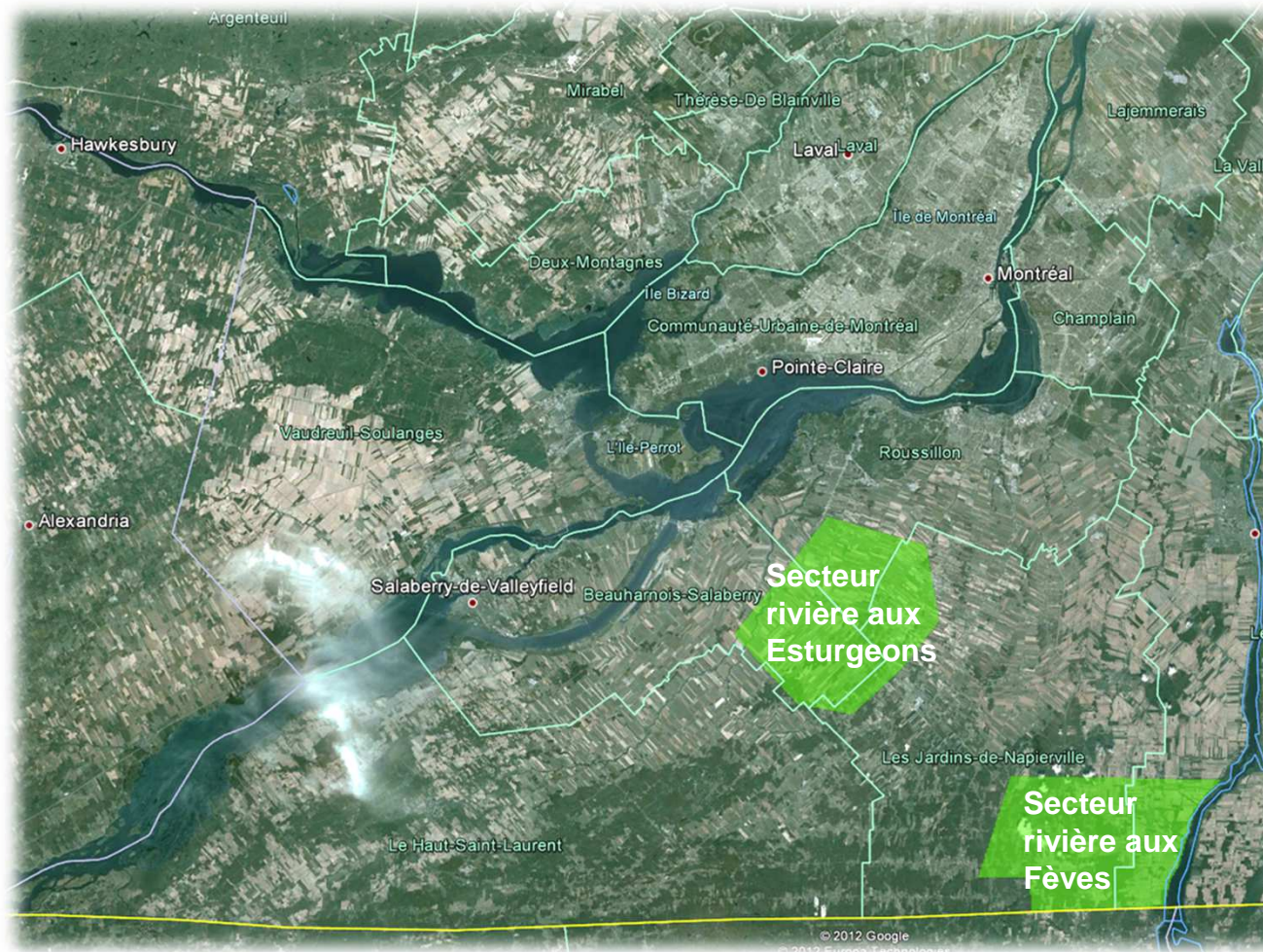
**Localisation du territoire
couvert par les données LiDAR**

Le territoire visé par le projet de couverture LiDAR



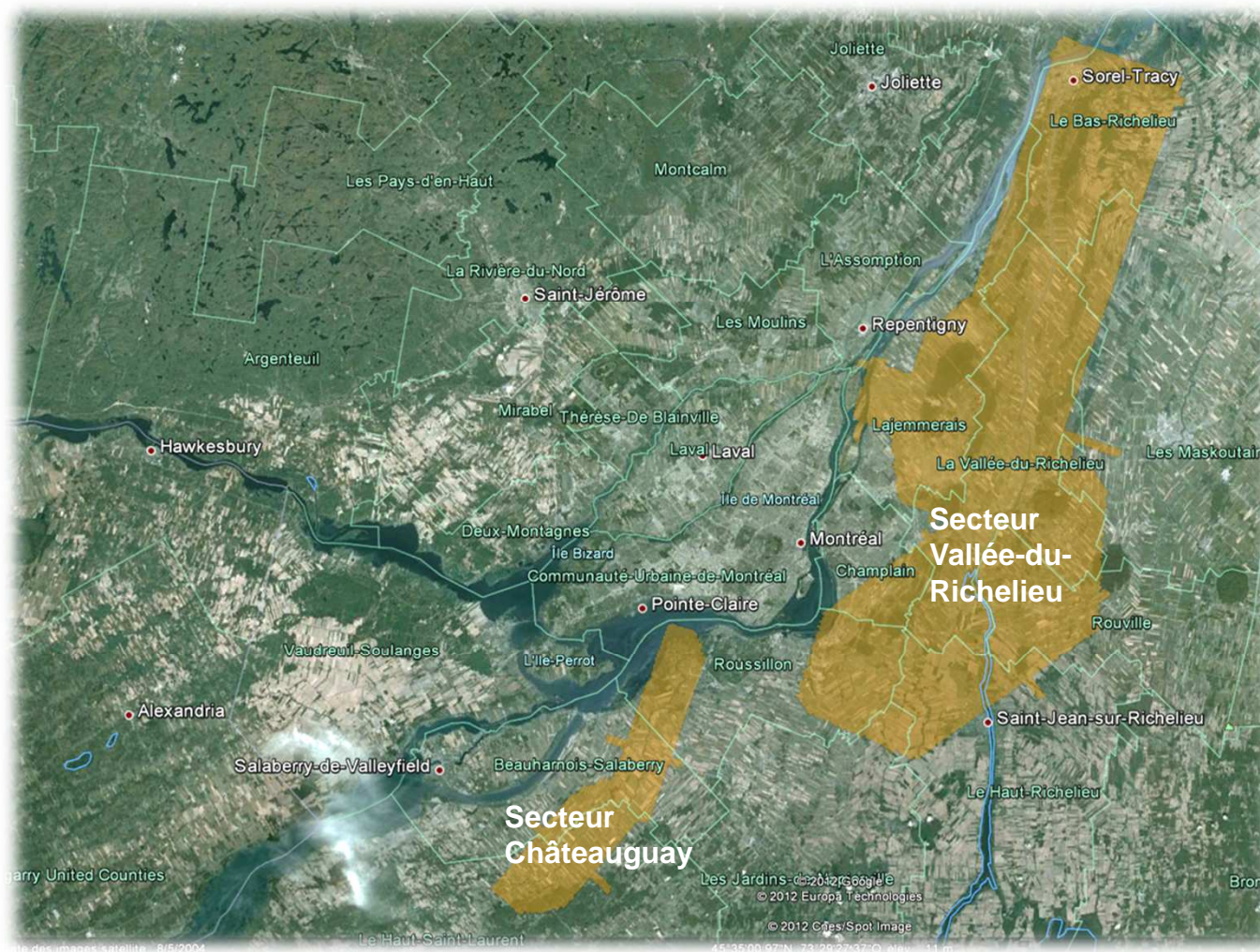
**Levé 2011
2 660 Km²**

Le territoire visé par le projet de couverture LiDAR



**Levé 2010
390 Km2**

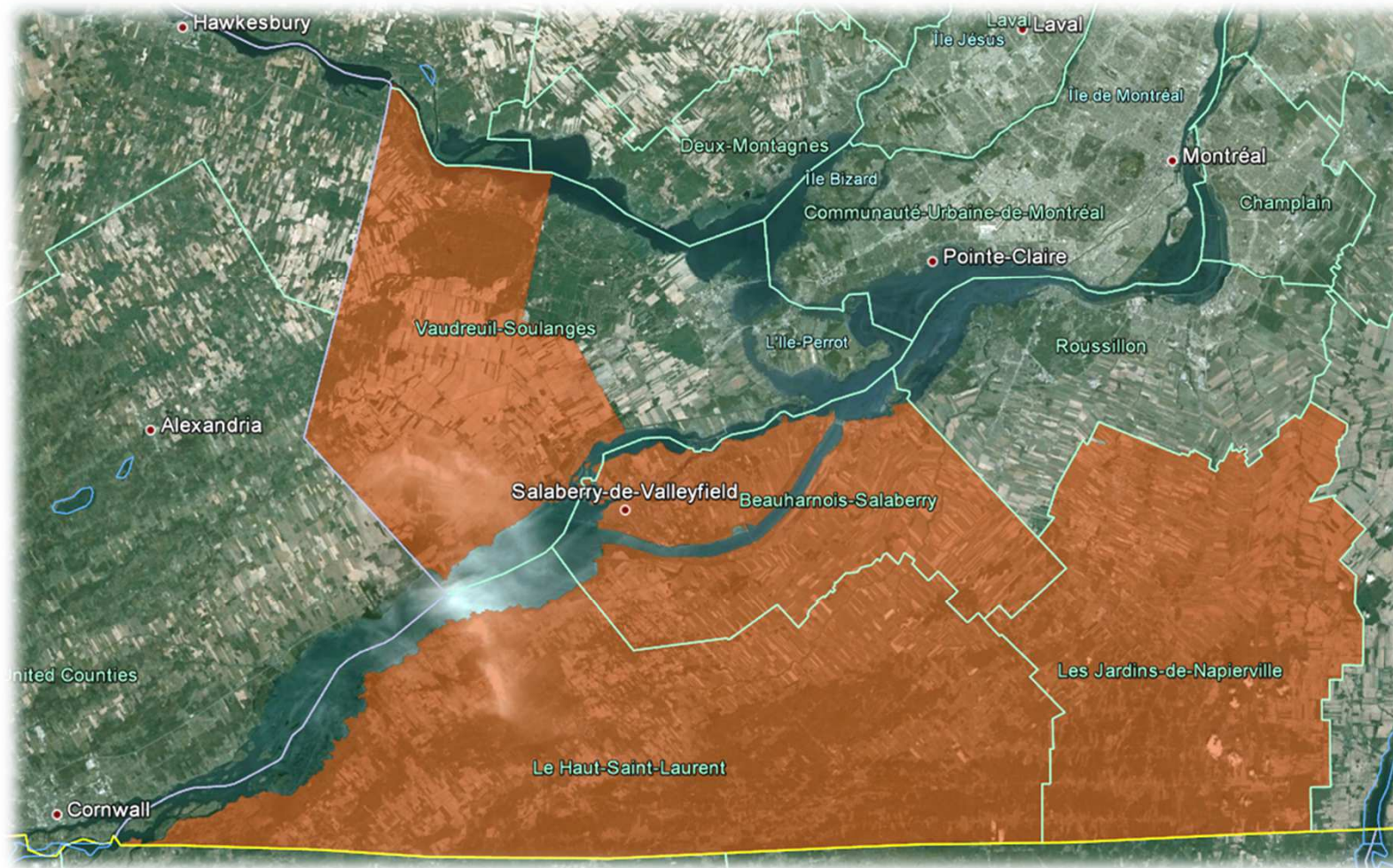
Le territoire visé par le projet de couverture LiDAR



**Levé 2008
2 280 Km2**

Le territoire visé par le projet de couverture LiDAR

Zone corrigée hydrologiquement, 3 044 Km²
(suppression des ponts et ponceaux agricoles)





Précision des données

Qualité et précision des données

Cette section est destinée à apporter certains éclairages sur la qualité et la précision des données livrées. Il s'agit d'éléments intrinsèques aux données LiDAR et aux produits dérivés qu'il est nécessaire d'avoir à l'esprit dans le cadre d'une utilisation appropriée des différents éléments du livrable.

Nous vous invitons à nous faire part de toute anomalie ou « bug » qui dépasserait le seuil d'erreur attendu des données afin que nous puissions, dans la mesure du possible, apporter des correctifs.

Qualité et précision des données

- La densité du levé LiDAR est standard, soit de **1 à 4 pts/m²**. Cette densité varie selon la topographie du terrain (ex: terrain en pente = densité plus faible) ou le couvert au sol (ex: présence d'arbres = densité plus faible).
- La précision altimétrique (z) attendue est de l'ordre de **15 cm** en terrain dégagé et de **25 cm** en terrain boisé.
- La précision planimétrique (x, y) attendue est de **15 cm**.

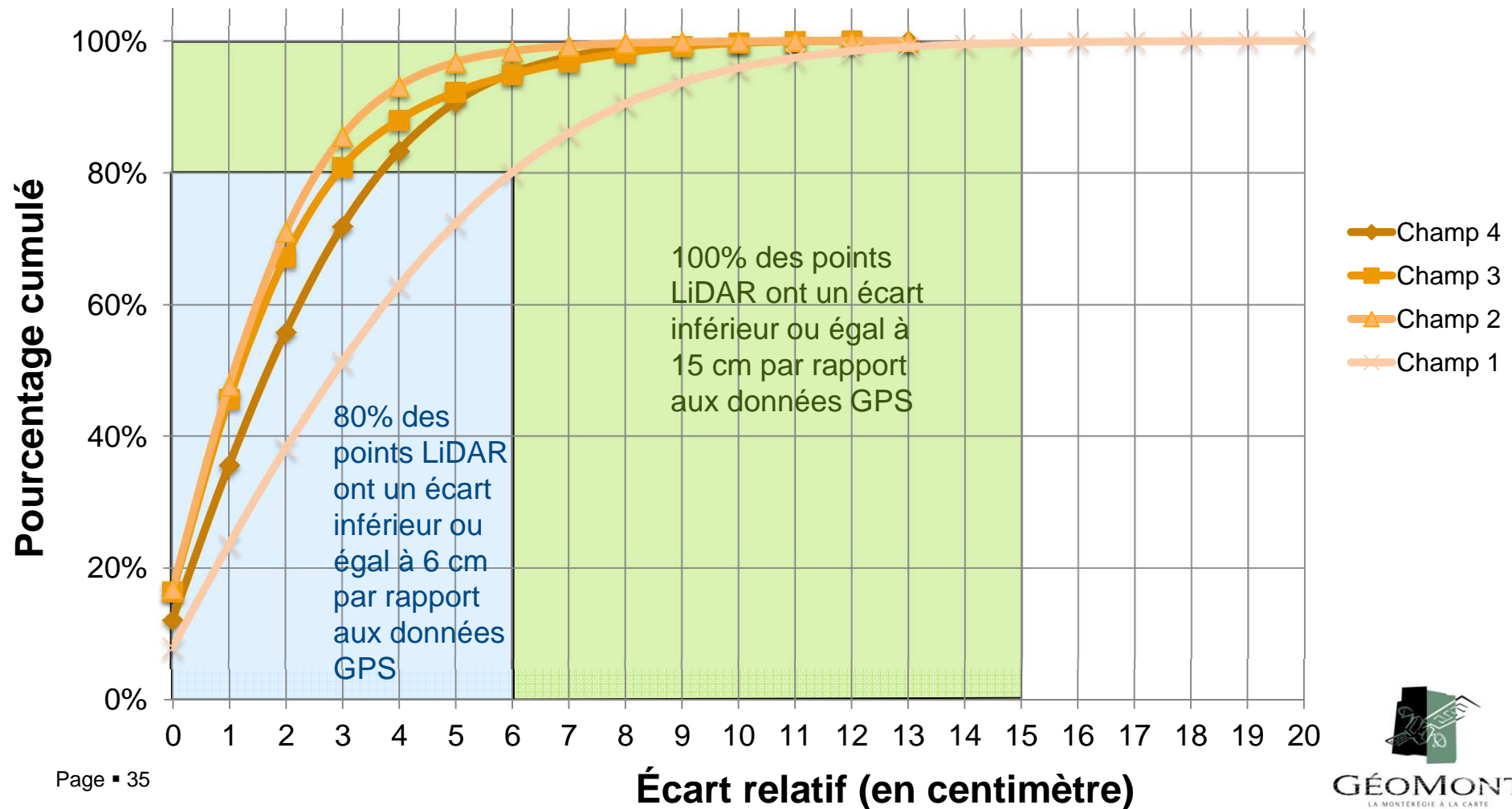
GéoMont en partenariat avec le MAPAQ (dir. Est de la Montérégie) a effectué plusieurs tests de précision des données en z en comparant celles-ci à des données issues de relevés GPS post-traités (précision centimétrique) acquis dans le cadre de planification de travaux de nivellement au champ.

Les résultats de ces tests sont en adéquation avec la précision altimétrique attendue en terrain dégagé (voir graphique à la page suivante).



Qualité et précision des données : Précision en z

Comparaison entre GPS post-traité et LIDAR 2011



Qualité et précision des données : **Les objets opaques**

Les objets opaques (qui ne laissent pas passer la lumière) comme la partie ligneuse de la végétation ou les bâtiments empêchent le signal Laser d'atteindre la surface terrestre. **Donc, plus la densité d'objets opaques est importante (ex: secteurs boisés, zones urbanisées), plus la densité de points Laser ayant atteint le sol va être faible.** Le MNT étant le produit de l'interpolation des points Laser classés « sol », cela explique pourquoi sa précision baisse en milieu forestier et urbain.

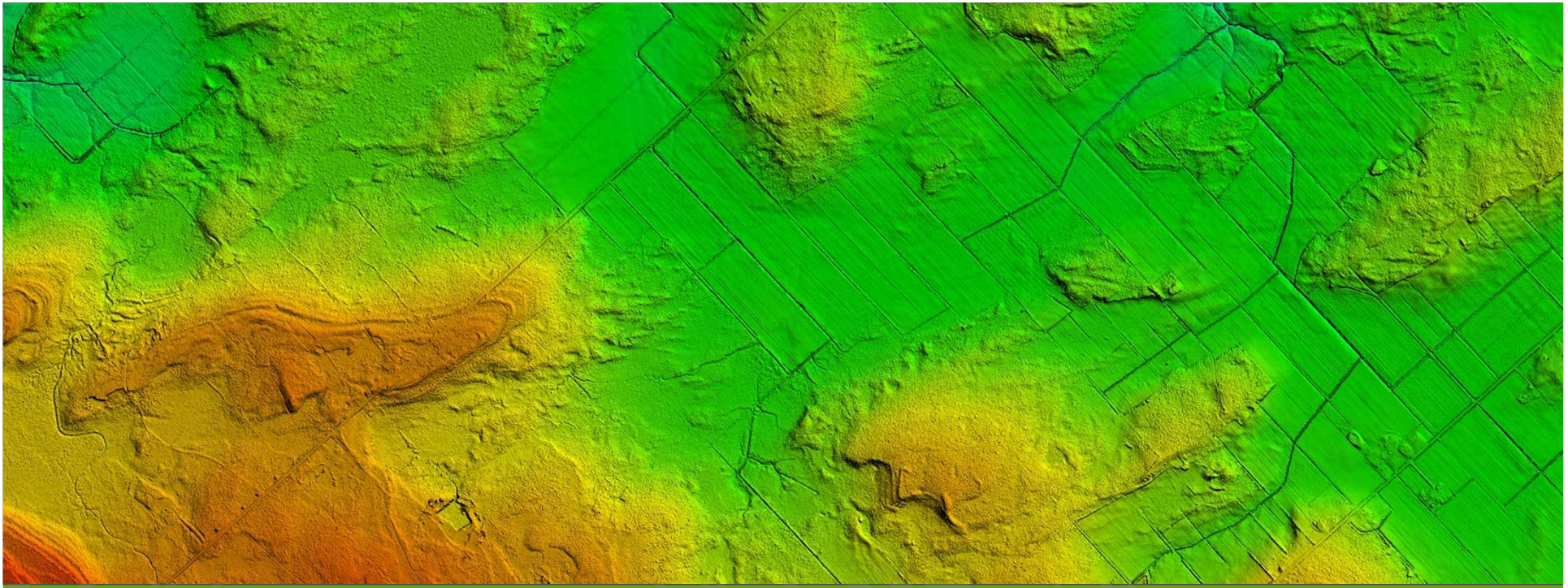
Cela dit, le **MNS** (modèle numérique de surface) dérivé des points classés « sursol » apporte une information précise sur l'emprise et la hauteur de ces mêmes objets opaques qui occupent le territoire. Ainsi, **il est par exemple possible de mesurer la hauteur et la superficie des bâtiments de même que d'estimer la hauteur de secteurs boisés.**

Qualité et précision des données : Erreur de classification

En ce qui concerne le levé 2011 sur le secteur de la Vallée-du-Haut-Saint-Laurent, la classification visant à différencier les points Laser correspondant au sol des points correspondant au sursol a été réalisée par la firme Géolocation. Le cahier des charges fourni à la firme prévoyait une classification automatique des points sans obligation de procéder à un contrôle visuel par un opérateur.

Dans ce cadre, il se peut que certains objets faisant partie intégrante du sursol (arbre isolé, bâtiment) n'aient pas été correctement identifiés par la méthode de classification automatique. De sorte que, par exemple, des points Laser qui ont rebondi sur le toit d'un bâtiment ont été conservés par erreur dans la classe « sol ». Il en résulte que le bâtiment sera visible dans le semi de points de sol autant que dans les produits dérivés de ce semi de points (MNT et courbes de niveaux).





Bonne utilisation!

Et surtout, n'hésitez pas à contacter l'équipe de GéoMont en cas de difficultés en lien avec la prise en main des données contenues dans cette livraison.