

GEO 7630

**Intégration et visualisation de données
géographiques**

**Semaine 5 -
Intégration et visualisation des données 3D**



Objectifs du cours

1ere partie

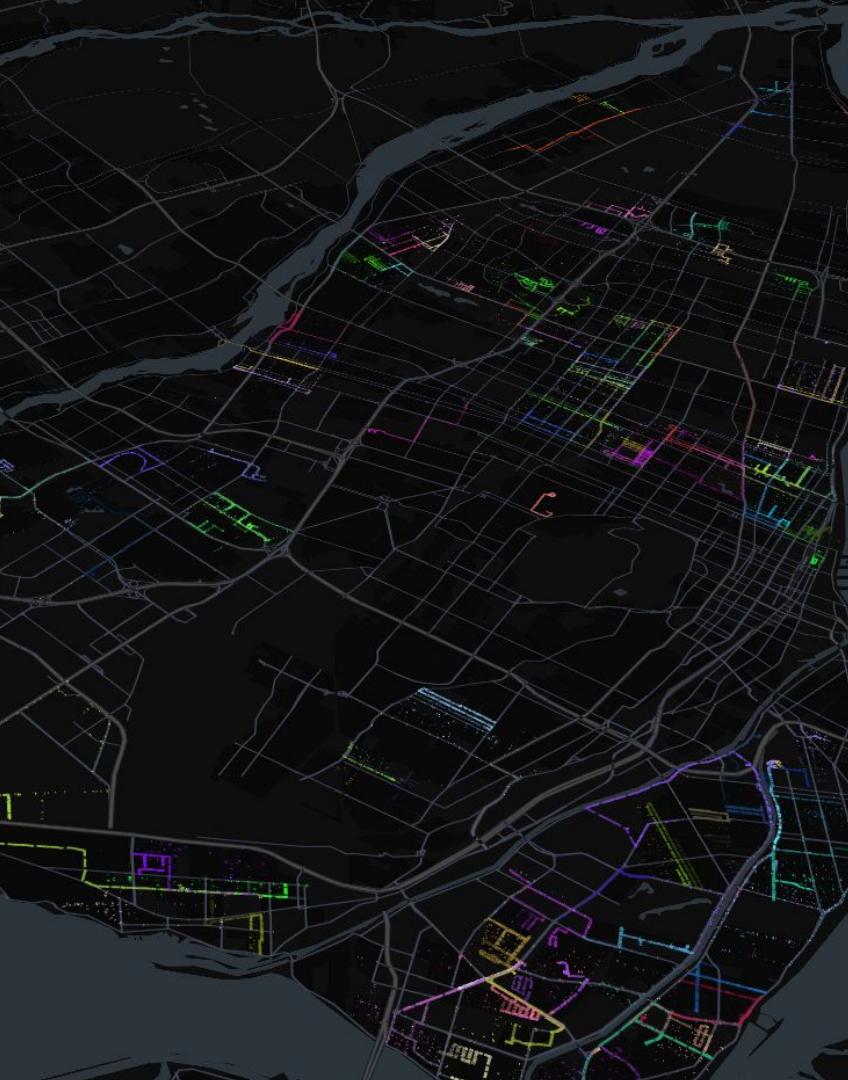
- Rétrospective semaine 4

2eme partie

- Données vectorielles 3D
- Concepts d'intégration et de visualisation
- Défis d'intégration et de visualisation
- Bonnes pratiques et exemples
- Revue des outils d'intégration
- Les tendances et les développements futurs

Laboratoire

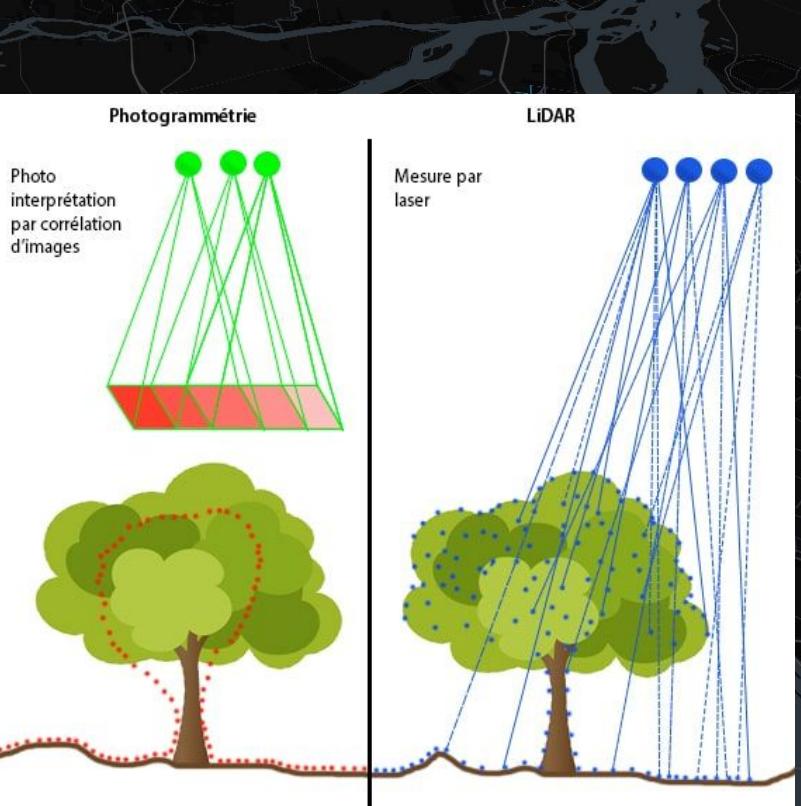
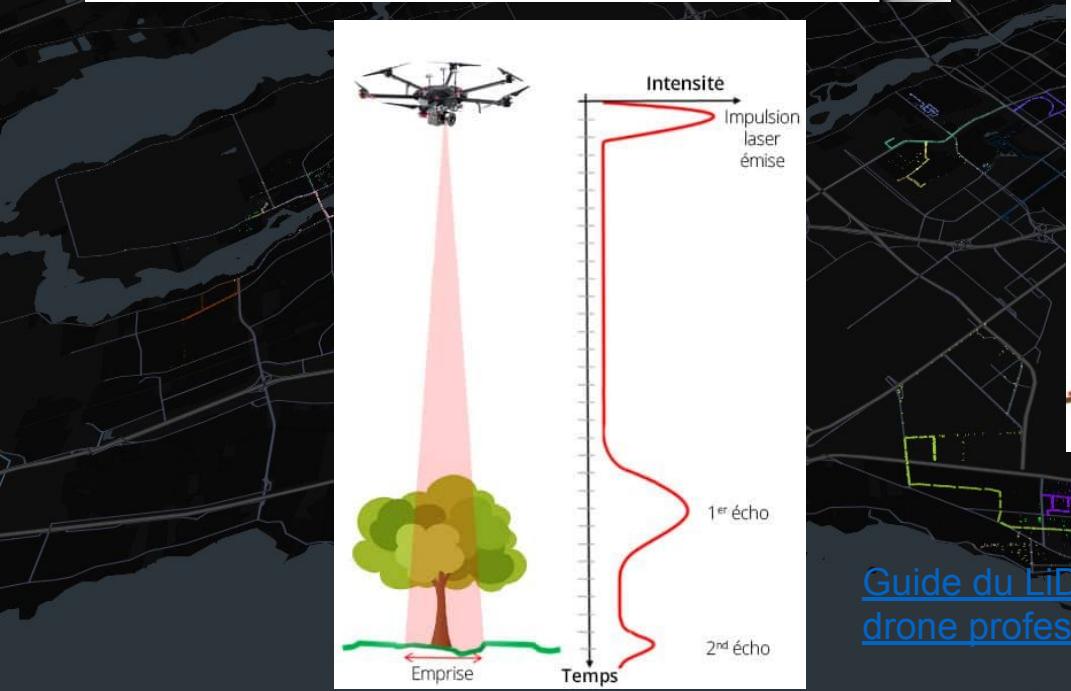
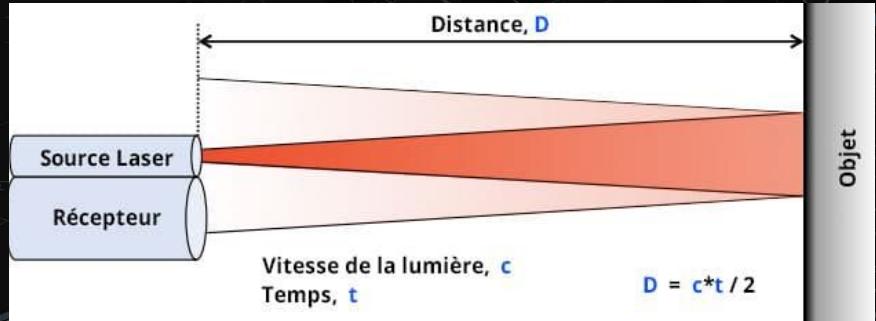
- Intégration nuage de points, vecteurs et raster



Déroulement

- **Données Lidar**
- **Technique d'intégration**
- **Technique de visualisation**
- **Tendances et développements futurs**

Rétro / Pause



[Guide du LiDAR aéroporté par drone professionnel - Escadron](#)



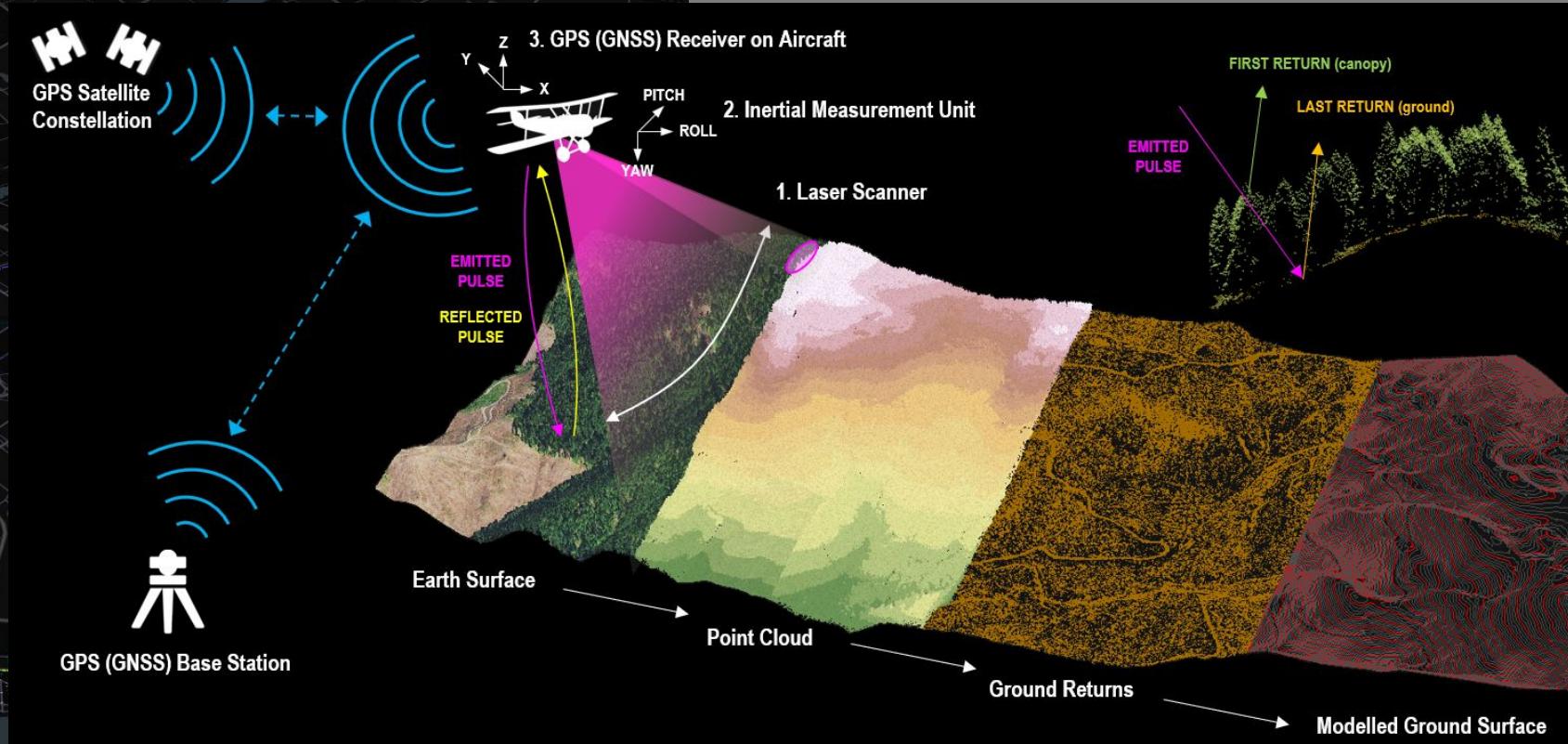
Données Lidar

Types de plateforme

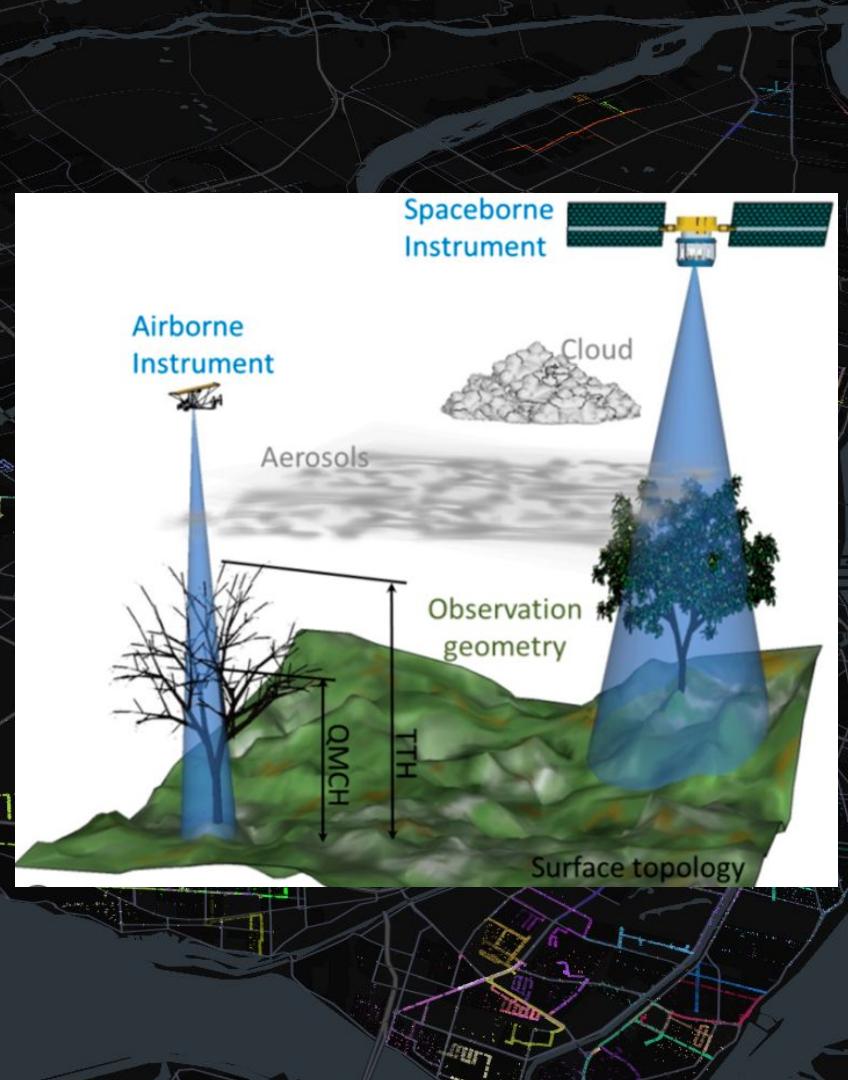
- **Aéroporté (avion, hélico, drone)**
- **Spatial (satellite)**
- **Terrestre (pied ou voiture)**
- **Marin (bateaux ou sonde)**

Données Lidar

- Aéroporté (avion, hélico, drone)



Données Lidar



Types de plateforme

- **Aéroporté (avion, hélico, drone)**
- **Spatial (satellite)**
- **Terrestre (pied ou voiture)**
- **Marin (bateaux ou sonde)**

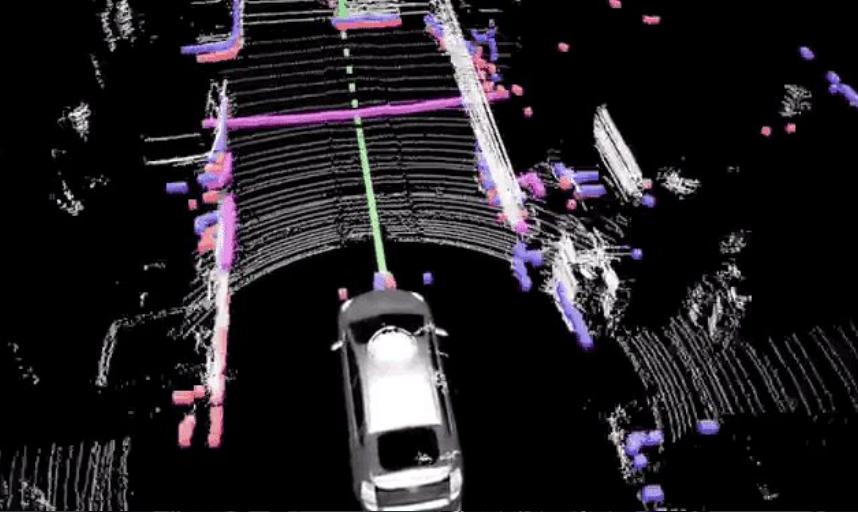
Données Lidar

Types de plateforme

- Aéroporté (avion, hélico, drone)
- Spatial (satellite)
- Terrestre (pied ou voiture)
- Marin (bateaux ou sonde)



[LiDAR terrestre en foresterie - LBprofor](#)



Données Lidar

Types de plateforme

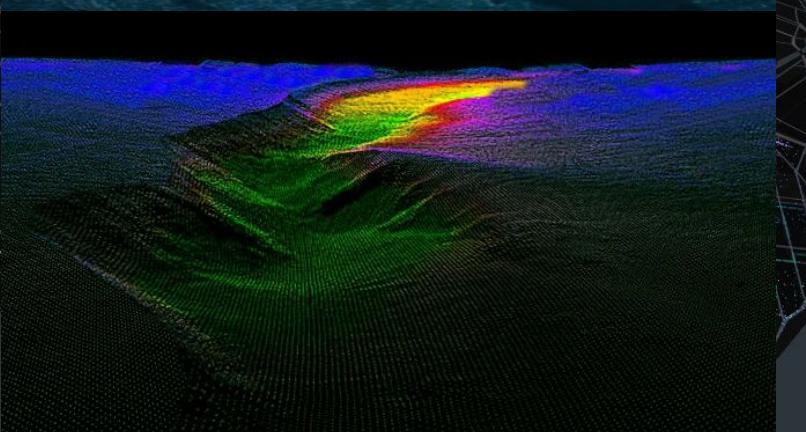
- **Aéroporté (avion, hélico, drone)**
- **Spatial (satellite)**
- **Terrestre (pied ou voiture)**
- **Marin (bateaux ou sonde)**

[LiDAR terrestre en foresterie - LBprofor](#)



Données Lidar

Types de plateforme

- Aéroporté (avion, hélico, drone)
 - Spatial (satellite)
 - Terrestre (pied ou voiture)
 - Marin (bateaux ou sonde)
- 

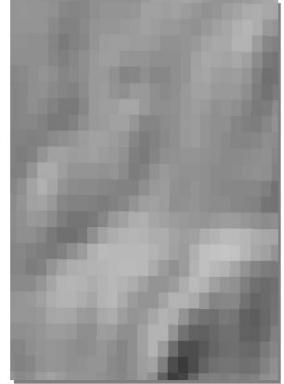


Données Lidar

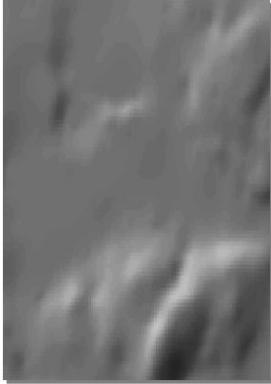
Types d'utilisation

- **Topographie**
- **Planification urbaine**
- **Environnement et forêt**
- **Transport / Véhicules autonomes**
- **Géologie**
- **Archéologie**
- **Météo**

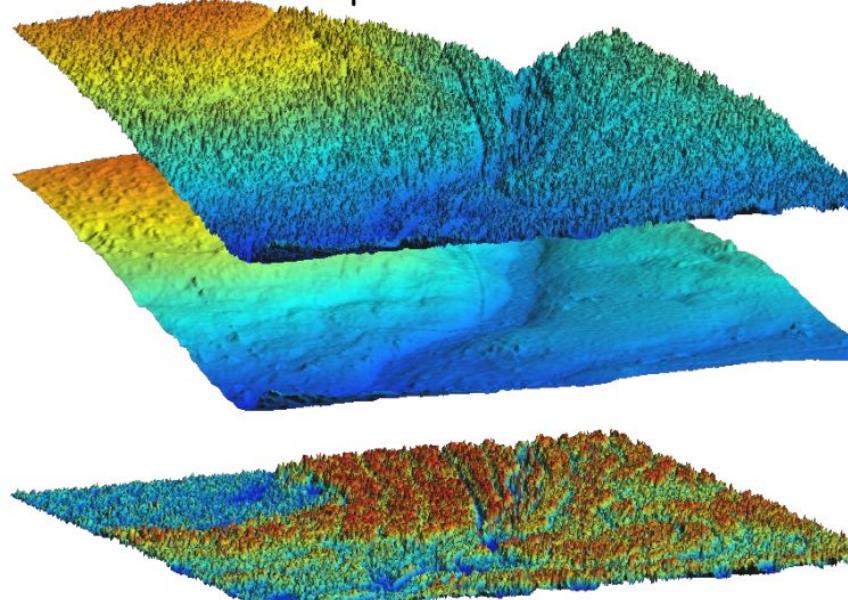
SRTM 90 m/pixel



BNDT 22 m/pixel



LiDAR 1 m/pixel



Données Lidar

Types d'utilisation

Topographie

- **MNC**
- **MNS**
- **MNT**

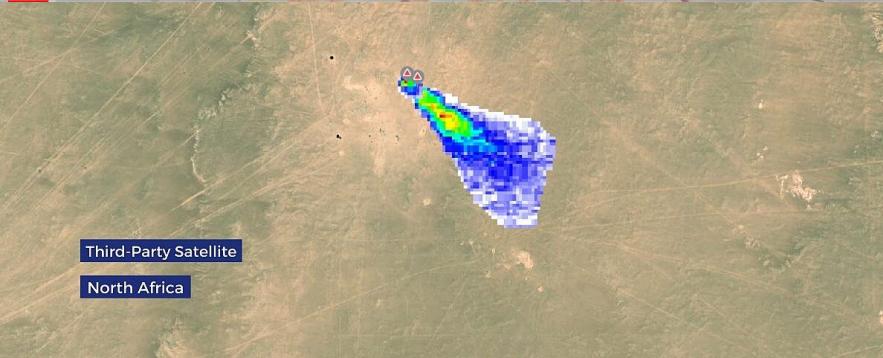


Données Lidar

Types d'utilisation

Planification urbaine

- **Modèles 3D de villes**
- **Bâtiments**
- **Infrastructures**
- **BIM**
- **Planification et développement**



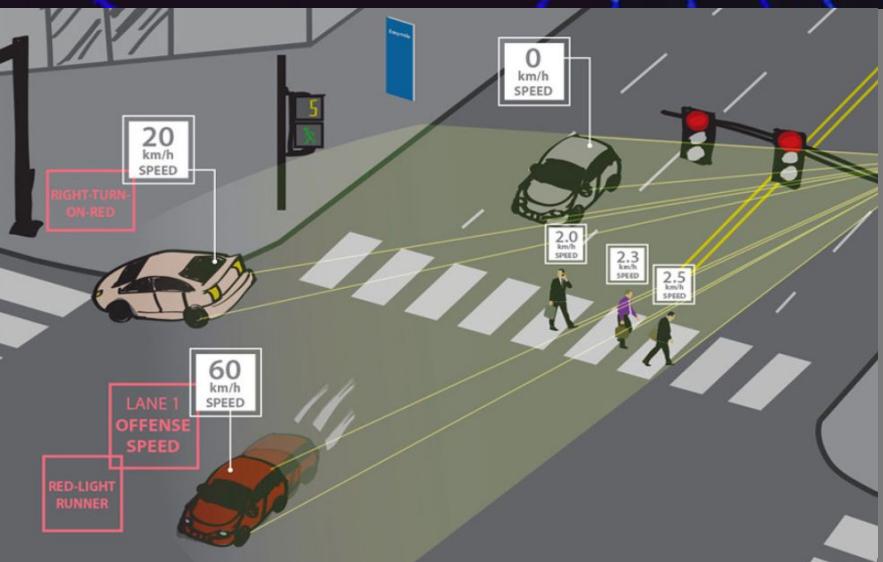
Données Lidar

Types d'utilisation

Environnement

- **Foresterie avancée**
- **Suivi des catastrophes naturelles**
- **Glaciers**
- **Émission des gaz à effets de serre**

[Atelier LiDAR HD - Prévention des risques d'inondation et hydrologie \(17 janvier 2023\)](#)

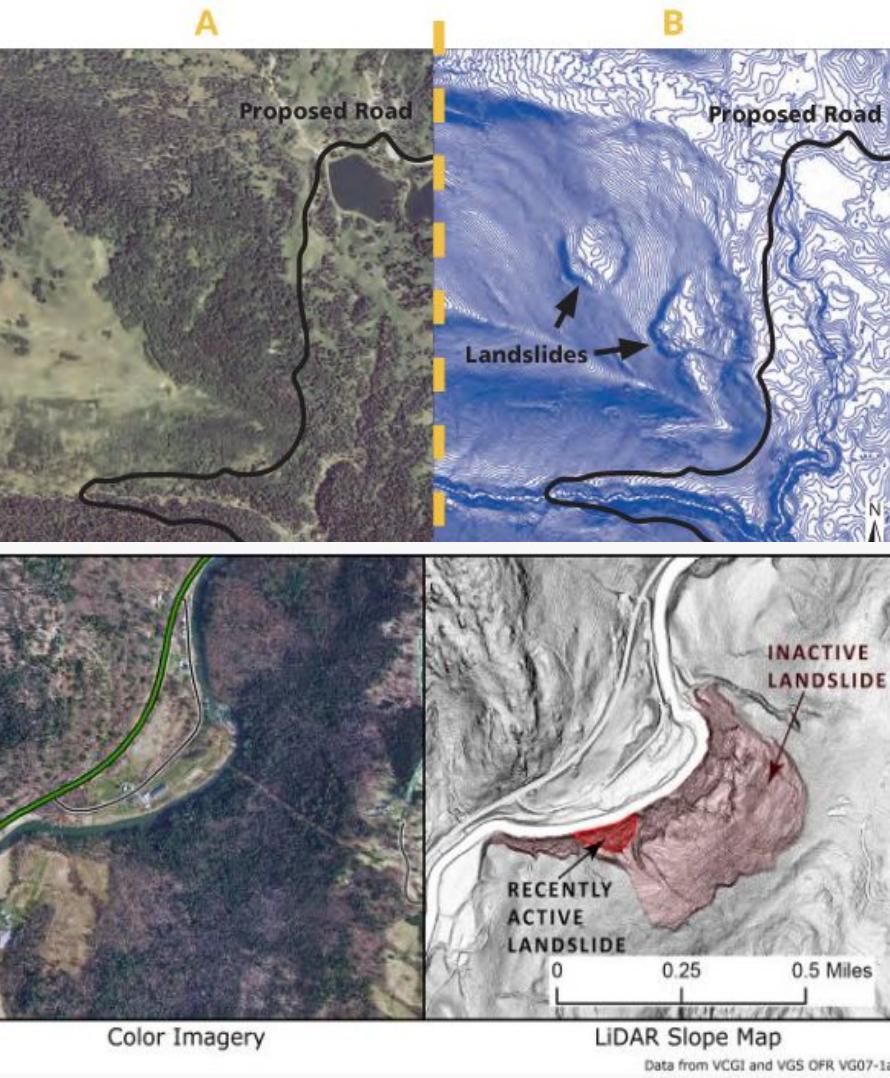


Données Lidar

Types d'utilisation

Transport

- **Navigation autonome**
- **Cartographie en temps réel**
- **Détection d'obstacle**
- **Évaluation de la circulation**



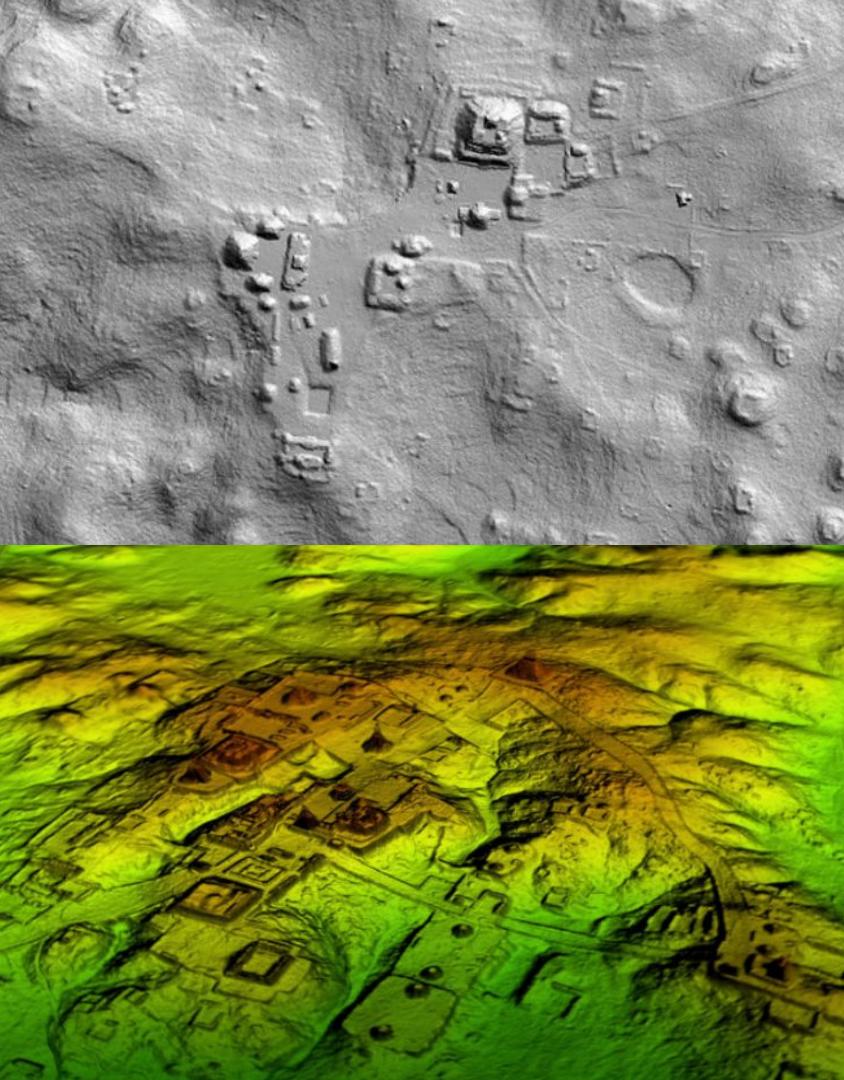
Données Lidar

Types d'utilisation

Géologie

- **Géomorphologie**
- **Glissements**
- **Risques sismiques**
- **Nappes phréatiques**

[La télédétection au service des études sur les eaux souterraines](#)



Données Lidar

Types d'utilisation

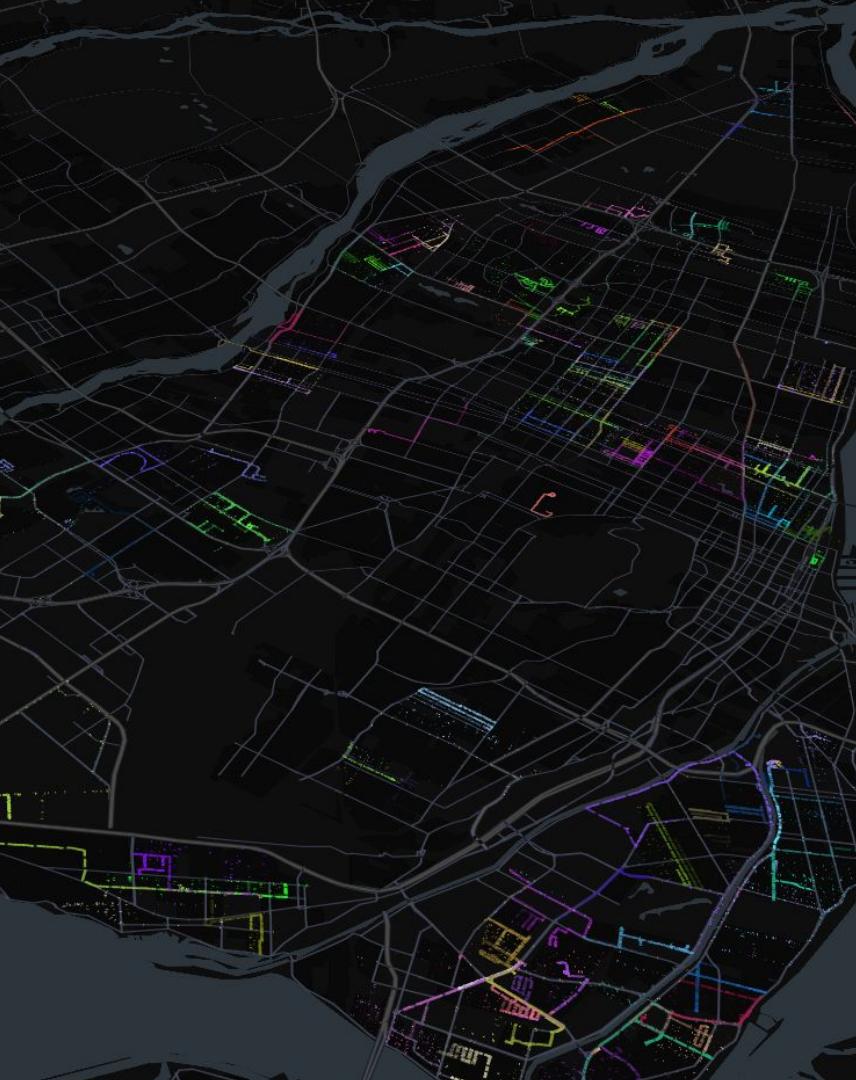
Archéologie

- **Détection de site**
- **Cartographie haute précision**
- **Études des paysages**
- **Reconstruction de site**

[Lidar archaeology shines a light on hidden sites](#)

[Lidar Sheds Light on Architecture of 18th Century](#)

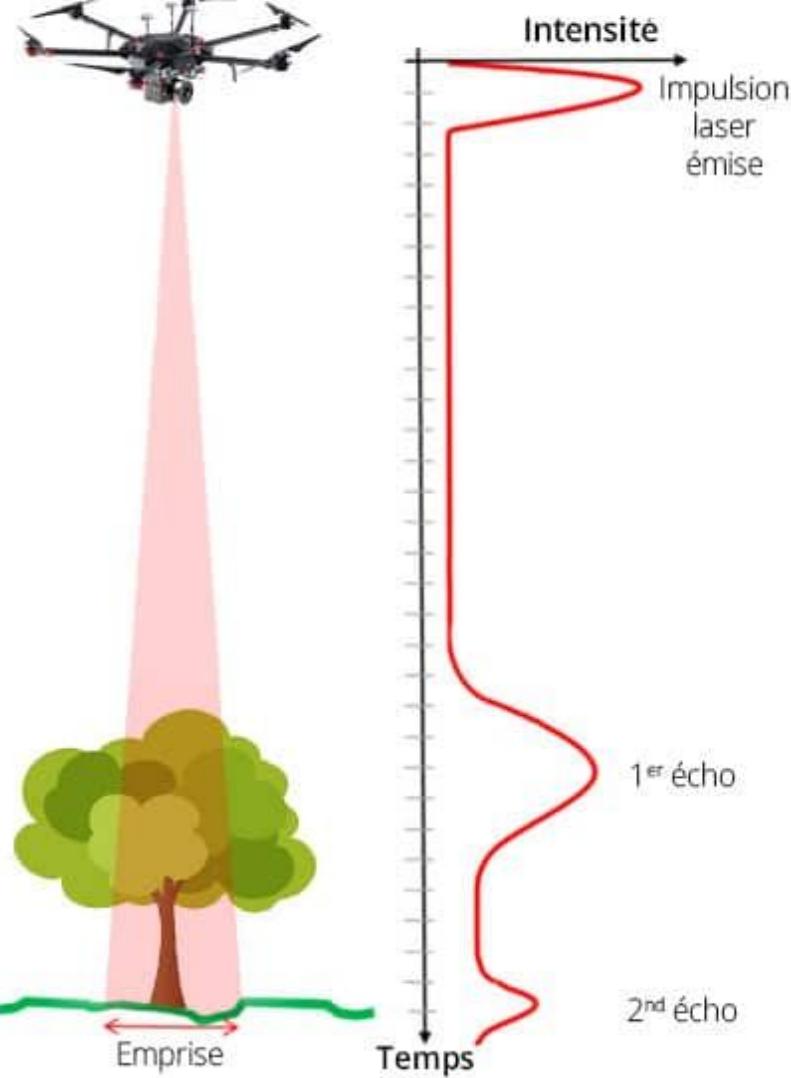
Rétro / Pause



Données Lidar

Formats

- LAS
- ASCII
- LAZ
- BIN
- PTX, PTS
- E57, ZLAS

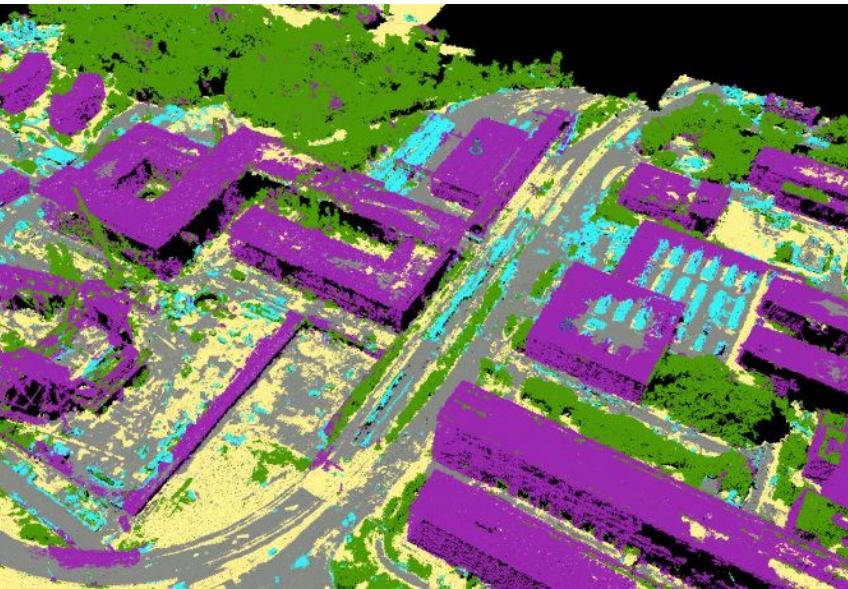


Données Lidar

Attributs

- **XYZ**
- **Intensité**
 - réflectivité : absorption vs rebond
- **Qté de retours**
- **# du retour**
- **Angle**
- **Gps Time**
- **Classification**

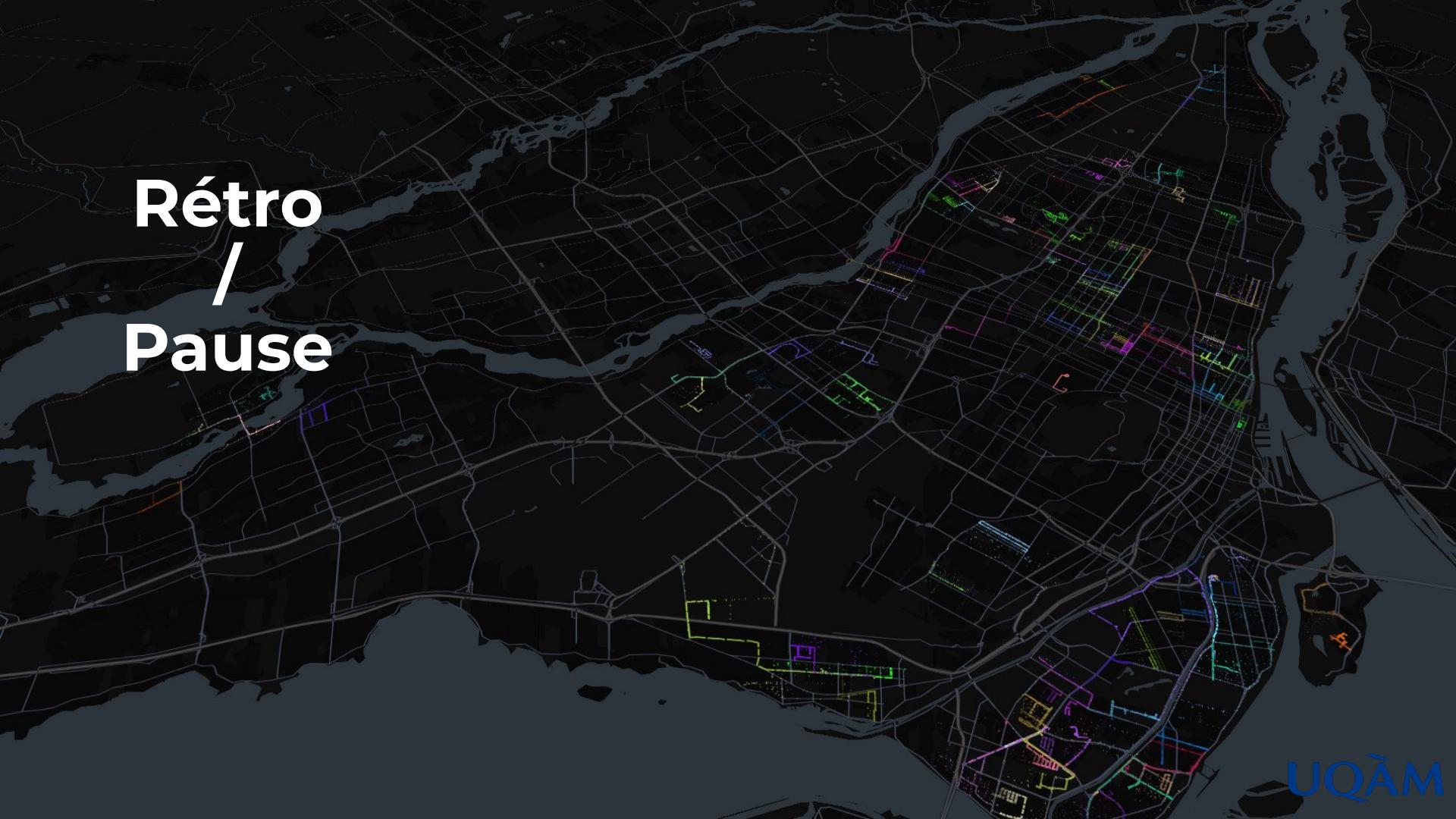
Code de classification	Classe
0	Jamais classé
1	Non attribué
2	Sol
3	Végétation basse
4	Végétation moyenne
5	Végétation haute
6	Bâtiment
7	Point bas
8	Réservé
9	Eau
10	Ferroviaire
11	Surface routière
12	Réservé
13	Fil métallique (protection)
14	Conducteur métallique (Phase)
15	Tour de transmission
16	Connecteur de structure métallique (Isolant)
17	Tablier de pont
18	Niveau sonore élevé
19-63	Réservé
64-255	Défini par l'utilisateur



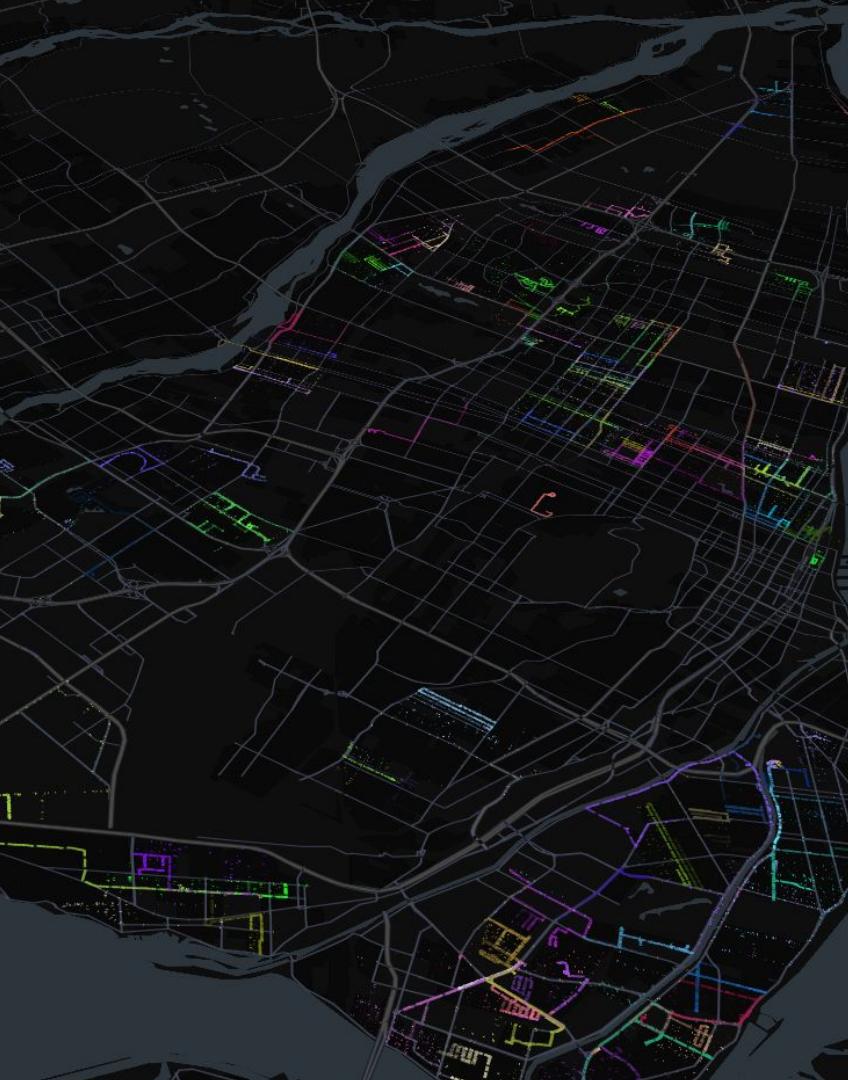
Données Lidar

Classification

- **Type de sol**
- **Type de végétation**
- **Type de bâtis**
- **Type d'infrastructure**
- **Non classés**



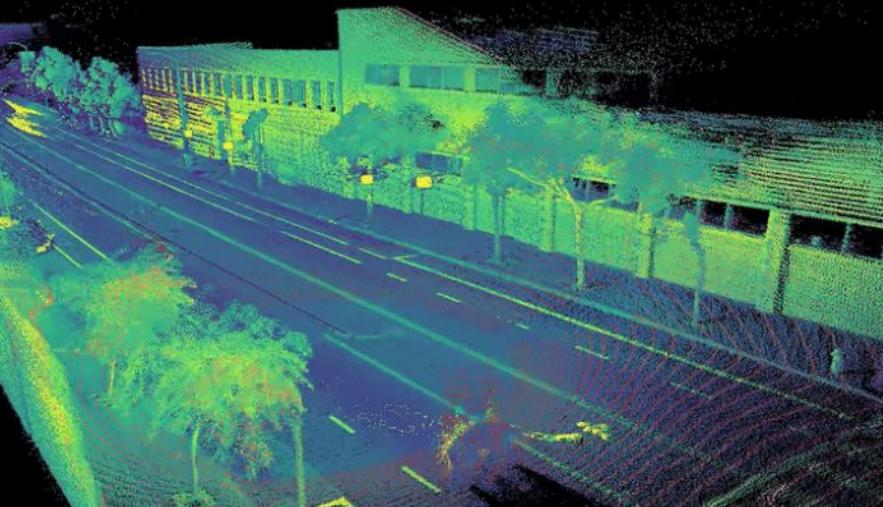
Rétro
/
Pause



Intégration Lidar

Méthodes d'intégration

- **Fusion et Intégration ICP**
- **Modélisation de surface**
- **Modèle 3D basé sur la densité**
- **Nettoyage et filtrage**



Intégration Lidar

Intégration ICP (*Iterative Closest Point*)

L'intégration ICP (Iterative Closest Point) est une méthode couramment utilisée pour fusionner plusieurs nuages de points LiDAR en un seul modèle 3D cohérent. Cette méthode implique l'alignement de plusieurs nuages de points LiDAR en utilisant une approche itérative pour minimiser la distance entre les points correspondants

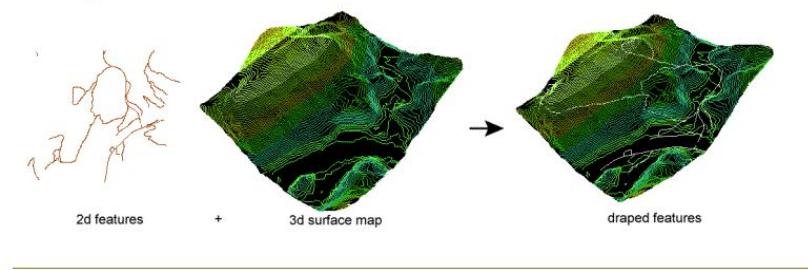
[Iterative Closest Point \(ICP\) - 5 Minutes with Cyril](#)

[Phoenix LiDAR Flight Planner](#)

Intégration 3D



Example

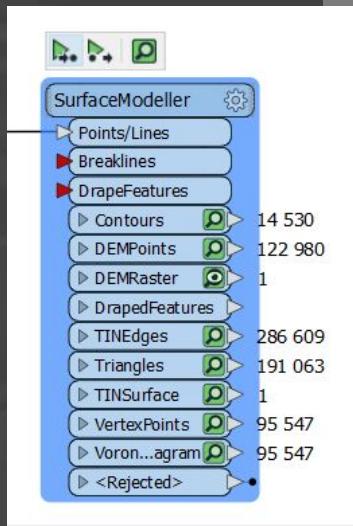


Modélisation de surface

- **Triangulation de Delaunay**
- **Interpolation de Kriging**
- **Modélisation de surface de TIN**
- **Modélisation de surface de grille**

- [SurfaceModeller](#)
- [SurfaceDraper](#)

Intégration 3D



Modélisation de surface

- **Triangulation de Delaunay**
- **Interpolation de Kriging**
- **Modélisation de surface de TIN**
- **Modélisation de surface de grille**
- **SurfaceModeller**
- **SurfaceDrapper**

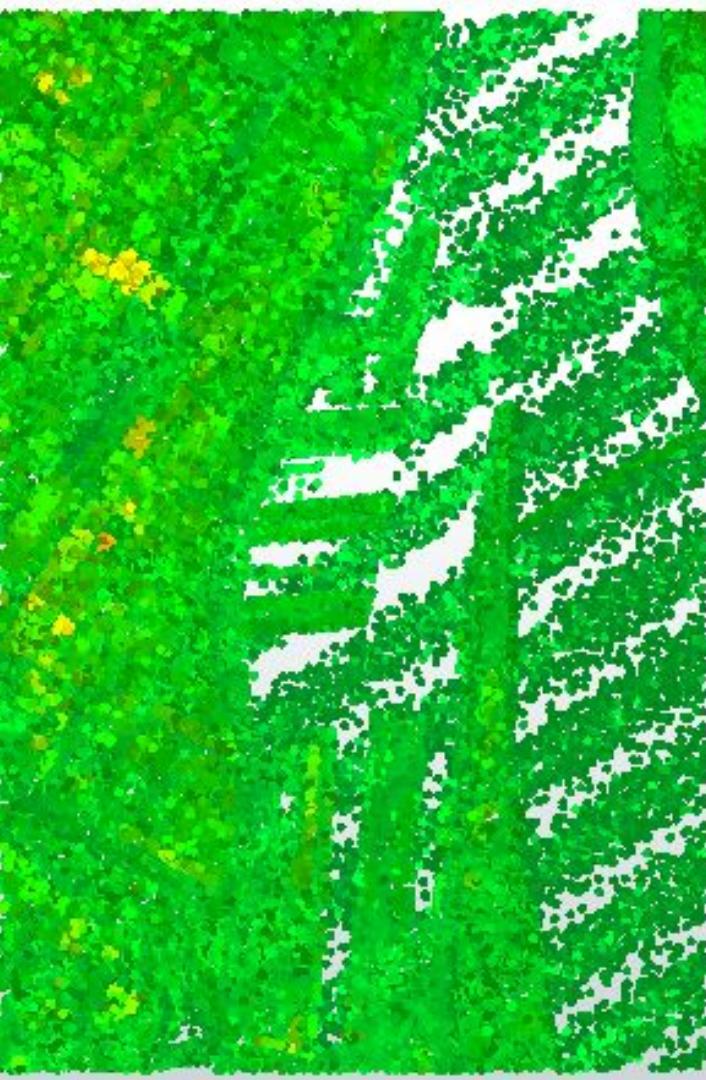
Intégration 3D



Modélisation de surface

- **Triangulation de Delaunay**
- **Interpolation de Kriging**
- **Modélisation de surface de TIN**
- **Modélisation de surface de grille**

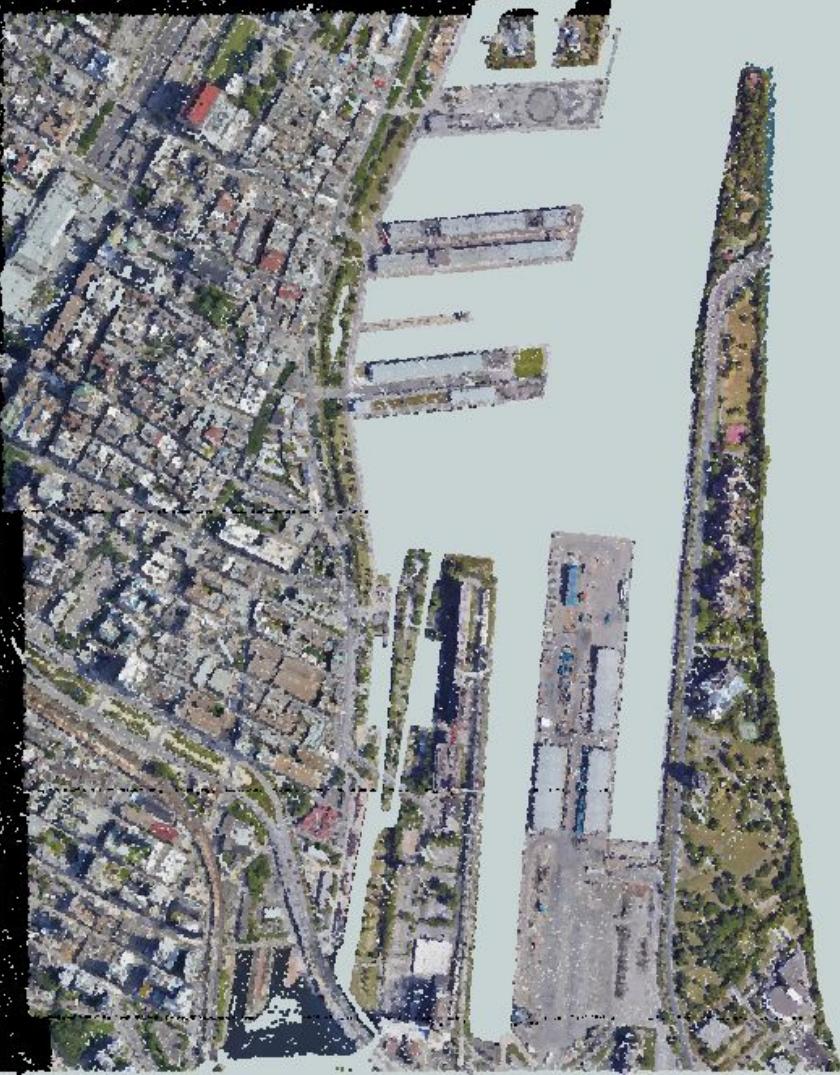
- **SurfaceModeller (FME)**
- **SurfaceDrapper (FME)**



Intégration 3D

Filtrage et nettoyage

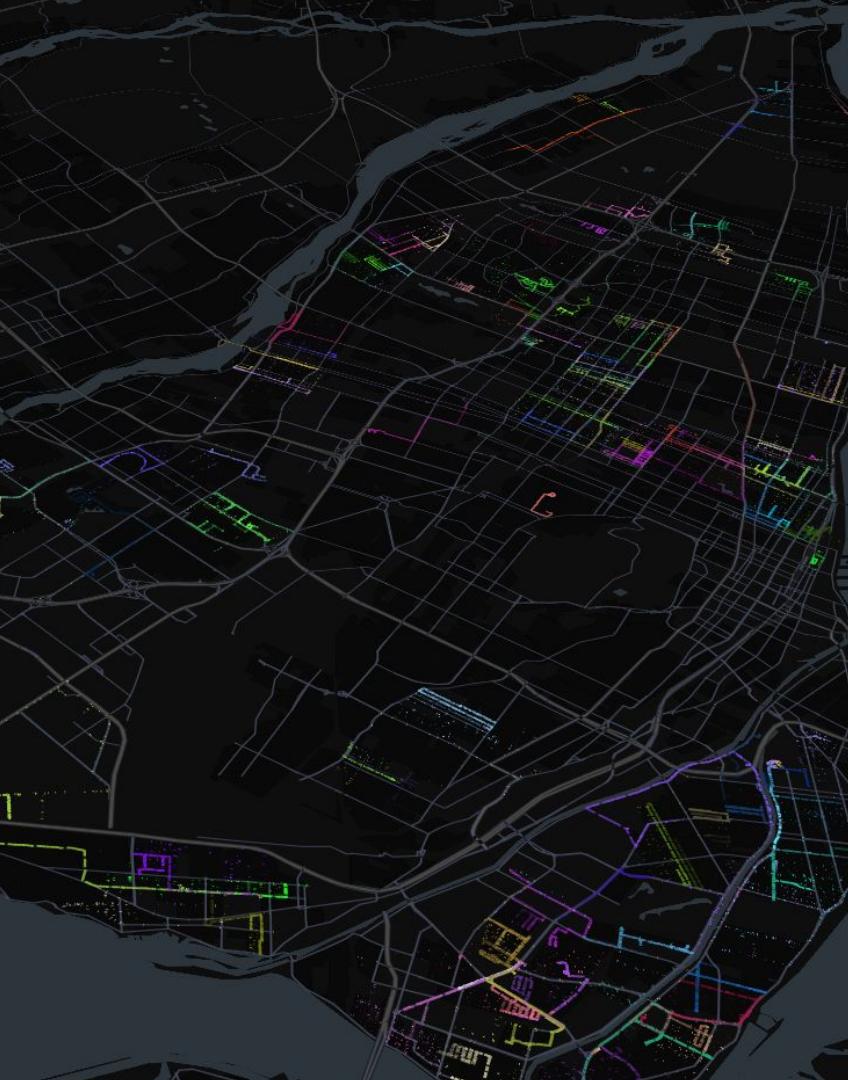
- [Thinner](#)
- [Combiner](#)
- [ComponentSetter](#)



Intégration 3D

Filtrage et nettoyage

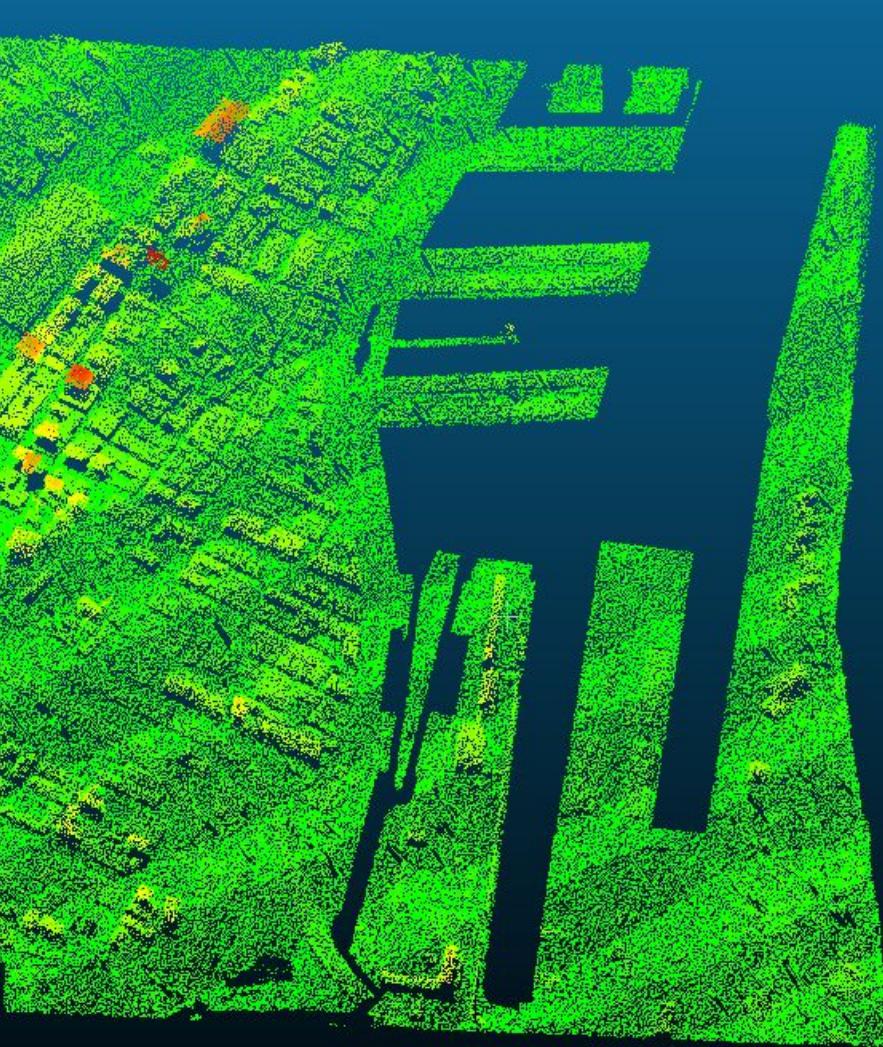
- [Thinner](#)
- [Combiner](#)
- [ComponentSetter](#)



Techniques de visualisation

Visualiser des données LiDAR :

- **Nuages de points**
- **Profils en transect**
- **Modèles de canopée**
- **Visualisation des bâtiments**



Techniques de visualisation

Visualiser des données LiDAR :

Nuages de points

- Altitude
- Couleurs vraies
- Classification
- Nombre de retours

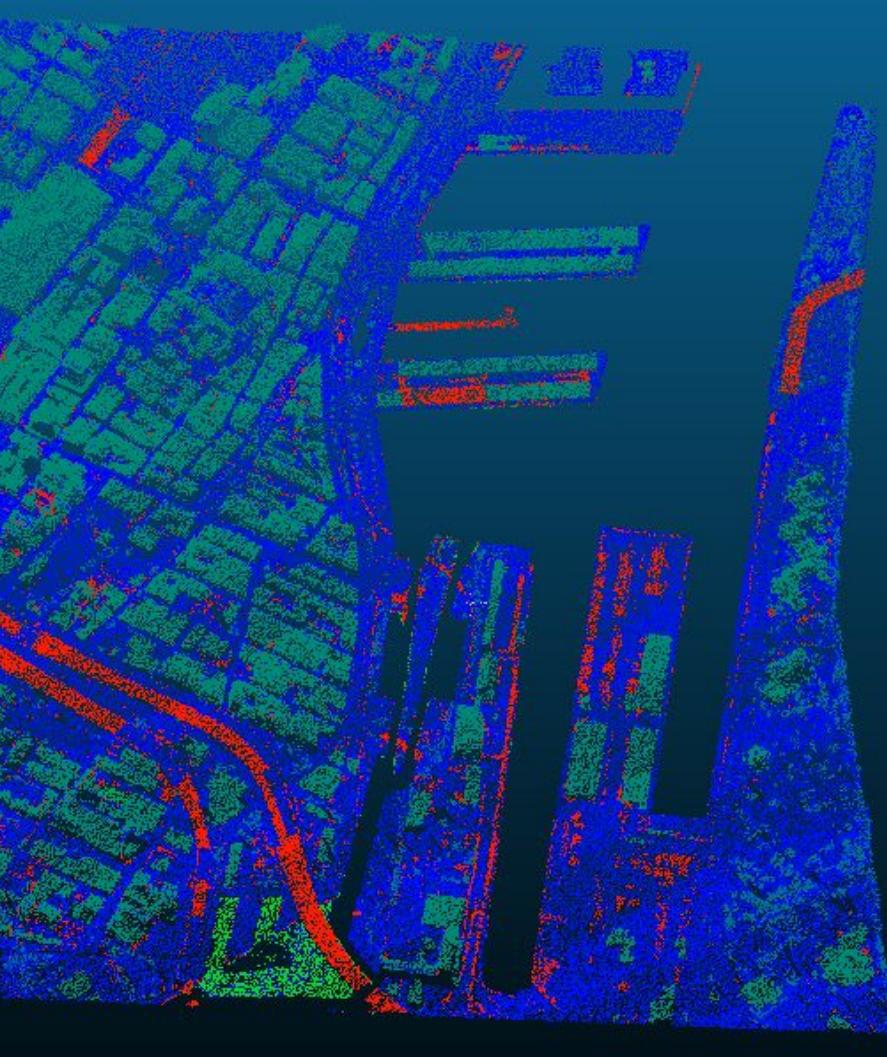


Techniques de visualisation

Visualiser des données LiDAR :

Nuages de points

- Altitude
- Couleurs vraies
- Classification
- Nombre de retours



Techniques de visualisation

Visualiser des données LiDAR :

Nuages de points

- Altitude
- Couleurs vraies
- Classification
- Nombre de retours

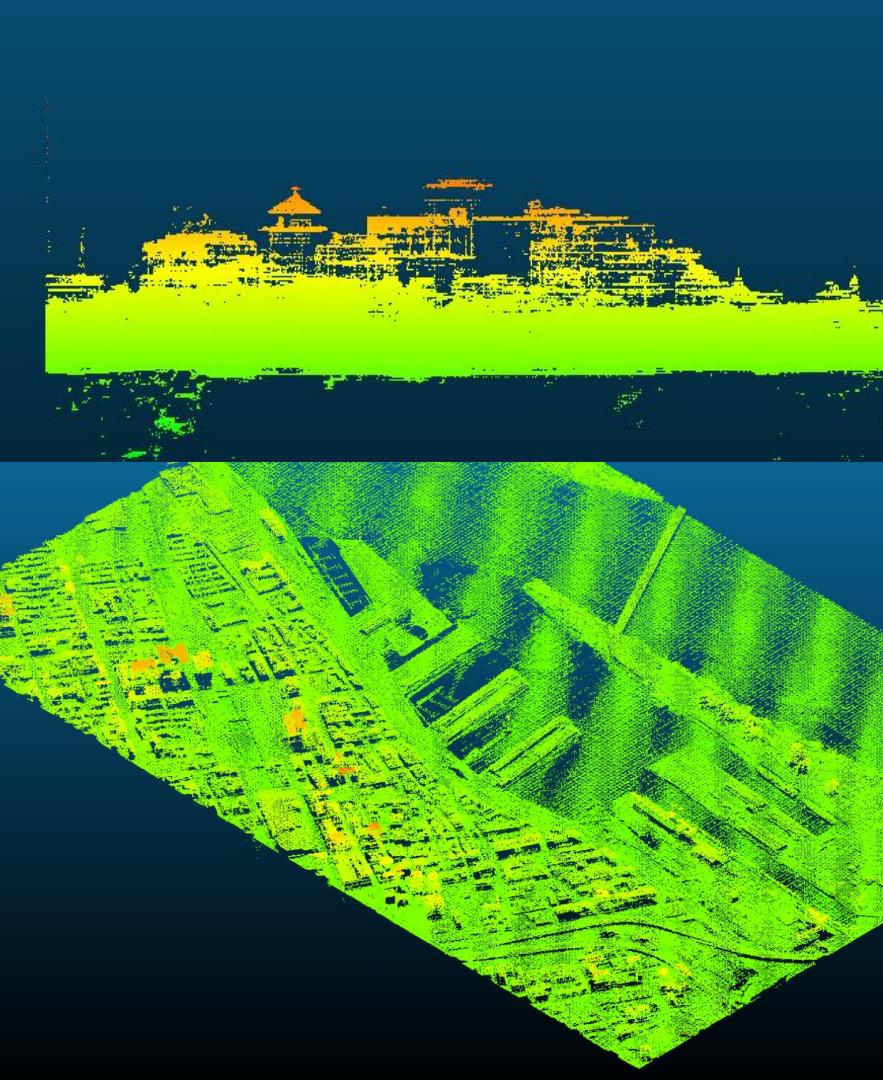


Techniques de visualisation

Visualiser des données LiDAR :

Nuages de points

- Altitude
- Couleurs vraies
- Classification
- Nombre de retours

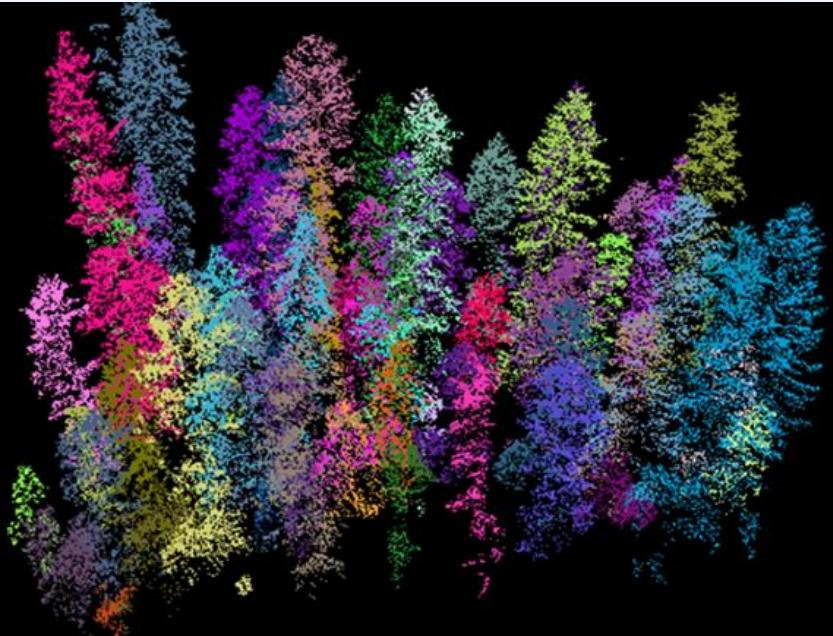
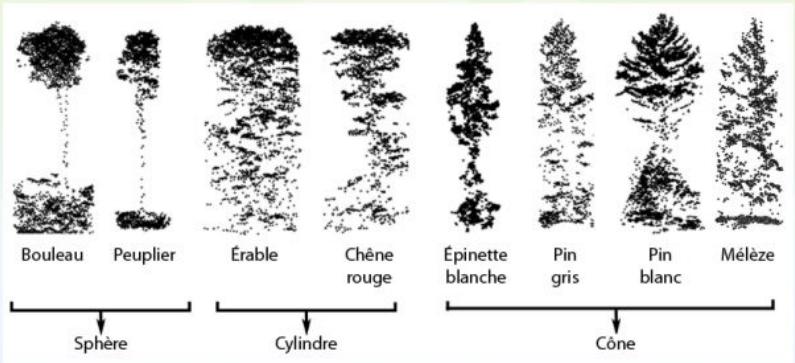


Techniques de visualisation

Visualiser des données LiDAR :

- Profils en transect

Identification de l'essence par la forme



Techniques de visualisation

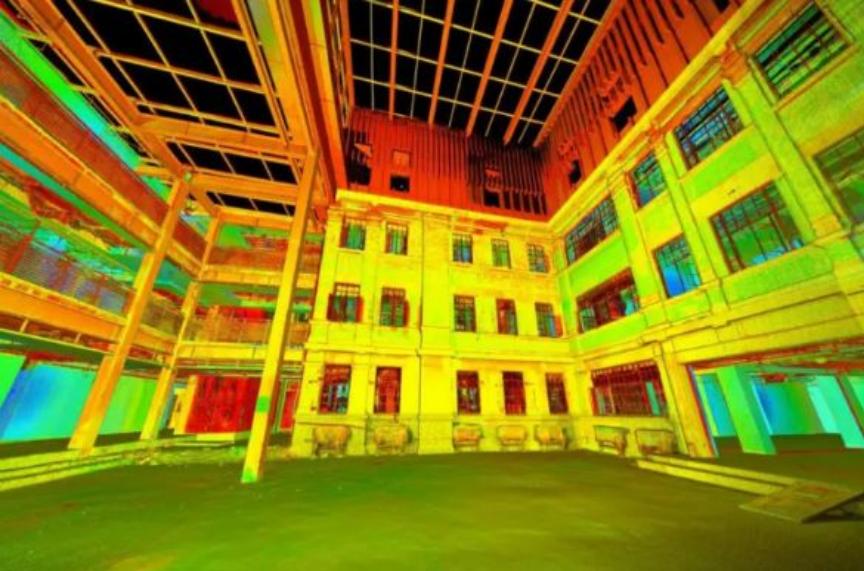
Visualiser des données LiDAR :

Modèles de canopée

- **Création de MNC**
- **Estimation de biomasse**
- **Suivi de croissance**
- **Détection des essences**

[L'utilisation du lidar terrestre en foresterie de précision](#)

[Université de Sherbrooke](#)

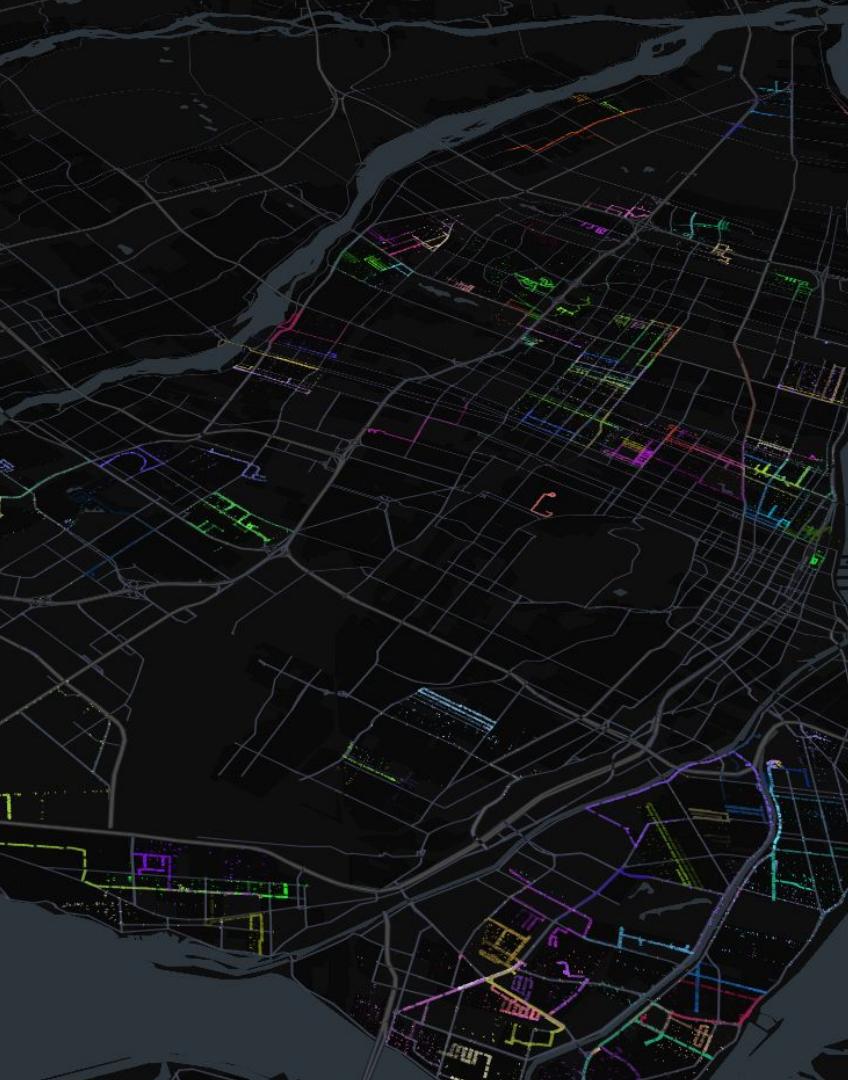


Techniques de visualisation

Visualiser des données LiDAR :

- **Visualisation des bâtiments**
- **BIM**
- **Intérieur**
- **Extérieur**
- **Architecture**
- **Urbanisme**
- **Construction**

Rétro / Pause



Défis et enjeux

Intégration des données lidar ?

- **Coûts**
- **Complexité des données**
- **Qualité des données**
- **Compatibilité des systèmes**
- **Vie privée et sécurité**
- **Exactitude géographique**

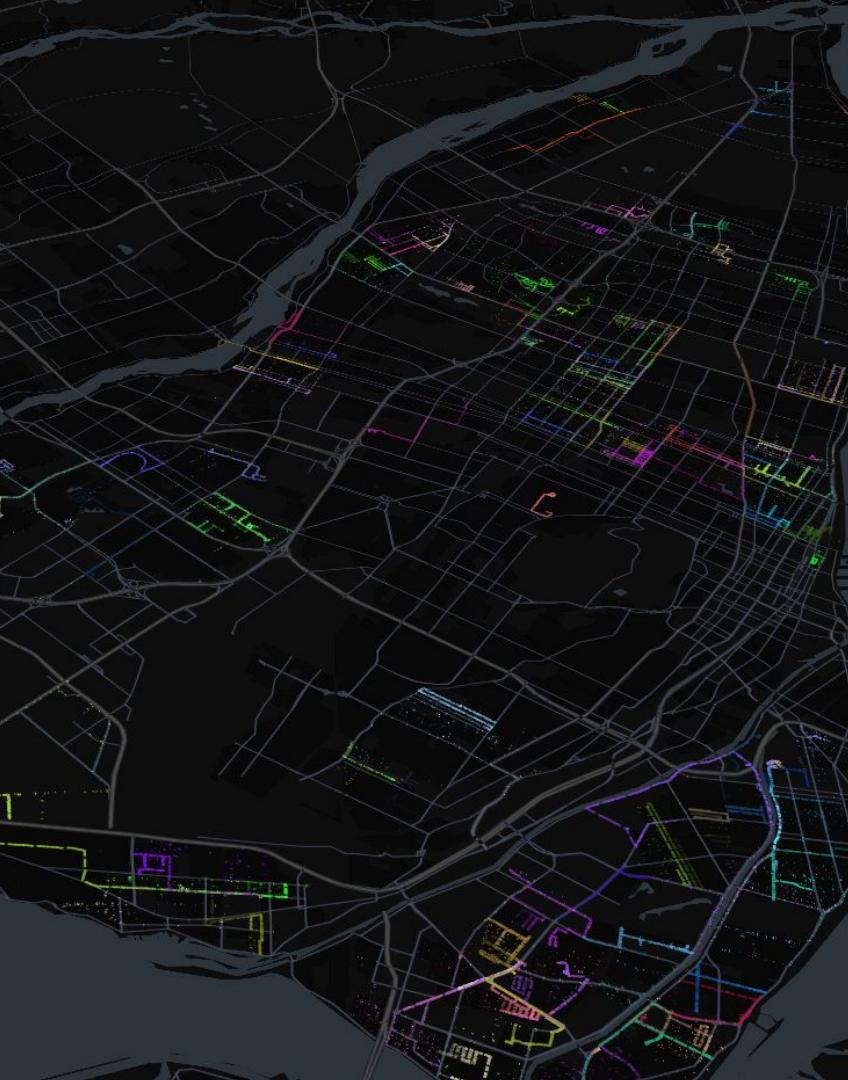


Défis et enjeux

Intégration des données lidar ?

Coûts

- **Mobilisation / matériel**
- **Superficie couverte**
- **Risque météo (retard)**
- **3.5 x \$ supérieur**
- **450\$ et 700\$ du km²**
- **Archivage coûteux**

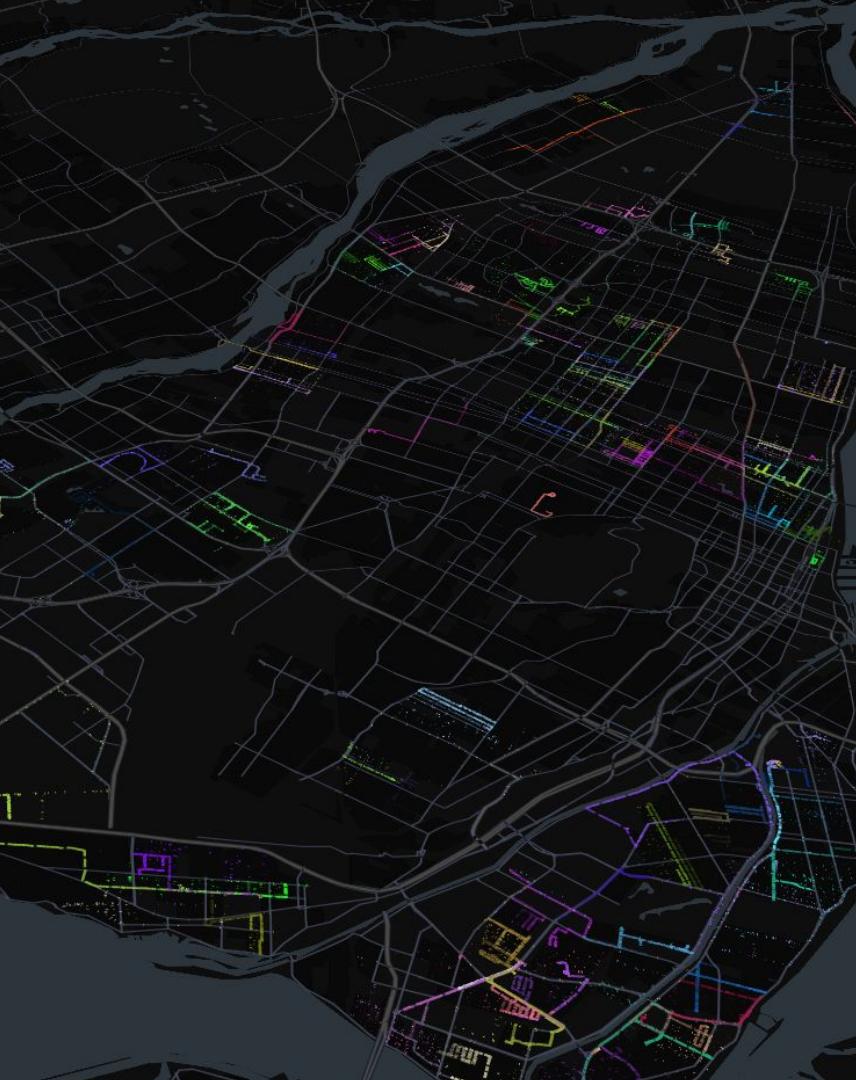


Défis et enjeux

Intégration des données lidar ?

Complexité des données

- **Source d'erreur GPS**
- **Volumétrie / Résolution**
- **Superposition des points**
- **Processing power**
- **Météo (altération)**
- **Anonymisation**



Défis et enjeux

Intégration des données lidar ?

Qualité des données

- **Zone à survoler (polygone)**
- **Densité des premiers retours**
- **Densité des retours sol**
- **Divergence•Nombre de retours par impulsion**
- **Pourcentage de recouvrement entre les bandes adjacentes**
- **Angle de balayage maximum**
- **Erreurs absolues et relatives en XYZ**
- **Plage de dates pour le survol (hiver, automne)**

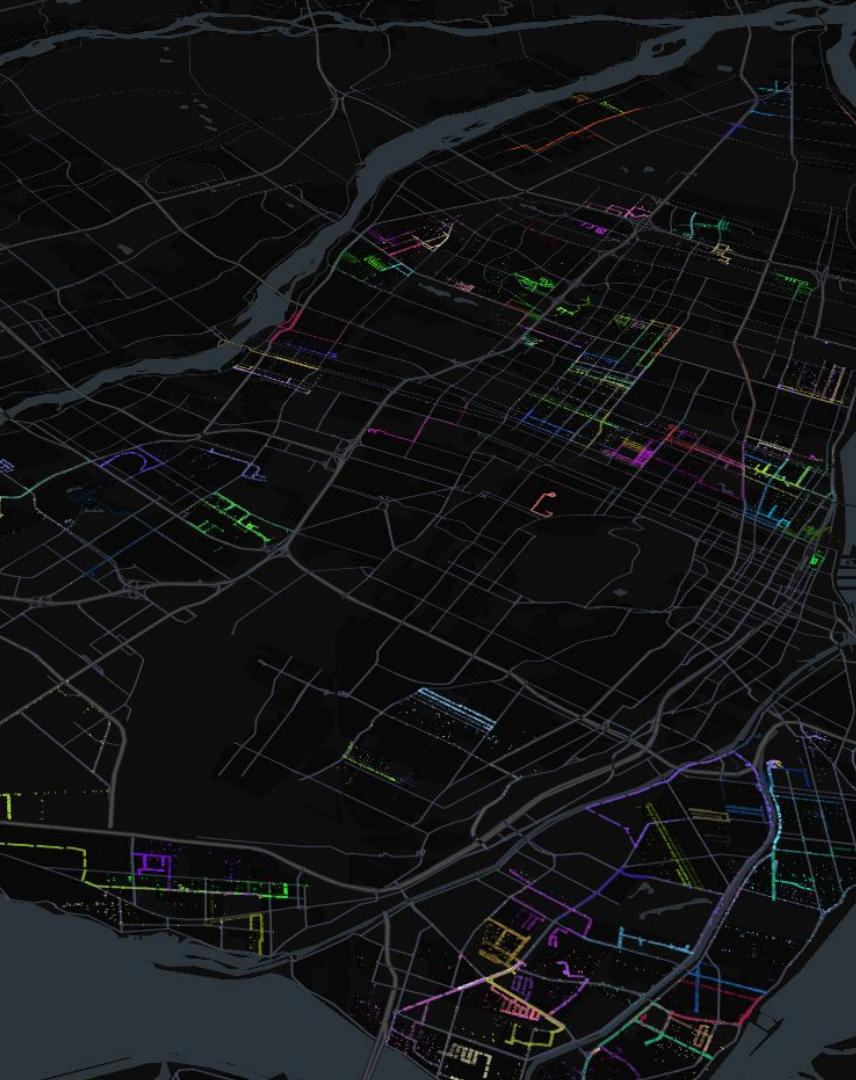


Défis et enjeux

Intégration des données lidar

Compatibilité des systèmes

- **Formats ne sont pas tous acceptés par les logiciels d'intégration**
- **Suite logicielle fermée pour traiter ou pré traiter leurs formats.**
- **Rare sont les logiciels open source très performant et spécifiquement dédiés au Lidar**

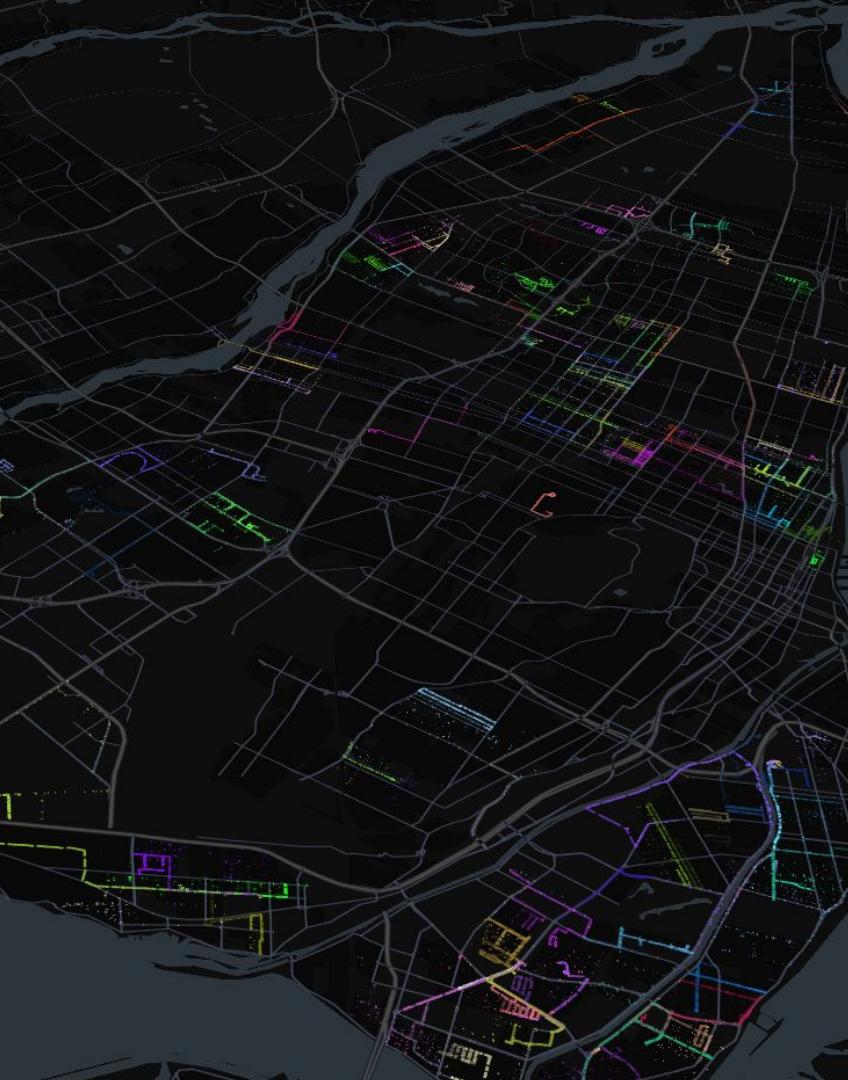


Défis et enjeux

Intégration des données lidar

Vie privée et sécurité

- Propriétés privées
- Déplacement
- Précision
- Anonymisation

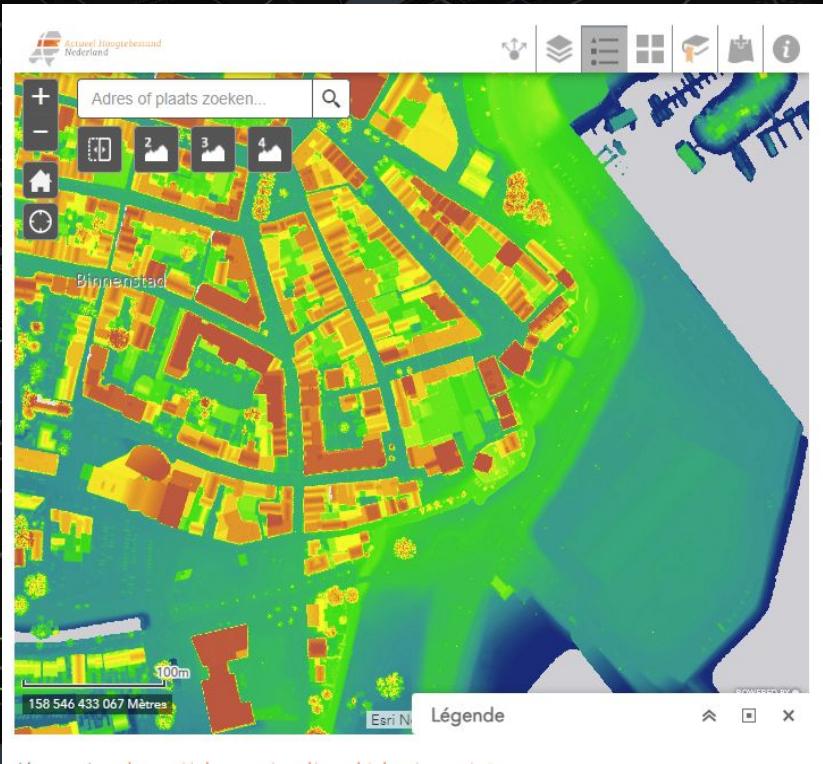


Défis et enjeux

Intégration des données lidar ?

Exactitude géographique

Le lidar nécessite beaucoup de corrections, post-traitement et de nettoyage pour être mis en valeur



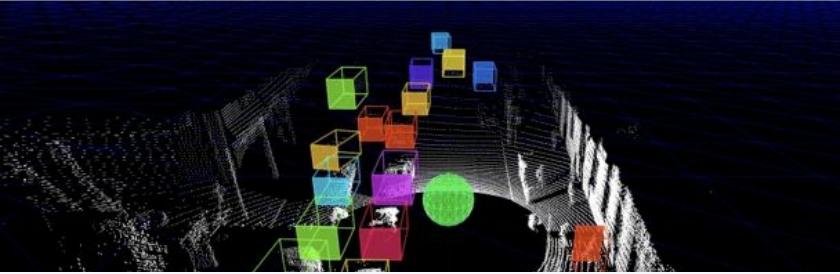
Tendances et développements futurs

- IA et ML
- Intégration de la réalité augmentée / Mobilité et autonomie
- Automatisation de la production de données / Interopérabilité des données
- Visualisation en temps réel
- Drones et lidar portatifs

Tendances et développements futurs

IA et ML

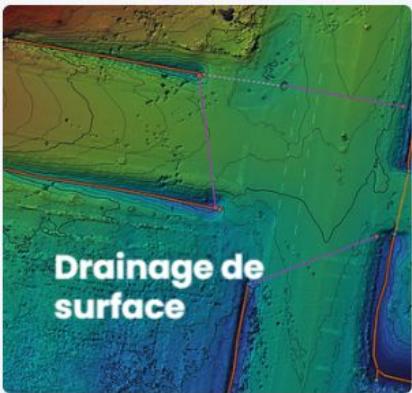
- Automatisation de la classification des objets
- Analyse de la scène
- Amélioration de la précision
- Analyse de la qualité de la donnée
- Génération de modèles 3D en temps réel



Inventaire de la signalisation



Inventaire des arbres



Drainage de surface

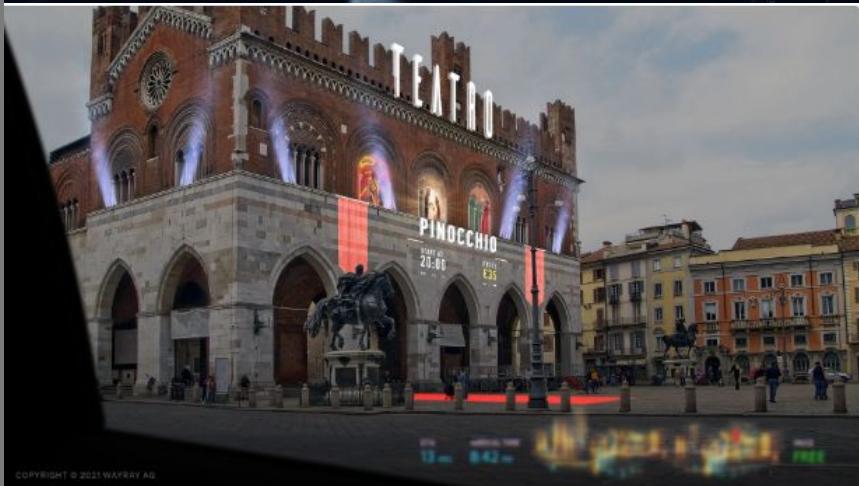


Réseau électrique aérien

Tendances et développements futurs

- **Intégration de la réalité augmentée**
- **Mobilité et autonomie**
- **Visualisation en temps réel**

[Navette autonome](#)



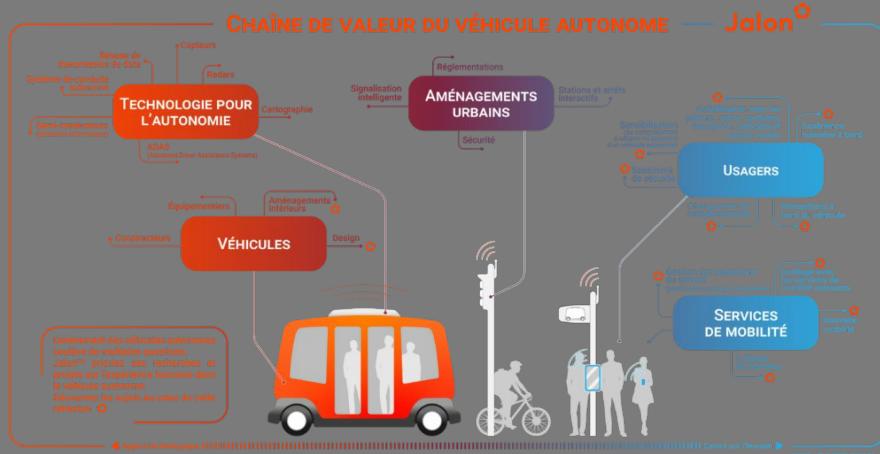


Tendances et développements futurs

- **Intégration de la réalité augmentée**
- **Mobilité et autonomie**
- **Visualisation en temps réel**

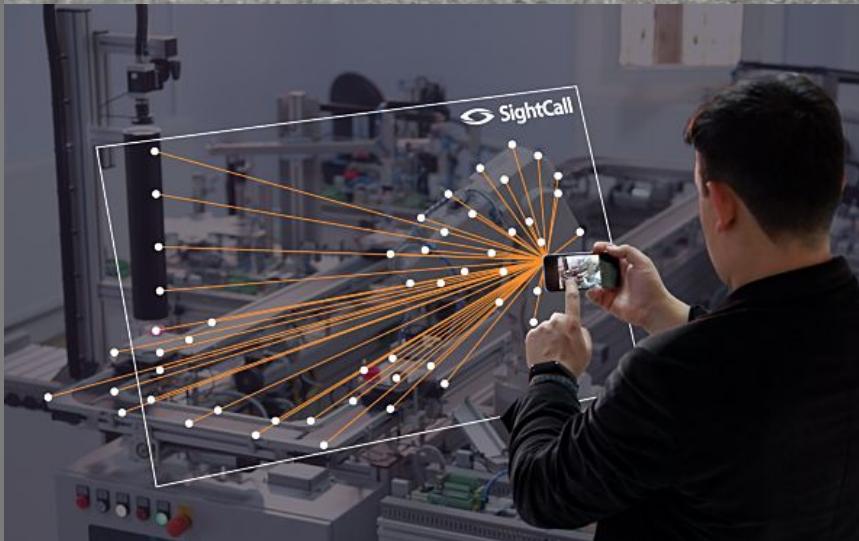
De la connectivité sans fil à l'assurance automobile du futur pour faire rayonner Montréal

Navette autonome

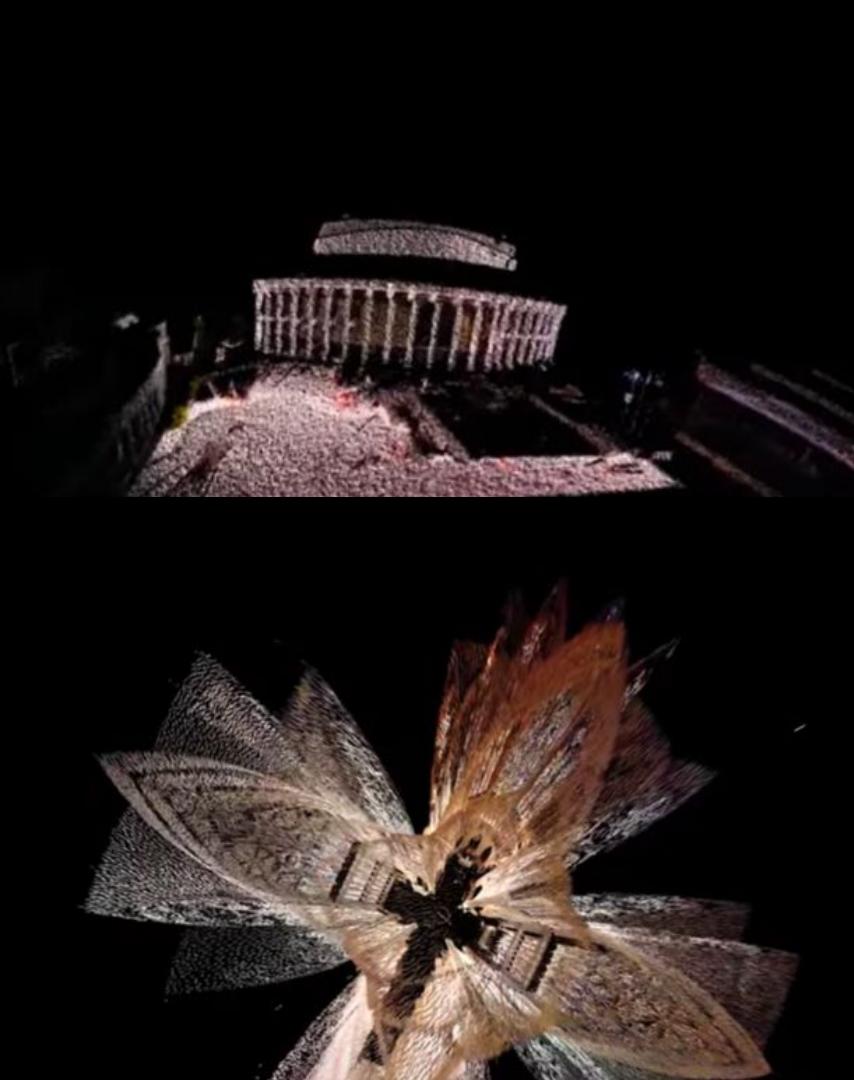


Tendances et développements futurs

- Drones et lidar portatifs



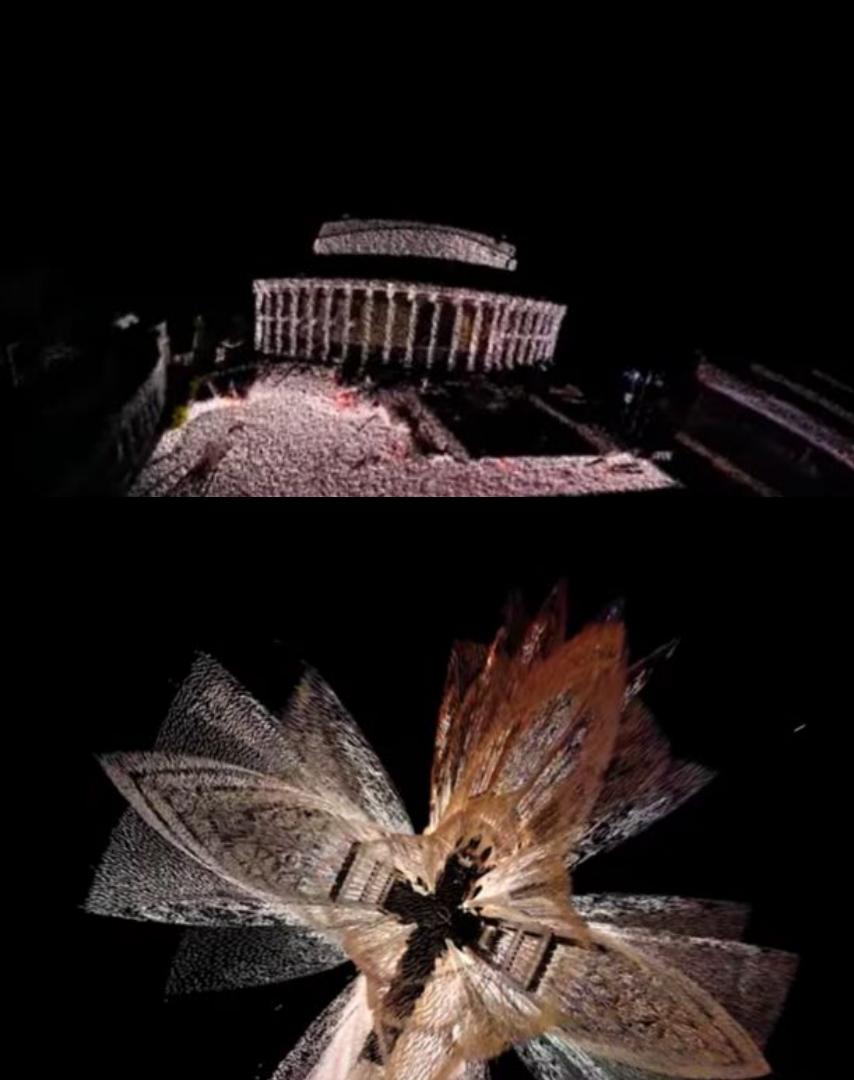
[How To Generate Point Clouds With ARKit 4 iOS 14 Beta And iPAD Pro 4th Generation?](#)



Outils

[GitHub -
sacridini/Awesome-Geospatial:
Long list of geospatial tools
and resources](#)

Outils



[GitHub -
sacridini/Awesome-Geospatial:
Long list of geospatial tools
and resources](#)

