



Construction de modèle numérique de terrain à partir de la classification de sol par intelligence artificielle

Van-Tho Nguyen, Étienne Clabaut et Tony St-Pierre
XEOS Imagerie inc.

Septembre 2022



XEOS Imagerie inc.

- › Fondée en 2004
- › Entreprise **basée à Québec** (Parc technologique)
- › Spécialisée en Photo aérienne et Relevés topographiques LiDAR
- › Très active en R&D -> Équipe 3 pers en IA
- › Terrain de jeu: Est de l'Amérique du Nord (USA/CAN)
- › Clients:
 - › Gouvernements
 - › Villes
 - › Cies électriques
 - › Cies minières
 - › Etc





Photographie aérienne verticale & oblique

Relevés topographiques LiDAR





Modèle numérique de terrain

Couramment utilisés dans l'industrie

- › Pas de points de sol mal classifié => peuvent causés des pics ou des creuses
- › Haute résolution de MNT
- › Temps de traitement rapide pour pour traiter des larges territoires : Jusqu'à 15 000 km² par projet
- › Grande variété de la topologie de terrain



Méthode classique

- 1) Classification de sol par algorithme géométrique classique;
- 2) Corrections manuelles réalisée par plusieurs personnes

Désavantages de cette méthode :

- › Délai de traitement
- › Résultat inconstant selon les personnes qui font le traitement
- › Il y aura toujours des erreurs tant qu'il y a de l'intervention humaine



Objectifs

Construction des MNT à partir de données LiDAR aéroporté par l'intelligence artificiel :

- › Segmentation automatique de nuage de points en sol, eau et autres : sans intervention des opérateurs humains.
- › Très rapide : traiter de 10 M de points en moins de 5 minutes
- › La qualité de MNT construit est égale ou supérieure à celui fait par la méthode classique avec intervention humaine



Approche

Développement à partir des réseaux de neurones :

- › Nous ne limitons nous pas à une méthode spécifique
- › Les méthodes sont mises à jour selon avancement de la littérature ou de notre propre développement.

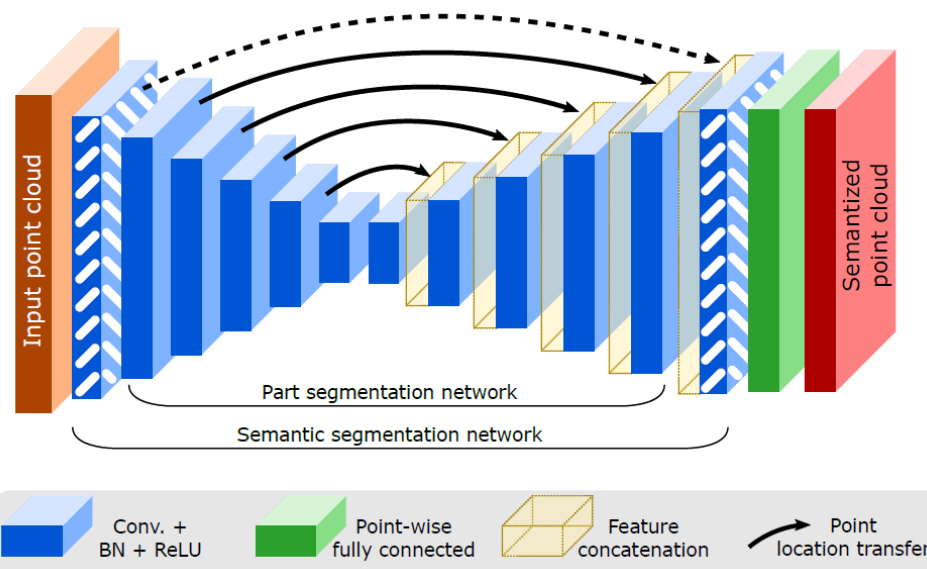
Exemple :

Pointnet (Qi et al., 2017), Convpoint (Boulch. 2020), ...



ConvPoint

- › Des modifications de l'architecture
- › Différentes méthodes pour échantillonner les points, fonction de perte
- › Optimisation des hyperparamètres : Taux d'apprentissage, nombre de points par couche
- › Post traitement pour enlever les points de bruit
- › Entraînement avec une grande quantité de données (1000 km²)



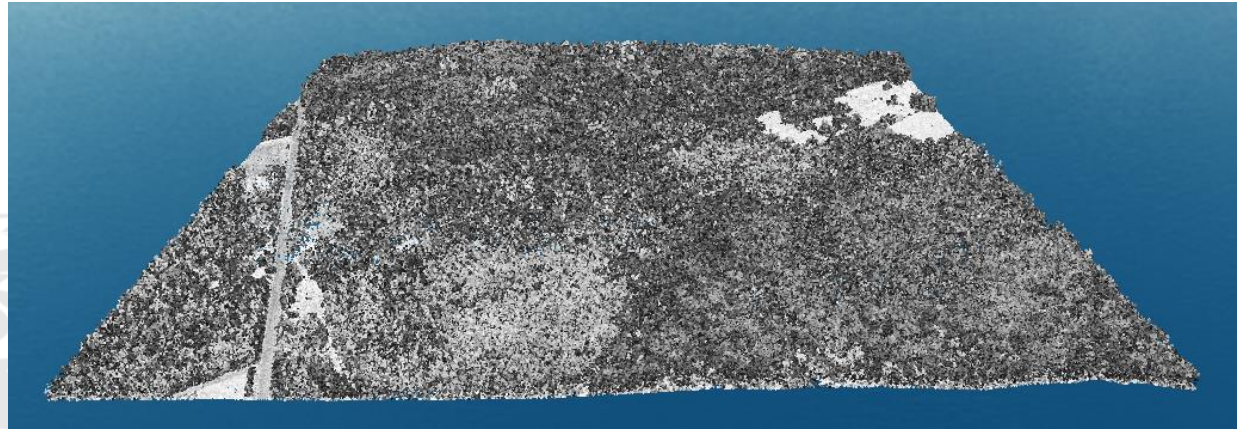


Résultat

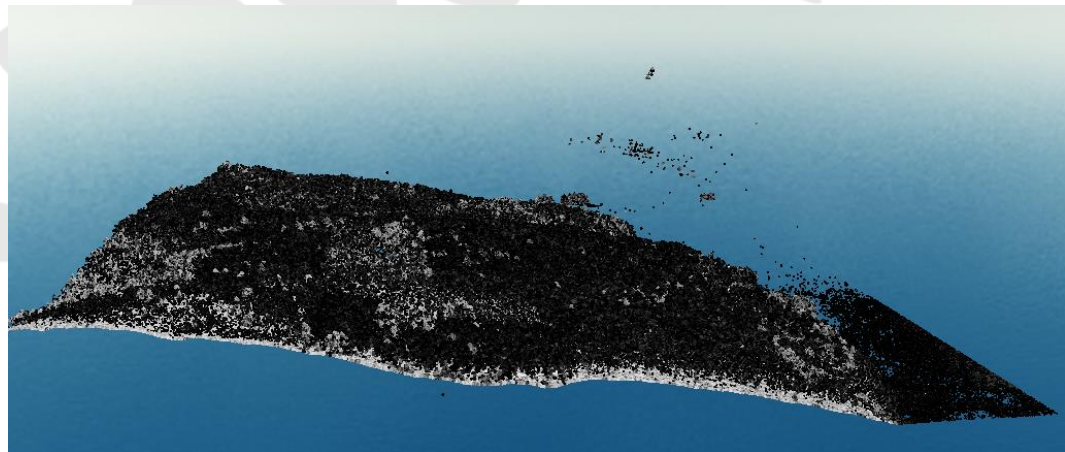
Description du test

- › Deux tuiles d'un km²
- › Convpoint et Simple Morphological Filter (SMRF)(Pingel et al., 2013) avec bruit enlevé

Tuile 1 est assez plate



Tuile 2 est montagneuse





Résultat quantitatif

- › Test avec 2 tuiles d'un km².
- › Convpoint est supérieur à SMRF :

Tuile	Erreur de Convpoint (cm)	Erreur de SMRF (cm)
Tuile 1	1.2	1.5
Tuile 2	4.1	18.6



Résultat

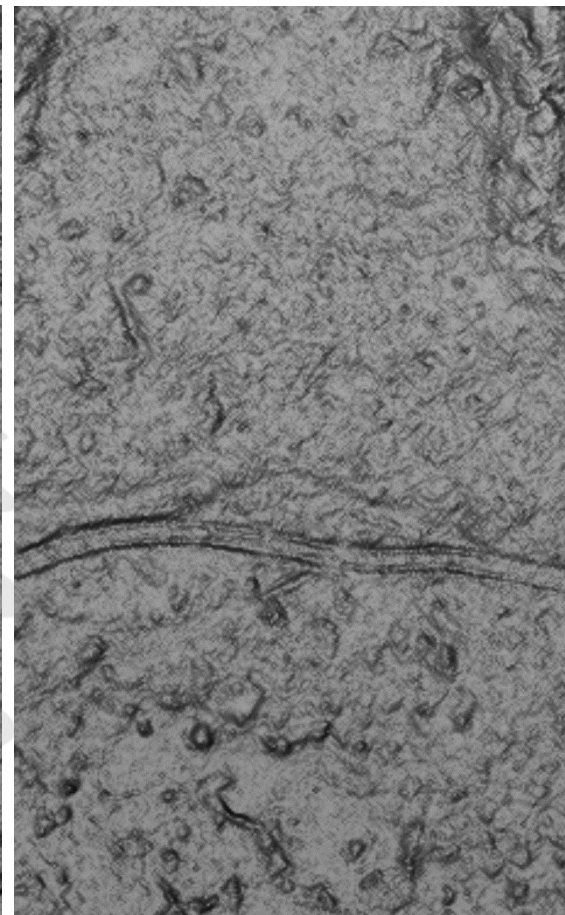
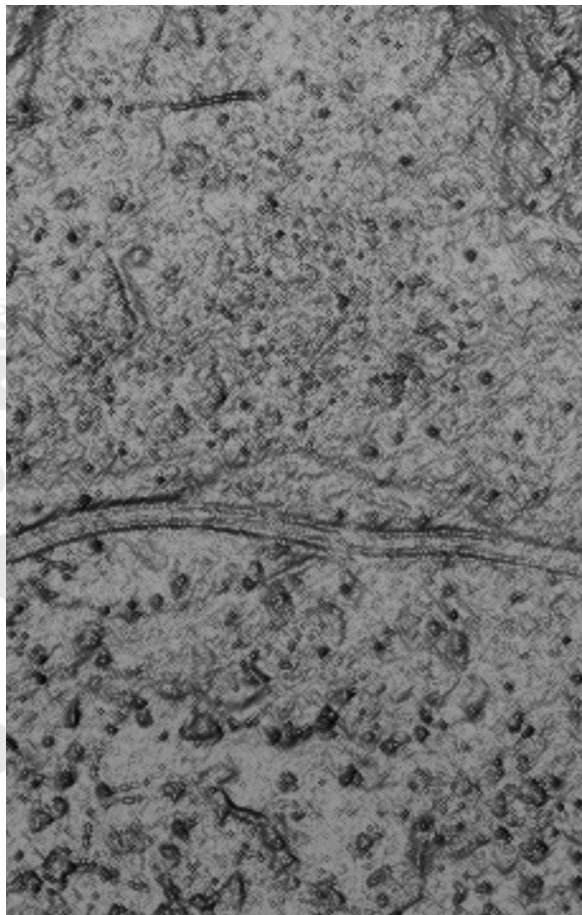
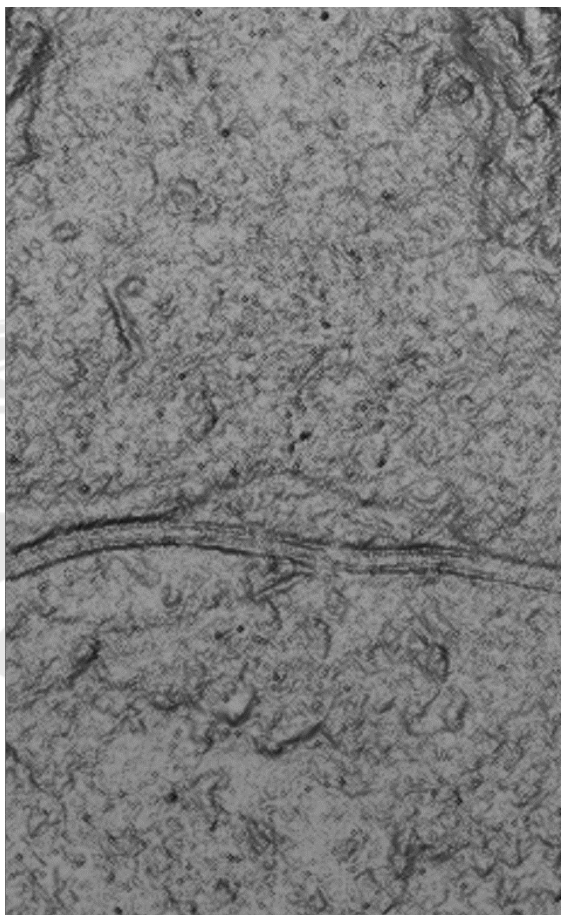
Visualisation

Tuile 1

Convpoint

SMRF

Référence



XEOS Imagerie

Contextes et objectifs

Méthodologie

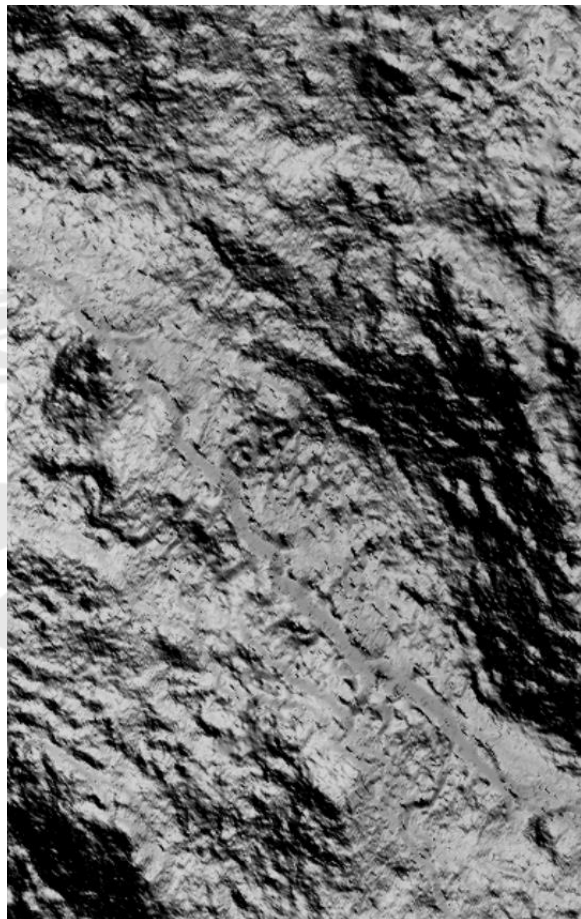
Résultat

Conclusions

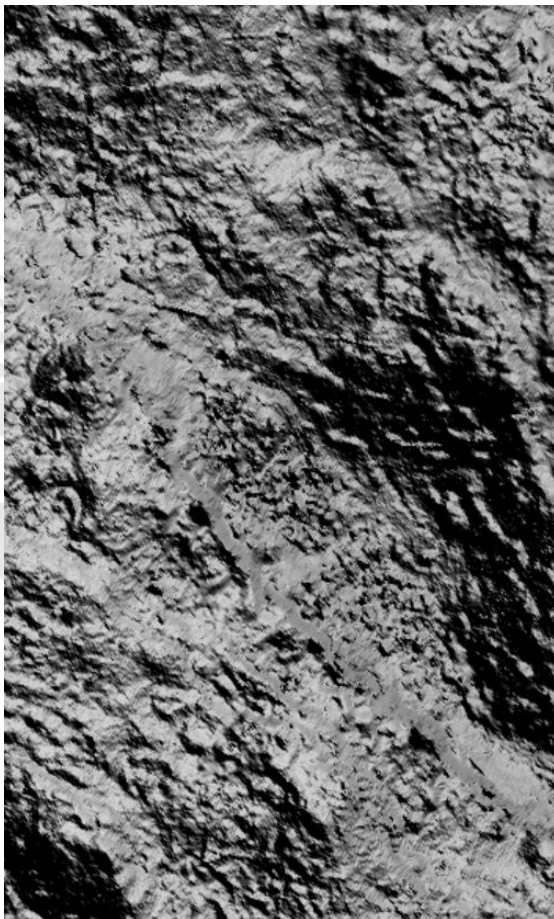


Tuile 2

Convpoint



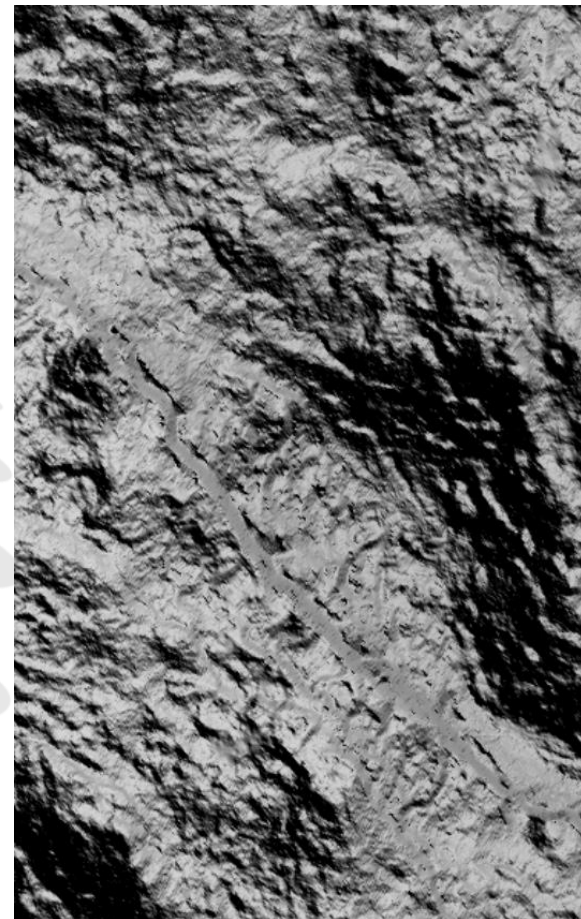
SMRF



Résultat

Visualisation

Référence



XEOS Imagerie

Contextes et objectifs

Méthodologie

Résultat

Conclusions



Quelques limitations

Quelques limitations de Convpoint :

- › Pas assez de résolutions dans les régions avec un changement rapide de terrain : falaise
- › Quelques points dans les troncs d'arbres
- › Temps de calcul n'est pas au niveau attendu
- › Licence stricte pour l'utilisation commerciale



Conclusions et perspectives

- › L'intelligence artificielle est très prometteuse pour la construction de MNT
- › Parmi les méthodes testées, Convpoint a une performance remarquable et nettement supérieure à des méthodes conventionnelles (analyse morphologique)



Conclusion et perspectives

Nous développons actuellement notre propre architecture originale de réseau de neurones. Selon les résultats de tests à ce jour :

- › La performance est supérieure à Convpoint :
- › Erreur faible sur tous les types de terrain rencontrés en Amérique du nord.
- › Le temps de calcul (y compris l'entraînement et l'inférence) plus rapide (de l'ordre de 5X par rapport au Convpoint)
- › Permet de classifier plusieurs classes en une seule étape (sol, eau, végétation, bâtiments, ...).



Références

Alexandre Boulch, "ConvPoint: Continuous convolutions for point cloud processing", *Computers & Graphics*, Volume 88, 2020, Pages 24-34, ISSN 0097-8493, <https://doi.org/10.1016/j.cag.2020.02.005>.

Charles R. Qi, Hao Su, Kaichun Mo, Leonidas J. Guibas, "PointNet: Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation," *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2017, pp. 77-85, doi: 10.1109/CVPR.2017.16.

Thomas J. Pingel, Keith C. Clarke, William A. McBride, "An improved simple morphological filter for the terrain classification of airborne LIDAR data", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 77, 2013, Pages 21-30, ISSN 0924-2716, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.12.002>.



Merci de votre attention !