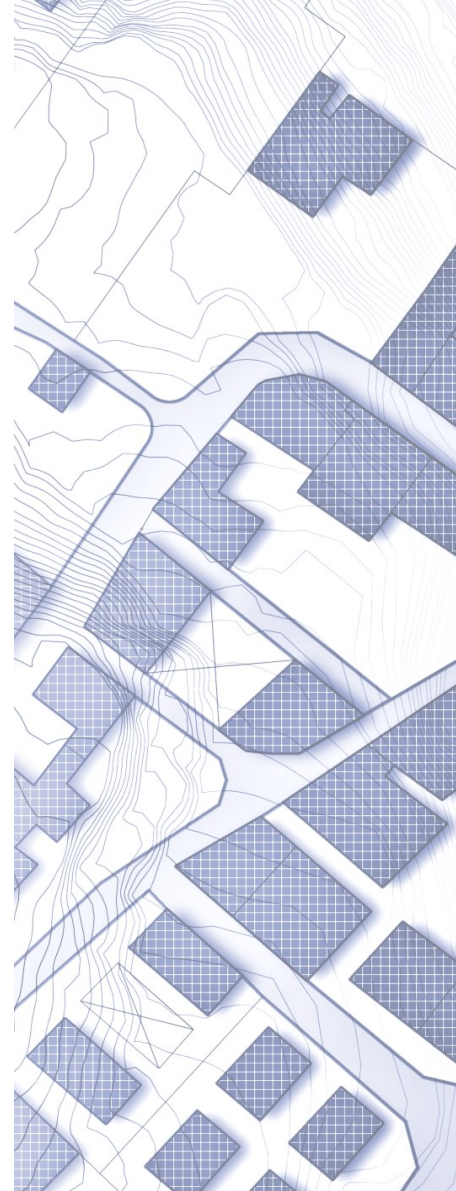


Inventaire automatisé des arbres isolés en utilisant des données LiDAR pour les services forestiers

«Spatial Data Science»: des expériences à la résolution de problèmes dans l'administration publique
11 mars 2021

Alessandro Cerioni (Data scientist - Etat de Genève) -
Marc Riedo (Responsable du SITN - Etat de Neuchâtel)



VISIT US
stdl.ch

CONTACT US
info@stdl.ch

READ US
tech.stdl.ch

L'importance des arbres et inventaires

- **Les arbres ont un rôle crucial** pour : le climat (absorption CO₂), la protection contre les dangers naturels, la protection de la biodiversité, la production de ressource, etc.
- Selon une [étude de Yale](#), il y aurait **3'000 milliards d'arbres sur terre** soit 400 par habitant. Pour la Suisse, l'institut WSL estime la population à 500 millions d'arbres. Pour Genève, c'est 1 million d'arbres et pour [Neuchâtel 6 millions](#) (calcul LiDAR)
- L'imagerie satellitaire, aérienne, le Radar et le LiDAR permettent une cartographie globale des arbres et désormais, avec le **LiDAR jusqu'à l'arbre individuel** (position du sommet, du tronc, hauteur, couronne, diamètre, essence)
- **Comment et avec quels algorithmes** valoriser ces images et les milliards de points LiDAR pour **inventorier à l'échelle locale nos arbres et assurer un suivi essentiel de cette ressource ?**

L'importance du LiDAR

Les couverture nationales et locales se multiplient

- USA : couverture complète en cours de finalisation **12'000 milliards de points**, > 250 agences gouvernementales collaborent. Projet [3DEP elevation program](#) à >1 milliard de \$
- France : l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) a prévu [une couverture complète d'ici 2025](#)
- Suisse : 2^{ème} couverture en cours de finalisation d'ici fin 2023 ([Swissurface 3D, 15pts/m2](#)), 3^{ème} couverture prévue
- Cantons de [GE](#) et [NE](#) : 4 à 5 relevés disponibles, de plus en plus détaillés (>40 pts/m2)



Relevé LiDAR 2016 – 30pts/m2



L'importance de la recherche

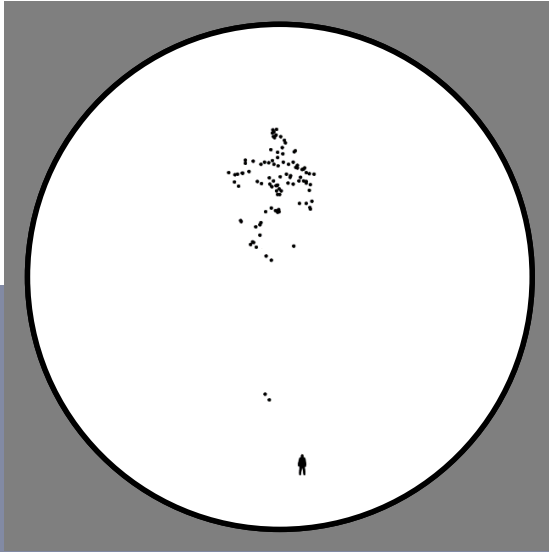
Sans recherche, il serait impossible de valoriser tout le potentiel des données, développer ou identifier les bons algorithmes, les tester, les optimiser et les améliorer

1. [Thèse EPFL Gilles Gachet](#) : 2010 – LiDAR basse densité -> modèle de canopée MNC, MNS, MNT
2. [Thèse EPFL Matthew Parkan](#) : 2019 – LiDAR densité moyenne et élevée 30 pts/m² et plus -> nuage de points + imagerie hyperspectrale -> [digital forestry toolbox](#)
3. Projet STDL 2021 – LiDAR densité très élevée 250pts/m² – vol spécial sur Genève

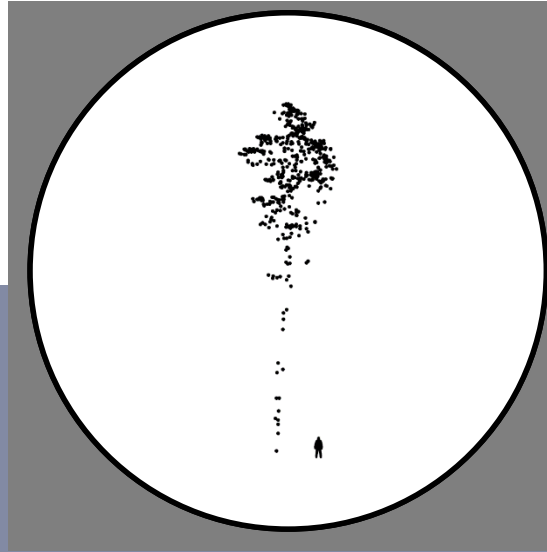


Swiss Territorial
Data Lab

La densité de points / m² a une influence prépondérante sur les traitements applicables et la gamme de produits dérivés du LiDAR aérien



Faible (< 10 points / m²)
► travail sur le MNH
(canopée)



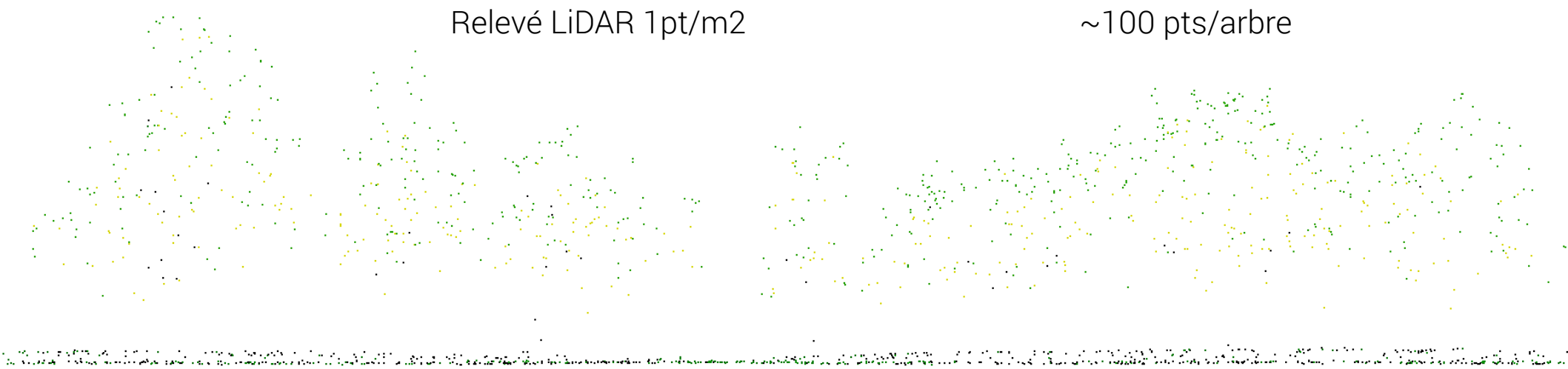
Moyenne (≥ 10 et < 30 points / m²)
► travail sur le MNH (canopée)
ou le nuage de points



Elevée (≥ 30 points / m²)
► travail sur le nuage de points
► détection des diamètres à
partir de >50 points / m²)

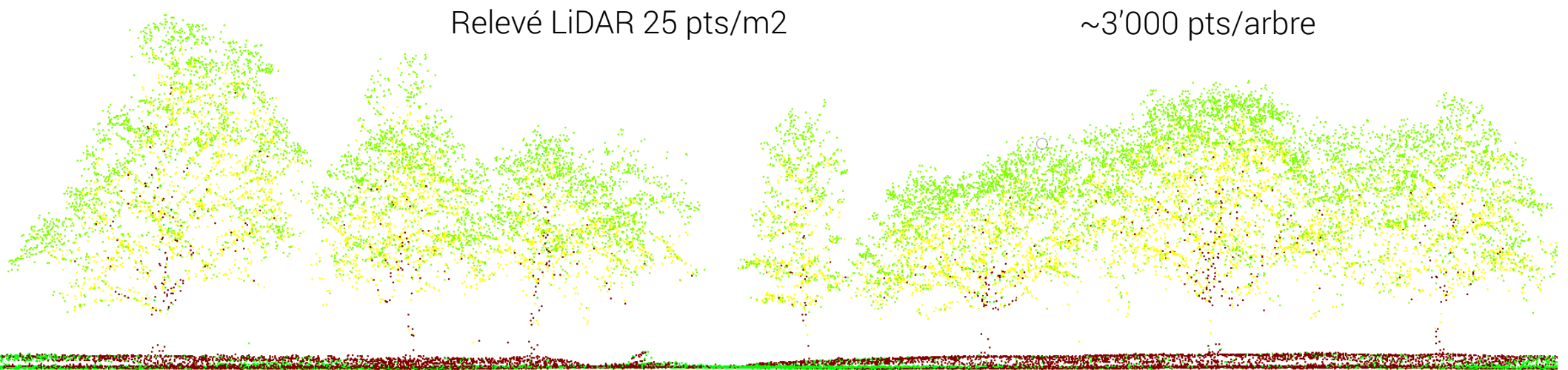
Relevé LiDAR 1pt/m2

~100 pts/arbre



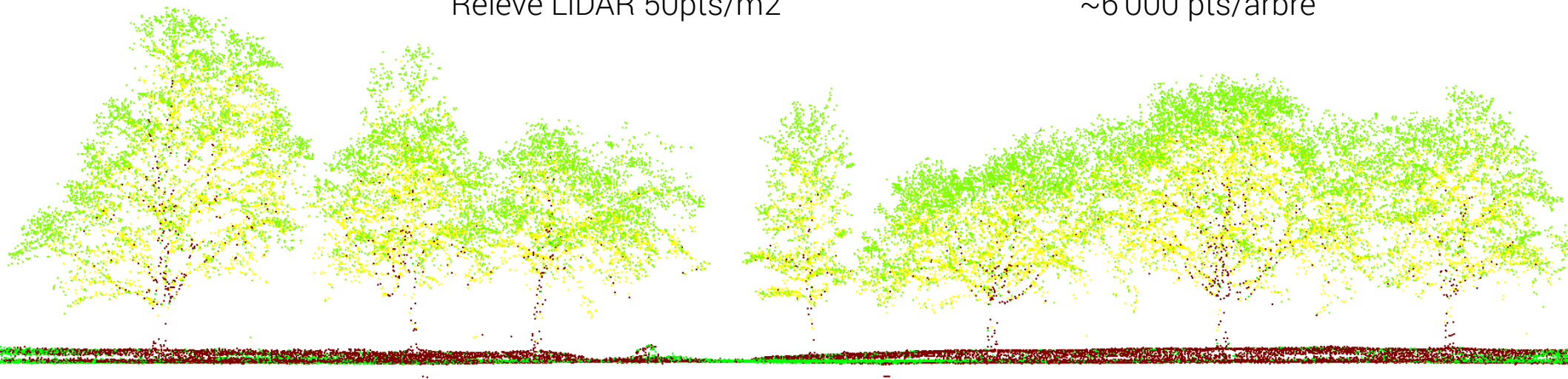
Relevé LiDAR 25 pts/m2

~3'000 pts/arbre



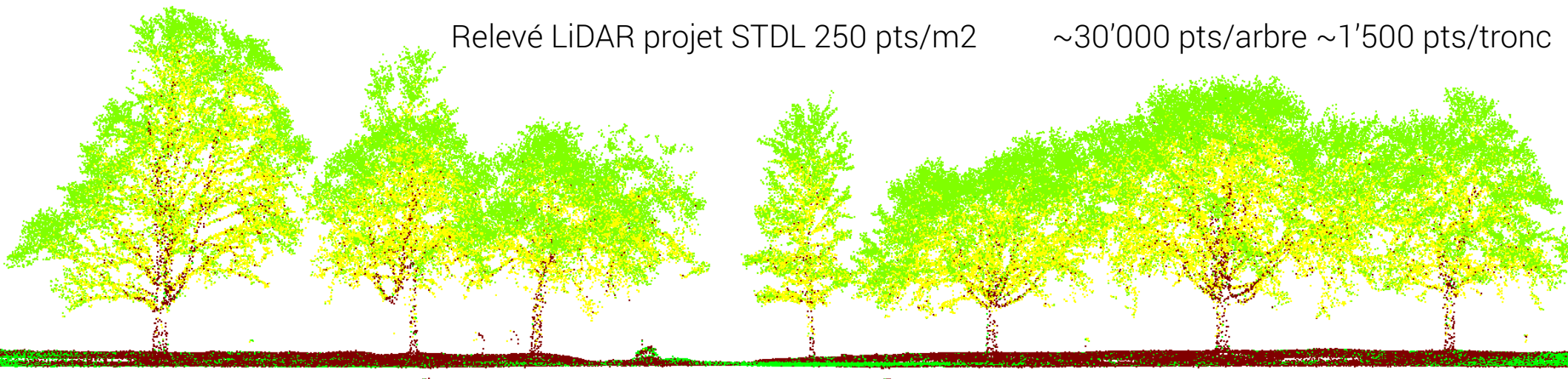
Relevé LiDAR 50pts/m²

~6'000 pts/arbre

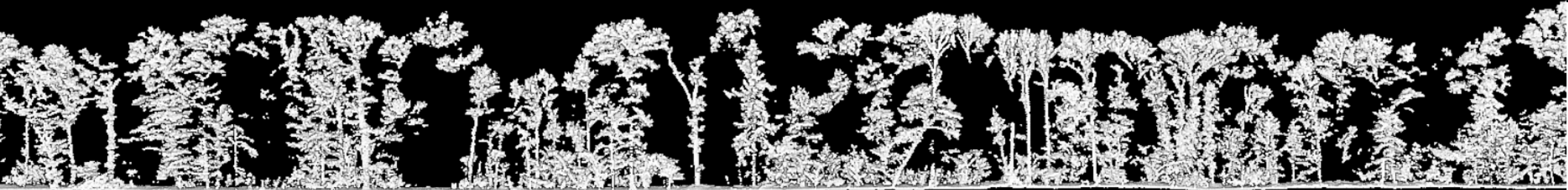
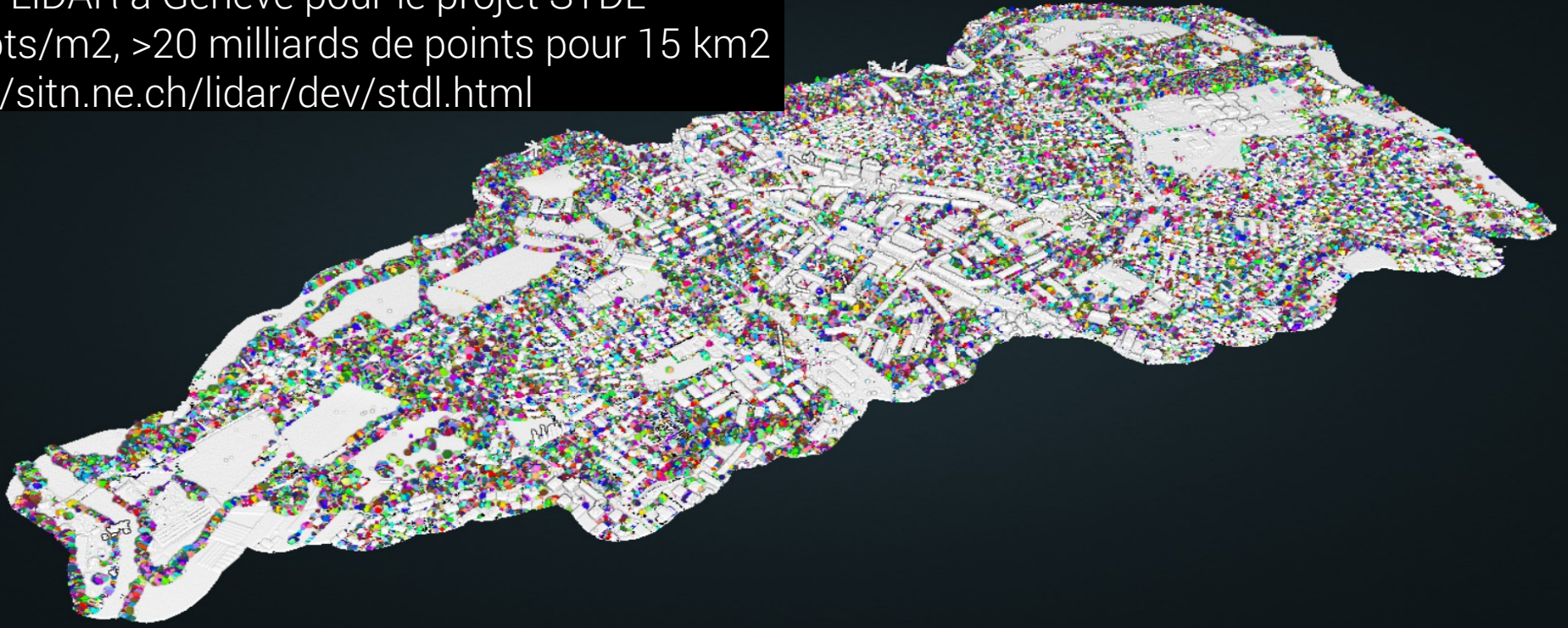


Relevé LiDAR projet STDL 250 pts/m²

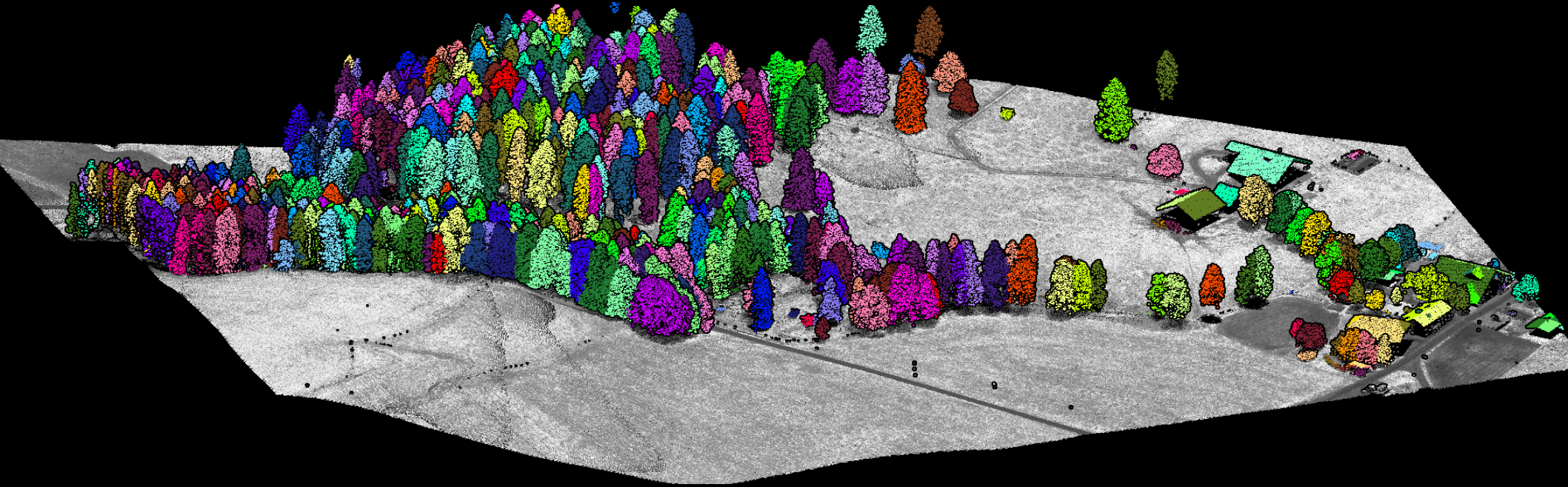
~30'000 pts/arbre ~1'500 pts/tronc



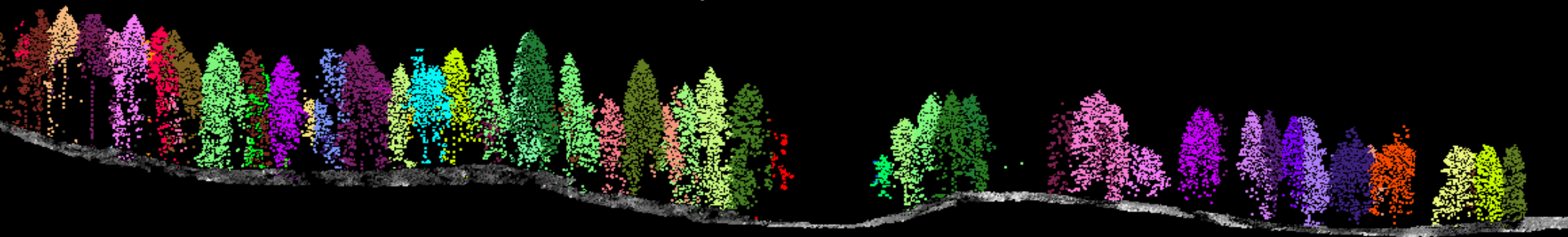
Relevé LiDAR à Genève pour le projet STDL
>250 pts/m², >20 milliards de points pour 15 km²
<https://sitn.ne.ch/lidar/dev/stdl.html>



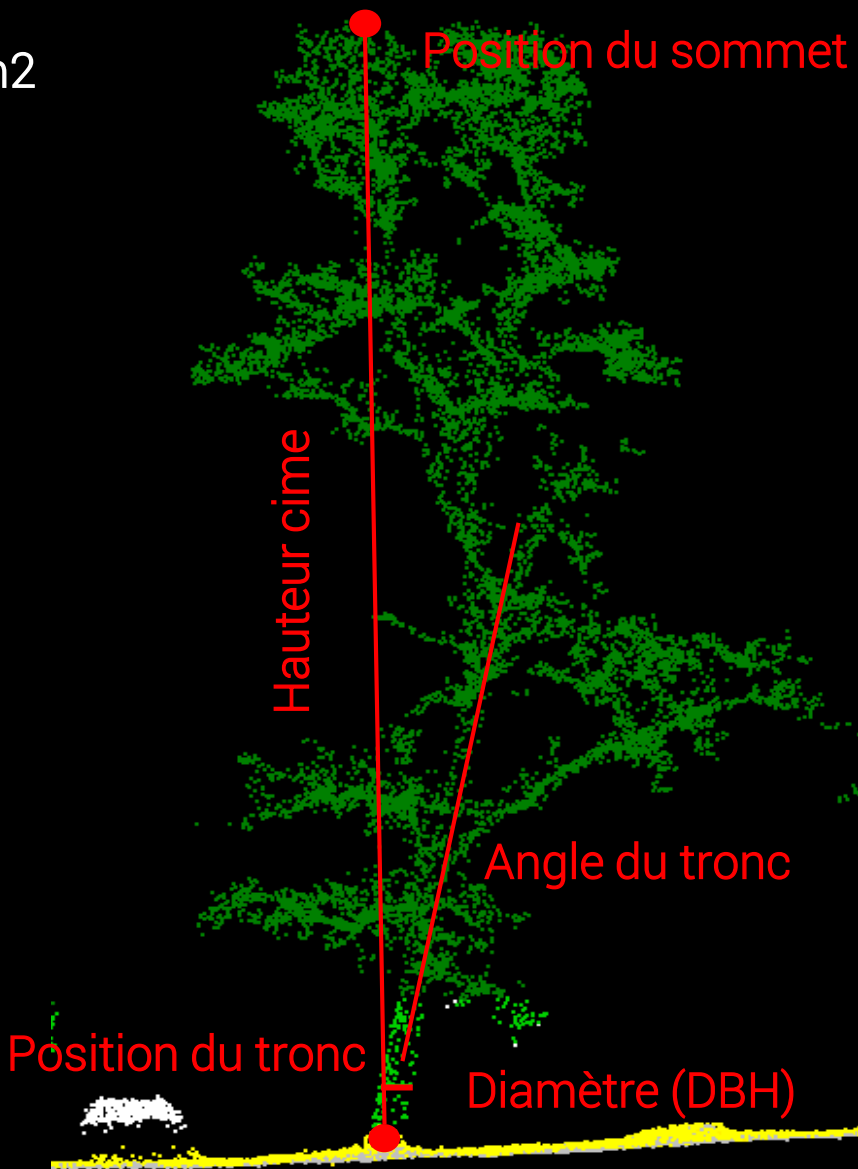
Algorithmes de segmentation du nuage de points = regrouper les points par arbres



Watershed pour données de faible et moyenne densité et Trunk detection pour haute densité



Projet STDL relevé 2021 250 pts/m2



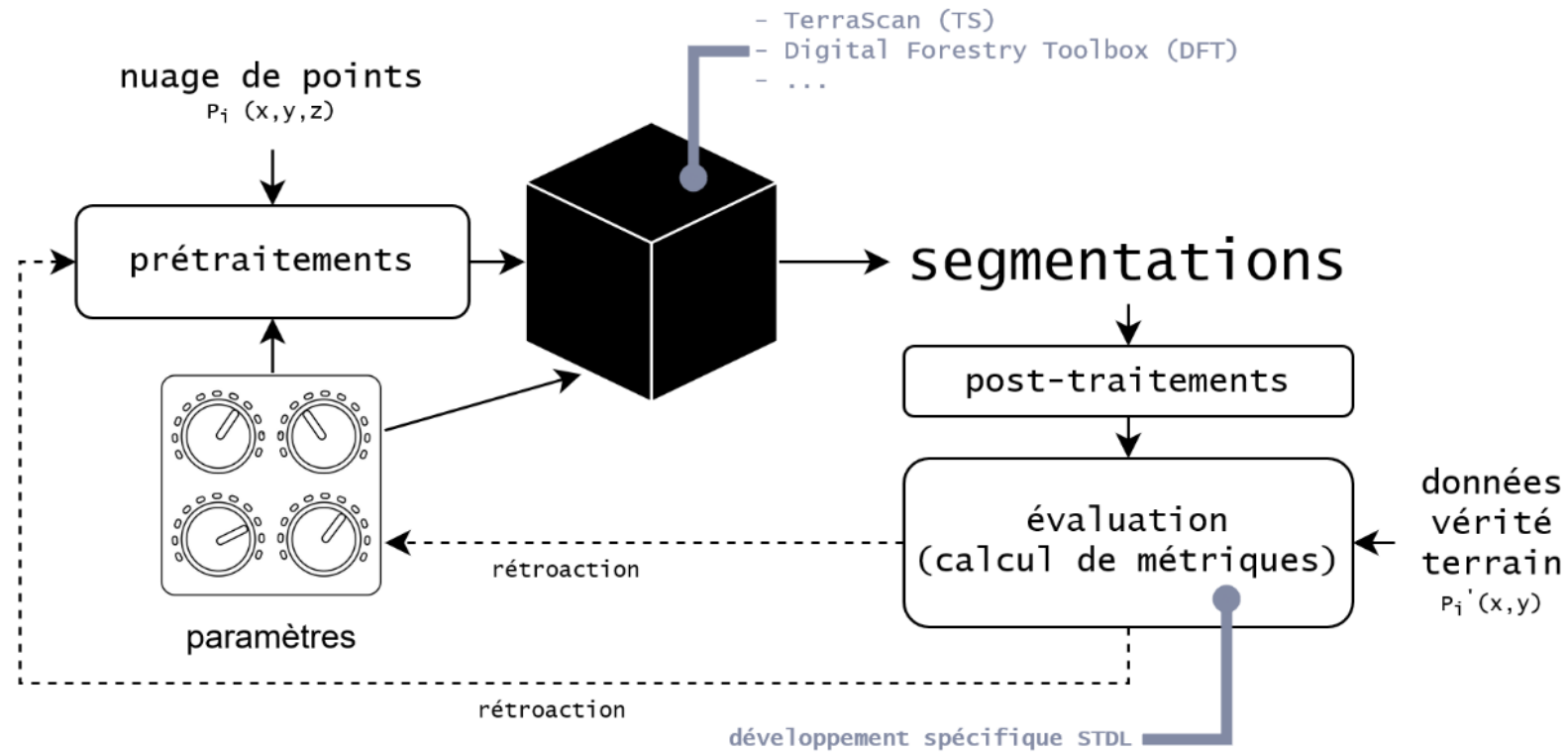
Détection automatique des arbres isolés

Objectifs du projet

Réaliser un inventaire exhaustif des arbres isolés du Canton de Genève

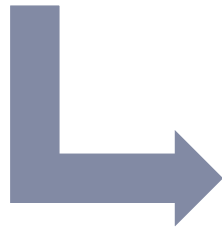
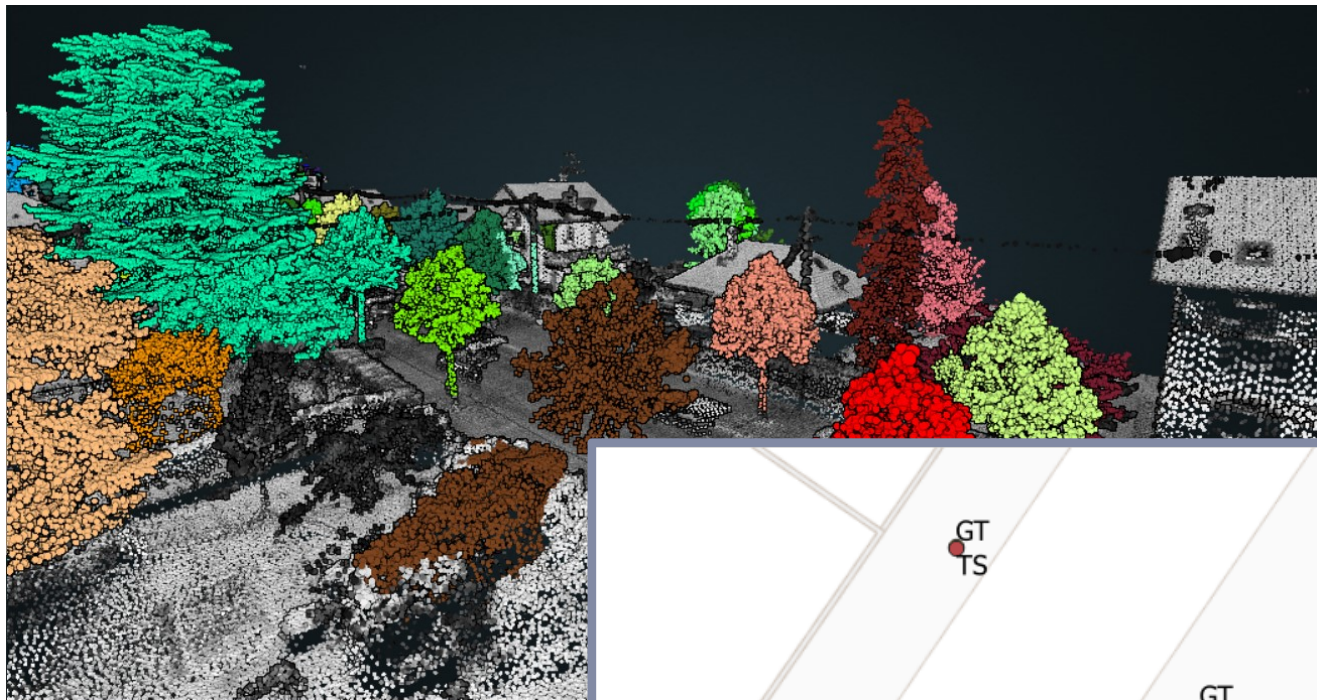
- Détection
 - Géolocalisation du tronc (1 m de précision)
- Géolocalisation du sommet (1 m de précision)
 - Mesure de la hauteur (2 m de précision)
 - Mesure du diamètre du tronc à 1 m de hauteur (10 cm de précision)
 - Mesure du diamètre de la couronne (1 m de précision)
 - Mesure de la surface de canopée (1 m² de précision)
 - Mesure du volume de canopée (1 m³ de précision)
 - Identification de l'espèce

Framework

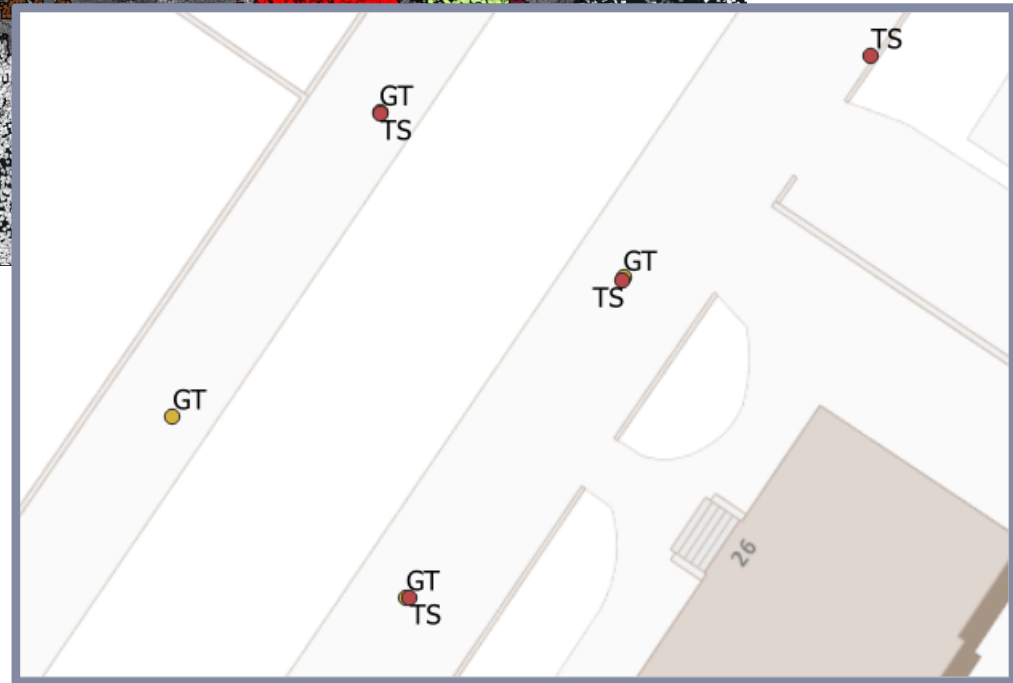


- Ce framework permet de valider la pertinence des prétraitements et d'identifier les **meilleurs paramètres**.
- Les choix de l'outil (TS, DFT) et de l'algorithme de segmentation peuvent être vus comme des paramètres parmi d'autres.
- ... "meilleurs" vis-à-vis de quel objectif ?!

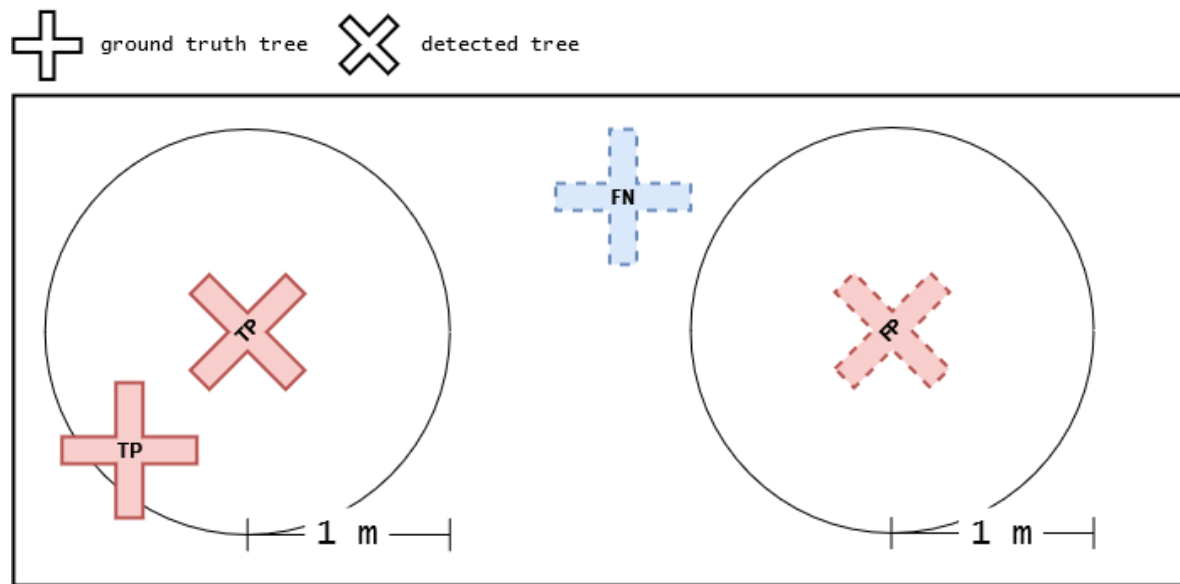
Détections vs vérité terrain (GT)



TS = TerraScan
GT = Ground Truth (vérité terrain)



Algorithme de matching – cas simple

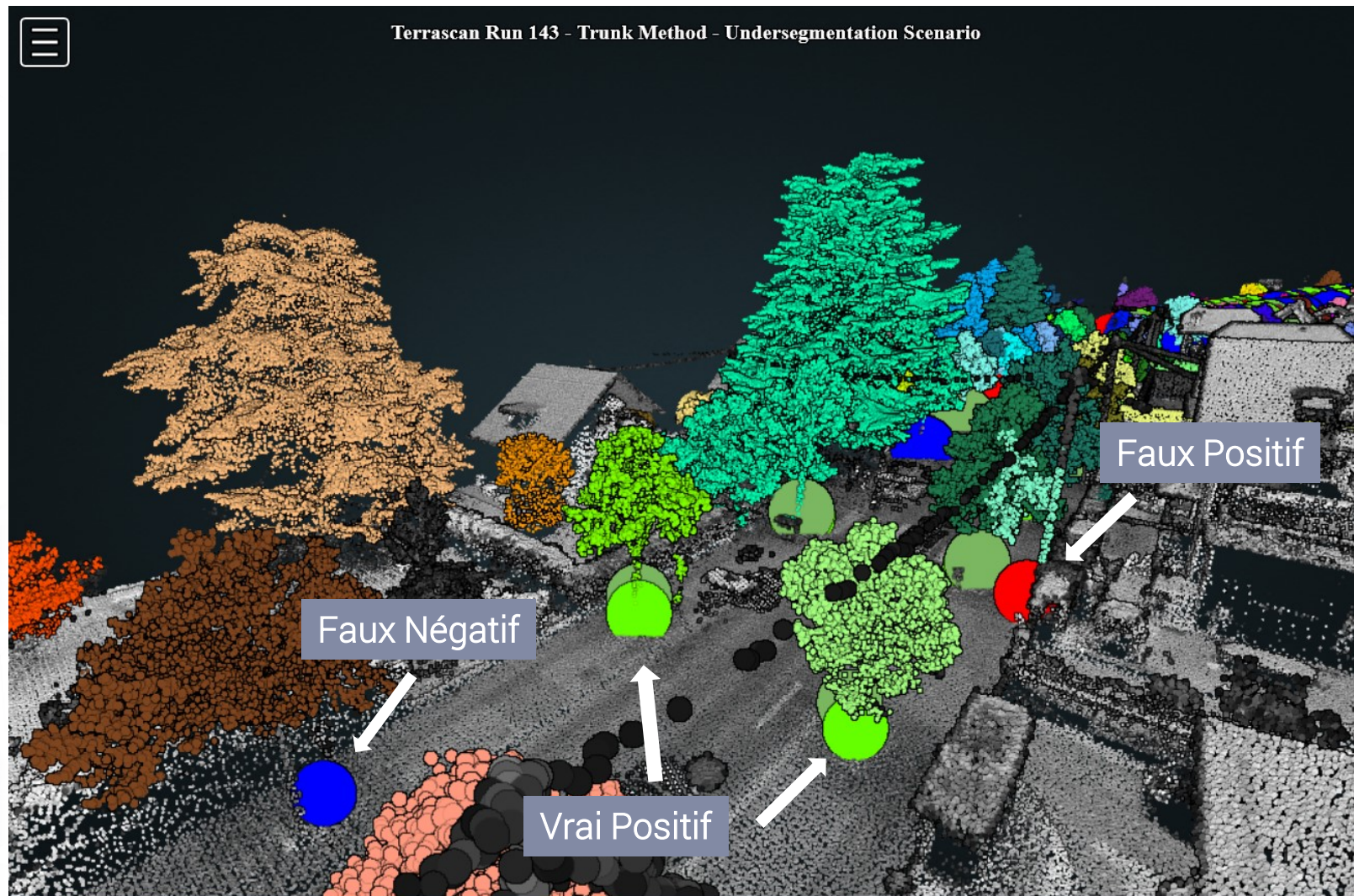


Bilan :

- 1 TP
- 1 FP
- 1 FN

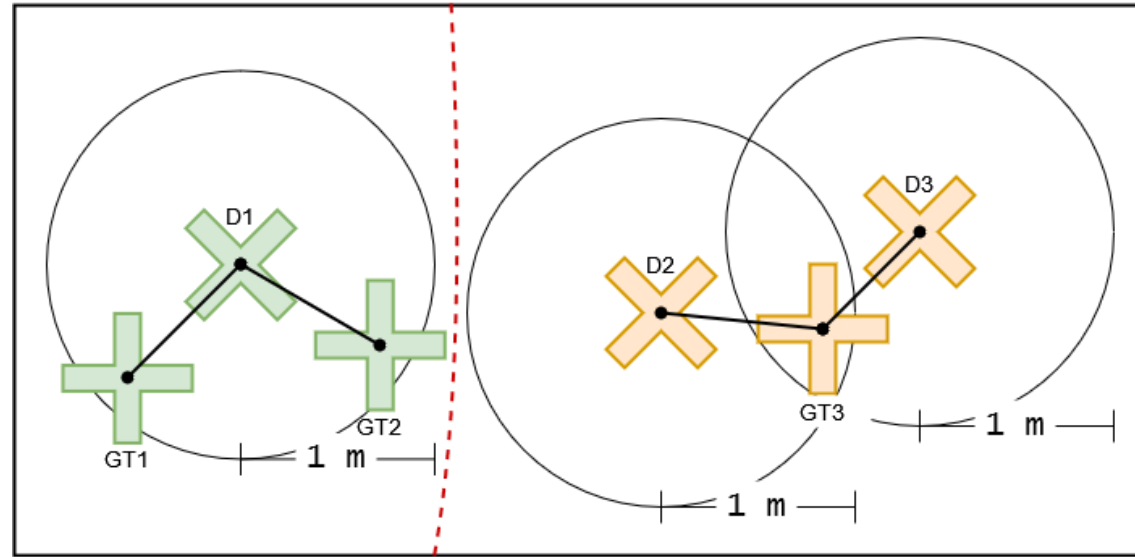
- 1 m = la précision requise
- TP = True Positive = Vrai Positif
- FP = Faux Positif
- FN = Faux Négatif

Détections vs vérité terrain



Algorithme de matching – cas complexe

+ ground truth tree X detected tree



	TP	FP
D1	1	0
D2	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
D3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Bilan	2	1

	TP	FN
GT1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
GT2	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
GT3	1	0
Bilan	2	1

Détections vs vérité terrain

Comptages (grandeurs extensives)

- vrai positifs
- faux positifs
- faux négatifs



Métriques (grandeurs intensives)

- précision
- rappel
- F1-score

INTERPRETATION

précision = 1.0 = 100 %

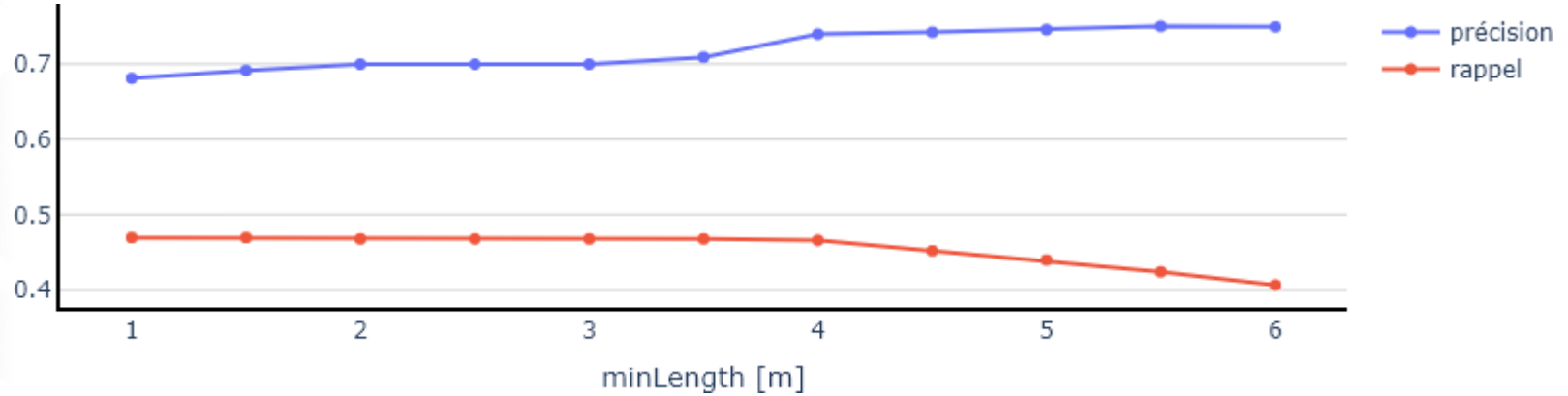
=> toutes les detections sont OK (pas de faux positifs)

rappel = 1.0 = 100 %

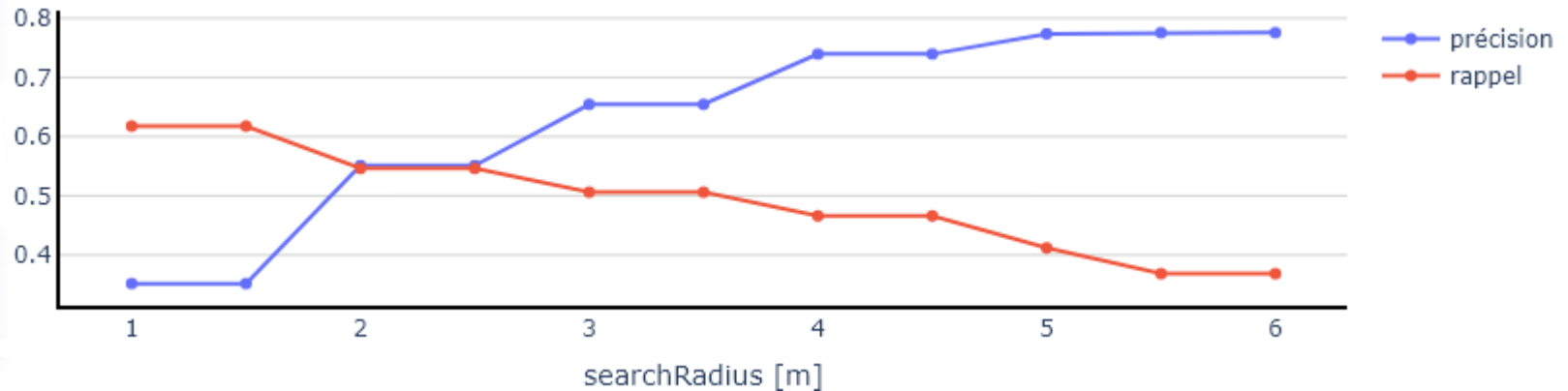
=> tous les arbres ont été détectés (pas de faux négatifs)

Métriques = $f(\text{paramètres}, \dots)$

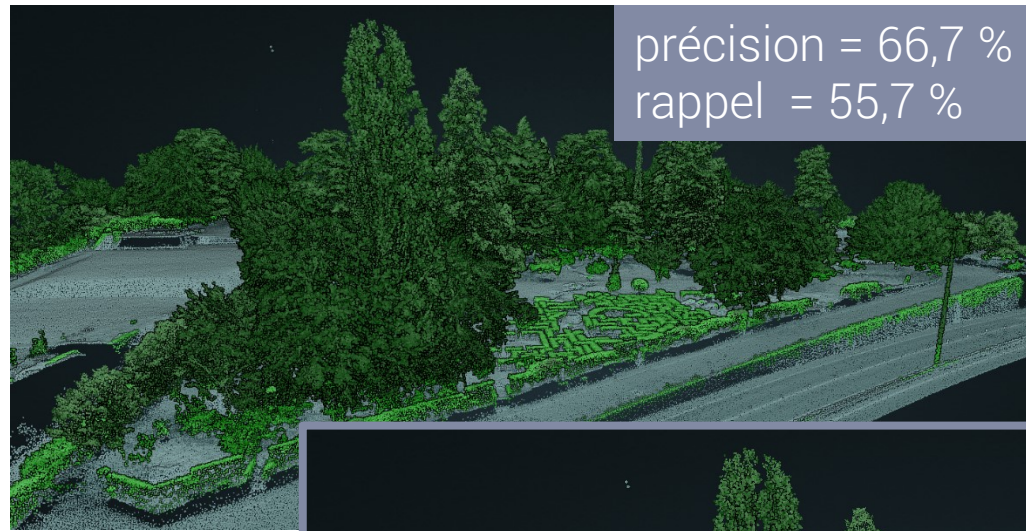
Exemple de paramètre ayant un **faible impact** sur les métriques



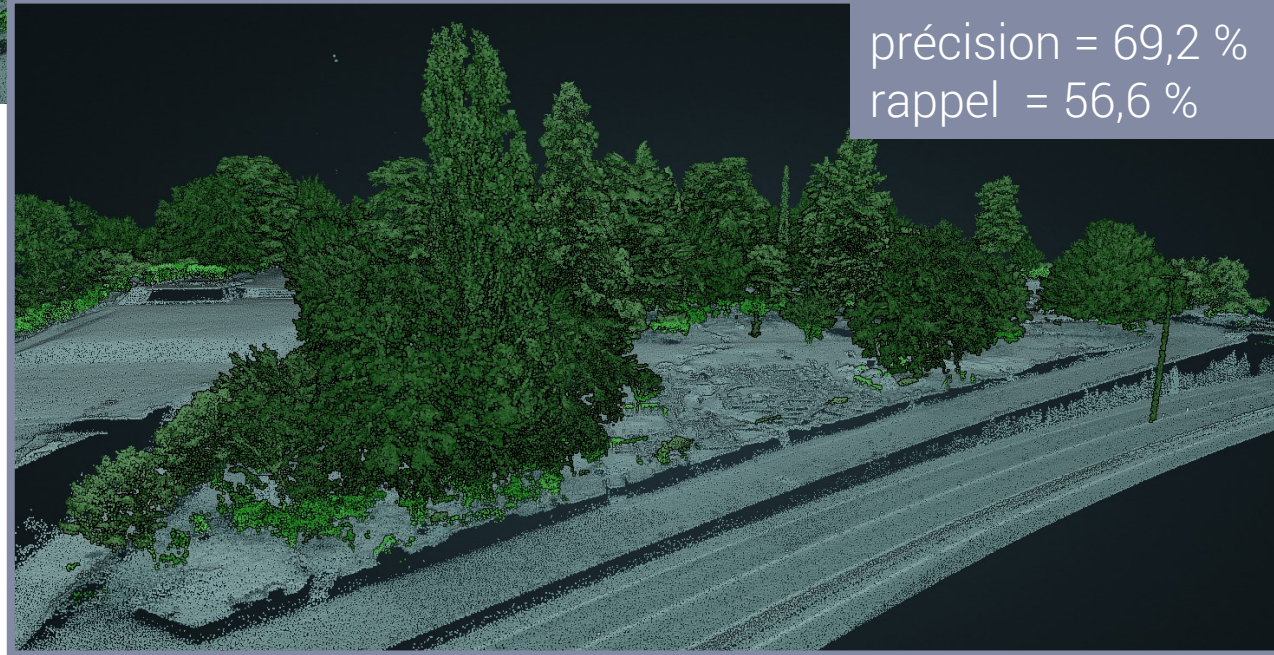
Exemple de paramètre ayant un **fort impact** sur les métriques



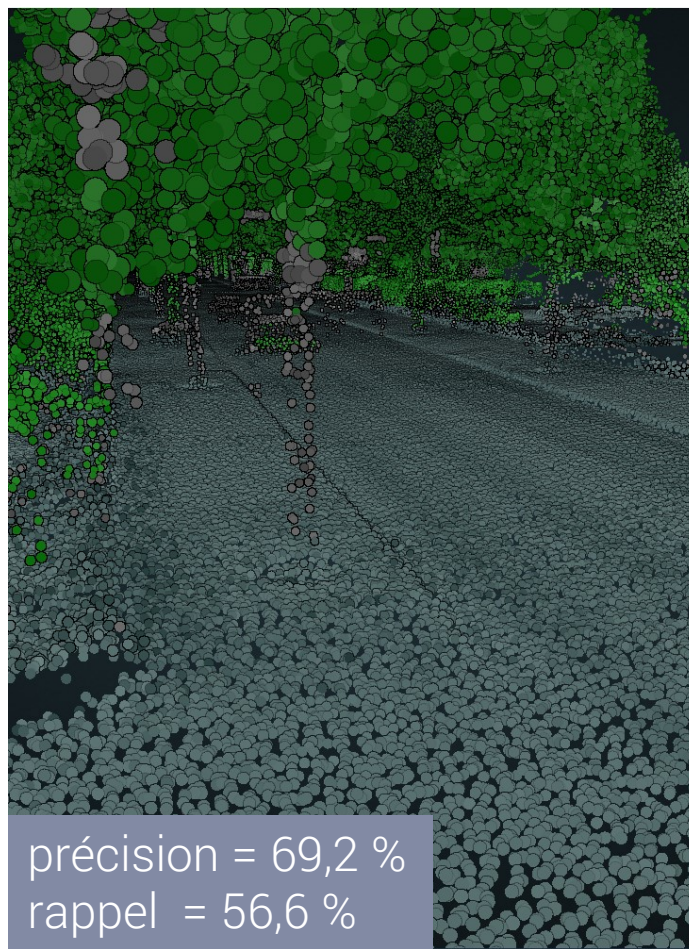
Métriques = $f(\text{prétraitements, ...})$



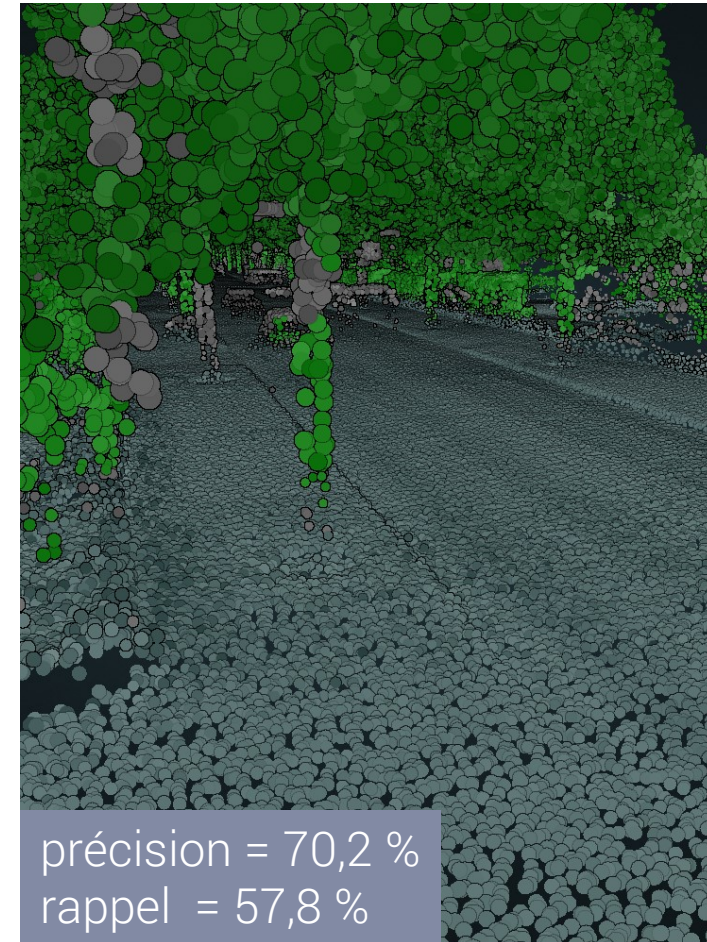
nettoyage



Métriques = f(prétraitements, ...)



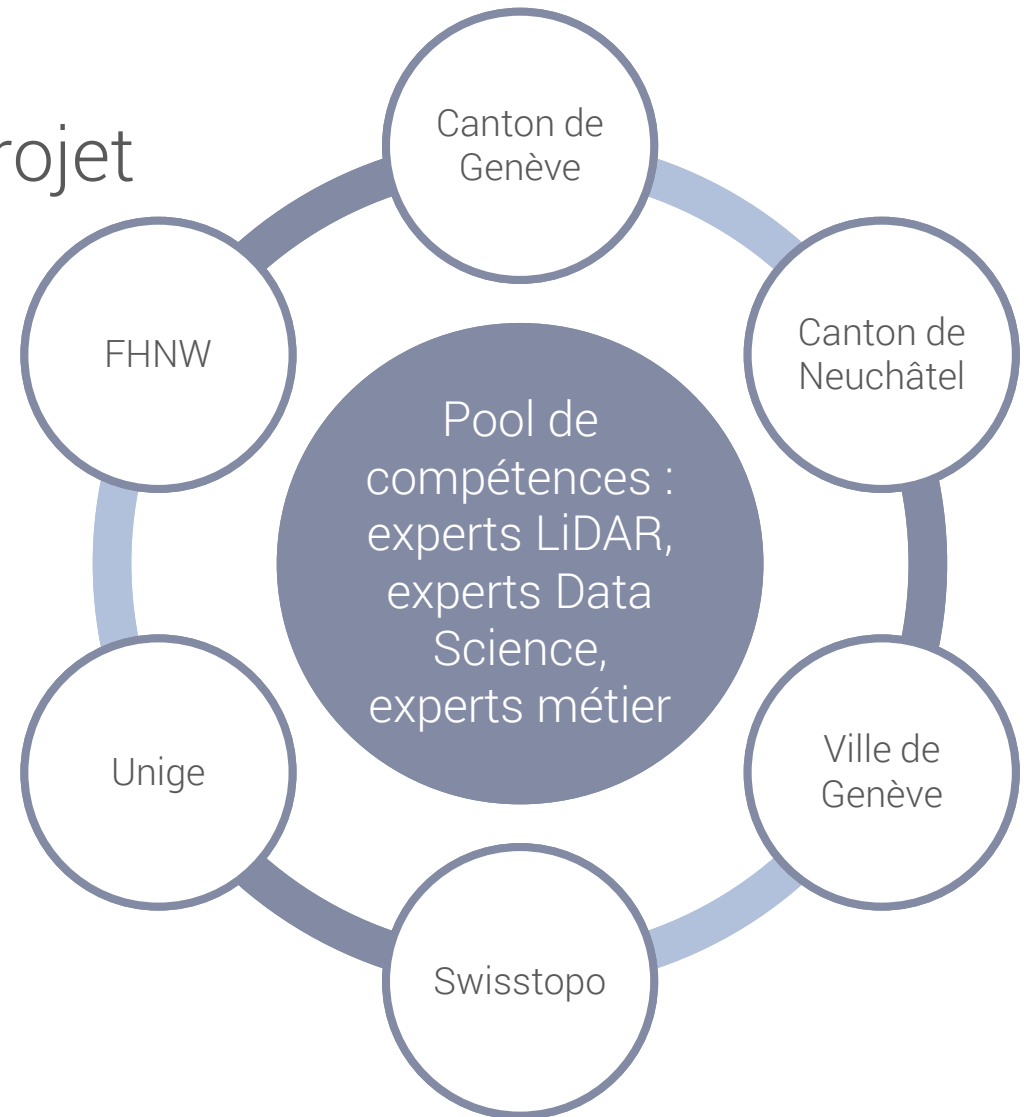
reclassification des points



Optimisation des métriques



Apports du projet



Apports du projet

Traitement LiDAR très haute densité
Logiciels et algorithmes (TerraScan, Digital Forestry Toolbox, etc.)

Optimisation des algorithmes
de segmentation et de
détection d'arbres

Résultats dont la qualité peut
être appréciée

Informations pour planifier les prochains relevés (densité optimale)
et pour le calcul des produits pour les services forestiers

Méthodologie issue
de la Data Science

Forum SITG le 29 mars 2022



SITG | LE TERRITOIRE GENEVOIS
À LA CARTE

Des solutions digitales et innovantes pour mieux connaître les arbres

Date: Mardi, 29 Mars, 2022 - 09:00 - 12:00

[Lien vers l'événement](#)



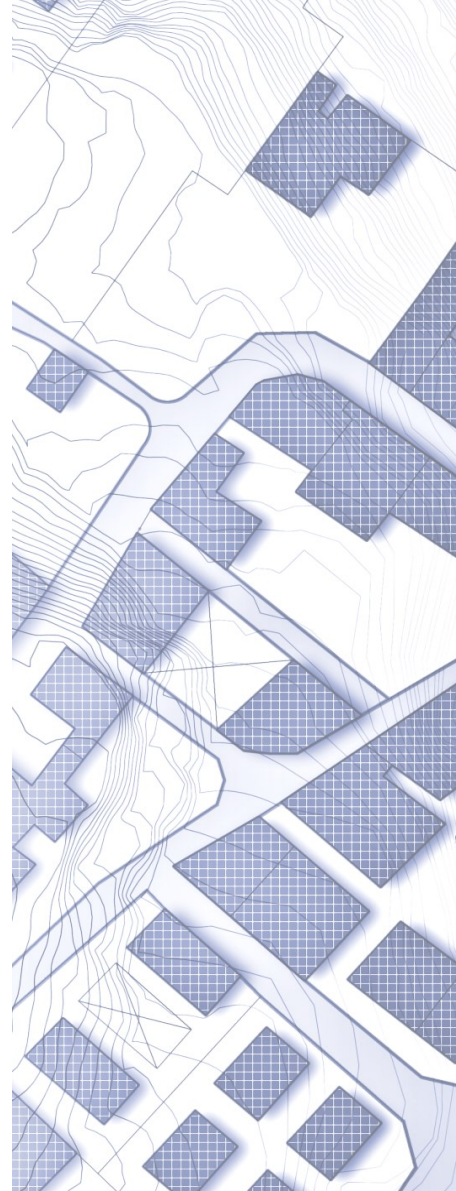
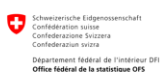
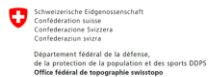
Collaborate with STDL

A project in mind ? Contact us at info@stdl.ch or on stdl.ch

Contribute to STDL

Read our project reports on tech.stdl.ch and join us on [GitHub](https://github.com/stdl)

Our Partners



VISIT US
stdl.ch

CONTACT US
info@stdl.ch

READ US
tech.stdl.ch