



LiDAR et I.A.

Cartographie des essences d'arbres

SYSTÈME D'INFORMATION DU TERRITOIRE NEUCHÂTELOIS

Corentin Junod – Responsable de projets SIT
corentin.junod@ne.ch

Les essences – Pourquoi ?

- Adaptation au changement climatique
 - Maintient de la biodiversité
- Résilience face aux perturbations
 - Maladies, insectes, aléas naturels, ...
- Valorisation économique

→ C'est une des principales métriques des inventaires forestiers



Objectif

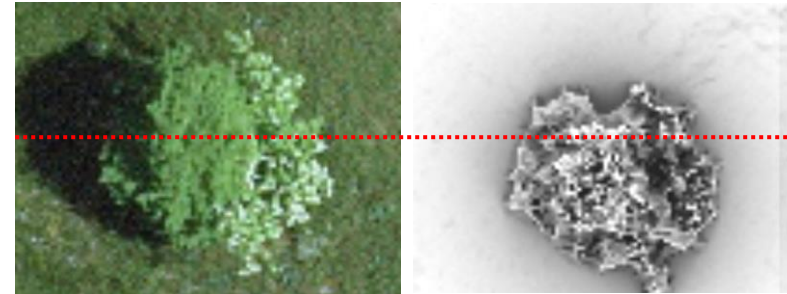
Déterminer l'essence des arbres dans les forêts neuchâteloises

- A l'aide de la position des arbres uniquement
- Avec les relevés LiDAR aériens uniquement
- Du plus d'essences possible
- Des arbres à partir de 26cm de diamètre (\approx 15m de haut)

...et les orthophotos ?

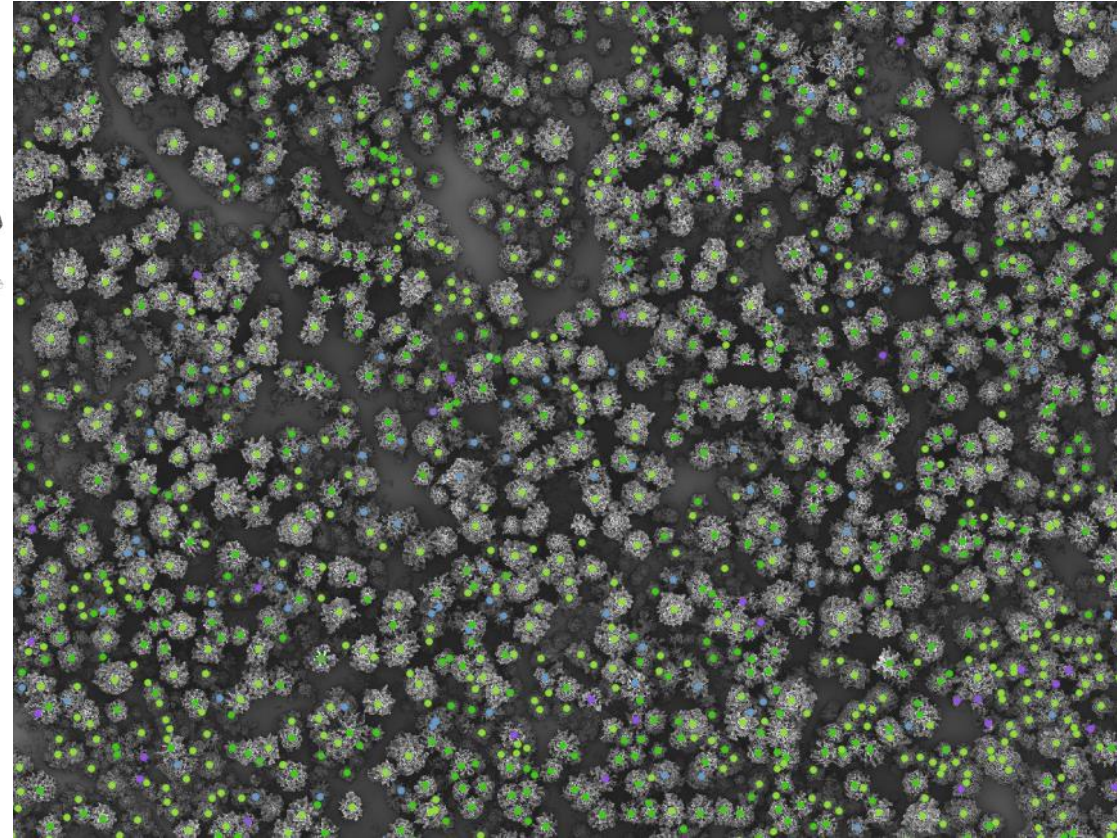
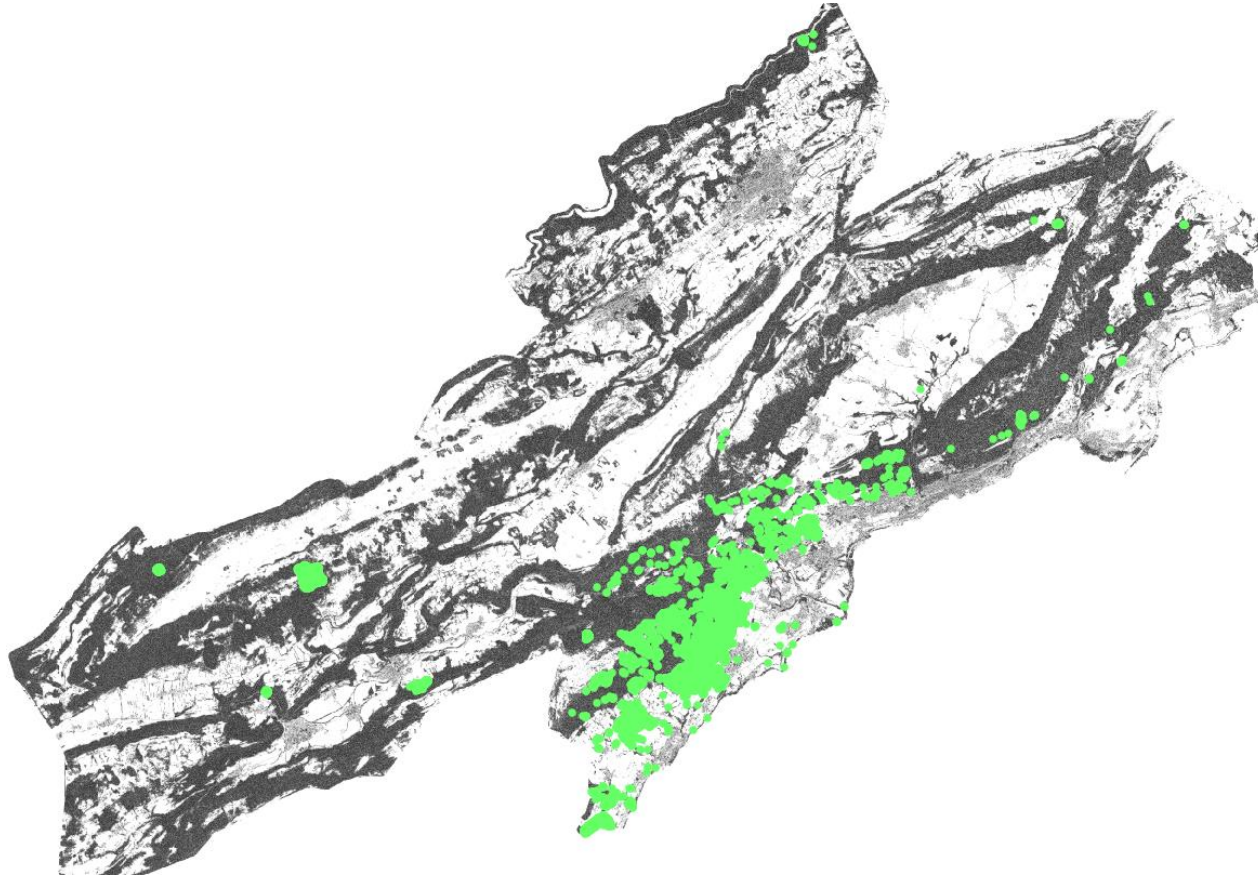
oui, mais ...

- Problèmes d'ombres
- Problèmes de décalages
- Problèmes d'acquisition et d'environnement changeant



Données d'entraînement

Plus de 33'300 arbres, avec position, essence et diamètre, répartis sur tout le canton.
Comprenant 41 essences différentes



Également certains arbres (bouleaux et tilleuls) venant des données de la Chaux-de-Fonds :

Géoregistre communal des objets verts, 02.2025 @ Infrastructure communale de données géographiques et Secteur vert du Service des Espaces Publics,
Ville de La Chaux-de-Fonds

Données d'entraînement

17 essences sélectionnées :

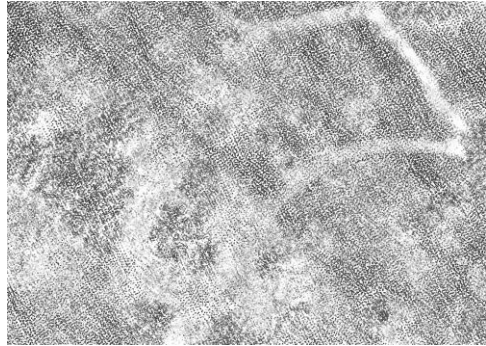
Sapin	Fir	Résineux
Épicéa	Spruce	
Douglas	Douglas	
Mélèze	Larch	
Pin sylvestre	Scots pine	
Pin noir	Black pine	
If	Yew	
Hêtre	Beech	Feuillus
Chênes	Oak	
Érable sycomore	Sycamore maple	
Érable plane	Norway maple	
Érable à feuilles rondes	Roundleaf maple	
Frêne	Ash	
Tilleuls	Linden	
Cerisier	Cherry tree	
Châtaignier	Chestnut tree	
Bouleaux	Birch	

Sélection basée sur la taille des classes des données d'entraînement et sur l'importance des essences

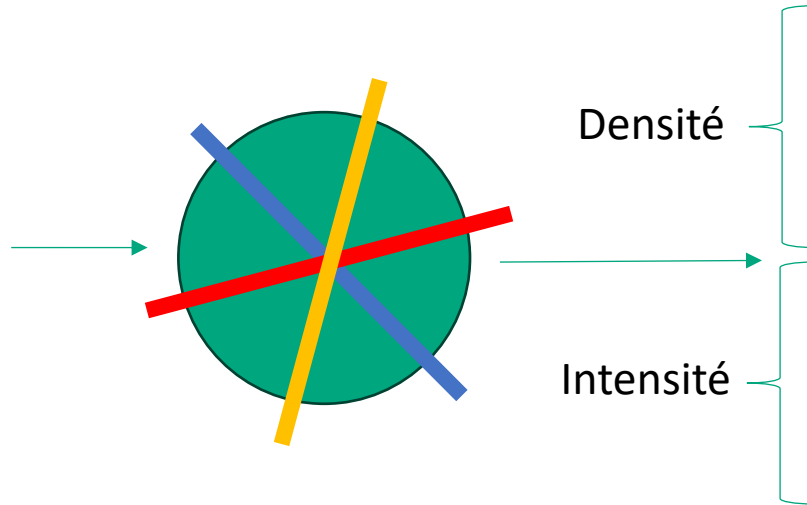
Les autres essences sont agrégées dans la classe "autres feuillus"

Méthode

Nuage de points



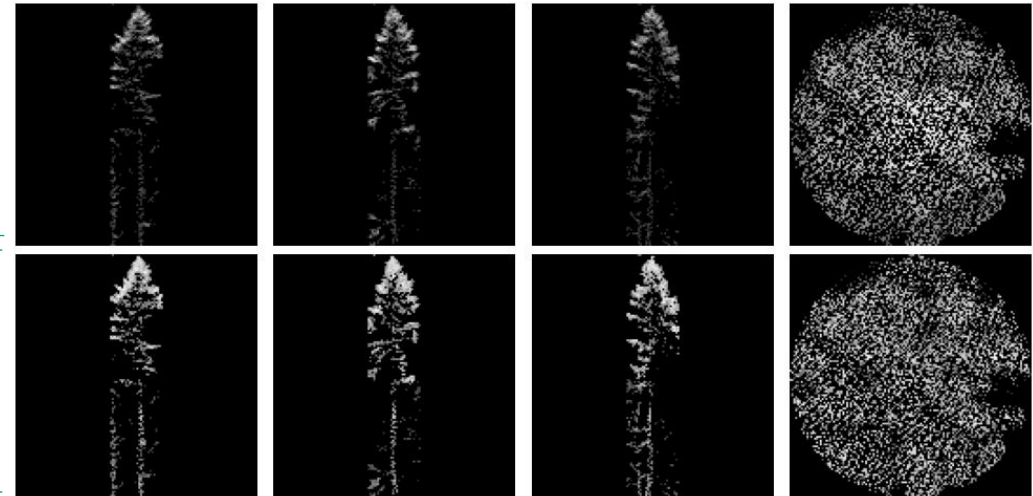
Extraction des profils



Densité

Intensité

Rasterisation



Épicéa !

I.A.

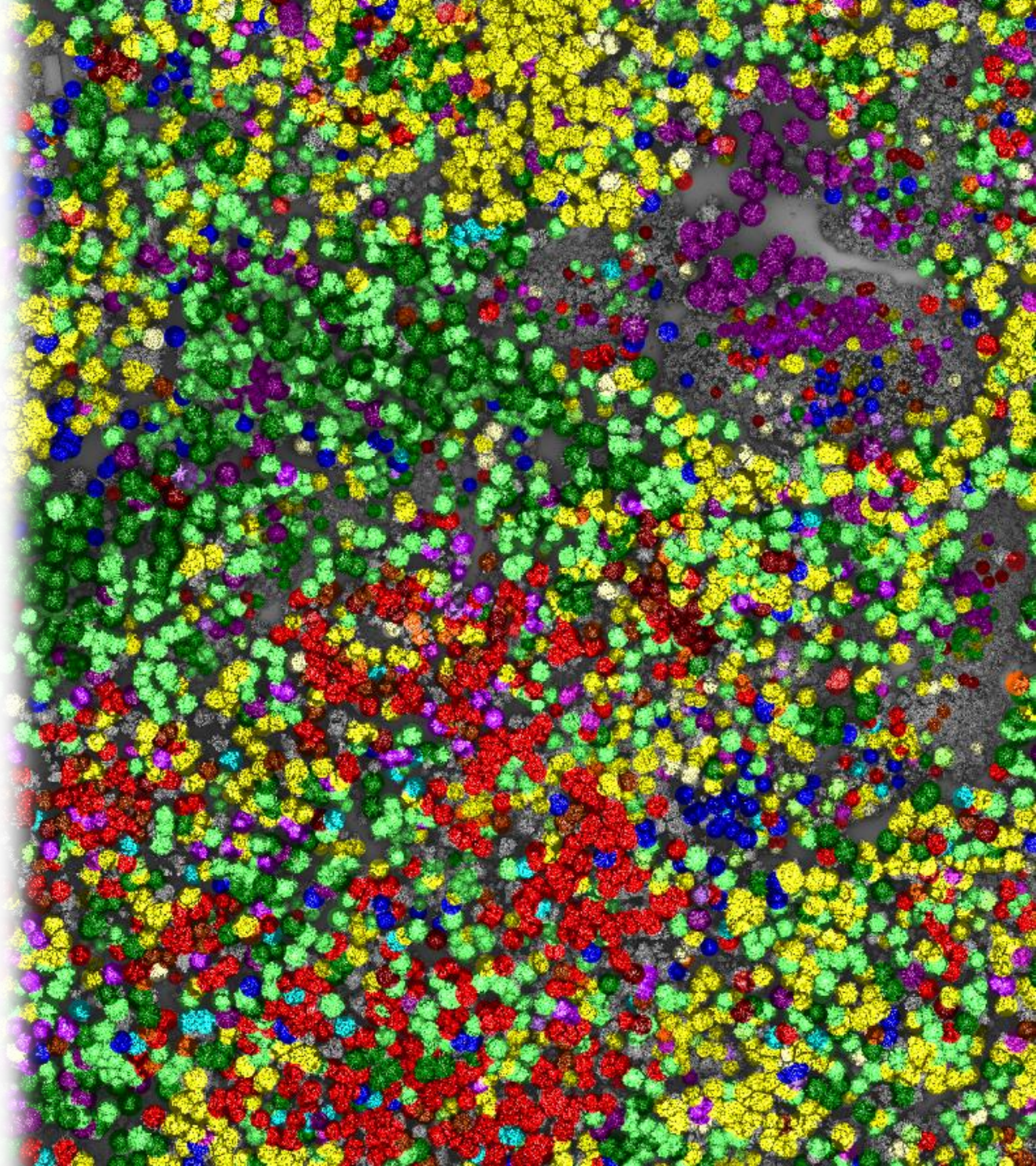
Inspiré par

Predicting Tree Species From 3D Laser Scanning Point Clouds Using Deep Learning

Seidel, Dominik & Annighöfer, Peter & Thielman, Anton & Seifert, Quentin & Thauer, Jan-Henrik & Glatthorn, Jonas & Ehbrecht, Martin & Kneib, Thomas & Ammer, Christian. (2021)

Notre modèle

- Basé sur des couches de convolutions (CNN)
- Créé et entraîné entièrement pas le SITN (pas de modèle de fondation)
- Environ 460'000 paramètres
- Entraînement en ≈ 5 heures
- Inférence cantonale en ≈ 7 heures



Résultats

En pondérant les essences
uniformément :

Accuracy $\approx 80.8\%$

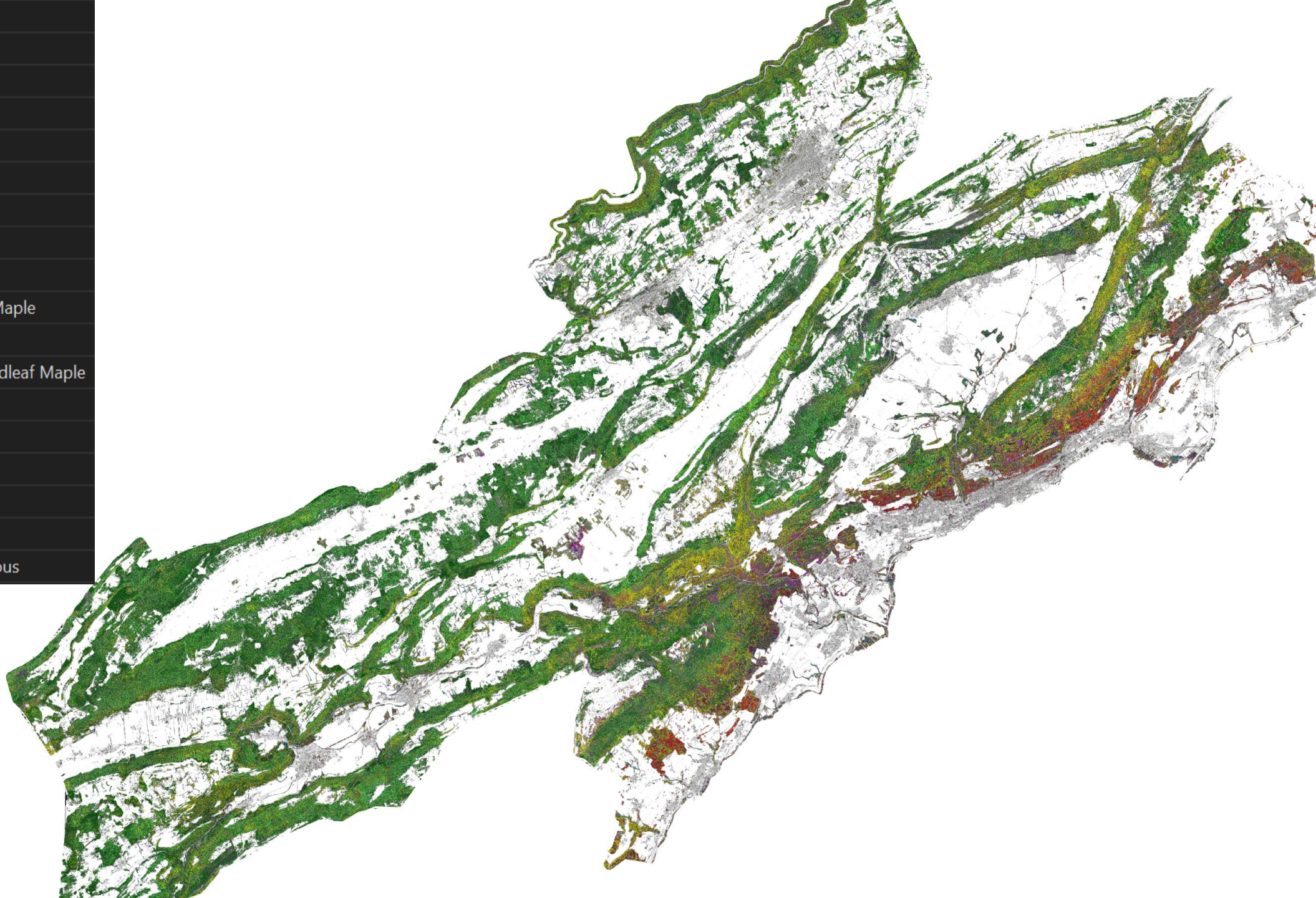
(% d'arbres correctement classifiés)

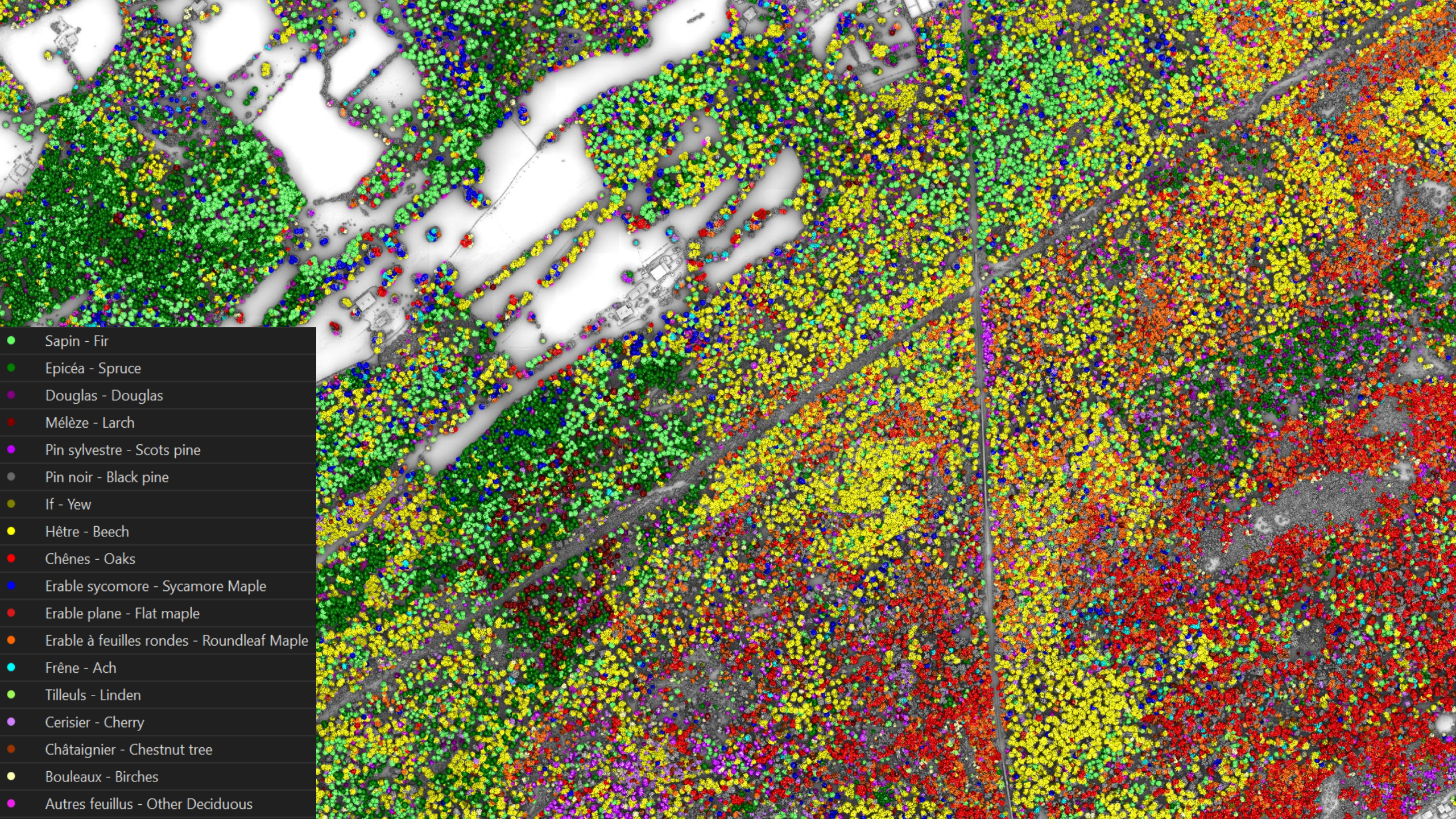
F1-Score (moyenne) ≈ 0.80

κ (moyenne) ≈ 0.796

Vraie classe	Prédiction																	
	Bouleau	Cerisier	Châtaigner	Chêne	Douglas	Érable à f. rondes	Érable plane	Épicéa	Érable	Frêne	Hêtre	If	Mélèze	Pin noir	Pin sylvestre	Sapin	Tilleul	Autres feuillus
Bouleau	0.91 762	0.04 30	0.02 13										0.02 15				0.0 3	0.02 14
Cerisier	0.01 8	0.84 696	0.01 5	0.01 7			0.0 2		0.02 14	0.02 13	0.09 72		0.0 1					0.02 14
Châtaigner	0.0 1	0.01 6	0.73 621	0.08 65		0.03 29	0.0 2		0.01 12	0.04 31	0.05 45	0.02 16				0.02 13	0.01 7	0.01 7
Chêne		0.04 34	0.04 34	0.88 775					0.01 6		0.03 23						0.01 8	0.0 2
Douglas					0.96 858			0.01 6					0.02 14		0.0 3	0.02 15		
Érable à f. rondes	0.0 3	0.02 14	0.11 95	0.02 16		0.51 450	0.09 82	0.0 4	0.02 20	0.0 1	0.13 113	0.01 9		0.0 2	0.0 2	0.06 49	0.02 15	0.01 9
Érable plane		0.02 14	0.01 5	0.04 25		0.01 4	0.77 499		0.05 29		0.04 25		0.04 27	0.01 7		0.01 7	0.0 2	
Épicéa					0.02 21			0.92 834	0.0 1		0.0 4	0.0 1	0.0 2		0.0 1	0.04 40		
Érable		0.01 7	0.02 15	0.02 21		0.02 17		0.01 10	0.7 615	0.05 40	0.13 114					0.02 14	0.01 11	0.02 18
Frêne		0.03 24	0.03 20	0.1 73					0.11 80	0.68 511	0.03 26						0.0 2	0.03 20
Hêtre	0.0 3	0.03 27	0.03 23	0.02 15		0.01 6	0.0 3	0.0 4	0.02 16	0.01 7	0.84 712	0.0 2	0.0 1			0.01 10	0.01 5	0.01 12
If			0.06 49			0.02 21				0.03 23	0.02 16	0.84 739				0.01 12		0.02 22
Mélèze			0.0 1				0.0 1	0.0 2			0.01 8		0.97 876		0.02 16		0.0 2	
Pin noir														0.87 267	0.06 20	0.07 21		
Pin sylvestre			0.0 2	0.0 3	0.01 11						0.01 5		0.02 22	0.04 36	0.88 792	0.03 29		
Sapin			0.02 20		0.01 8	0.0 2		0.05 47	0.0 2	0.0 2	0.02 18	0.0 1		0.01 9	0.01 6	0.86 773	0.0 1	0.01 7
Tilleul	0.01 7		0.07 63	0.02 21		0.01 11	0.01 11		0.03 28	0.02 15	0.03 23		0.0 1			0.0 2	0.78 683	0.02 15
Autres feuillus	0.03 25	0.09 74	0.06 52	0.03 27		0.05 42	0.01 5	0.01 10	0.04 30	0.0 3	0.16 133	0.01 5			0.0 1	0.01 7	0.02 18	0.49 415

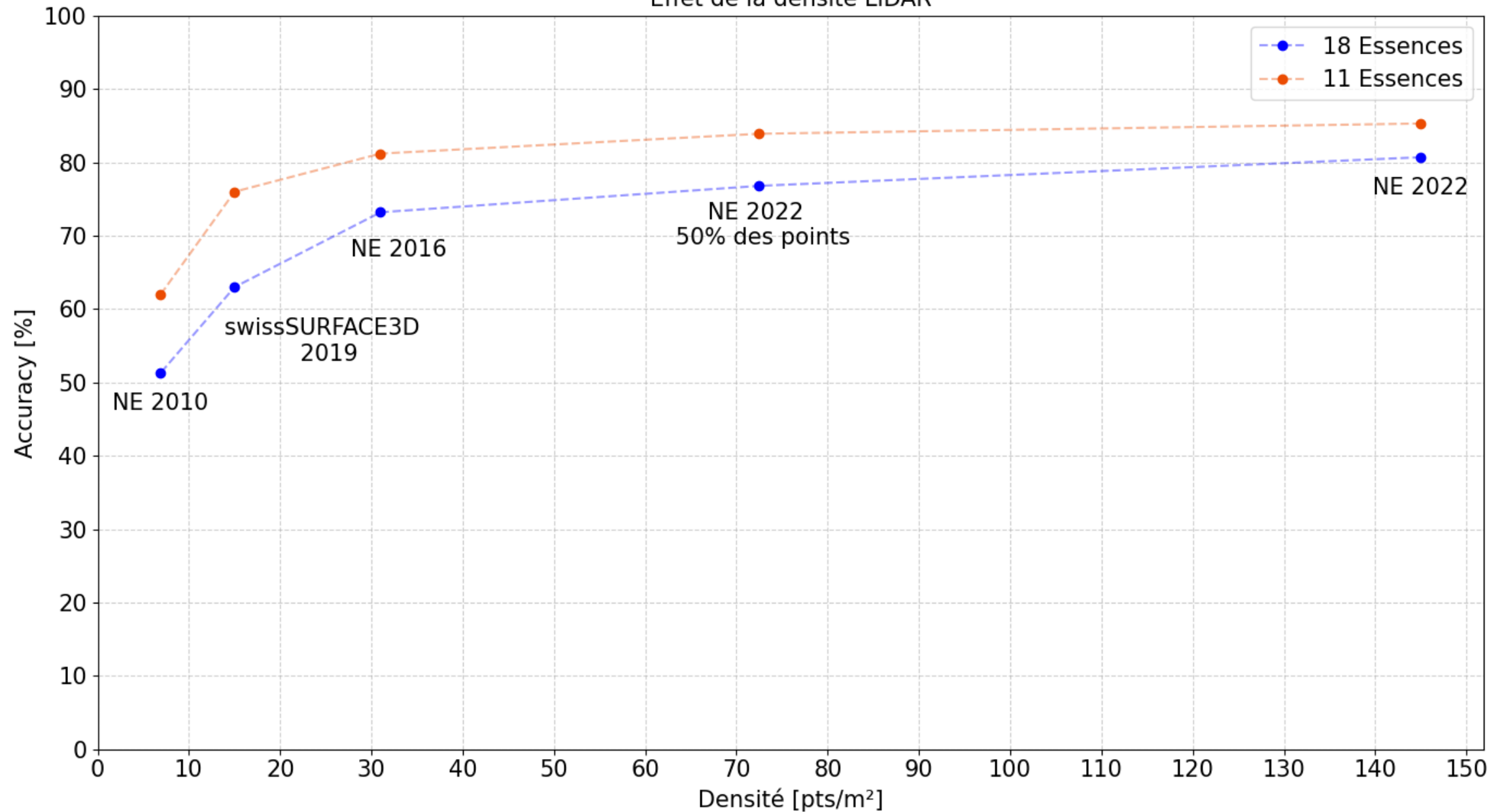
- Sapin - Fir
- Epicéa - Spruce
- Douglas - Douglas
- Mélèze - Larch
- Pin sylvestre - Scots pine
- Pin noir - Black pine
- If - Yew
- Hêtre - Beech
- Chênes - Oaks
- Erable sycomore - Sycamore Maple
- Erable plane - Flat maple
- Erable à feuilles rondes - Roundleaf Maple
- Frêne - Ach
- Tilleuls - Linden
- Cerisier - Cherry
- Châtaignier - Chestnut tree
- Bouleaux - Birches
- Autres feuillus - Other Deciduous





- Sapin - Fir
- Epicéa - Spruce
- Douglas - Douglas
- Mélèze - Larch
- Pin sylvestre - Scots pine
- Pin noir - Black pine
- If - Yew
- Hêtre - Beech
- Chênes - Oaks
- Erable sycomore - Sycamore Maple
- Erable plane - Flat maple
- Erable à feuilles rondes - Roundleaf Maple
- Frêne - Ash
- Tilleuls - Linden
- Cerisier - Cherry
- Châtaignier - Chestnut tree
- Bouleaux - Birches
- Autres feuillus - Other Deciduous

Effet de la densité LiDAR



11 Essences : Chênes | Douglas | Épicéa | Érables | Frêne | Hêtre | If | Mélèze | Pins | Sapin | Autres feuillus

Améliorations & Perspectives

- Modèle pour forêts uniquement
- Une réussite de 80% signifie qu'un arbre sur cinq est incorrect
 - Le modèle n'est fiable qu'à une échelle d'environ 1:10'000 et au dessus
- Perspectives
 - Création d'un modèle pour les zones urbaines (essences ornementales)
 - Correction des erreurs, et évaluation dans d'autres régions
 - Intégration d'autres métriques pour l'entraînement