



Méthodologie et chaîne de traitement pour la détection et la classification des revêtements de la couverture du sol

Certificat complémentaire de géomatique

Mémoire de stage de
Elizabeth Komaromi

Sous la direction de
Mayeul Gaillet et José Lopez (DIT) et Grégory Giuliani (UNIGE)



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENÈVE

POST TENEBRAS LUX



SITG

LE TERRITOIRE GENEVOIS
À LA CARTE

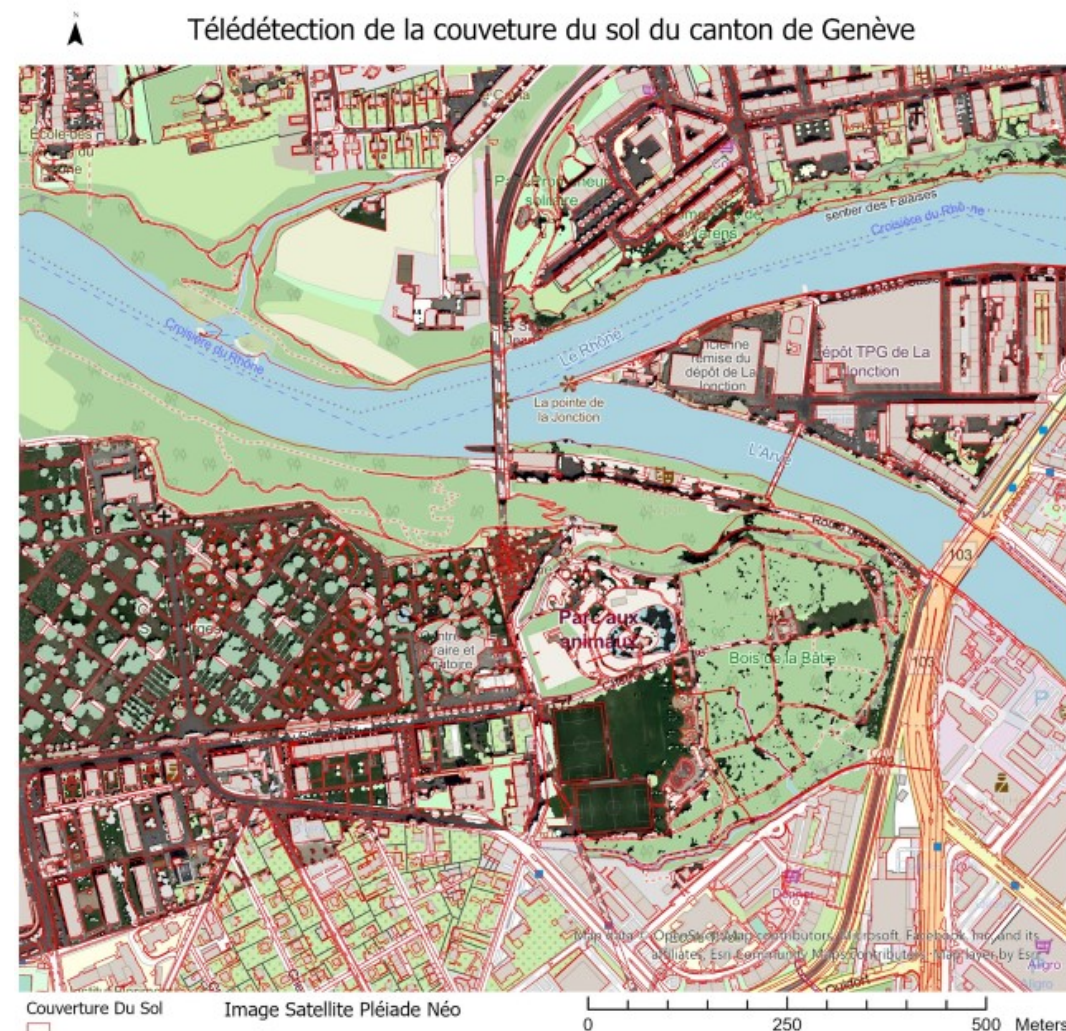
Introduction et contexte

Objectif du projet

- Explorer les possibilités de mise à jour des revêtements dans le canton de Genève
- Établir une méthodologie reproductible

Problématique

- Relevés hétérogènes sur le territoire
- Besoin d'automatisation et de standardisation



Revêtements de la couverture du sol

Base ArcSDE PRDH selon modèle « Topogéo »

A.CAD_NATURE_SOL

A.CAD_DOMROUTIER_SURFACES_NIV0

A.CAD_DOMROUTIER_SURFACES_NIV1

A.CAD_DOMROUTIER_SURFACES_NIV_1

A.CAD_OBJDS_PISCINE

A.CAD_OBJDS_STEP_BASSIN

A.CAD_OBJDS_TERRAIN_SPORT



Automatiser la détection des revêtements

- Télédétection des images Pléiades Neo
- Complément multi-sources
- Classification semi automatique



Données

Données SITG

- LiDAR
- Pléiades Neo
- MNH

Données OpenStreetMap





Revêtement de la couverture du sol

Télédétection ? Automatisation ?

Partie 1 - Exploration

ArcGIS Pro

Suppression objet grâce au MNH

Télédétection non supervisée ISO Cluster

Suppression classe ombre

Interprétation des classes

Partie 2 – Recherche d'automatisation

Télédétection supervisée Random Forest

Généralisation objet basée

Enrichissement OSM

Classification non-supervisée

- Filtrage altimétrique
- Fausses couleurs
- Classification ISO Cluster non supervisée - sans apprentissage



Segmentation rapide mais limitée

- Secteur Gazomètres
- Sensibilité aux zones d'ombres
- Confusion spectrale
- Limites «humaines»



Classification supervisée

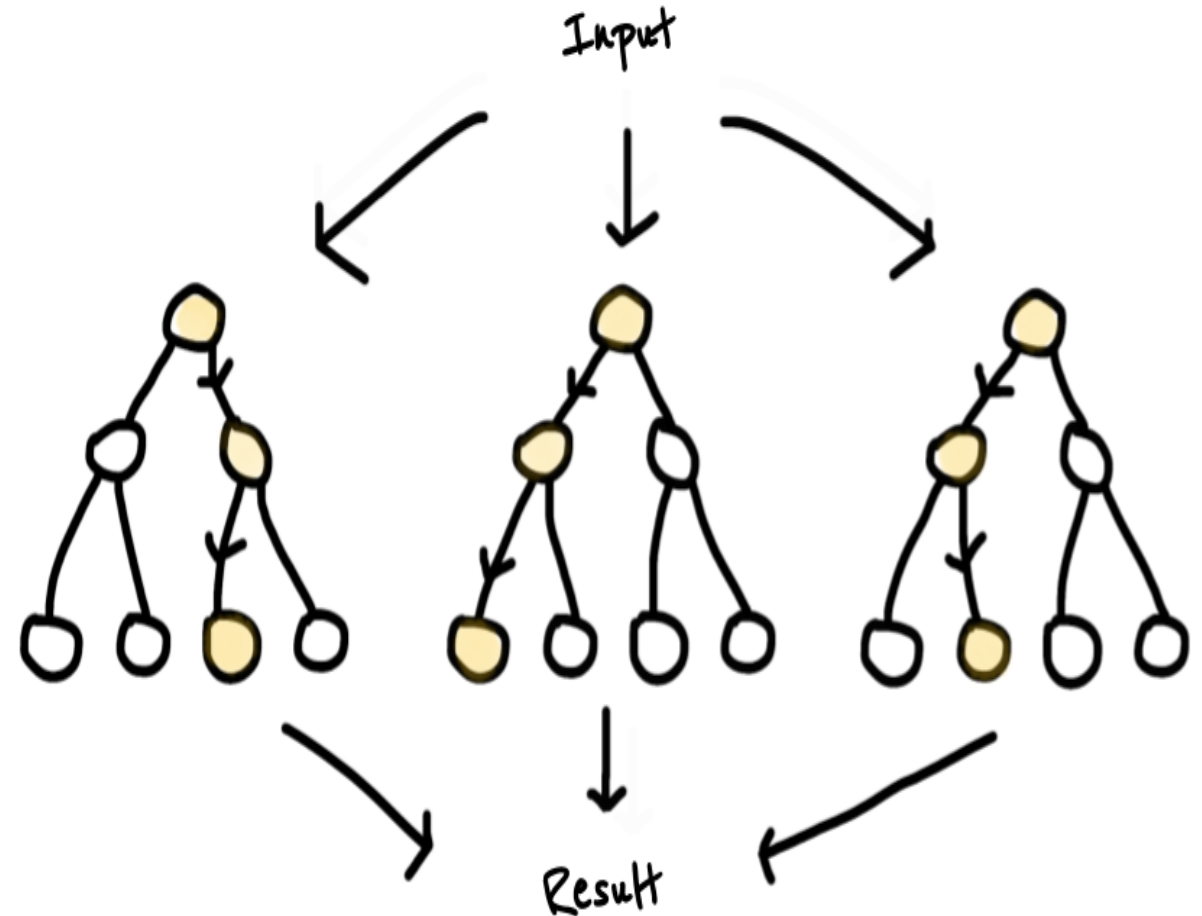
Random Forest

- Random Forest
- Sept classes
- 20 000 pixels
- Apprentissage
- Carouge

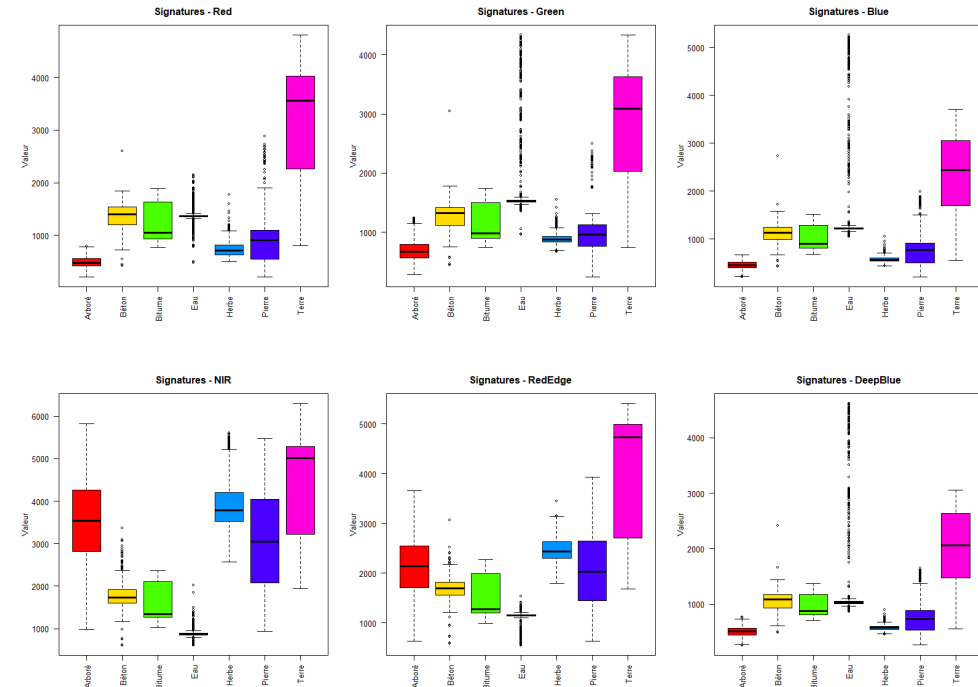
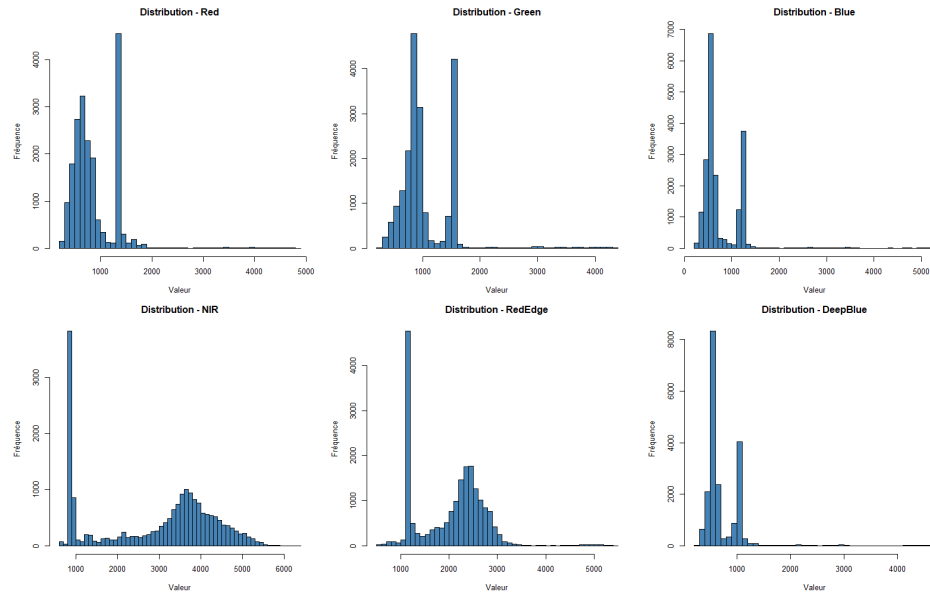


Random Forest – arbre de décision

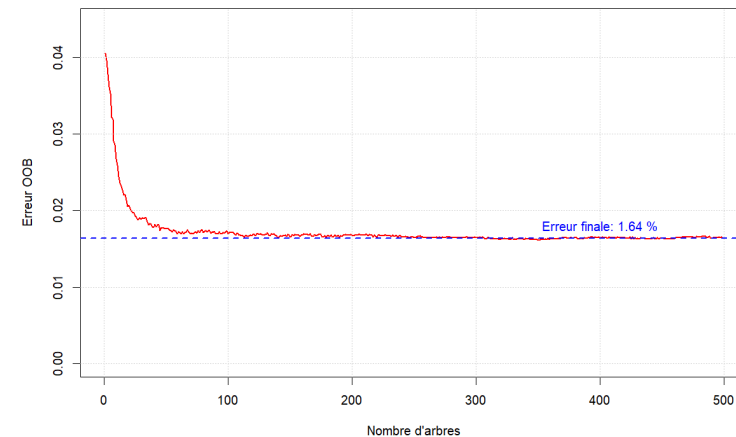
- Ensemble de plusieurs arbres de décision
- Améliore la précision des prédictions
- Réduit le risque de surapprentissage



Très bonne performance des pixels



Évolution de l'erreur OOB



- 98,36% précision pixel
- 1,64% OOB erreur
- Discriminant spectraux Rouge et NIR
- OOB = modèle robuste

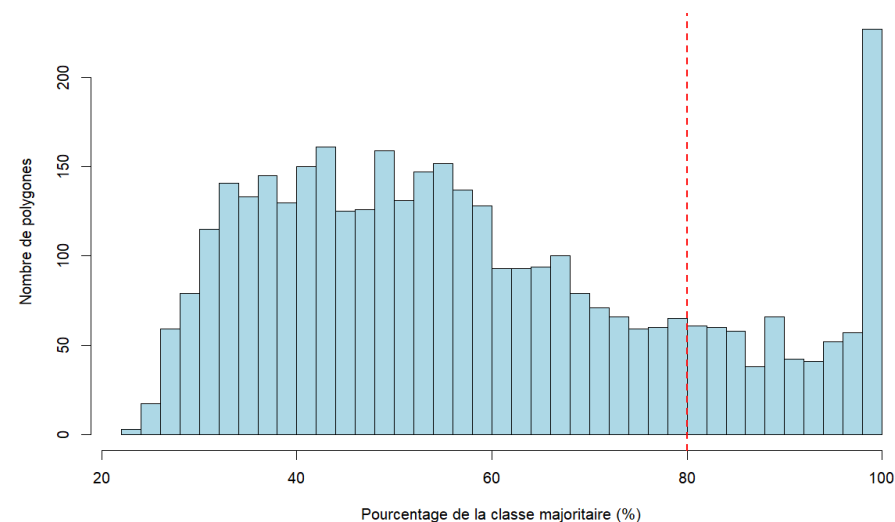
Généralisation objet

- Défi de l'hétérogénéité urbaine
- Seuil 80% pour garantir la fiabilité
- 31,2% de polygones classifiés
- Problématique des parcelles mixtes
- Problème des effets de bord

Polygones classifiés (≥80%)



Distribution des pourcentages de classe majoritaire



Distribution des Classes

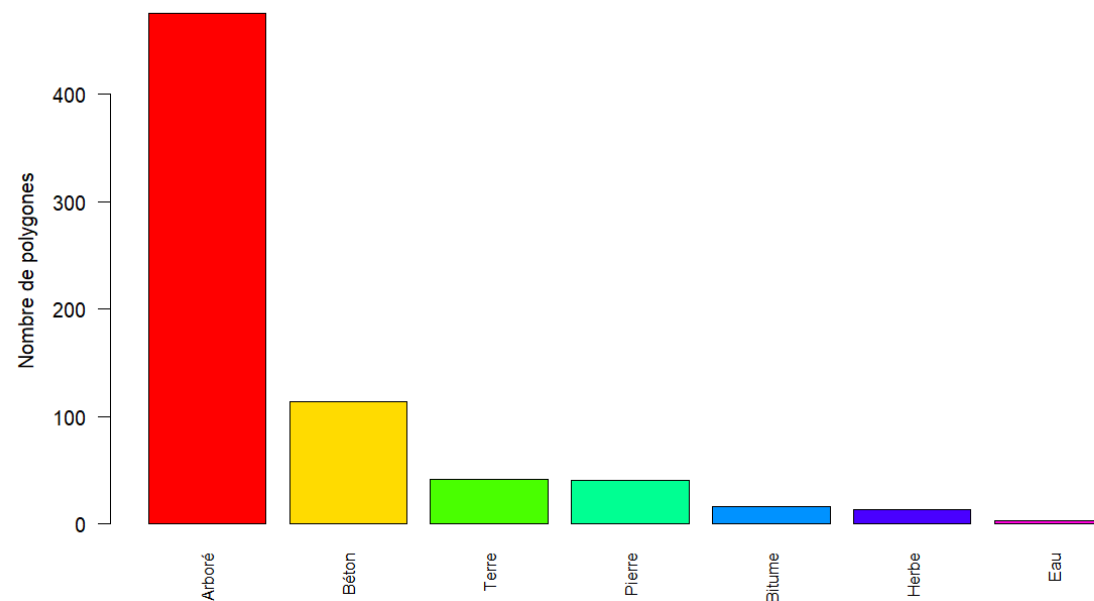
- 76,9% arboré
- Biais méthodologique

- Homogénéité végétale

Versus

- Mosaïques urbaines

Distribution des polygones par revêtement ($\geq 80\%$)



Validation

- 87-90% pureté
- Homogénéité inter-classes
- Validation seuil
- Standard uniforme
- Robustesse



Enrichissement par OpenStreetMap

Unpaved			
unpaved	A feature that is predominantly unsealed (unpaved); i.e., it has a loose covering ranging from compacted stone chippings to soil. Unpaved roads may, in aerial imagery, show evidence of water along their course; in such circumstances, the waterway should not be tagged as a stream, though it might appear as such. <i>This value gives only a rough description; use a more precise value if possible.</i>		12 589 999 17,35 % 96 090 26,81 % 12 492 851 17,32 % 1 058 1,07 % Plus de détails dans taginfo
compacted	A mixture of larger (e.g., gravel) and smaller (e.g., sand) parts, compacted (e.g., with a roller), so the surface is more stable than loose gravel. Used, for example, for park paths, better tracks, some service ways, ... Best sort of ways below paving with asphalt, concrete, paving stones. Sometimes known as water-bound macadam . Mixture and compacting leads to more grip and stability.		1 322 204 1,82 % 1 830 0,51 % 1 319 389 1,83 % 985 1 % Plus de détails dans taginfo
fine_gravel	This tag is used somewhat inconsistently; see its detail page. It may be used to specify fine loose gravel (as shown in the picture) which makes it unsuitable for road bicycles, but it is also sometimes used as an alias for compacted , which is easy to cycle on. If the gravel is fixed instead of loose, please consider using well-defined compacted instead.		506 572 0,7 % 2 534 0,71 % 503 242 0,7 % 796 0,81 % Plus de détails dans taginfo
gravel	This tag has very large meaning range. Used for cases ranging from huge gravel pieces like track ballast used as surface, through small pieces of gravel to compacted surface.		2 304 979 3,18 % 6 821 1,9 % 2 295 089 3,18 % 3 069 3,11 % Plus de détails dans taginfo
shells	Crushed or whole seashells; commonly seen on footways and cycleways in the Netherlands.		1 205 0 % 11 0 % 1 190 0 % 4 0 % Plus de détails dans taginfo

OpenStreetMap Wiki. (s.d.). *Key:surface*. Consulté le 10 décembre 2025, à l'adresse <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:surface>

- Clé surface
- Intersection spatiale
- Enrichissement semi-automatique

Limites d'observation et de détection

Occultations

- Bâtiments
- Cours intérieures
- Structures verticales
- Angle mort
- Etc.

Réflectance proche

- Béton – Bitume
- Gazon sec – terre



Limite variabilité des données collaboratives

- Qualité variable
- Activité contributive
- Validation nécessaire



OpenStreetMap Wiki. (s.d.). Key:surface. Consulté le 10 décembre 2025, à l'adresse <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:surface>

Piste à poursuivre type RhinoCity

- Combinaison d'angles de prise de vue
- Choix de la meilleure image
- Représentation complète du territoire



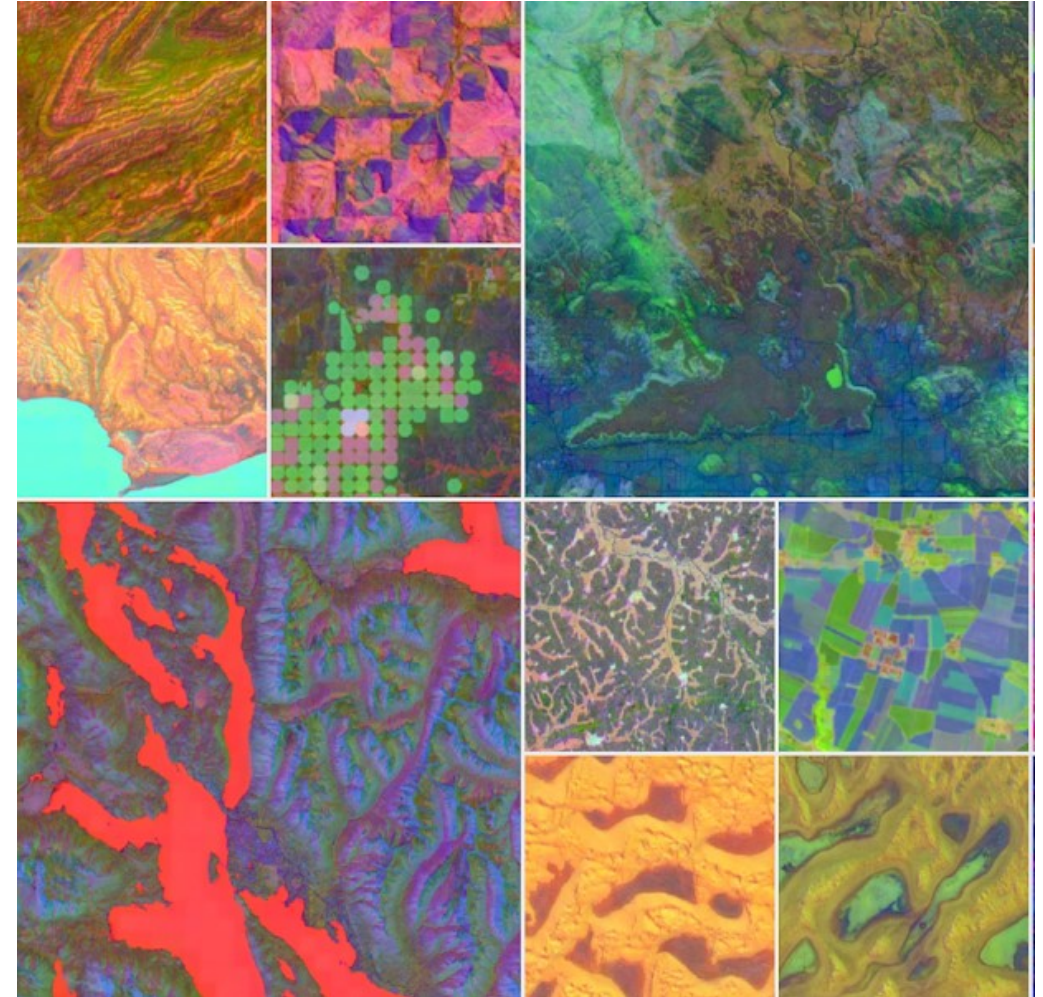
RhinoTerrain. (s.d.). RhinoCity. Consulté le 10 décembre 2025, à l'adresse <https://rhinoterrain.com/en/rhinocity.html>

Piste à poursuivre

Intelligence artificielle

AlphaEarth Foundations

- Peu d'échantillons
- Multi-sources
- Pré-entraîné



King, E. (2025, 1 septembre). Earth in 64 dimensions: How Google's AlphaEarth is rewriting the map of possibility. Agbedus Consult. <https://www.agbedus.com/blog/article/21/>

Conclusion

Une performance élevée pour couverture partielle

- La classification automatique par Random Forest pour les grandes surfaces homogènes
- L'enrichissement semi-automatique via OpenStreetMap pour les zones bien documentées
- Les relevés terrain pour les zones complexes
- L'intégration future de données multi-sources et de méthodes d'apprentissage profond comme AlphaEarth ?

Merci de votre attention



Tessera Mosa, "Earth as Art," September 2, 2014. The Tietê River snakes across this tessera mosaic of multicolored shapes near Ibitinga, Brazil. Fields of sugarcane, peanuts, and corn vary in their stages of development. Lavender, purple, and bright blue indicate actively growing crops. Light yellow or white indicate little or no vegetation growth. The splotches of dark mustard yellow are urban areas. Photo: USGS.