Webinaire IA & Geodata #3

Se lancer dans la GeoIA open-source : les possibilités, les outils, les limites

Ludovic Pokker, Président Fondateur Nextelia

2 décembre 2025

Crige Géodatalab NEXTELIA

Présentation

Nextelia en quelques mots :

- Entreprise fondée en mi-2024
- Implantée dans les Hauts-de-France
- Spécialiste des **applications géospatiales sur mesure** & **GeoAI**
- Philosophie open source, centrée sur l'**utilité métier concrète**
- Accompagne une clientèle gravitant autour de la sphère publique :

  Conseil, **Formation**, **Développement**, **Production de données**

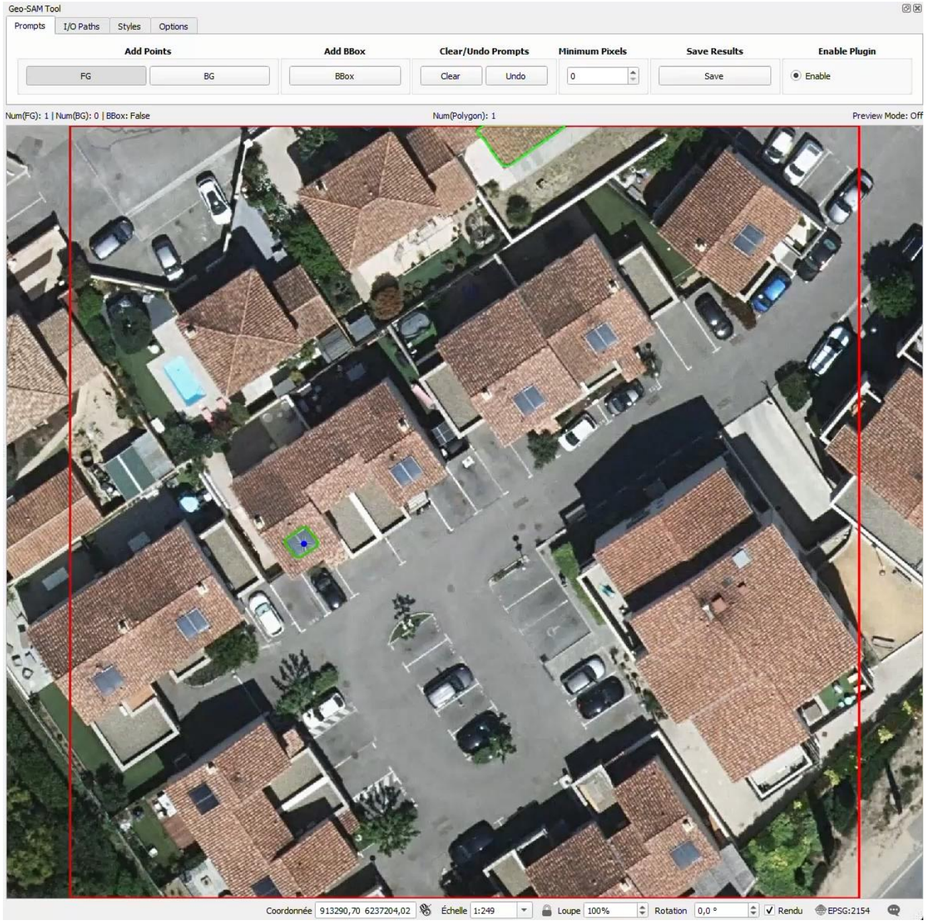
Parcours personnel :

- Expérience de près de 15 ans en collectivités et agence d'urbanisme

Programme

Démarrer techniquement un projet GeoIA :

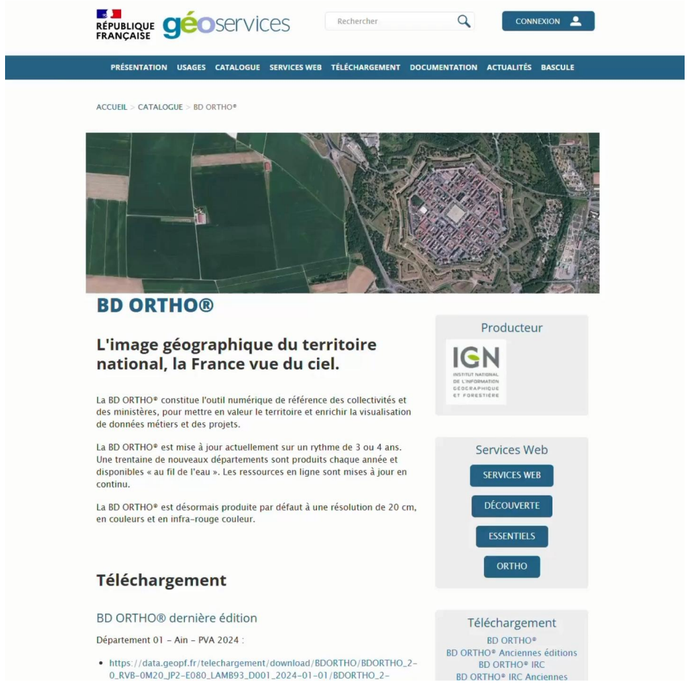
- les 3 étapes incontournables + le défi à relever pour conserver l'intégrité de la donnée
- Présentation de solutions actuelles reconnues par la communauté, leurs avantages et inconvénients + démonstrations live
- Conclusion et ouverture sur les plugins en développement
- Questions et échanges

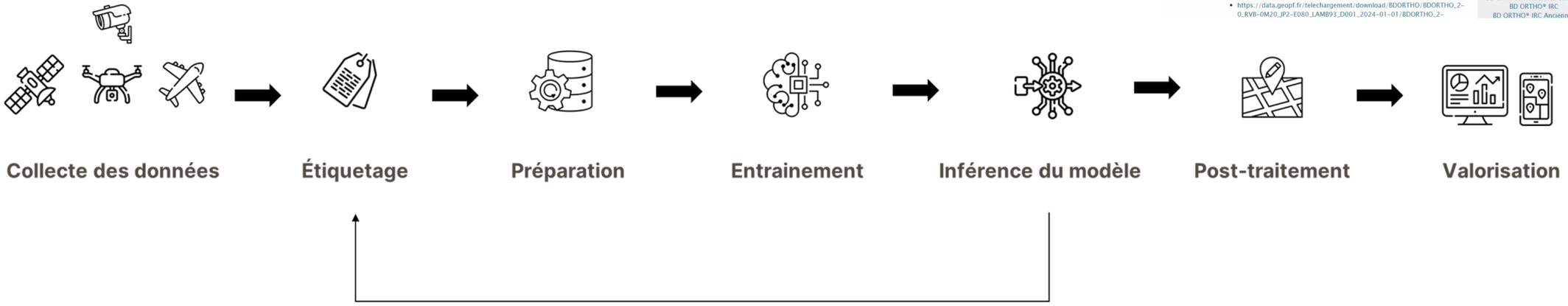


Rappel de la vision globale d'un projet

Ce schéma représente l'enchaînement des étapes essentielles depuis la collecte de données géospatiales brutes jusqu'à l'exploitation des résultats.

A noter, la plupart des applications territoriales, reposent sur le **Deep Learning** avec des **approches supervisées/par transfert** .

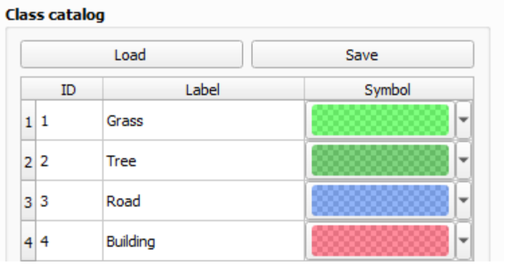




Quand la GeoAI nécessite des outils dédiés

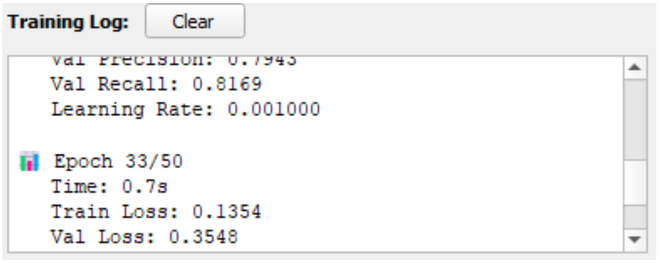
Etiqueter

Associer des exemples à des classes pour construire la base d'apprentissage.



Entraîner

Apprendre à partir des données pour créer un modèle performant.



Prédire

Utiliser le modèle pour analyser de nouvelles données géospatiales.

Un enjeu : conserver la dimension spatiale

Etiqueter

- Les étiquettes sont créées dans un **espace géographique**
- La **dimension spatiale se perd** lors de la conversion dans les formats d'entrainement standard
- Sont perdu(e)s :
  - Coordonnées géographiques réelles
  - Système de référence spatiale
  - La résolution spatiale
  - Le lien explicite avec la tuile géoréférencée…

Entraîner

PYTORCH

- Ne gère pas nativement la dimension géographique
- Une image vue par pytorch est un tableau de nombres (appelé **tenseur**)
- Exemple image RGB de 256x256 :
  Tenseur de forme = [3, 256, 256]
- Chaque combinaison ligne/colonne correspond à un pixel qui est représenté et les valeurs représentent l'intensité de chaque canal pour ce pixel,
- Aucun contexte spatial n'est associé (latitude, longitude, projection, résolution, extent…)

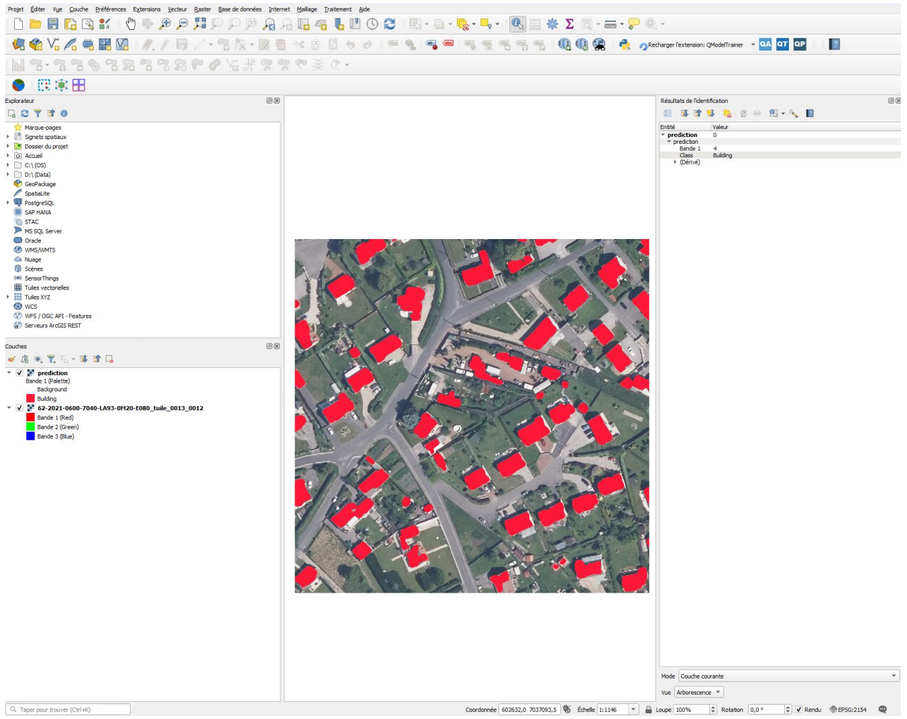
Prédire

- Pytorch renvoi **une prédiction dans l'espace de tenseurs**, pas dans l'espace géographique
- Pour obtenir un résultat géographiquement cohérent, indispensable d'**utiliser des métadonnées géospatiales**
- Et de s'assurer que l'inférence respecte les mêmes conditions que l'entraînement (même résolution en particulier)

Portrait robot de l'extension idéale

Un outil idéal devrait :

- **Couvrir les 3 étapes GeoAI :** *étiqueter → entraîner → prédire*
- **Préserver et exploiter les métadonnées géospatiales** (CRS, résolution, emprise) tout au long de la chaîne
- **S'intégrer à QGIS** ou produire directement une **couche SIG prête à l'emploi**



Avertissement

Quel que soit l'outil, **une base solide en deep learning est <u>indispensable</u>** :

- fonctionnement d'un réseau neuronal
- paramètres / hyperparamètres
- notions clés

Panorama des outils GeoAI dans l’écosystème open source

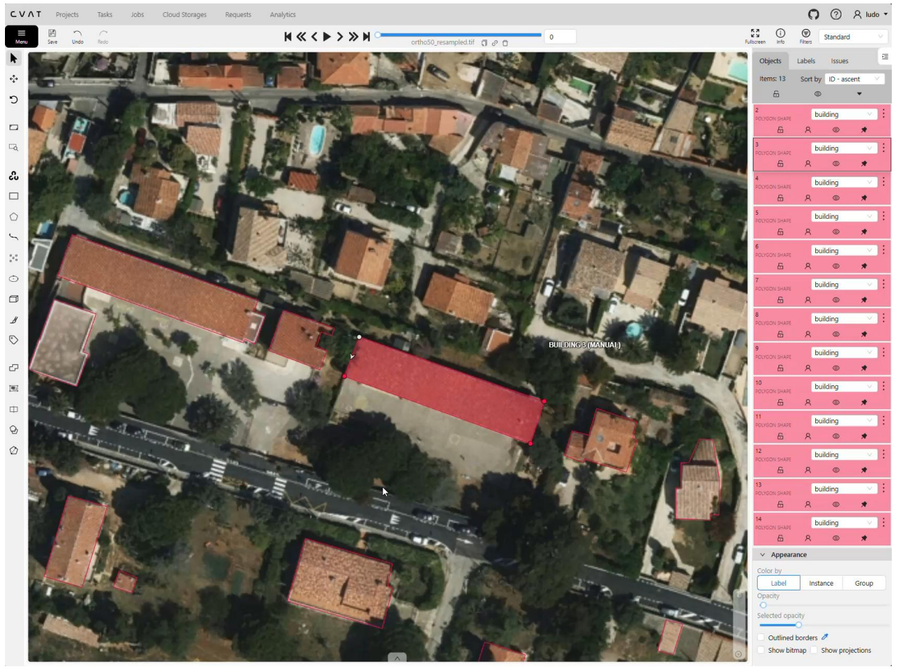
Etiqueter :

- **Phase la moins dotée en outils adaptés** pour les images géospatiales alors qu’elle est la **phase la plus critique** : définit ce que le modèle doit apprendre.

- Solutions classiques :

  - Utiliser des outils de computer vision « classiques » (CVAT, LabelMe…)
    - + : Annoter rapidement des rasters
    - + : Export vers des formats standard
    - - : Ne gèrent pas les spécificités géospatiales : pas de découpages en tuiles, chevauchement, géoréférencement…

  - QGIS:
    - + : Possible en créant des masques ou des geojson
    - + : Des extensions pour tenter de faciliter l’annotation (GeoSam)
    - - : Processus laborieux



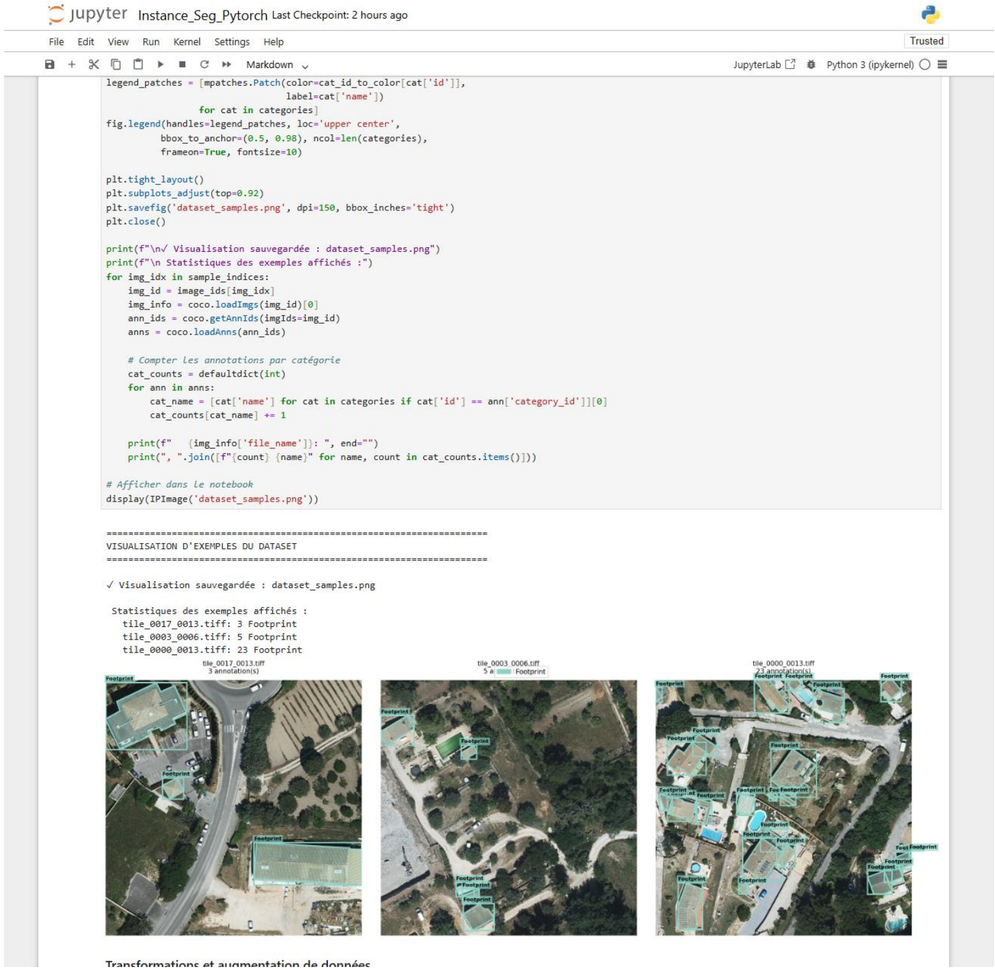
Panorama des outils GeoAI dans l’écosystème open source

Entrainement :

- Qgis ne propose **pas d’outils natifs pour l’entraînement**.
- Une extension recensée dans le catalogue (Qlearn) mais uniquement basée sur u-net
- Workflow **recommandé : Python** externe

Inférence :

- Export dans un format SIG depuis Python
- Une extension dédiée à l’inférence : DEEPNESS



Demo #1 : GeoSAM / GeoOSAM

SAM – Segment Anything Model (Meta)

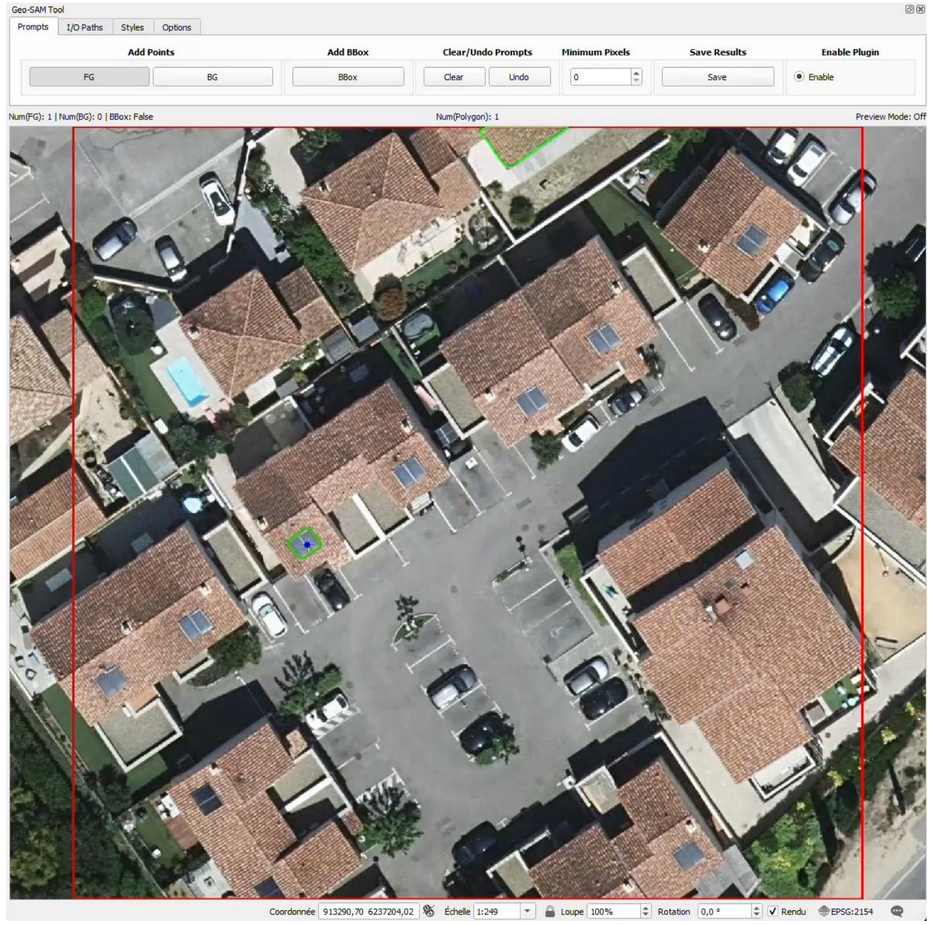
- Modèle de segmentation universelle
- Fonctionne à partir de prompts (points, boîtes…)
- Très performant pour générer des masques d'objets **sans entraînement** spécifique
- Pas entrainé sur des données géospatiales mais bonne généralisation

GeoSAM

- Extension destinée à assister l'**étiquetage** ou accélérer la **numérisation**
- Utilise SAM 1 en arrière plan
- Facile à utiliser, pas de compétences en DL pré-requises
- Cas d'usage limité, pas conçu pour les grands rasters

GeoOSAM

- Extension similaire plus récente (en développement ?)
- Utilise SAM 2 (différences non notables mais checkpoints plus légers)
- Des pistes d'amélioration intéressantes (ui, système de classes, export, moins de configuration…)
- Mais des lacunes importantes (pas de points background ! Pas de fusion, export en… shapefile et un fichier par classe)



Demo #2 : Deepness

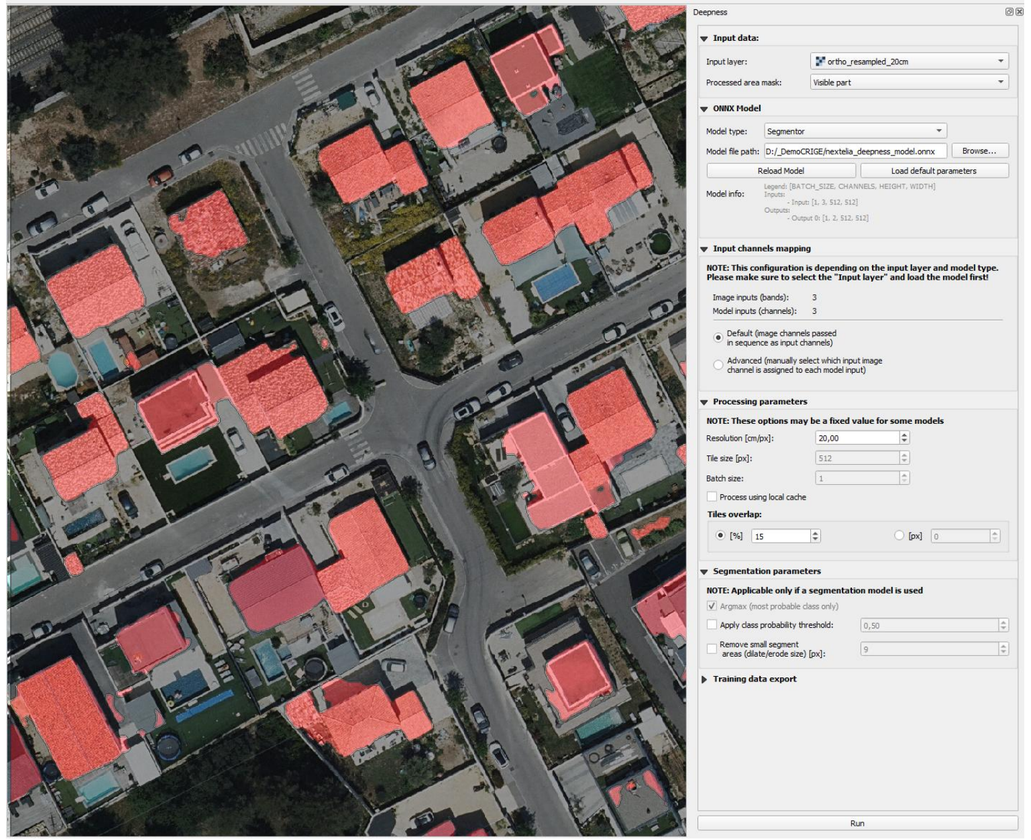
Extension facilitant l'inférence et la préparation de données directement dans QGIS

Avantages

- Directement intégré à QGIS
- Idéal pour l'inférence et la préparation sans coder
- Simplifie le passage du modèle à la couche SIG finale
- Accessible pour les équipes non spécialistes du deep learning

Limites

- Ne gère pas l'entrainement
- Moins flexible qu'un pipeline Python complet
- Les modèles doivent respecter les formats attendus (PyTorch, YOLO, ONNX…)
- Interface complexe
- Certains modèles usuels non supportés (mask r-cnn par exemple / lié à la volonté de privilégier les formats facilement exportables en ONNX)



Demo #3 – Python / Pytorch

Python

- Langage open source le plus utilisé, réputé pour sa lisibilité, sa courbe d'apprentissage progressive et sa flexibilité

Pytorch

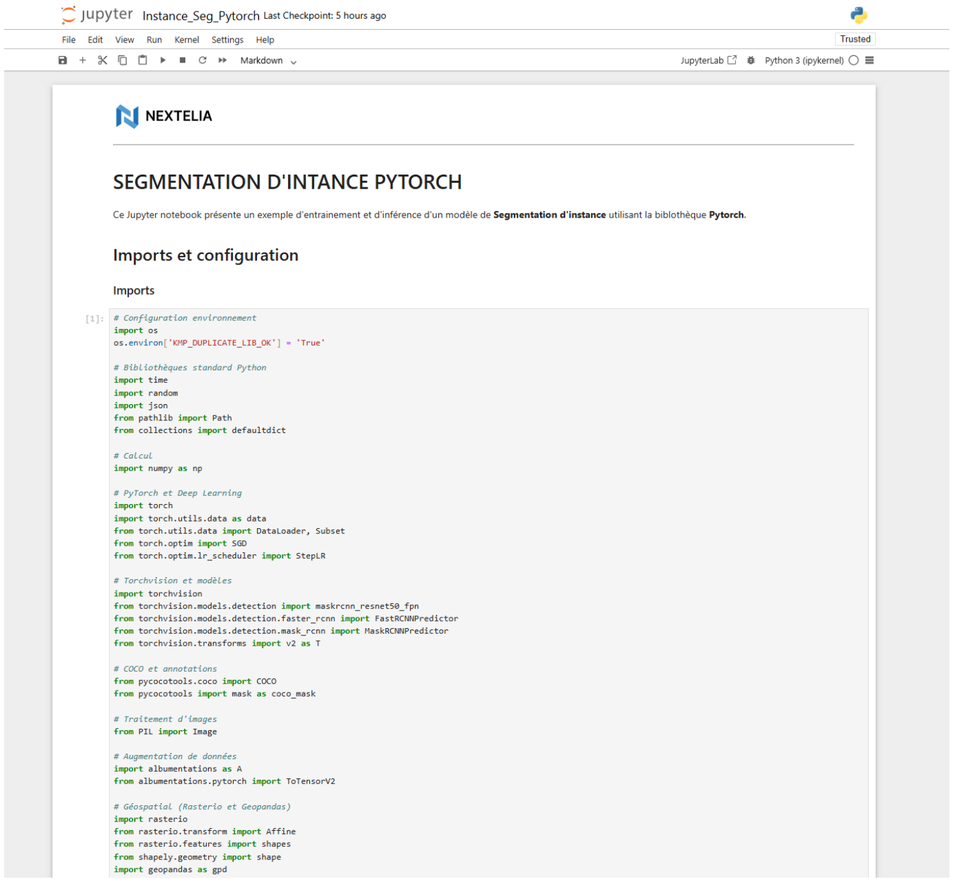
- Framework open-source (Meta/Facebook, 2016)
- Permet l'entraînement, la validation et l'inférence de modèles
- Massivement adopté par la communauté. Référence en GeoAI.

Point clés

- Utilise des tenseurs pour représenter les données
- Nécessite une solution d'étiquetage externe (labelme, cvat…)
- Offre la plus grande souplesse mais demande :
  - Des compétences en développement python
  - Des solides bases en deep learning

Intégration SIG

- Les résultats peuvent être exportés en rasters ou couches vectorielles, directement utilisables dans QGIS



Demo #4 – Python - Opengeos/GeoAI

Opengeos/Geoai

- Bibliothèque python open source visant à simplifier le workflow GeoAI
- Ajoute des fonctions utiles, une couche d'abstraction au dessus de Pytorch

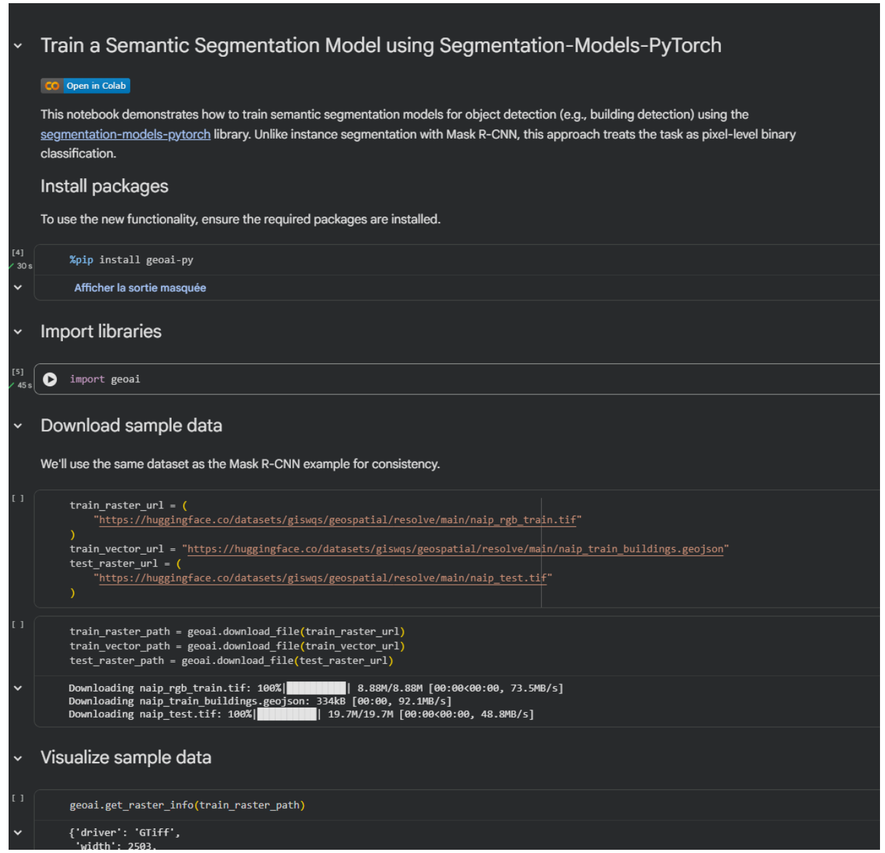
- Modèles prêts à l'emploi (classification, détection, segmentation, basé sur Pytorch et Transformers)
- Support SIG large : Geotiff, GeoJSON, Shapefile…

Avantages :

- Réduit la quantité de code Pytorch pur
- Idéal pour s'initier, prototyper
- Intègre des modules utiles pour les données géospatiales

Limites :

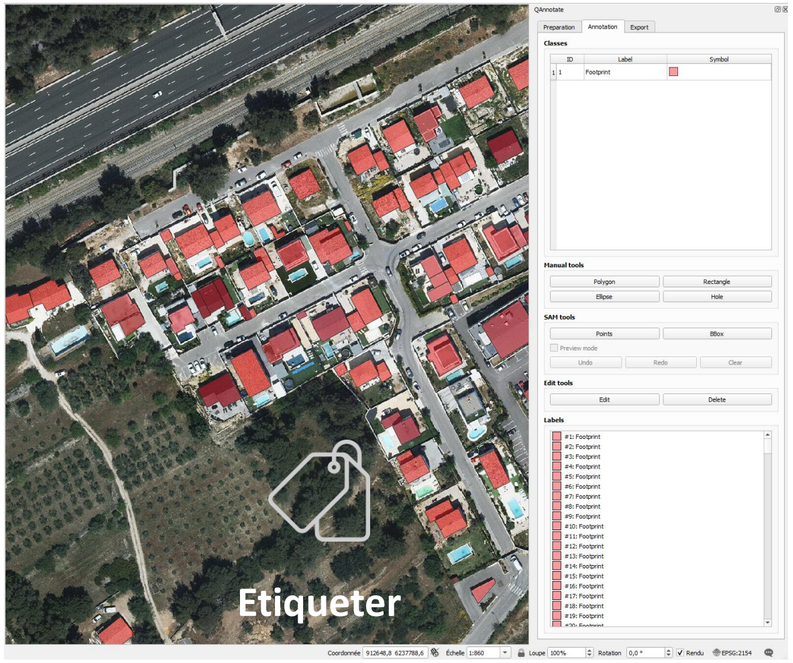
- Reste dépendant de Pytorch : abstrait mais ne remplace pas la nécessaire compréhension des modèles
- Flexibilité plus faible qu'un workflow Pytorch « from scratch »
- Moins adapté pour des architectures customs ou des besoins spécifiques

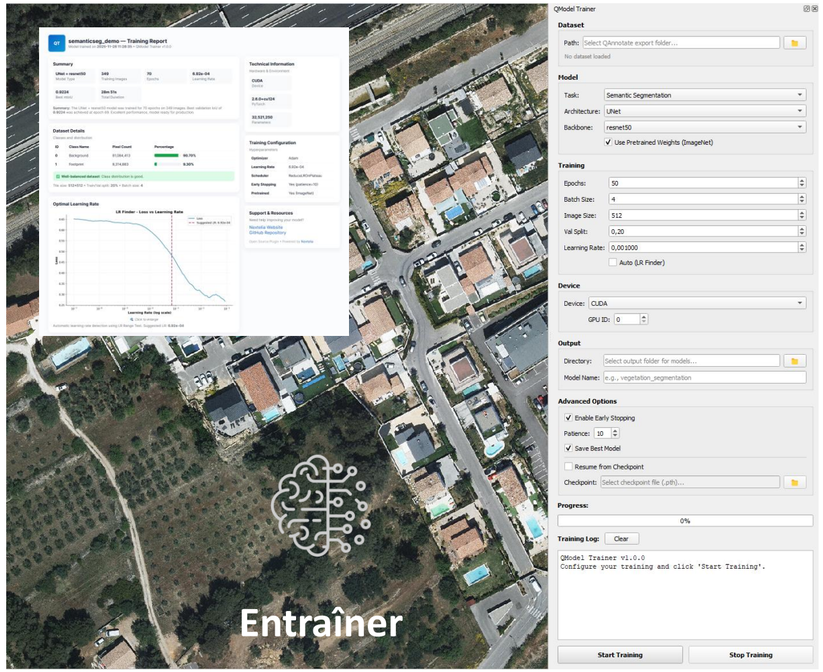


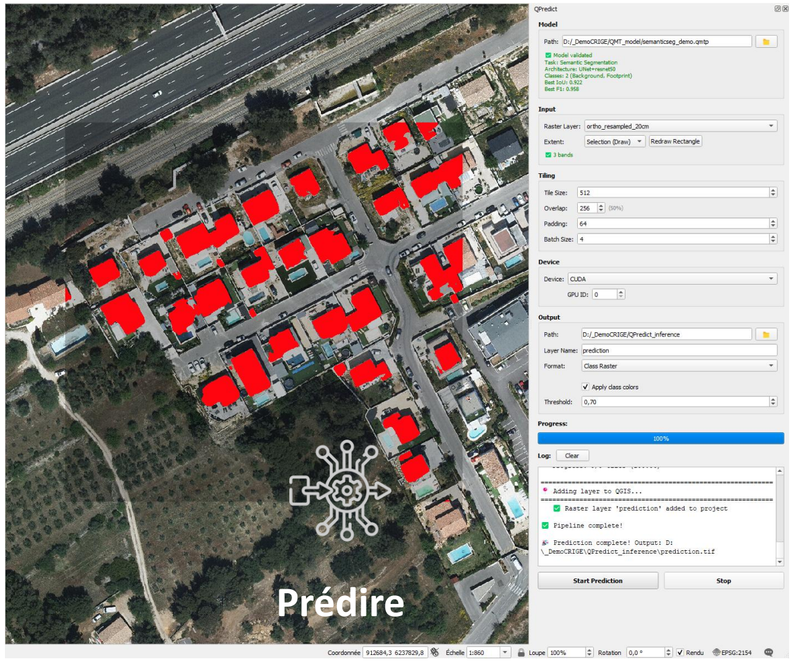
Vers une approche plus intégrée : extensions en développement

Résumé des attentes pour une approche plus intégrée dans QGIS:

- **Couvrir les 3 étapes clés GeoAI :** *étiqueter → entraîner → prédire*
- **Préserver et exploiter les métadonnées géospatiales** (CRS, résolution, emprise) tout au long de la chaîne
- Produire directement une **couche SIG prête à l'emploi**







Questions / Réponses

Nextelia

Ludovic POKKER
Président
Web : www.nextelia.fr
Mail : ludovic@nextelia.fr
Tél : 06 41 09 11 75

Crige Géodatalab

Valentin Douarre
Animateur Géodatalab – Partenariats & Open Innovation
Web : www.crige-paca.org
Mail : valentin.douarre@crige-paca.org
Tél : 04 42 90 67 86