



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

CHANGER
D'ÉCHELLE

OCCUPATION DES SOLS

PLÉIADES NEO



ORTHO



PNEO

I – Contexte



Saint-Nazaire

Nomenclature (15 classes)

- Bâtiment
- Zone imperméable
- Zone perméable
- Piscine
- Serre
- Sol nu
- Surface eau
- Neige
- Conifère
- Feuillu
- Broussaille
- Pelouse
- Culture
- Terre labourée
- Vigne

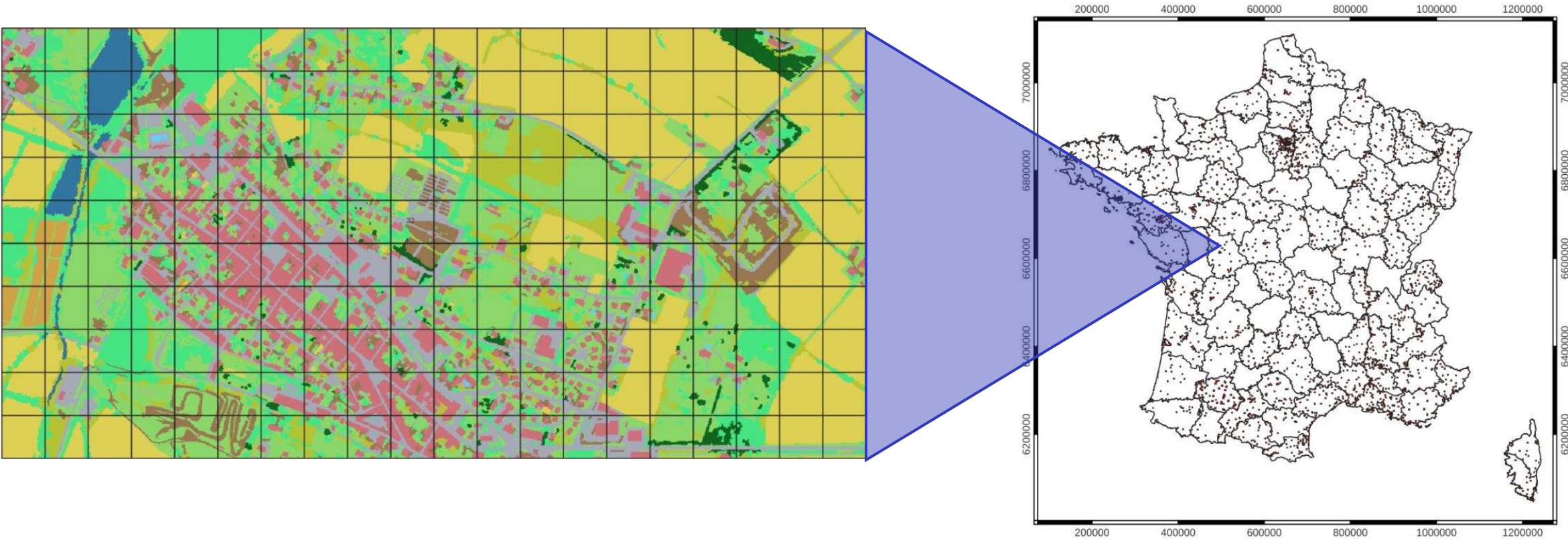


Saint-Nazaire

Nomenclature (15 classes)

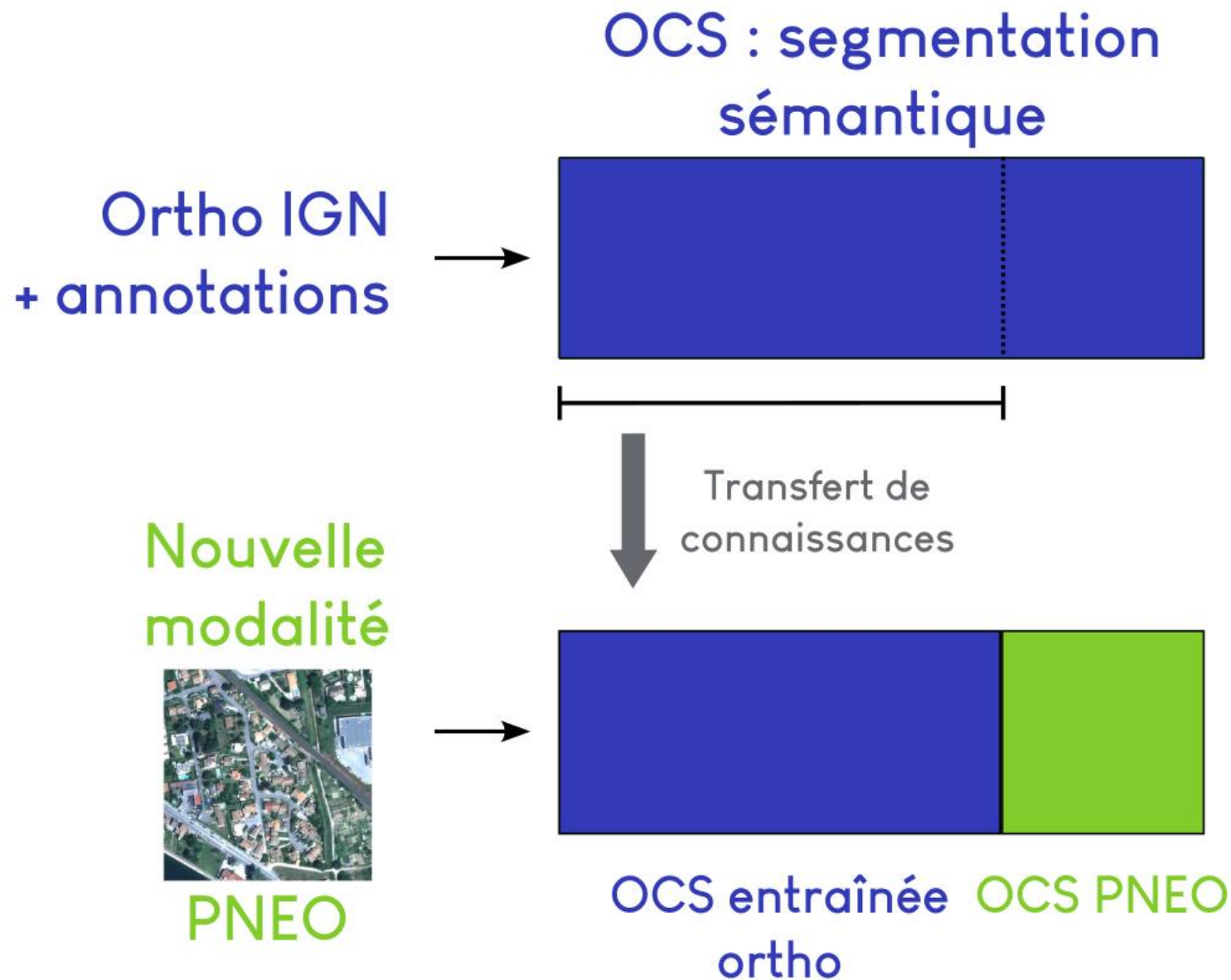
- Bâtiment
- Zone imperméable
- Zone perméable
- Piscine
- Serre
- Sol nu
- Surface eau
- Neige
- Conifère
- Feuillu
- Broussaille
- Pelouse
- Culture
- Terre labourée
- Vigne

Annotations – Tâche de segmentation sémantique



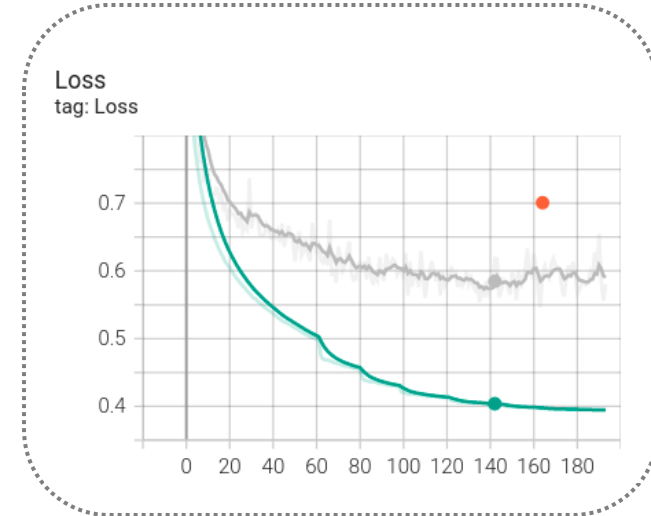
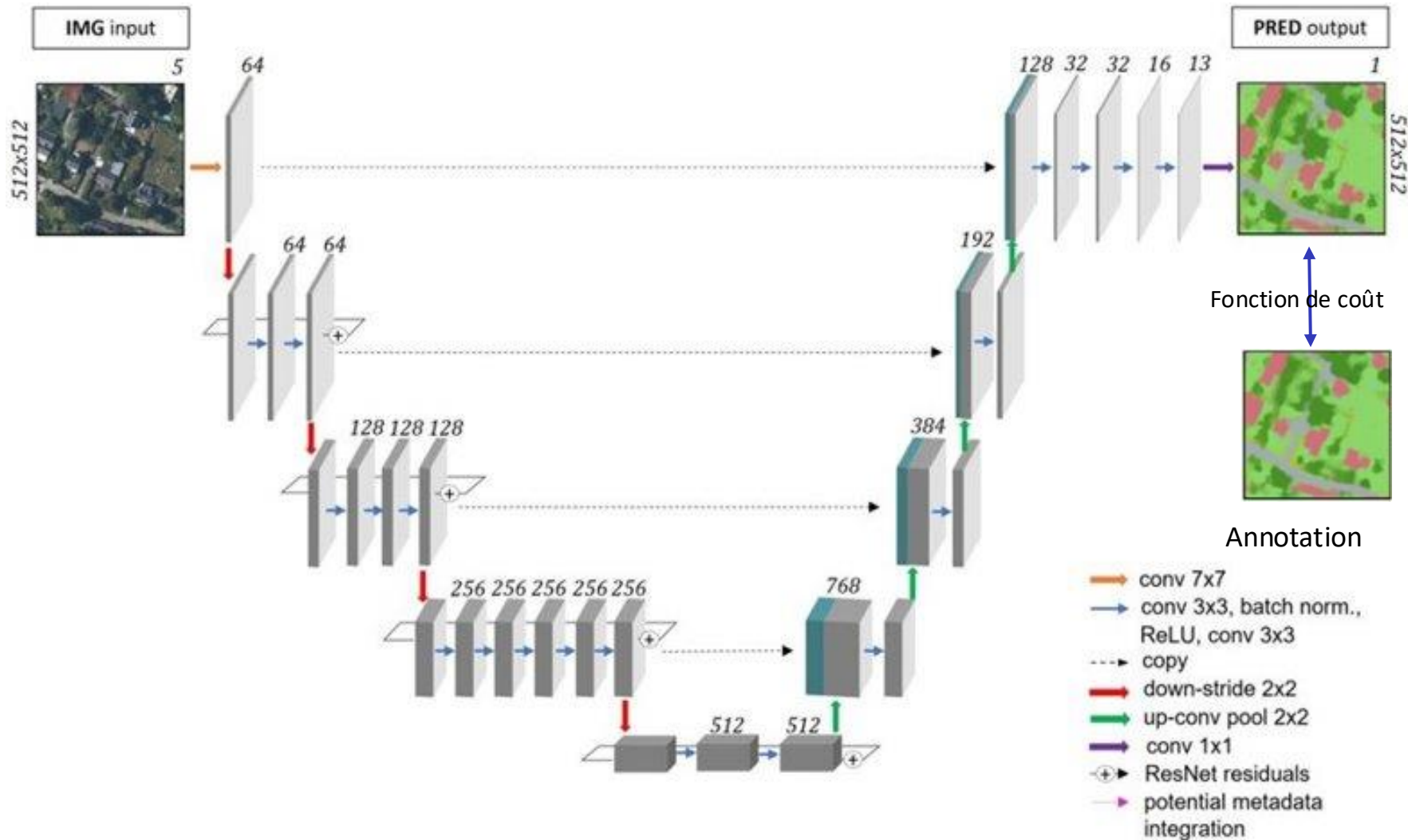
Jeu de données	Superficie	Nombre de patches 512x512 pixels	Nombre de domaines
FE_V1.2 (oct. 2023)	2 623 km ²	250 150	75

Modalité	OA	mIoU	mFscore	mPrecision	mRappel
RVBI	75.37 %	57.50 %	71.84 %	76.33 %	69.21 %



Modèle de référence – entraîné sur la BD ORTHO

Référence : U-Net Resnet-34, dataset ortho FE v1.2 [baseline]



Paramètres : 24,4 M



II – Spécialisation sur PLÉIADES NEO

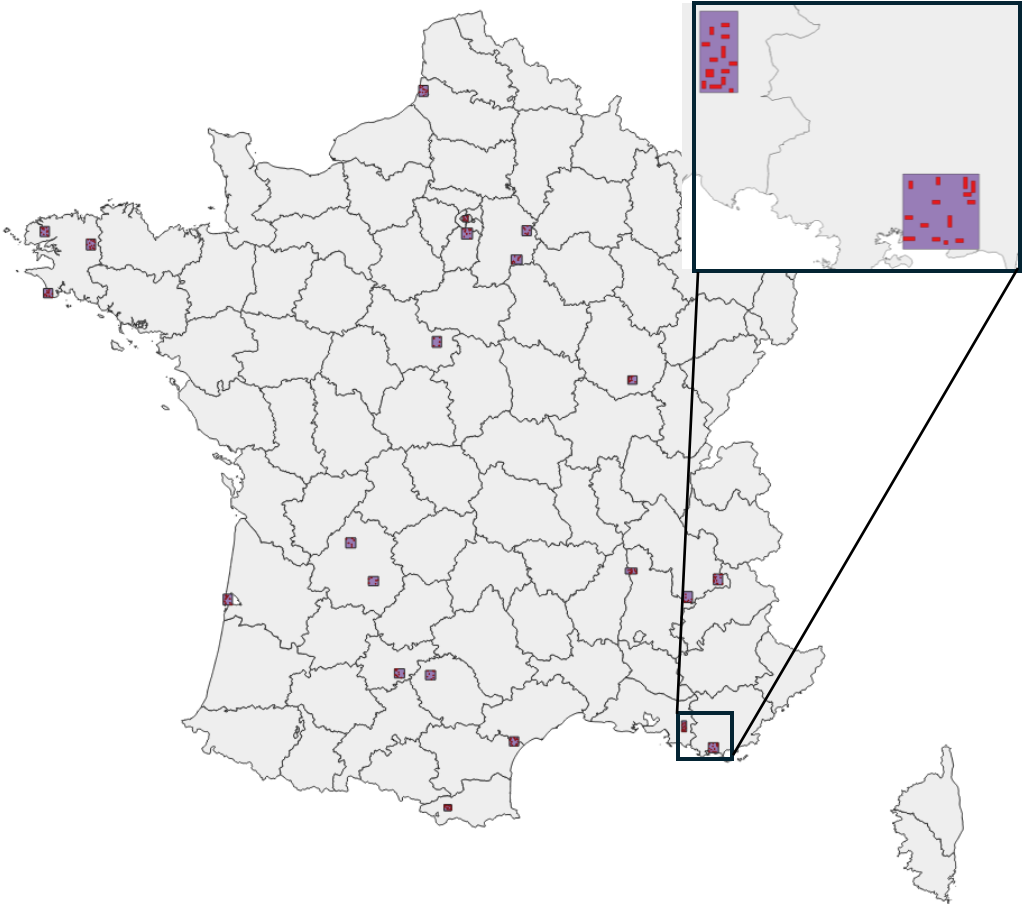
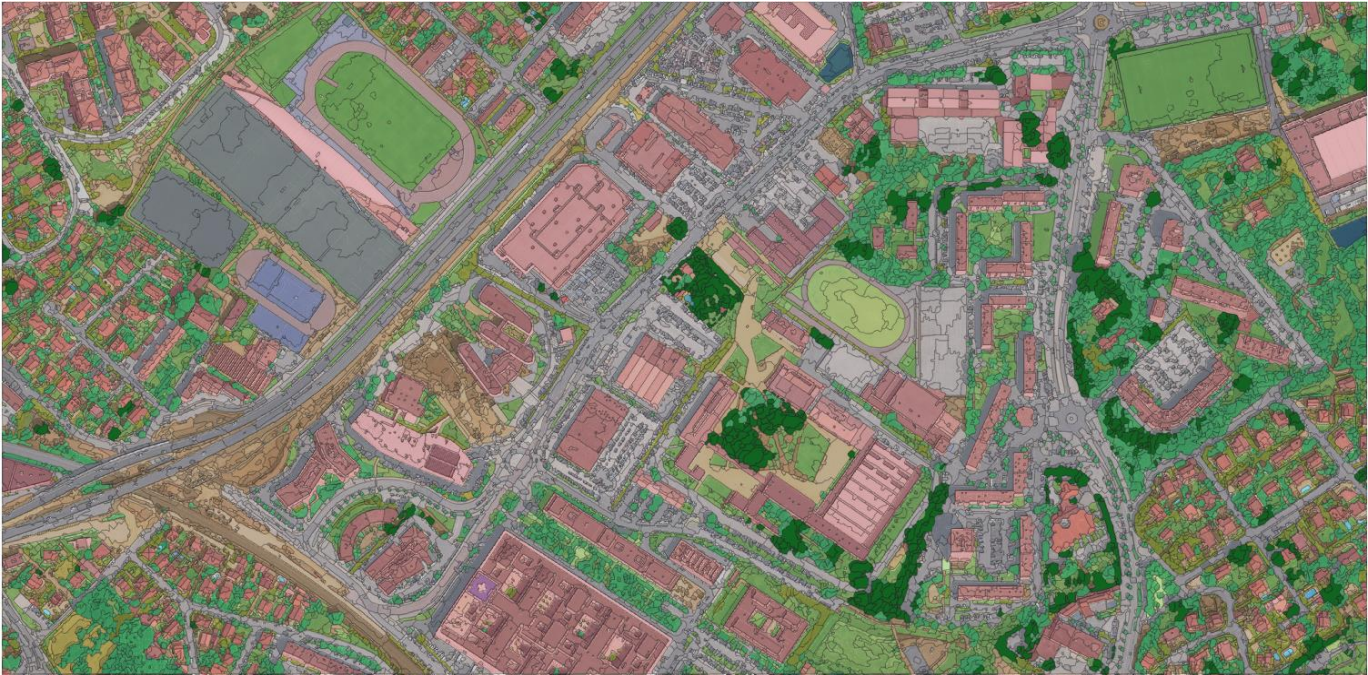


Imagerie ORTHO



Imagerie PNEO

Imagerie	Canaux	Radiométrie	Résolution spatiale	Encodage
ORTHO	4 : RVB (BD ORTHO) + I (BD ORTHO IRC)	Traitements chaîne Ortho	20 cm	8 bits
PNEO	6 : RVBI + DeepBlue + RedEdge	Level 2A surface reflectance	30 cm	16 bits 8 bits



Jeu de données	Superficie	Nombre de patchs 512x512 pixels	Nombre de domaines
FE_V1.2 (oct. 2023)	2 623 km ²	250 150	75
PNEO_V1.0	200 km ²	8 448	23

Référence : inférence directe du modèle source de la BD ORTHO [baseline]

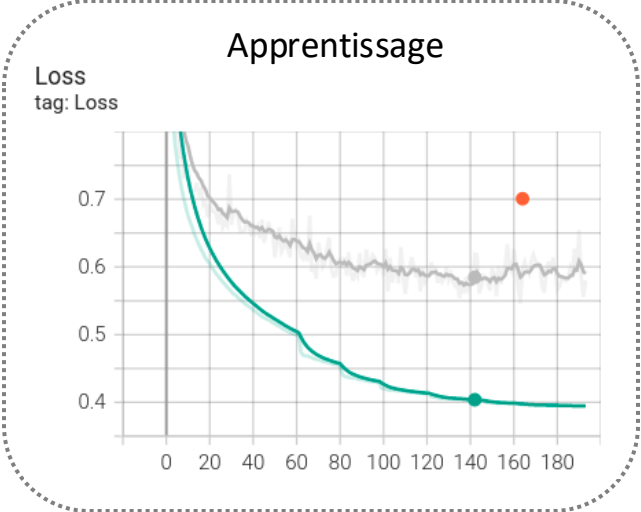
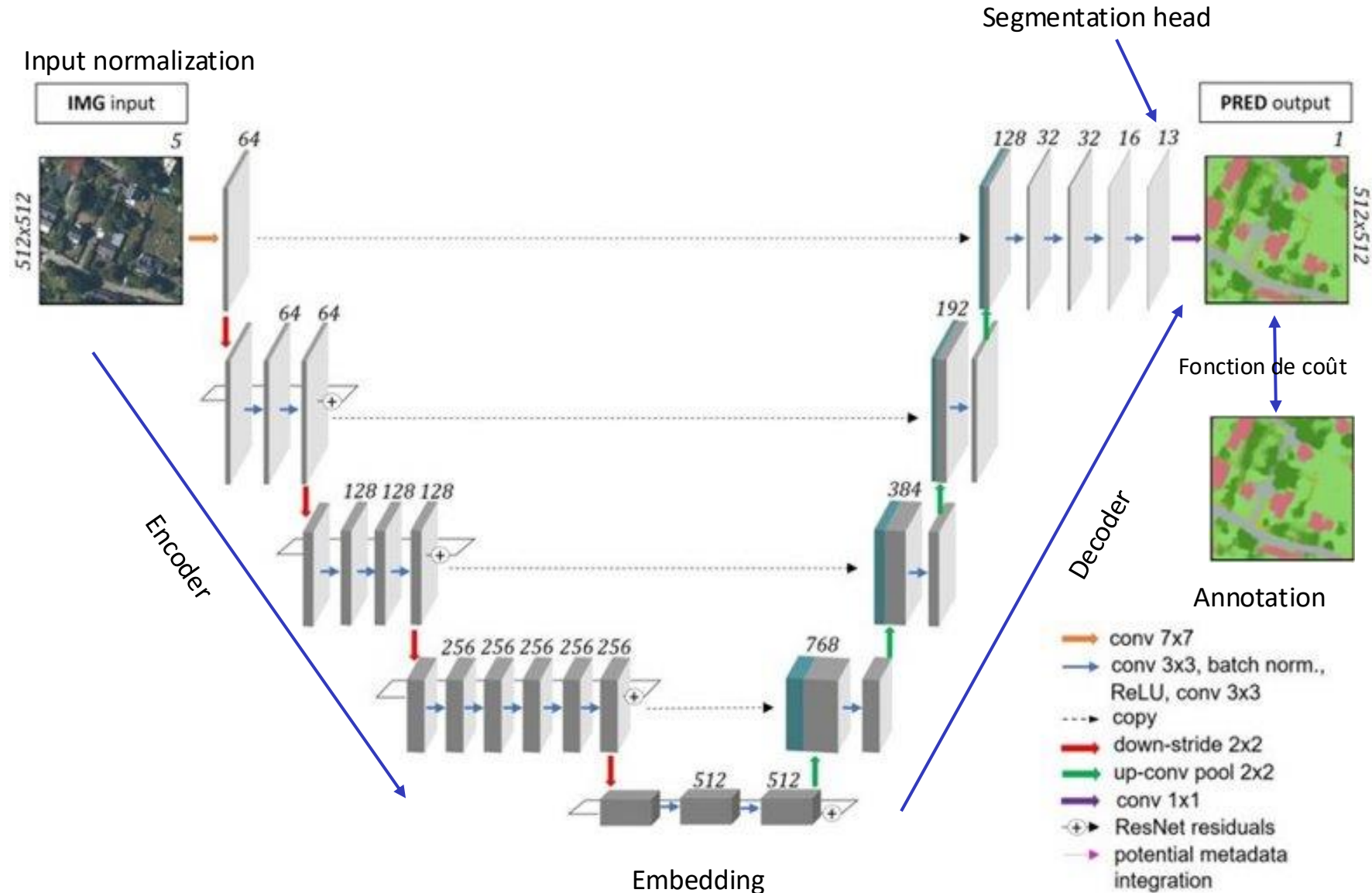


Modèle IA BD ORTHO (RVBI) --> BD ORTHO



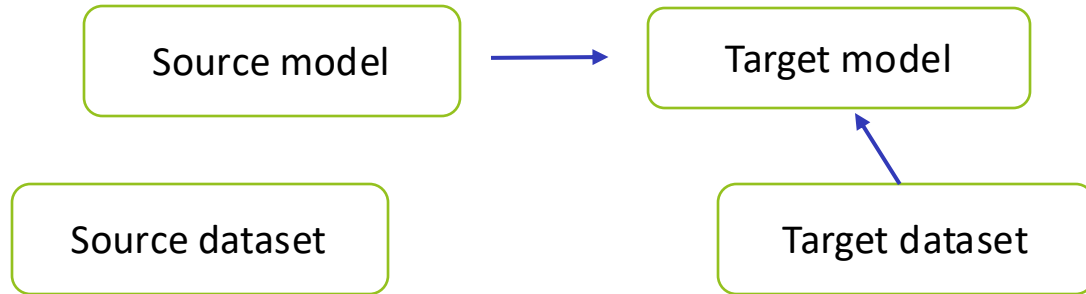
Modèle IA BD ORTHO (RVBI) --> PNEO

Référence : inférence directe du modèle source de la BD ORTHO [baseline]



Paramètres : 24,4 M

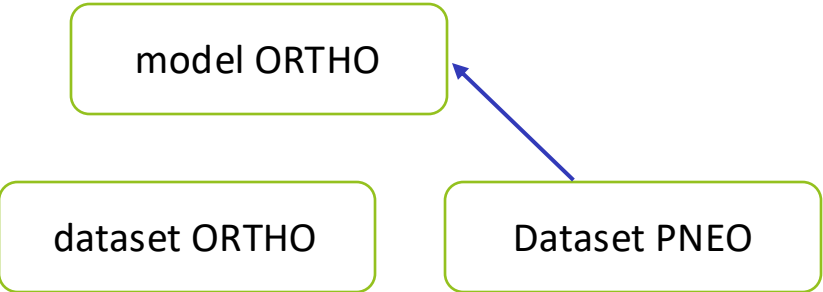
Référence : inférence directe du modèle source de la BD ORTHO [**baseline**]



Quelle normalisation des données PNEO ?

- Conversion en flottant [**norma-01**]
- Centrer-réduire :
 - Avec les stats du dataset source [**norma-source**]
 - Avec les stats du dataset cible [**norma-target**]

Référence : inférence directe du modèle source de la BD ORTHO [baseline]



Quelle normalisation des données PNEO ?

- Conversion en flottant [norma-01]
- Centrer-réduire :
 - o Avec les stats du dataset source [norma-source]
 - o Avec les stats du dataset cible [norma-target]

Input normalization	mIoU
norma-01	41.06 %
norma-source	40.01 %
norma-target	46.38 % (*)
BD ORTHO	57.50 %

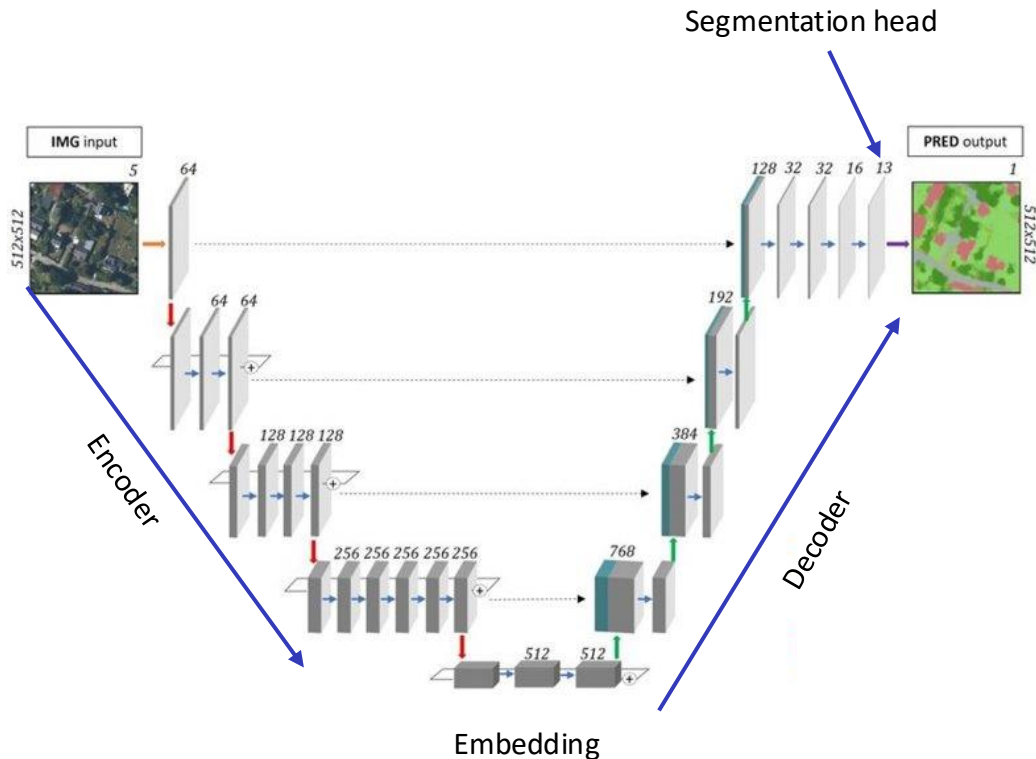
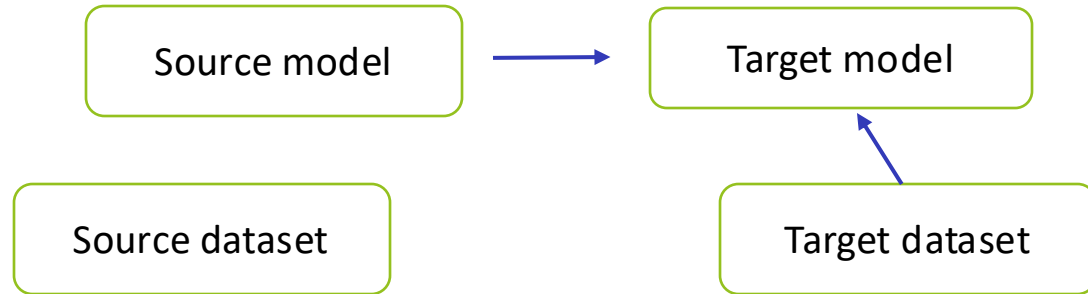
(*) Baseline pour la suite des expérimentations

Hypothèse : suffisamment d'images dans le dataset cible pour [norma-target]



[baseline] [norma-target]

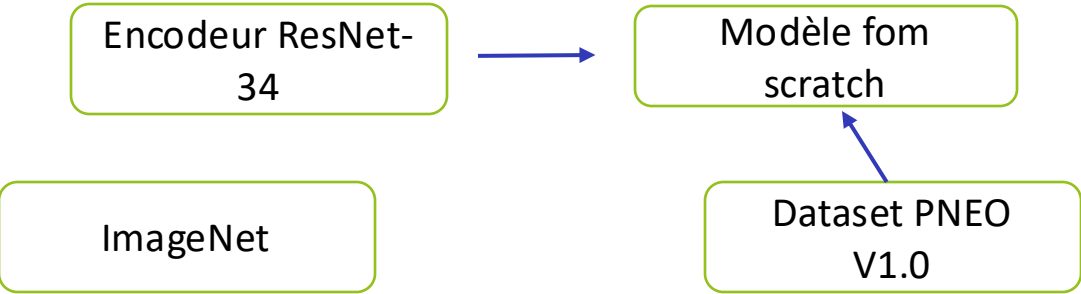
Choix techniques – quel fine-tuning ?



Quel affinement (fine-tuning) du modèle ?

- Apprentissage modèle cible avec le dataset cible **[app-scratch]**
- Initialisation des paramètres avec le modèle source (modèle pré-entraîné) **[ft-initialisation]**
- Initialisation + geler des paramètres (freeze) :
 - Geler l'encodeur **[fr-freeze-encoder]**
 - Geler l'encodeur et le décodeur **[fr-finetune-head]**

Choix techniques – quel fine-tuning ?



Quel affinement (fine-tuning) du modèle ?

- Apprentissage du modèle cible avec le dataset cible PNEO (pré-entraînement ImageNet) [app-scratch]

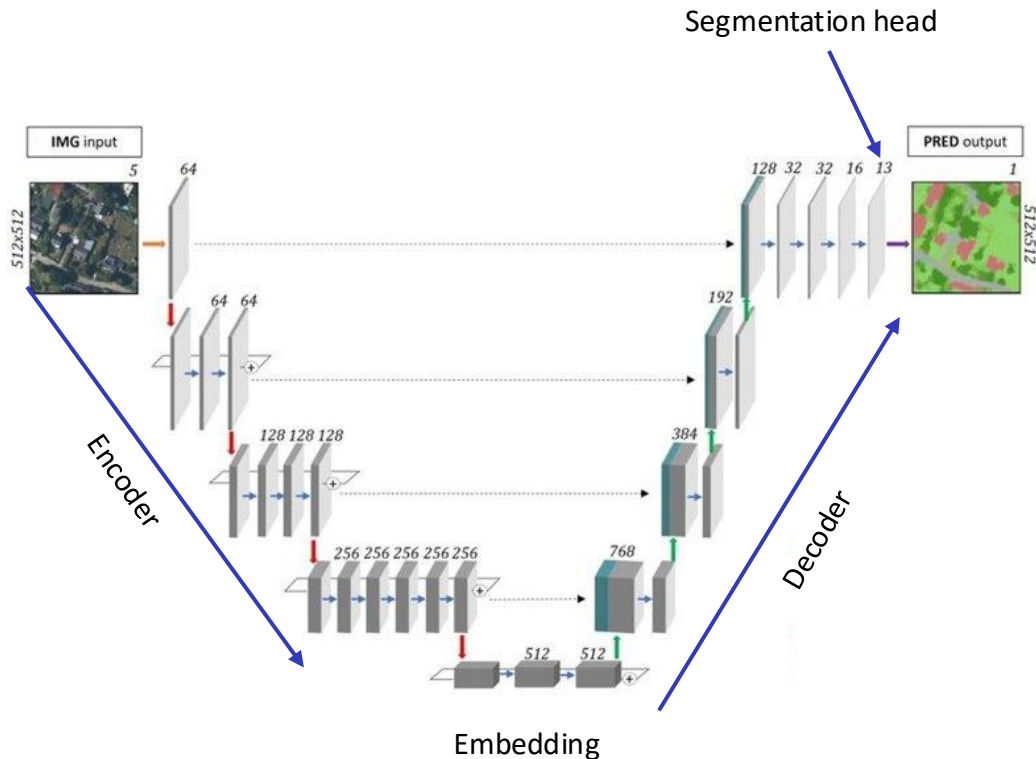
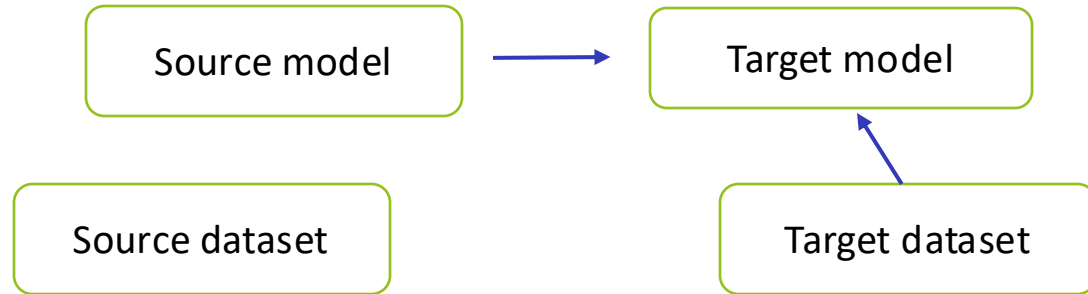
Input normalization	Epoch	mIoU
norma-target	44	49.64 % (+3.26 %)
baseline		46.38 %

- Faibles gains
- Ne profite pas des connaissances apprises sur la tâche OCS



[app-scratch] [norma-target]

Choix techniques – quel fine-tuning ?

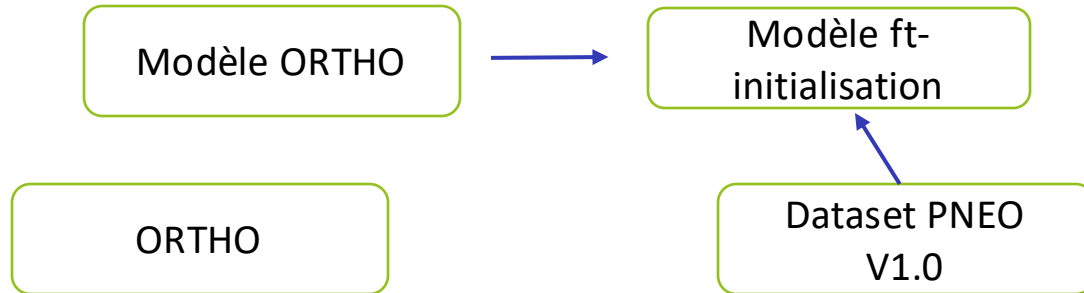


Quel affinement (fine-tuning) du modèle ?

- Apprentissage modèle cible avec le dataset cible **[app-scratch]**
- Initialisation des paramètres avec le modèle source (modèle pré-entraîné) **[ft-initialisation]**
- Initialisation + geler des paramètres (freeze) :
 - Geler l'encodeur **[fr-freeze-encoder]**
 - Geler l'encodeur et le décodeur **[fr-finetune-head]**

Choix techniques – quel fine-tuning ?

« Ces travaux ont bénéficié d'un accès aux ressources en HPC/IA de l'IDRIS
au travers de l'allocation de ressources 2022-A0131013803 (attribuée par GENCI) »



Quel affinement (fine-tuning) du modèle ?

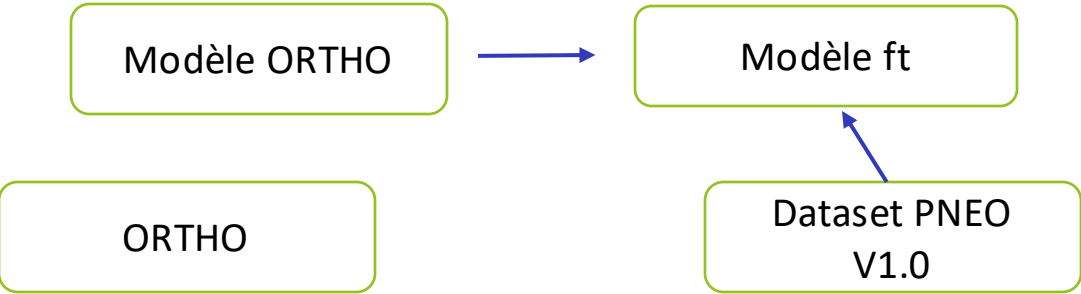
- Initialisation des paramètres avec le modèle source (modèle pré-entraîné) **[ft-initialisation]**

Input normalization	Epoch	mIoU
norma-target	5	60.58 % (+14.20 %)
baseline		46.38 %

- Gains importants avec initialisation modèle source
- Modèles cibles appris en peu d'époques



[ft-initialisation] [norma-target]



Quel affinement (fine-tuning) du modèle ?

- Initialisation + geler des paramètres (freeze) :
 - Geler l'encodeur [fr-freeze-encoder]
 - Geler l'encodeur et le décodeur [fr-finetune-head]

Input normalization	Fine-tuning	Epoch	mIoU
norma-target	Ft-initialisation	5	60.58 % (+14.2 %)
norma-target	Ft-freeze-encoder	68	53.31 % (+6.93 %)
norma-target	Ft-finetuning-head	28	44.86 % (-1.42 %)
baseline			46.38 %

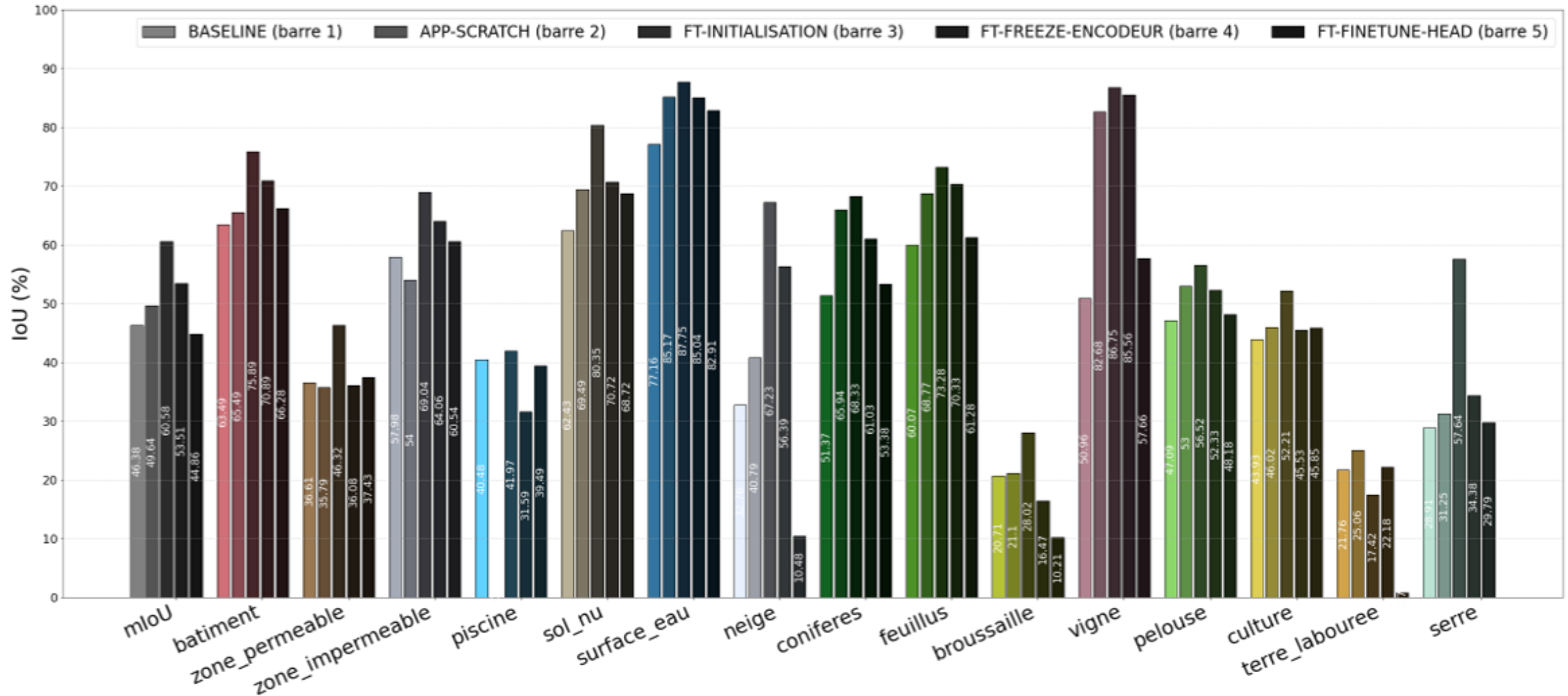
- Apport avec approche consistant à geler l'encodeur.
- Ré-estimer simplement la segmentation head pas efficace.
- [FT-finetune-head] < baseline : val loss vs. mIoU / classes rares.



[ft-freeze-encoder] [norma-target]

Choix techniques – quel fine-tuning ?

[ft-initialisation] : meilleures performances pour toutes les classes



- Meilleure méthode : initialisation des poids avec le modèle ortho + ré-entraînement de tous les poids

Pour aller plus loin :

- Bonne capacité de généralisation sur les 23 segments PNEO -> regarder si c'est le cas sur pourcentage plus grand de la France
- Méthodologies :
 - Regarder quels paramètres ont été mis à jour
 - Diminuer jusque 50 km² d'annotations et regarder l'évolution des métriques OA et mIoU
 - Tester apprentissages mixtes : ortho + PNEO
 - Canaux DeepBlue et RedEdge : comment les intégrer à l'entrée de l'architecture



Des questions ?

apolline.de-wit@ign.fr
sebastien.giordano@ign.fr