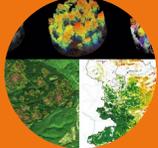


## Production et mise à jour produit BD Forêt V3 par apprentissage profond

**Sébastien Giordano, IGN**

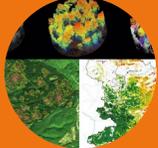
**IGN**

INSTITUT NATIONAL  
DE L'INFORMATION  
GÉOGRAPHIQUE  
ET FORESTIÈRE

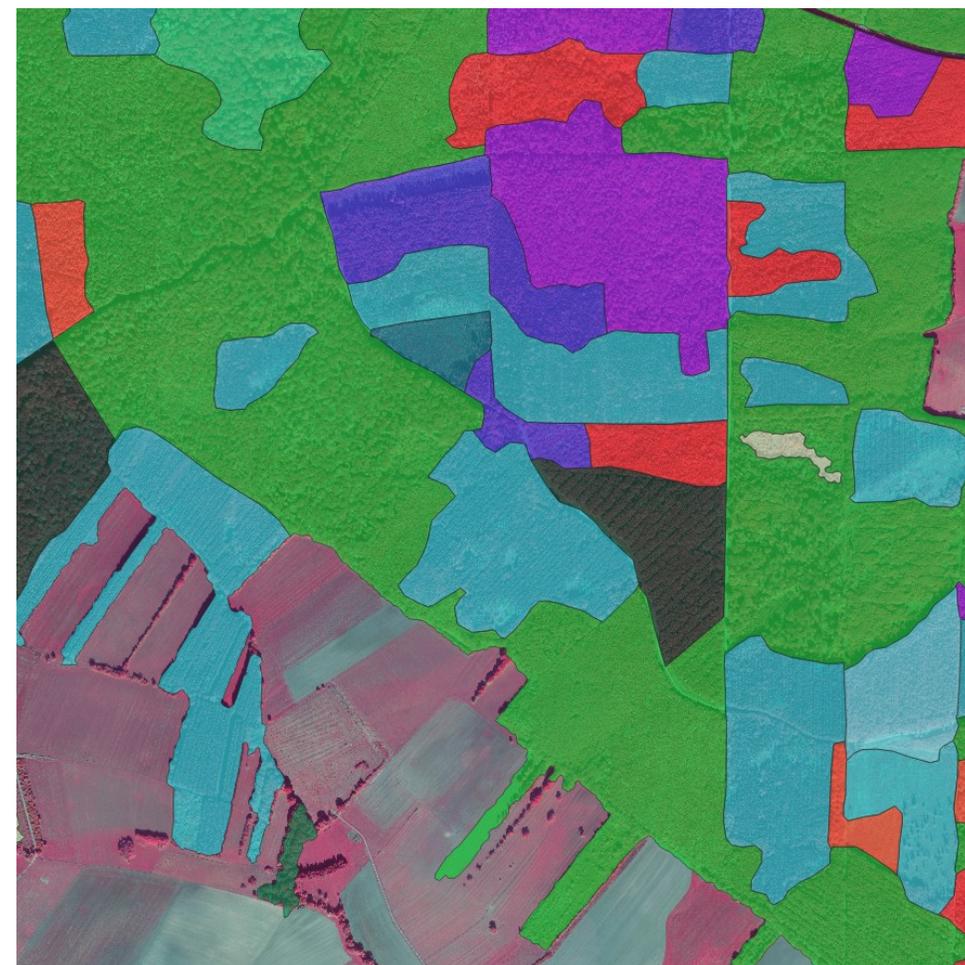
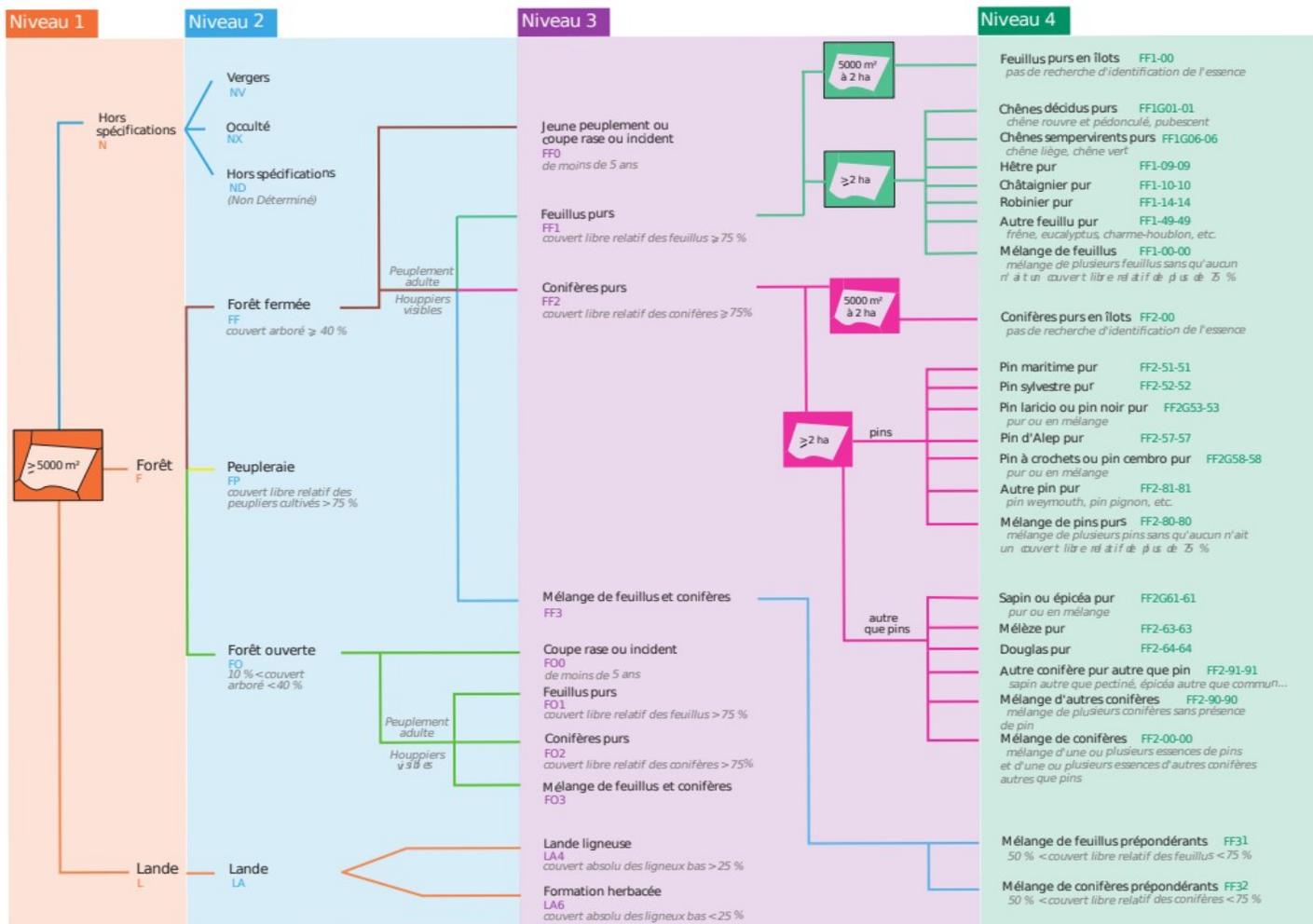


## Contexte et objectifs

- Projet **Terr-IA** : méthodes d'Intelligence Artificielle (IA) pour les produits OCS GE et BD Forêt (Deep Learning DL).
- **Ouverture des données** publiques : code source, annotations, modèles, produits intermédiaires, produits finaux.
- **Objectifs BD Forêt V3** :
  - réduire les coûts de production BD Forêt V2 avec l'IA
  - Améliorer la fréquence de mise à jour,
  - intégrer des besoins supplémentaires à moindre coût,
  - intégrer des contributions collaboratives (Inventaire, ONF),
  - proposer des mutualisations/articulations avec la couche OCS.



## Produit BD Forêt V2 (2004-2014) / Verrous IA

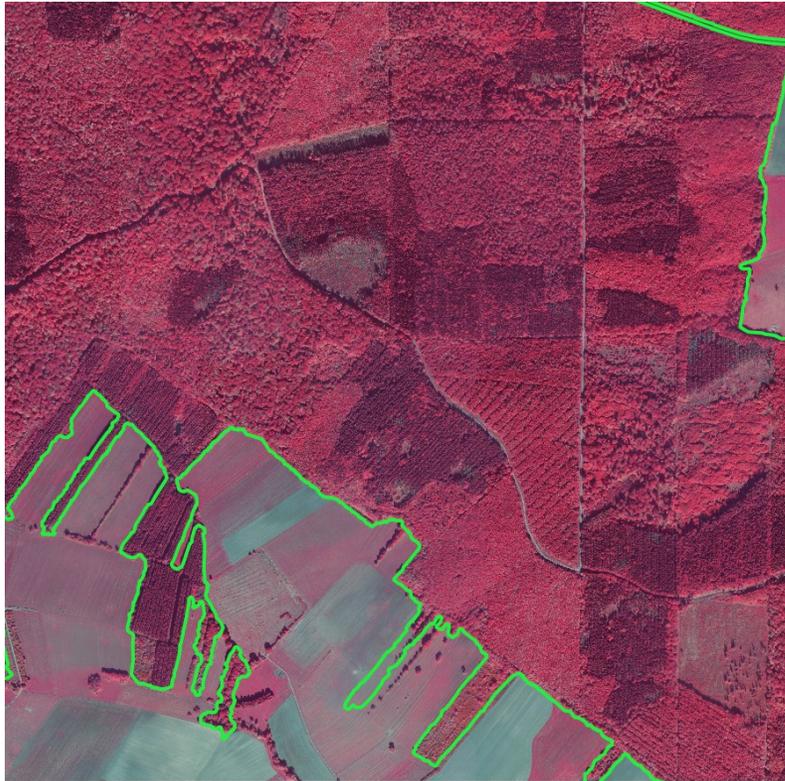


Nomenclature BD Forêt V2

BD Forêt V2 – Niveau 4



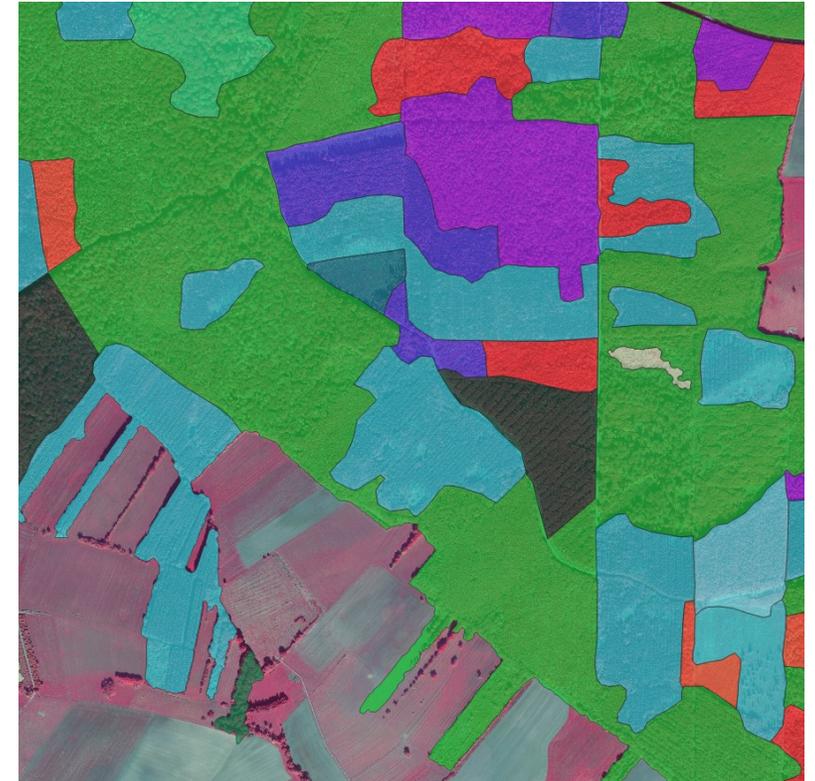
## IA : Formulation de 3 tâches indépendantes



(1) Masque Forêt



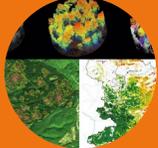
(2) Composition du Peuplement



(3) Essences Forestières

### Formulation de la tâche ?

Segmentation sémantique ? Classification (Polygone) ? Régression (Polygone) ?



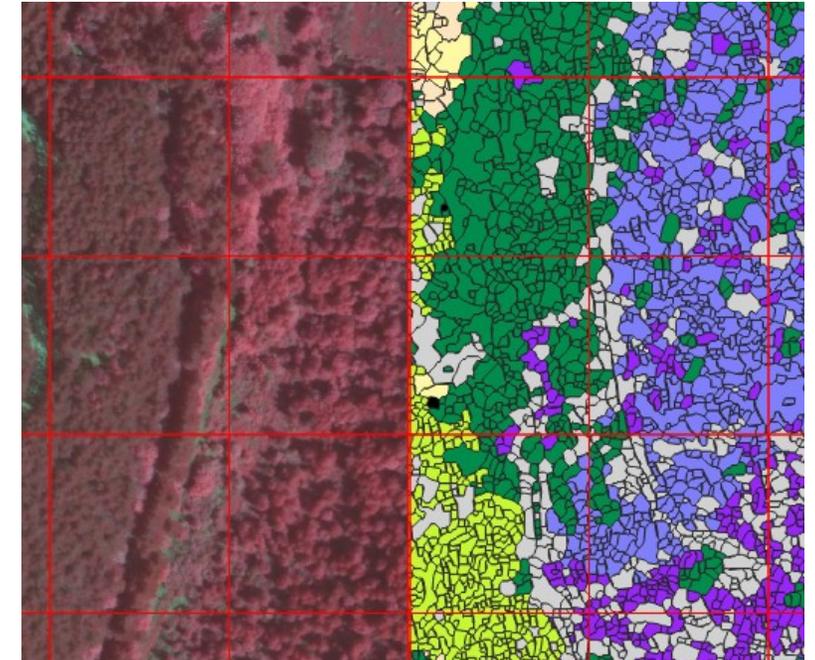
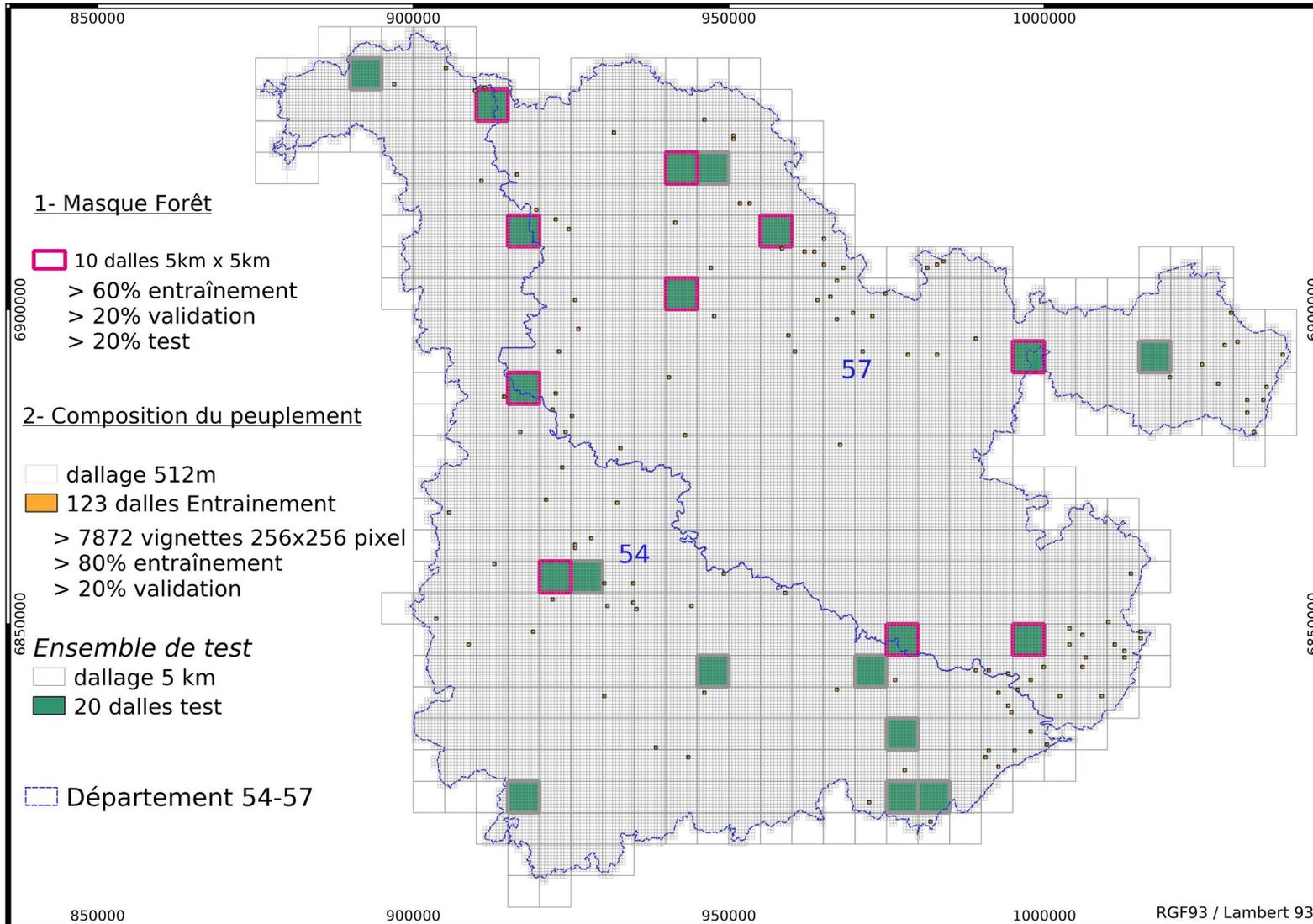
## Données en entrée et code source

- Données raster en entrée des réseaux de Deep Learning :
  - **THR**: orthoimages RVB, IRC, MNS et MNT (IGN)
  - **STS** : Séries temporelles Sentinel-2
- Technologies DL à l'IGN :
  - **Segmentation sémantique (THR)** : ODEON Landcover
  - **Classification (STS)** : PSE+TAE
  - **Segmentation panoptique (STS)** : U-TAE + PaPS

<https://gitlab.com/dai-projets/odeon-landcover>  
<https://github.com/VSainteuf/pytorch-psetae>  
<https://github.com/VSainteuf/utae-paps>



## Expérimentations niveau départemental / Annotations





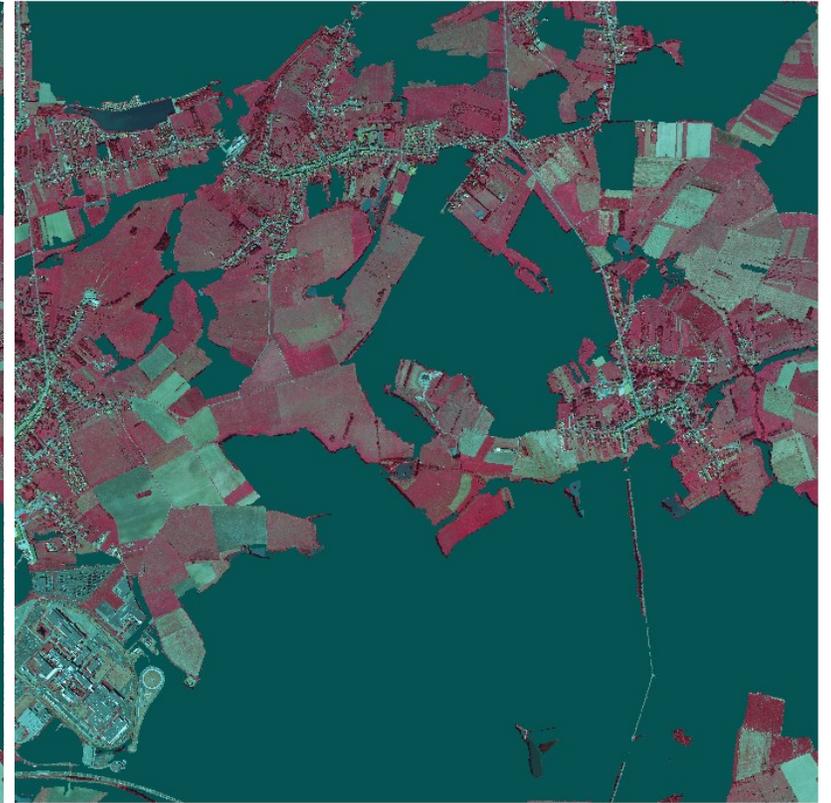
## Résultats : Masque Forêt



Inférence DL



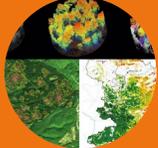
Après régularisation



Référence

### Évaluation (Test 100 km<sup>2</sup>) :

- Carte de chaleur : 2009 (Précision 97,80%, Rappel 97,56%), 2018 (Précision 96,04%, Rappel 96,69%)
- Après régularisation : 2018 nombre de polygones (OA 95,5%), surface (OA 97,6%)



## Expérimentations Masque Forêt : retour d'expérience

- Modèle : deeplab V3+
- Intérêt d'un grand *Receptive field*
- Pas d'apport de la modalité MNS-MNT
- Pas d'apport 25 cm vs. 50 cm
- Apport approche multi-annuelle
- Formulation segmentation sémantique (THR) > classification de polygones (STS)
- Entraînement avec annotations (-10 ans) : -0,25 % OA
- **Conclusion** : passage à l'échelle nationale (annotations depuis BD Forêt V2)





## Résultats : Composition du peuplement

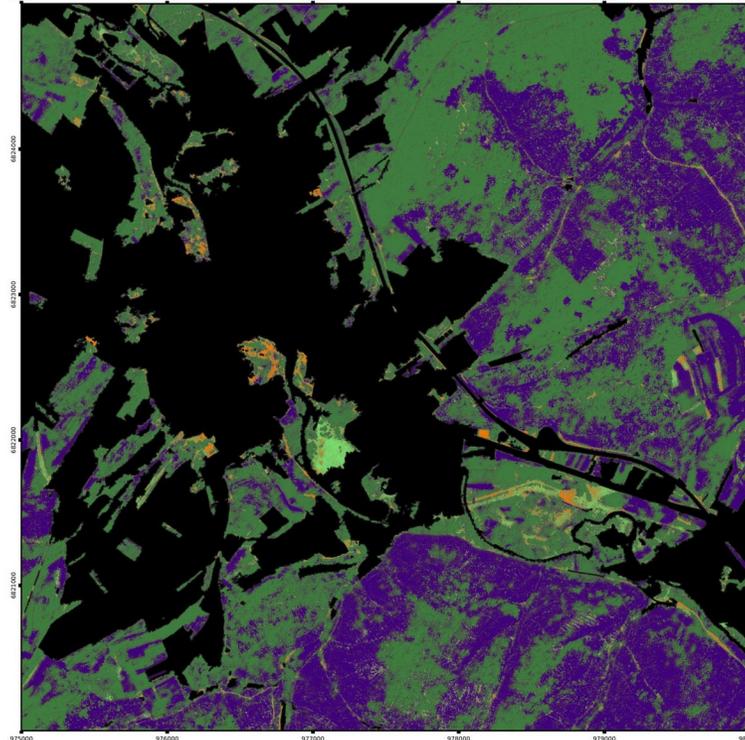
Formulation du problème comme une tâche de segmentation sémantique à 6 classes.

Modèle U-Net  
30 x 10<sup>6</sup> paramètres  
IR,R,V,B,MNS-MNT

Sol minéral   Lande ligneuse   Formation herbacée   Feuillus   Conifères



Ortho IRC



Inférence DL

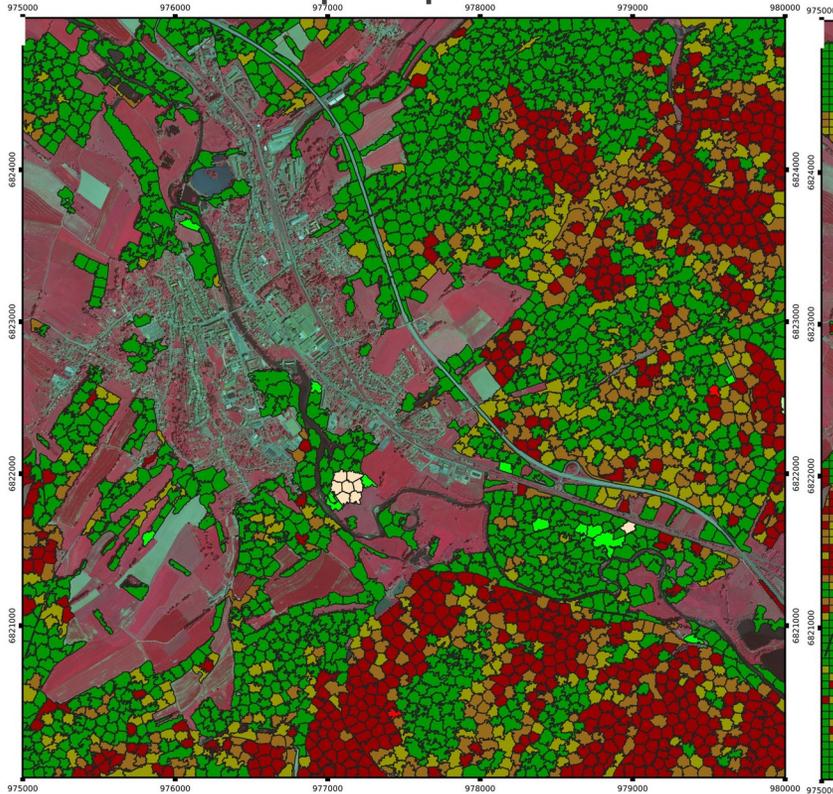
Validation  
OA 78,7%

Classe	Précision <sup>1</sup>	Rappel <sup>2</sup>	F-score <sup>3</sup>
Sol minéral	67%	36%	47%
Lande ligneuse	52%	44%	47%
Formation herbacée	73%	78%	76%
Feuillus	84%	92%	88%
Conifères	80%	83%	81%

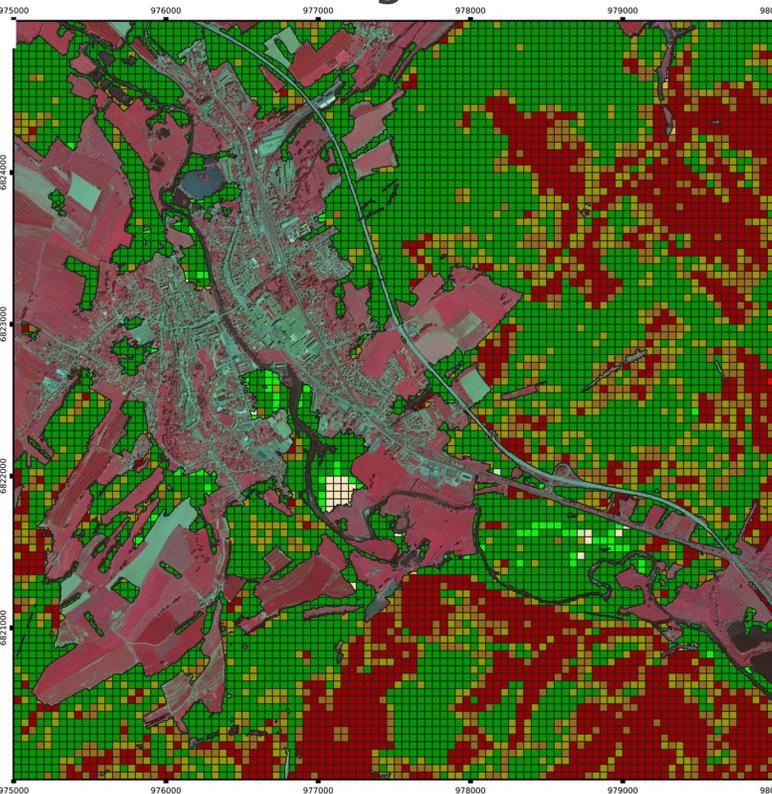


## Résultats : Maquettes utilisateurs (500 km<sup>2</sup>)

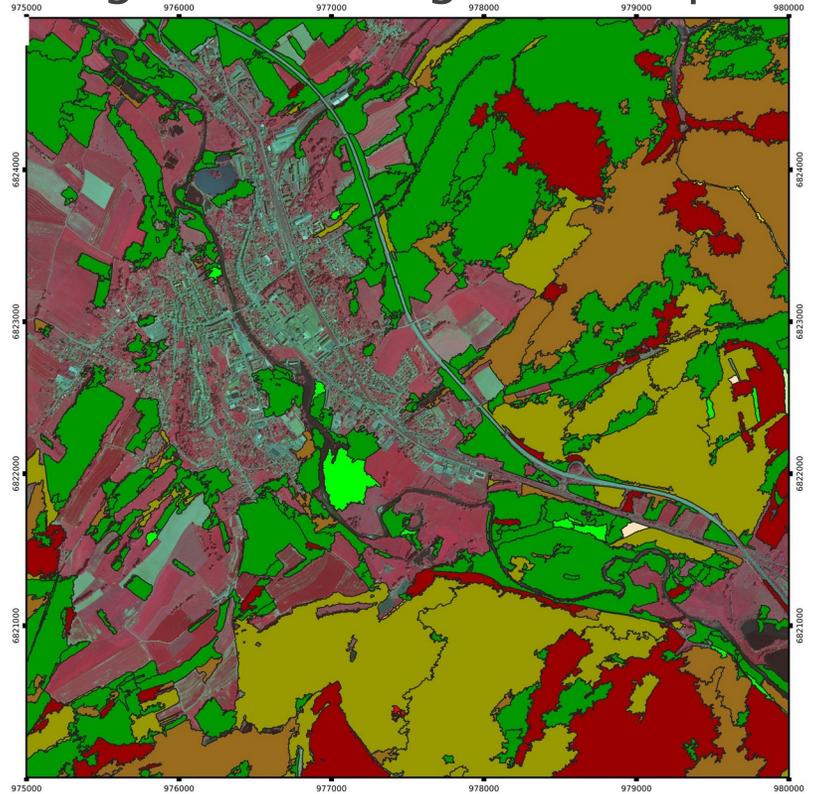
Super-pixels



Dallage fixe

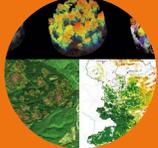


Segmentation géométrique



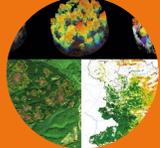
FF (Forêt fermée), FO (Forêt ouverte), L (Lande)

1 (Feuillus), 2 (Conifères), 3 (Mixte), 4 (Arbustif), 6 (Herbacé)



## Résultats : Composition du peuplement

- Évaluation du produit final (test) sur 250 km<sup>2</sup>, option super pixels : OA = 93 %.
- Production de 500 km<sup>2</sup> de maquettes utilisateurs
- Retours utilisateurs
- Conclusion :
  - Passage à l'échelle : saisie d'un jeu de données d'annotations au niveau national.
  - Bon niveau d'automatisation : Masque Forêt + Composition du peuplement.
  - Information supplémentaires : sémantiques et géométriques.



## Expérimentations niveau Essences Forestières

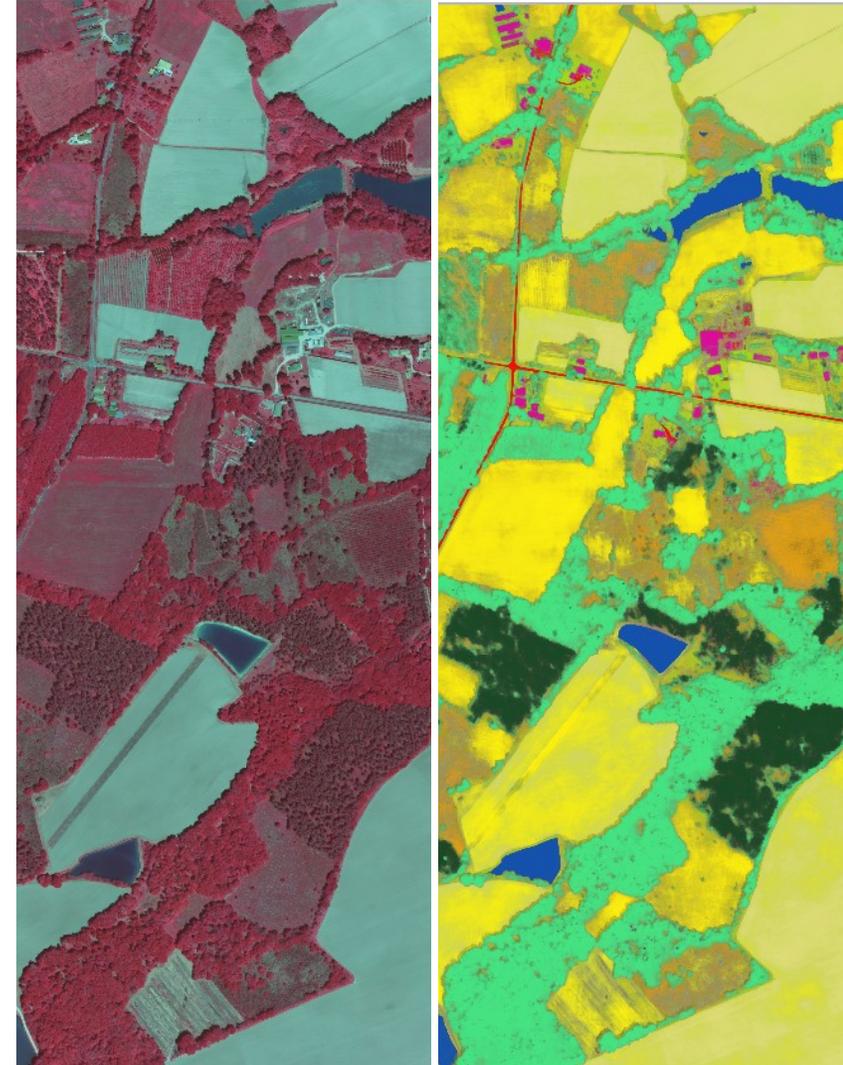
- Verrous annotation
  - Nombreuses classes
  - Photo-interprétation
  - Utilisation BD Forêt V2 : cas forêts fermées pures
- Besoin d'intégrer les images Sentinel-2
- Solution explorée : génération d'annotations à partir des placettes Inventaire et ONF :
  - En tout automatique
  - Pour aide à la photo-interprétation

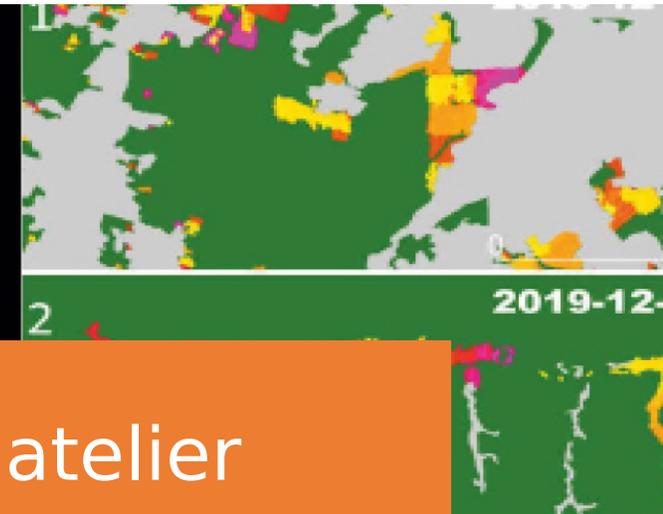
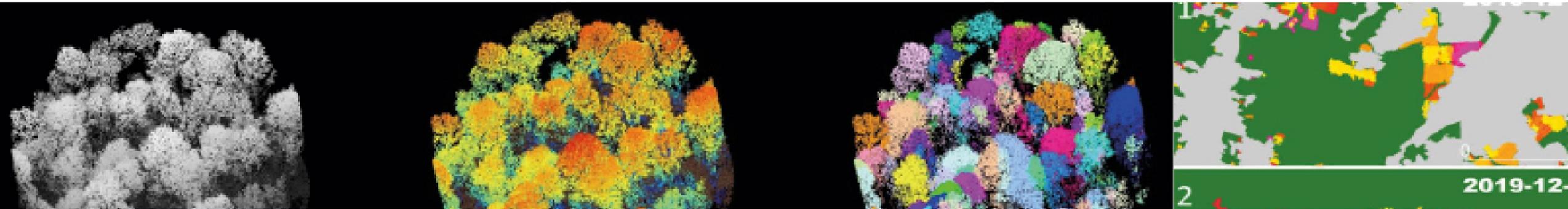
0	Non annoté	1,16%	<b>1,16%</b>
10	Feuille indéterminé	36,78%	
11	Peuplier	0,98%	
12	Châtaignier	0%	
13	Chênes décidus	0,75%	
14	Chênes sempervirents	0%	
15	Hêtre	0,66%	
16	Robinier	0,88%	
17	Autre feuillu pur	0,48%	<b>40,53%</b>
20	Conifère indéterminé	10,74%	
201	Conifère indéterminé autre que pin	4,23%	
21	Douglas	0,25%	
22	Mélèze	0,96%	
23	Pin d'Alep	0%	
24	Pin noir, Pin laricio	1,78%	
25	Pin maritime	0%	
26	Pin sylvestre	3,28%	
27	Pin à crochets, pin cembro	0%	
28	Sapin - épicéa	3,64%	
29	Autre conifère pur autre que pin	0%	
70	Pin indéterminé	1,83%	
71	Autre pin pur autre que pin (23 à 27)	0%	<b>26,71%</b>
30	Ligneux bas (arbustes)	5,02%	<b>5,02%</b>
40	Formation herbacée naturelle	6,88%	
41	Formation herbacée agricole	11,12%	<b>18,00%</b>
42	Sol minéral / chemins	5,72%	<b>5,72%</b>
50	Bâtiment	0,50%	
51	Route	1,21%	
52	Eau	1,09%	
53	VF	0,06%	<b>2,86%</b>



## Conclusion et perspectives

- Projet suspendu temporairement : priorité OCSGE
- Étude de la convergence entre les modèles de DL OCS GE et BD Forêt V3 (niveau composition).
  - Jeu national d'annotations ~ compatible BD Forêt (composition) produit en 2022.
- Verrous méthodologiques traitées via la thématique OCSGE :
  - Gestion de la multimodalité (MNS / Sentinel-2).
  - Transfer Learning.





Retrouvez toutes les présentations de l'atelier



## LES UTILISATIONS DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR LA FORÊT

sur [www.theia-land.fr/foret21](http://www.theia-land.fr/foret21)

