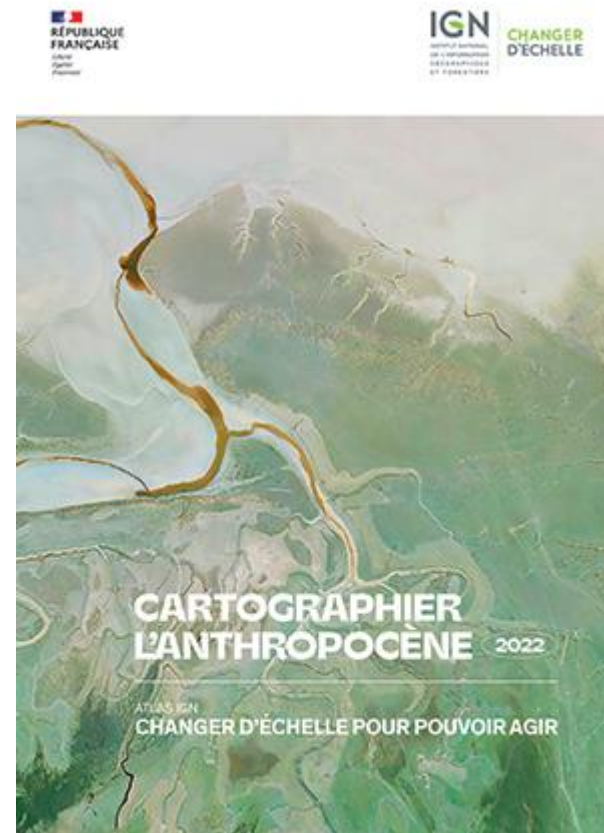


LEVERAGING AI AT NATIONAL SCALE : THE CASE OF LAND COVER MAPPING

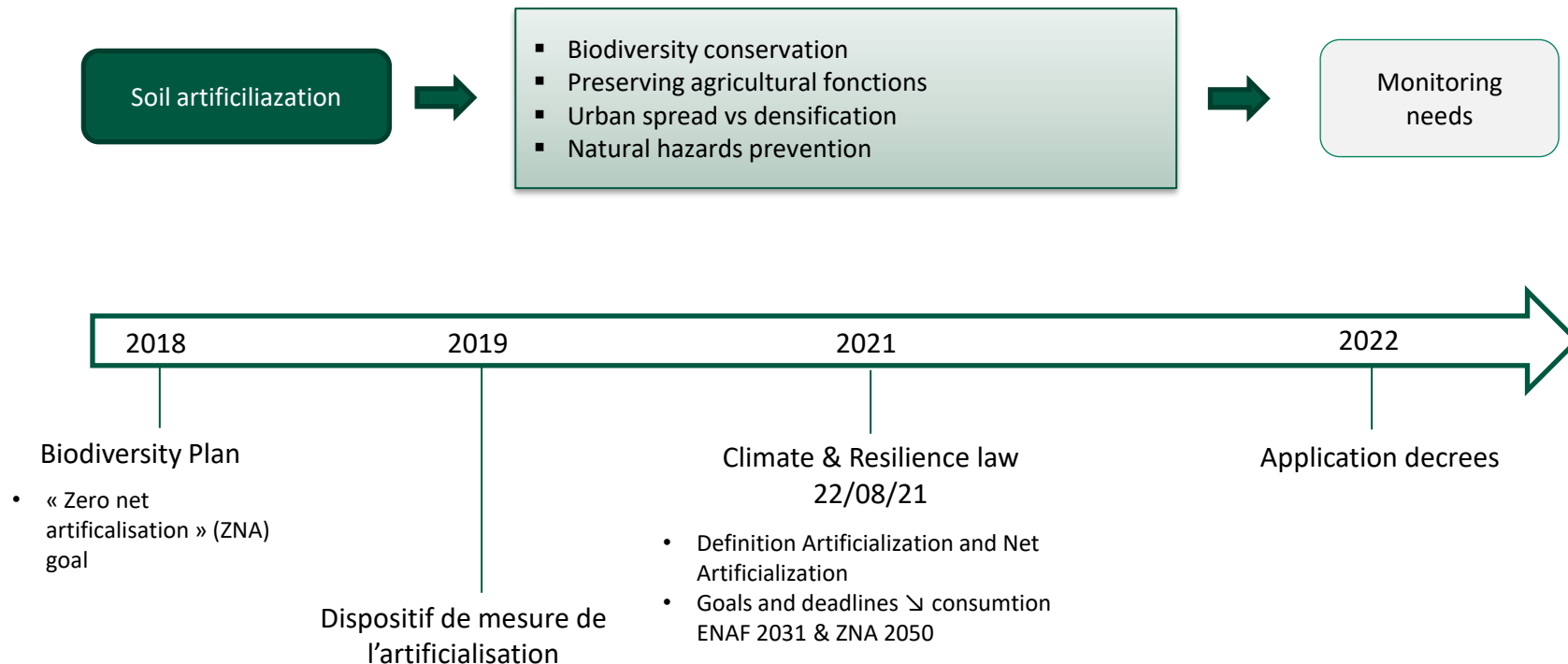
Matthieu Porte, coordinator of AI activities (IGN)

1. Political context

Mapping Anthropocene



Context





Decree relative to soil artificialization : correspondance matrices

OCS GE Database vs Artificialization

		Couverture du sol											
		CS1. Sans végétation						CS2. Avec végétation					
		CS1.1 Surfaces anthropiques			CS1.2 Surfaces naturelles			CS2.1 Végétation ligneuse			CS2.2 Végétation non ligneuse		
		CS1.1.1 Zones imperméables	CS1.1.2 Zones perméables	CS1.1.3 Zones non (d'eau, goudron, revêtement, etc.)	CS1.2.1 Zones à maillage continu	CS1.2.2 Zones à maillage discontinu	CS1.2.3 Zones à maillage continu	CS2.1.1 Formations arborescentes et sous-arborescentes (Landes basses, formations arborescentes, etc.)	CS2.1.2 Formations herbacées (Prairies, prairies, terres arables, etc.)	CS2.1.3 Autres formations ligneuses (Jardins, parcs, etc.)	CS2.2.1 Formations herbacées (Prairies, prairies, terres arables, etc.)	CS2.2.2 Formations ligneuses (Jardins, parcs, etc.)	CS2.2.3 Autres formations ligneuses (Jardins, parcs, etc.)
Usage du sol	OCS GE Database	CS1.1.1.1 Zones bâties	CS1.1.1.2 Zones non bâties (Routes, places, etc.)	CS1.1.1.3 Zones à maillage continu	CS1.1.2.1 Zones à maillage continu	CS1.1.2.2 Zones à maillage discontinu	CS1.1.2.3 Zones à maillage continu	CS2.1.1.1 Forêt de feuillus	CS2.1.1.2 Forêt de conifères	CS2.1.1.3 Forêt mixte	CS2.2.1.1 Zones à maillage continu	CS2.2.1.2 Zones à maillage discontinu	CS2.2.1.3 Zones à maillage continu
		US1.1 Agriculture	Non Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.2 Sylviculture	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.3 Activités d'extraction	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.4 Pêche et aquaculture	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.5 Aires	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.6 Production industrielle, commerciale, artisanale et usage collectif	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.7 Services	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.8 Tertiaire	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.9 Résidentiel	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.10 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.11 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.12 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.13 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.14 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.15 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.16 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.17 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.18 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.19 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.20 Services de logistique et de stockage	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.21 Services de logistique et de stockage	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.22 Services de logistique et de stockage	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.23 Services de logistique et de stockage	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.24 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.25 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.26 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.27 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.28 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.29 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.30 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.31 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art

Art	Espace artificialisé	Non Art	Espace Non Artificialisé NAF
-----	----------------------	---------	------------------------------

⇒ Both land cover & use are required

1. Contexte b. Nomenclature de l'artificialisation

OCS GE vs legal categories of land cover&use

		Couverture du sol											
		CS1. Sans végétation						CS2. Avec végétation					
		CS1.1 Surfaces anthropiques			CS1.2 Surfaces naturelles			CS2.1 Végétation ligneuse			CS2.2 Végétation non ligneuse		
		CS1.1.1 Zones imperméables	CS1.1.2 Zones perméables	CS1.1.3 Zones non (d'eau, goudron, revêtement, etc.)	CS1.2.1 Zones à maillage continu	CS1.2.2 Zones à maillage discontinu	CS1.2.3 Zones à maillage continu	CS2.1.1 Formations arborescentes et sous-arborescentes (Landes basses, formations arborescentes, etc.)	CS2.1.2 Formations herbacées (Prairies, prairies, terres arables, etc.)	CS2.1.3 Autres formations ligneuses (Jardins, parcs, etc.)	CS2.2.1 Formations herbacées (Prairies, prairies, terres arables, etc.)	CS2.2.2 Formations ligneuses (Jardins, parcs, etc.)	CS2.2.3 Autres formations ligneuses (Jardins, parcs, etc.)
Usage du sol	OCS GE Database	CS1.1.1.1 Zones bâties	CS1.1.1.2 Zones non bâties (Routes, places, etc.)	CS1.1.1.3 Zones à maillage continu	CS1.1.2.1 Zones à maillage continu	CS1.1.2.2 Zones à maillage discontinu	CS1.1.2.3 Zones à maillage continu	CS2.1.1.1 Forêt de feuillus	CS2.1.1.2 Forêt de conifères	CS2.1.1.3 Forêt mixte	CS2.2.1.1 Zones à maillage continu	CS2.2.1.2 Zones à maillage discontinu	CS2.2.1.3 Zones à maillage continu
		US1.1 Agriculture	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.2 Sylviculture	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.3 Activités d'extraction	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.4 Pêche et aquaculture	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.5 Aires	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.6 Production industrielle, commerciale, artisanale et usage collectif	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.7 Services	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.8 Tertiaire	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.9 Résidentiel	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.10 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.11 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.12 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.13 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.14 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.15 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.16 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.17 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.18 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.19 Réseau de transport	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.20 Services de logistique et de stockage	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.21 Services de logistique et de stockage	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.22 Services de logistique et de stockage	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.23 Services de logistique et de stockage	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.24 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.25 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.26 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.27 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
Usage du sol	OCS GE Database	US1.28 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.29 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.30 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art
		US1.31 Zones en transition	Art	Art	Art	Art	Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art	Non Art

Surfaces artificialisées :					
1	2	3	4	5	
Surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison de leur destination, aménagements, ouvrages ou installations	Surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison de leur destination (parkings, aéroports, centres de sports ou de loisirs)	Surfaces partiellement ou totalement perméabilisées dont les sols sont stabilisés et connectés ou connectés au réseau routier	Surfaces partiellement ou totalement perméabilisées dont les sols sont stabilisés et connectés ou connectés au réseau routier	Surfaces à usage résidentiel, de production agricole ou forestière, ou d'infrastructures (aéroports, etc.) dont les sols sont stabilisés et connectés ou connectés au réseau routier	Surfaces à usage résidentiel, de production agricole ou forestière, ou d'infrastructures (aéroports, etc.) dont les sols sont stabilisés et connectés ou connectés au réseau routier
Surfaces non artificialisées :					
6	7	8			
Surfaces naturelles qui sont des zones humides, prairies ou forêts, etc. ou des zones non bâties, etc. qui sont végétalisées (végétation spontanée ou en culture, etc.)	Surfaces à usage de culture, qui sont végétalisées (végétation spontanée ou en culture, etc.)	Surfaces à usage de culture, qui sont végétalisées (végétation spontanée ou en culture, etc.)	Surfaces à usage de culture, qui sont végétalisées (végétation spontanée ou en culture, etc.)		

2. OCS GE

Leveraging AI for national land cover maps

A reference geo-database

Fine-grained, periodic
(3y) description



Two dimensions : land
cover (14) and land use (20)



National by 2024
(overseas included)



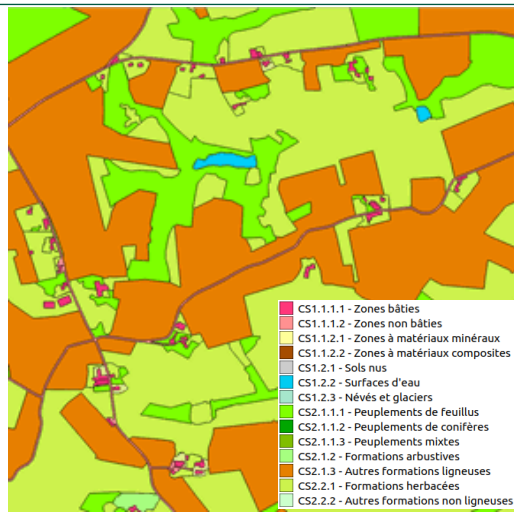
OCS GE

Hard to tackle directly with AI at object level (generalized information)

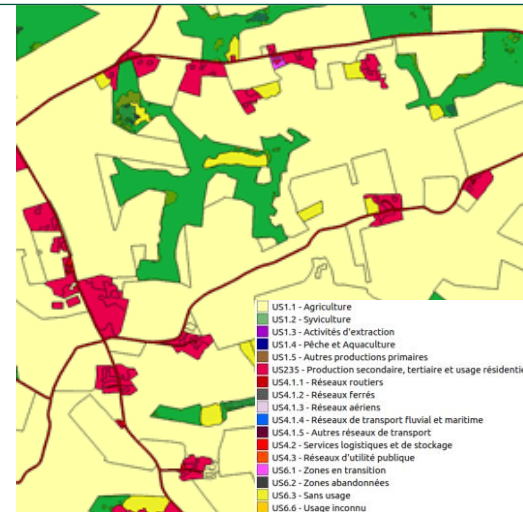
RVB Orthoimage



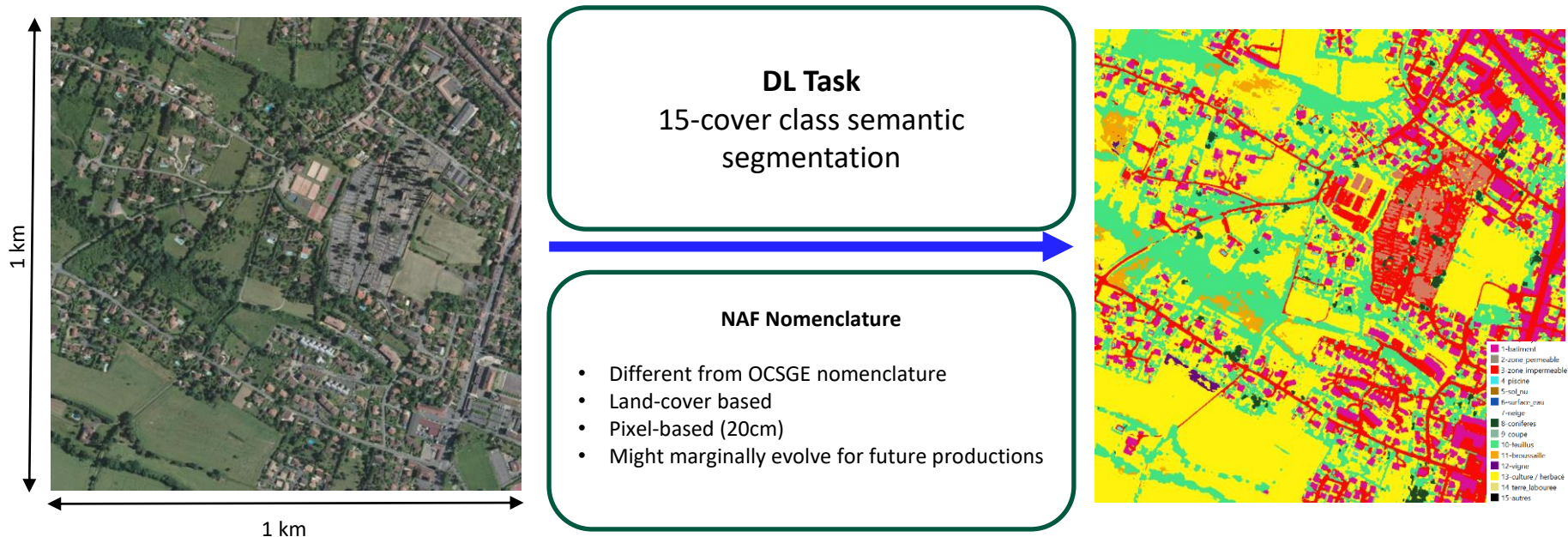
OCS GE - cover



OCS GE - use



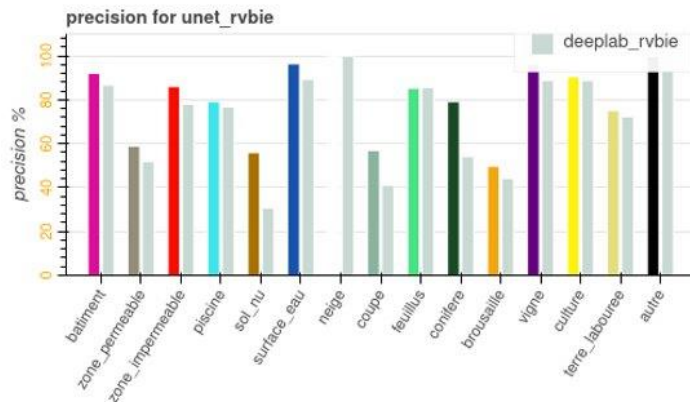
Semantic segmentation for land cover mapping



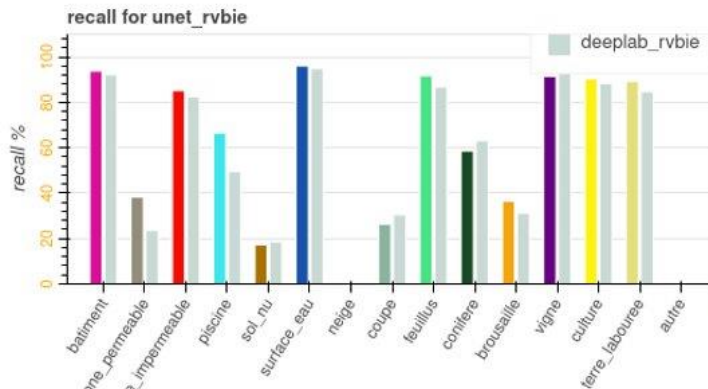
Model evaluation

With various image bands

OA (%)	RVB	RVBI	RVBIE
Deeplab V3+	80,8	82,1	83,2
U-Net	85,2	85,7	86,2

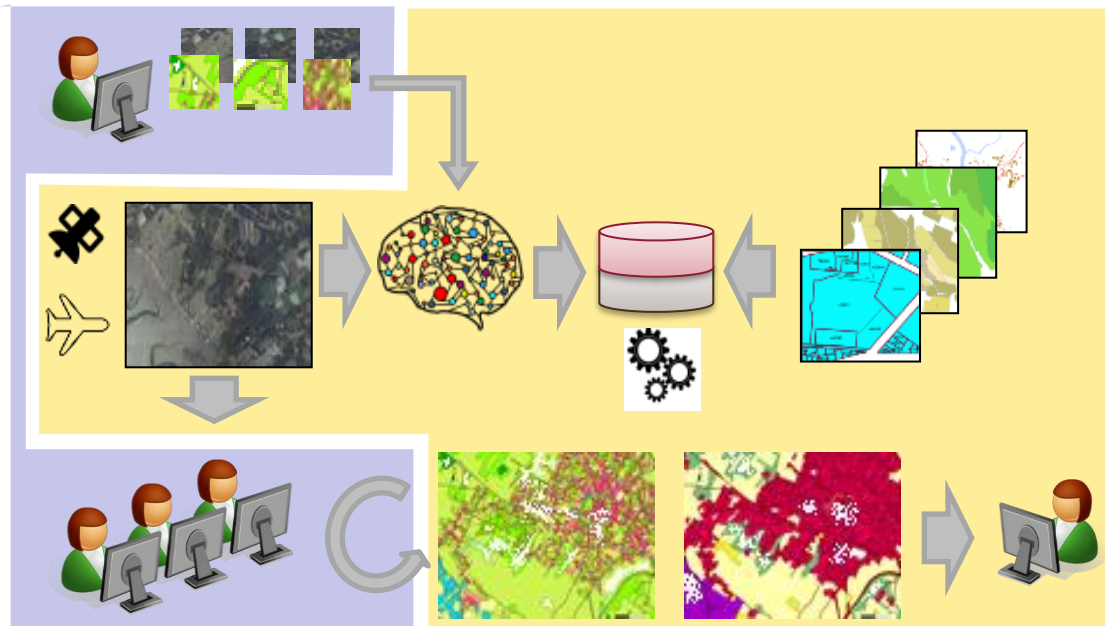


Precision



Recall

How does it fit in the overall production process ?



1. **Annotation production**
2. DL model
3. Post-processing (vectorization, regularization...)
4. Extraction from existing databases (BDTopo, RPG, cadastral files)
5. Aggregation in OCS GE classes
6. **Photo-identification**
7. Quality control of the end product

B. Open AI Data

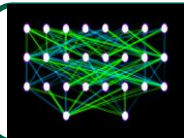
Building AI Commons



a- Annotations



b- Training datasets

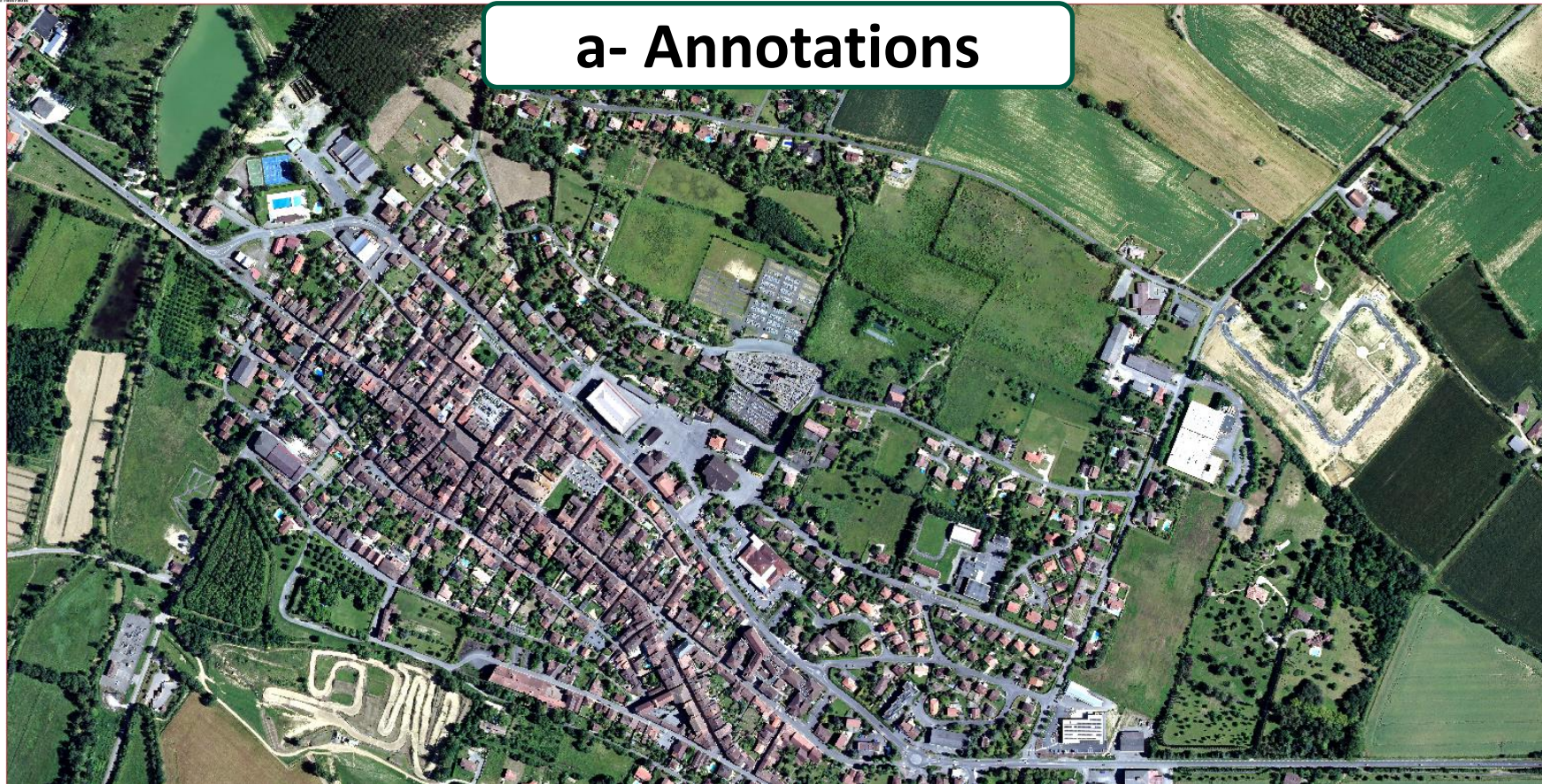


c- Models

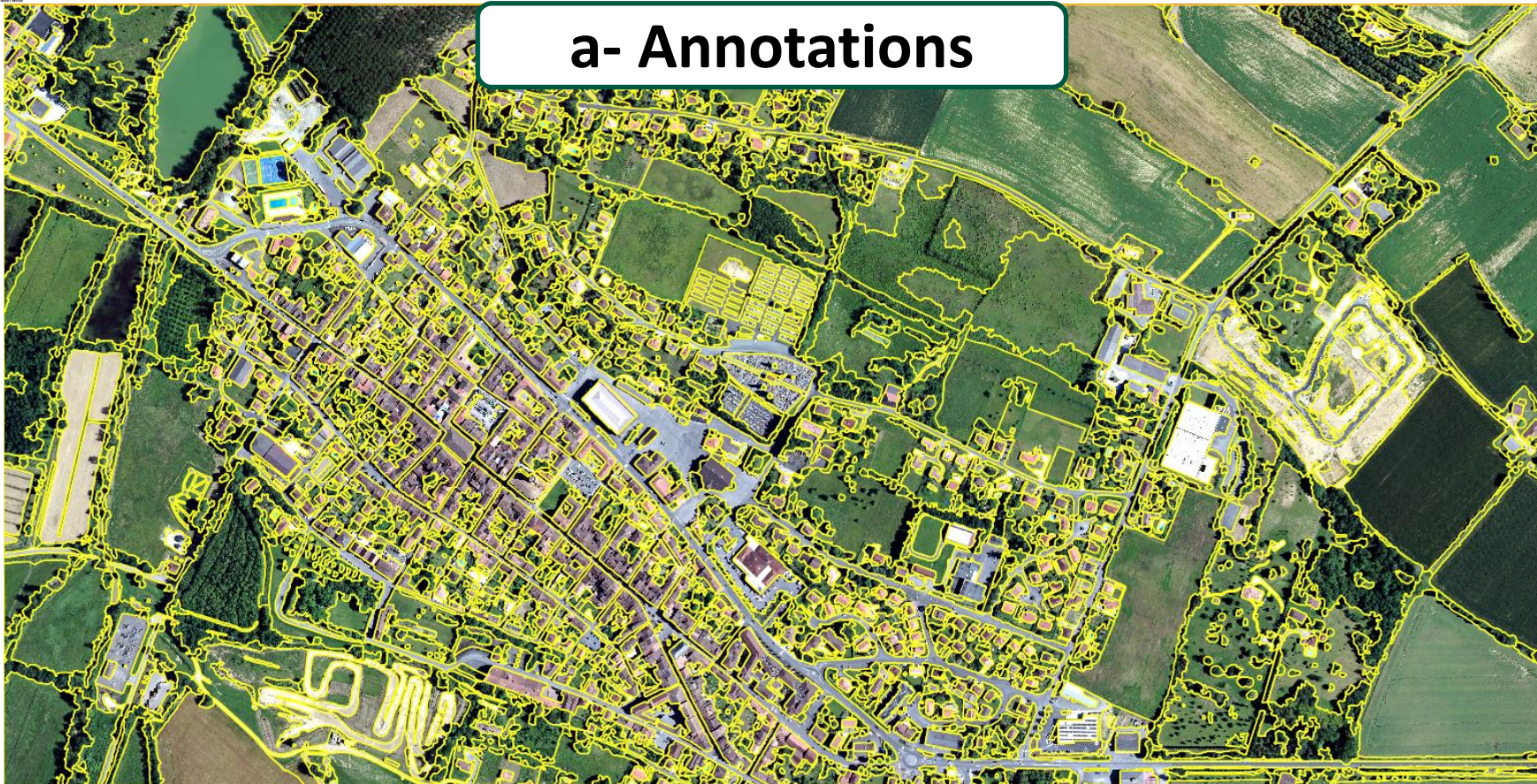


d- Predictions

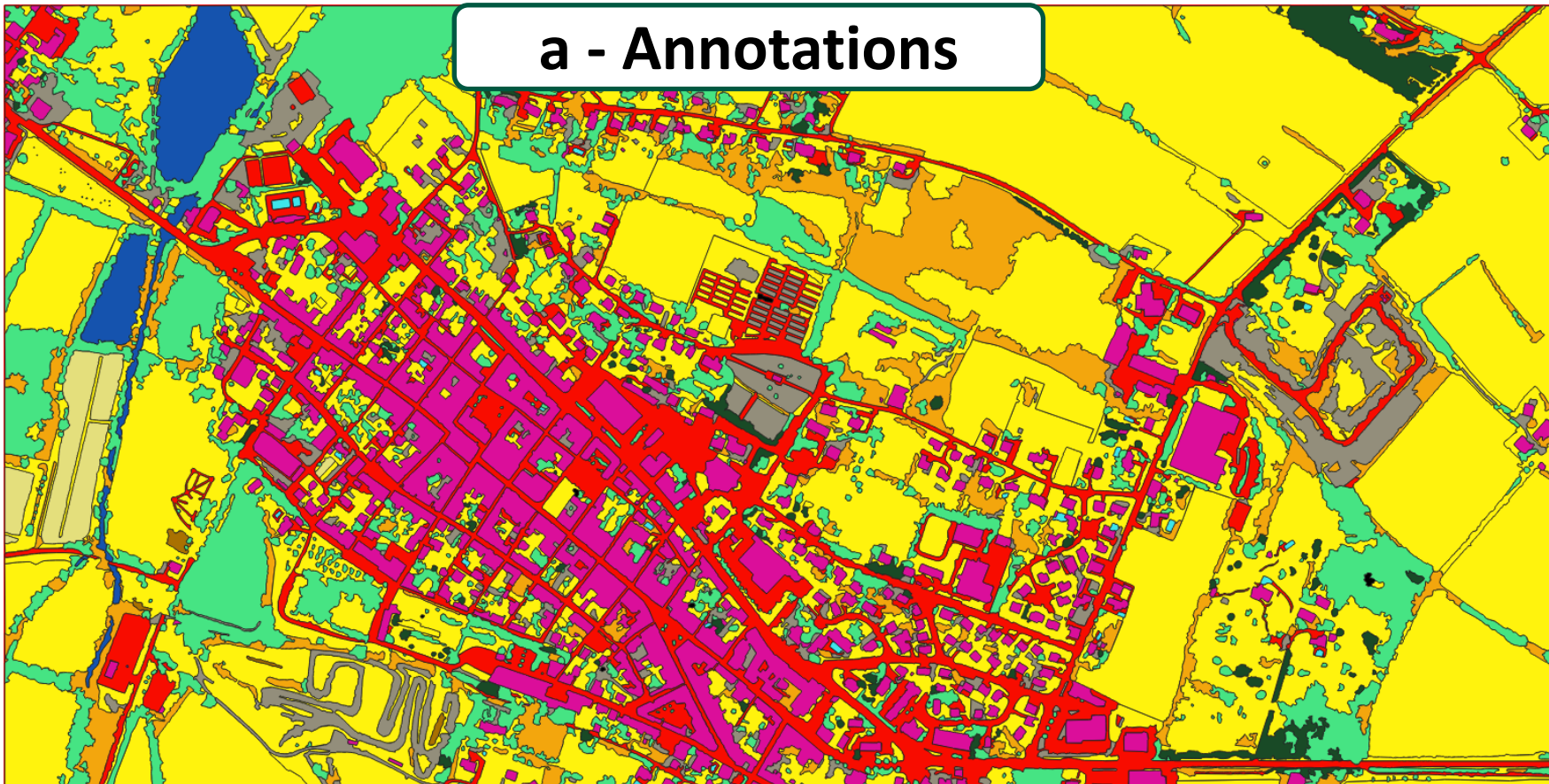
a- Annotations



a- Annotations

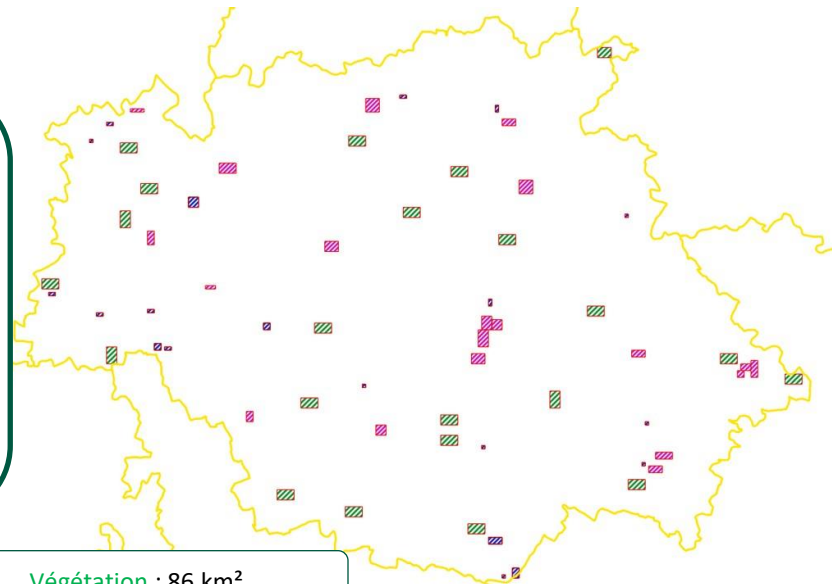


a - Annotations



a. Annotations (Gers, 2019)

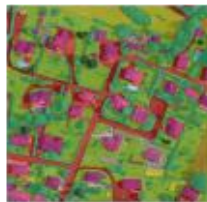
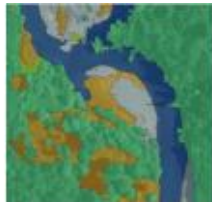
- 62 zones ~ 150 km²
(2,4 billions pixels)
- Vector files
- 15 classes
- Across 3 types of areas



Naturel : 14 km²

Urbain : 49 km²

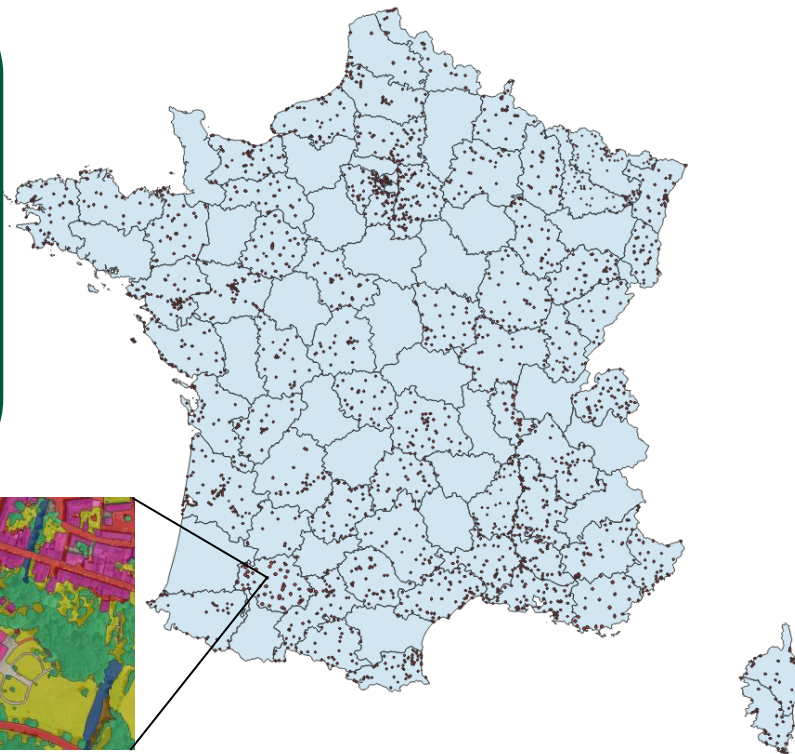
Végétation : 86 km²



a. Producing national annotations

- Training national models, able to generalize across various landscapes, seasons, acquisition conditions... ~ 60 « domains »
- Iterative process

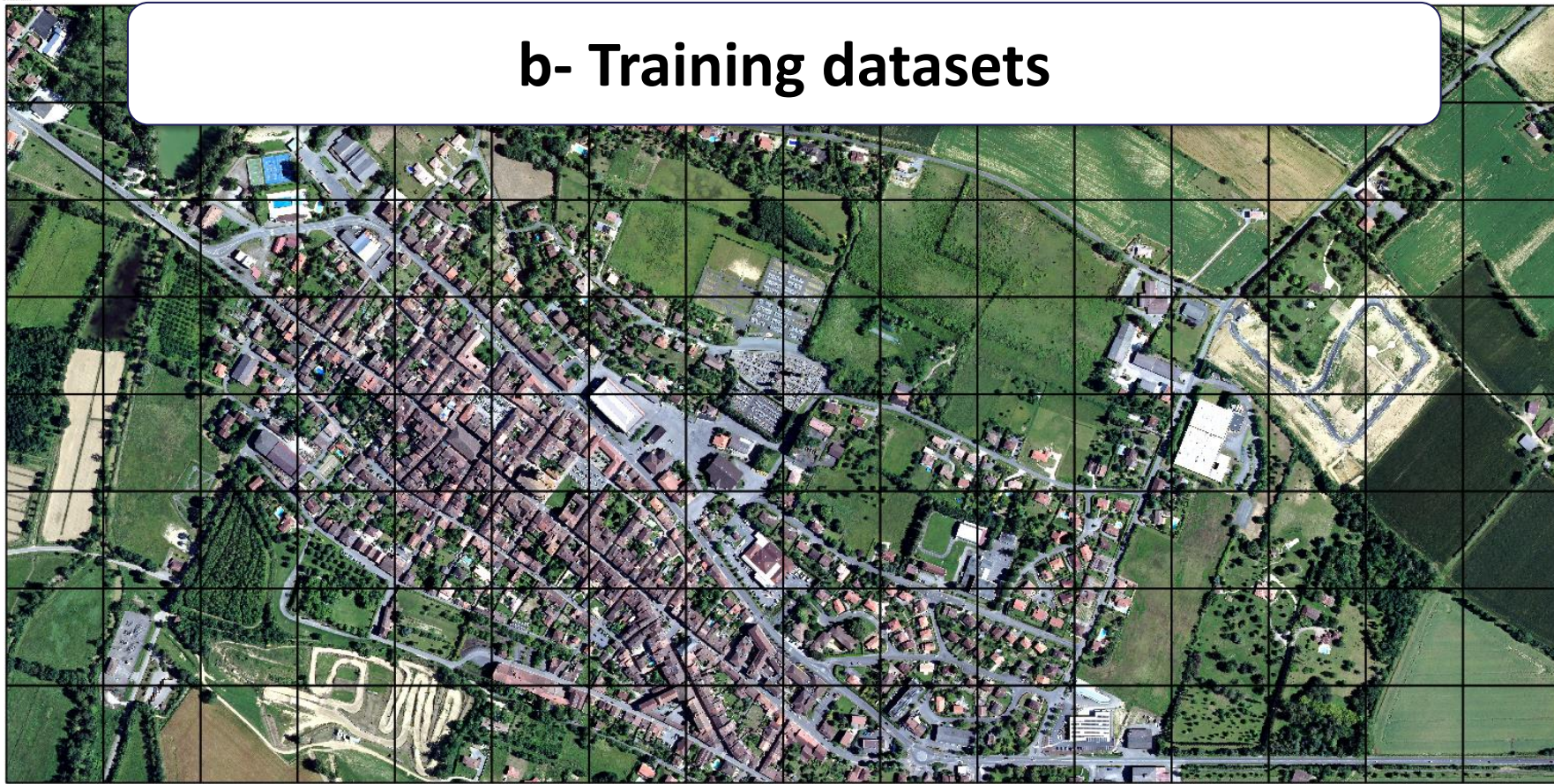
Datasets	Area
Gers 2019	150 km ²
National V1	2 500 km ²



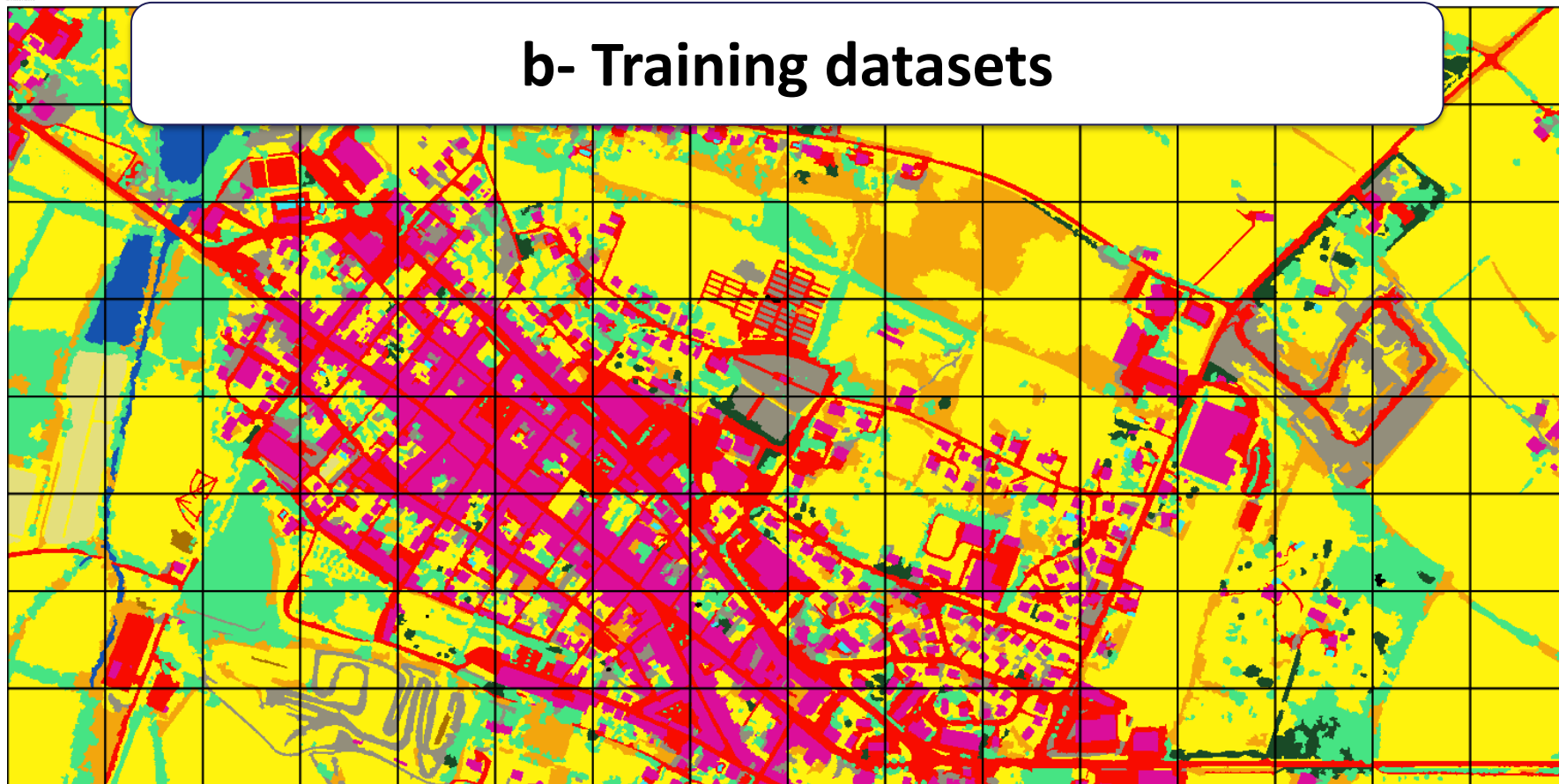
a. Producing national annotations – food for thought

- Will those models be able to transfer well on other land cover semantic segmentation tasks on aerial imagery ? At least on the same image set (BDOrtho) ?
- Otherwise, what would be the best pre-training strategy in this setting ? (Disappointing results of naive self-supervised approaches, for instance)
- What's the best way to select new annotation areas ? Annotation process is geographically constrained

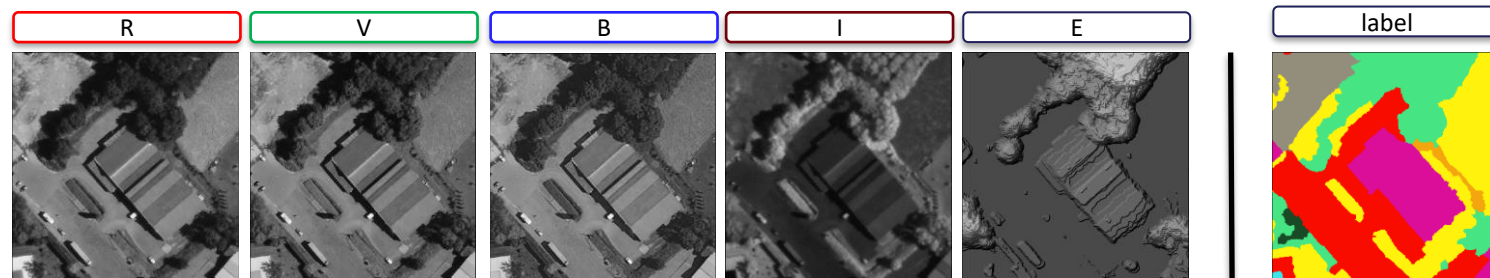
b- Training datasets



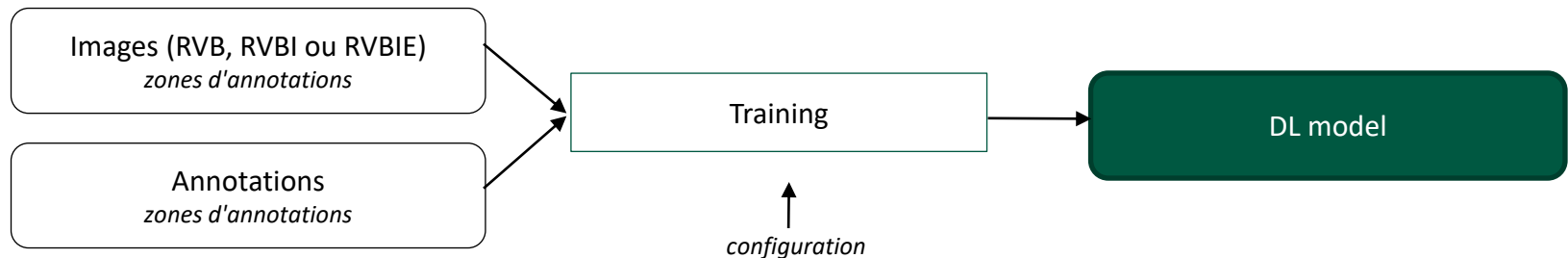
b- Training datasets



b. Training datasets

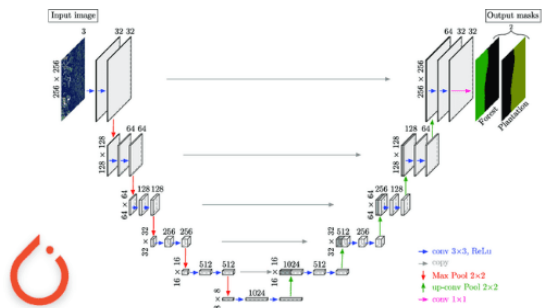


c. DL models



- DL Models :
 - Basic networks : DeepLab v3+, U-Net
 - Bands : RVB, RVBI, RVBIE
 - Format : Pytorch model .pth
 - Gers 2019 :
 - 1 model "prod" (DeepLab v3+/RVBIE)
 - +5 models from CV for each (modality, architecture)

Exemple : U-Net / RVBIE

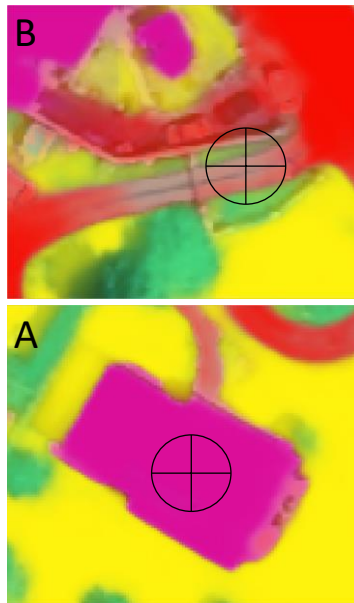
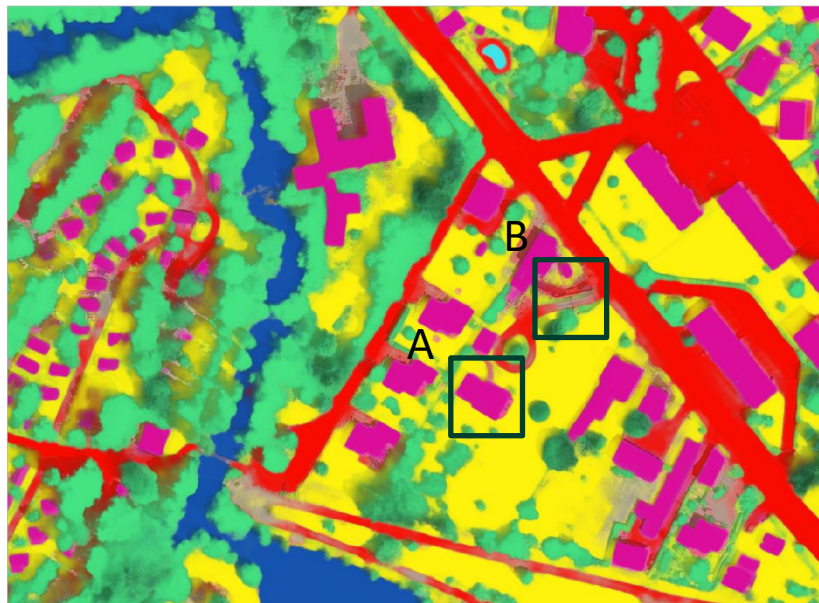


d. Predictions



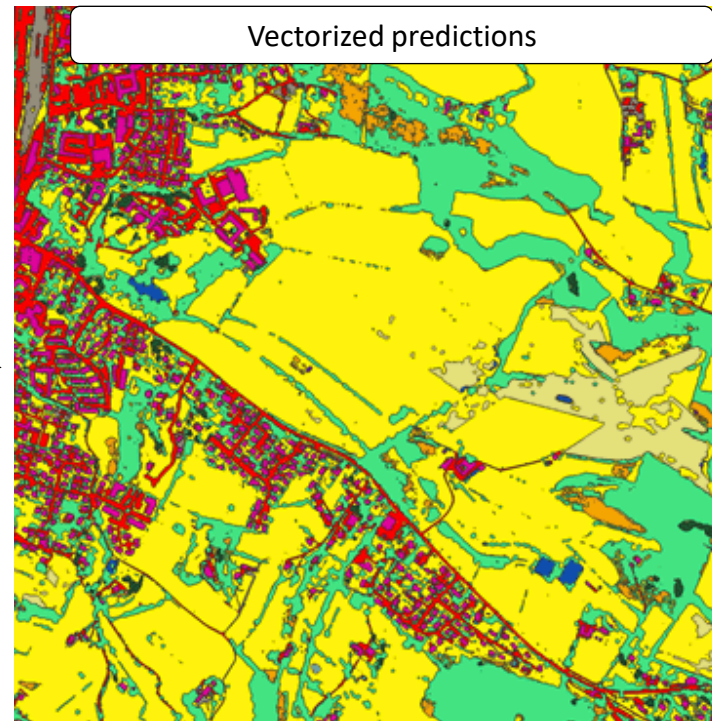
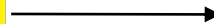
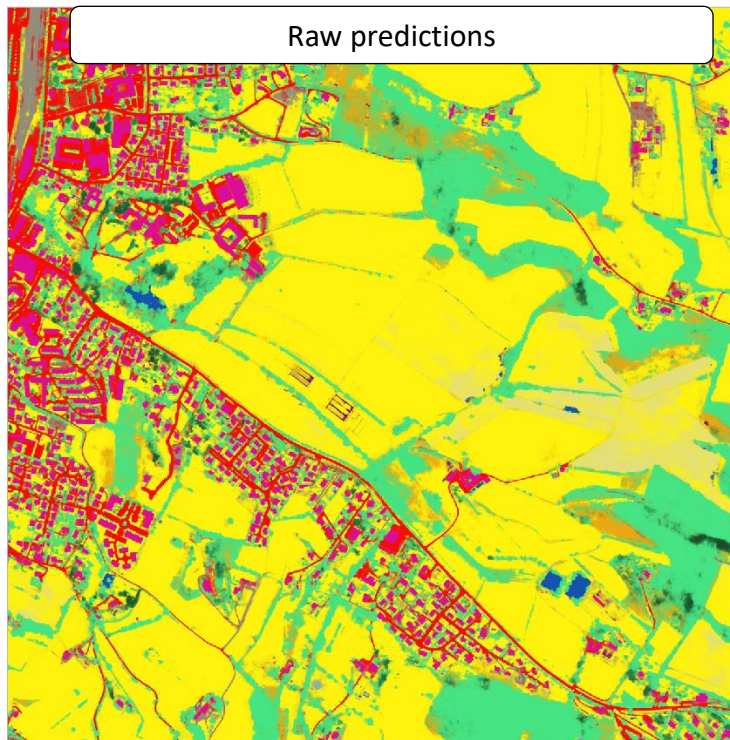
d. Raw predictions

Information : "*probabilités*" par pixel d'appartenir à chacune des 15 classes NAF



	A	B
01-batiment	254	1
02-zone_permeable	0	134
03-zone_impermeable	0	115
04-piscine	0	0
05-sol_nu	0	0
06-surface_eau	0	0
07-neige	0	0
08-coniferes	0	0
09-coupe	0	0
10-feuillus	0	0
11-broussaille	0	0
12-vigne	0	0
13-culture/herbacé	0	4
14-terre_labouree	0	0
15-autres	0	0

d. Vectorized predictions



Challenges

1. Domain generalisation (nov. 2022)

Training accurate national
land cover models
First release of the national
training dataset

2. Multimodality (feb 2023) Leveraging satellite data (Sentinel) (including temporal information)



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

**CHANGER
D'ÉCHELLE**

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION