



Projet ESA Ulysses : produits innovants d'imperméabilisation des sols sur le pourtour méditerranéen

Antoine Masse, CLS



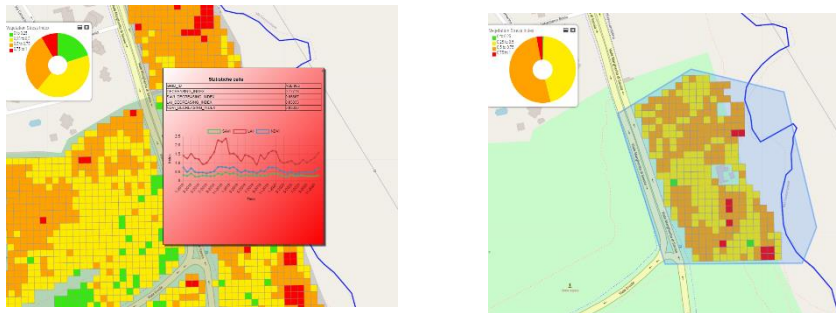


Projet ESA Ulysses : cartographie automatique des sols imperméables en Méditerranée

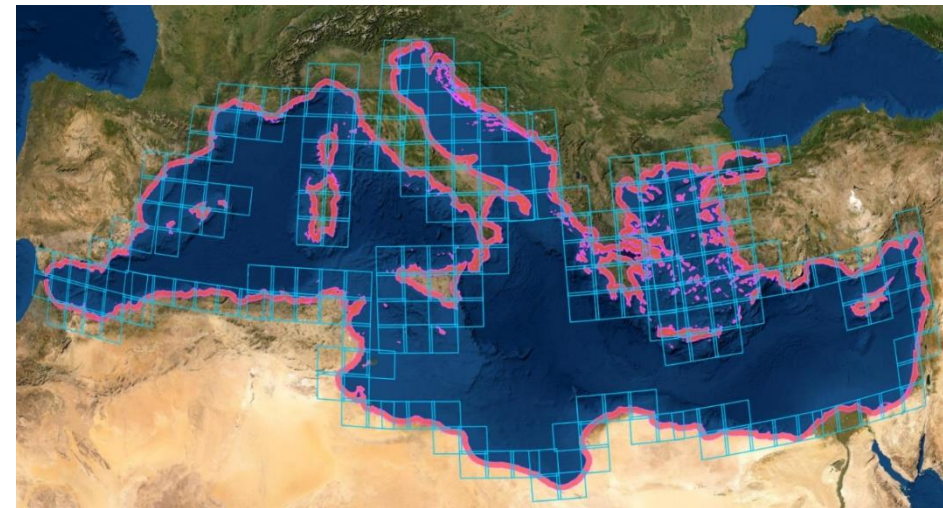
Projet Ulysses (initiative ESA Méditerranée) → dirigé par Planetek Italia en collaboration avec CLS et ISPRA

Objectifs du projet

- Évaluation du degré d'imperméabilisation des sols de 2018 à 2022
- Livraison des produits avec des outils d'exploitation web
- Impliquer les utilisateurs finaux faisant autorité



Indicateurs innovants sur les produits d'imperméabilisation des sols, selon les besoins des utilisateurs

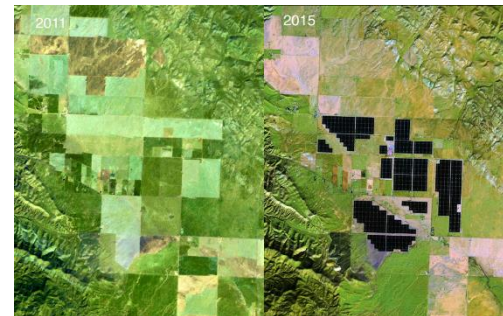
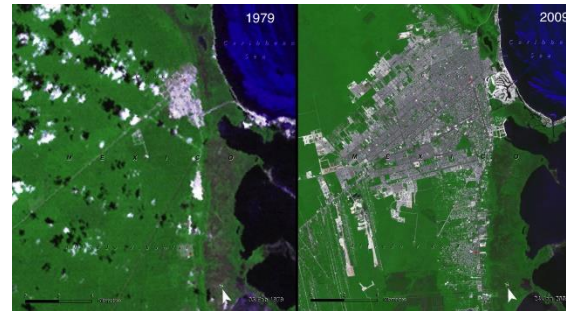


Zone d'intérêt (en rose) constituée d'une zone tampon de 20 km à l'intérieur des côtes de la mer Méditerranée



Projet ESA Ulysses || Définition de l'imperméabilisation des sols

Après enquête utilisateur, definition → Couverture permanente de la surface du sol avec des matériaux artificiels imperméables, entraînant une perte irréversible du sol et de la plupart de ses services écosystémiques



Dans le monde, 17 ha de sol sont scellés chaque minute sous des infrastructures en expansion (2016)



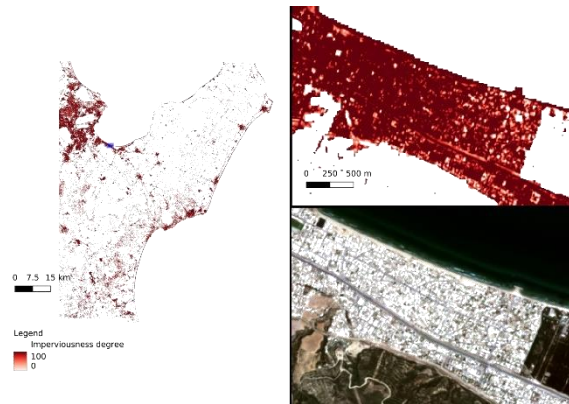
Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



Projet ESA Ulysses || Les produits

Les produits du projet :

- Cartes d'imperméabilisation des sols (masque binaire)
- Degré d'imperméabilité (pourcentage de surfaces imperméable par pixel)



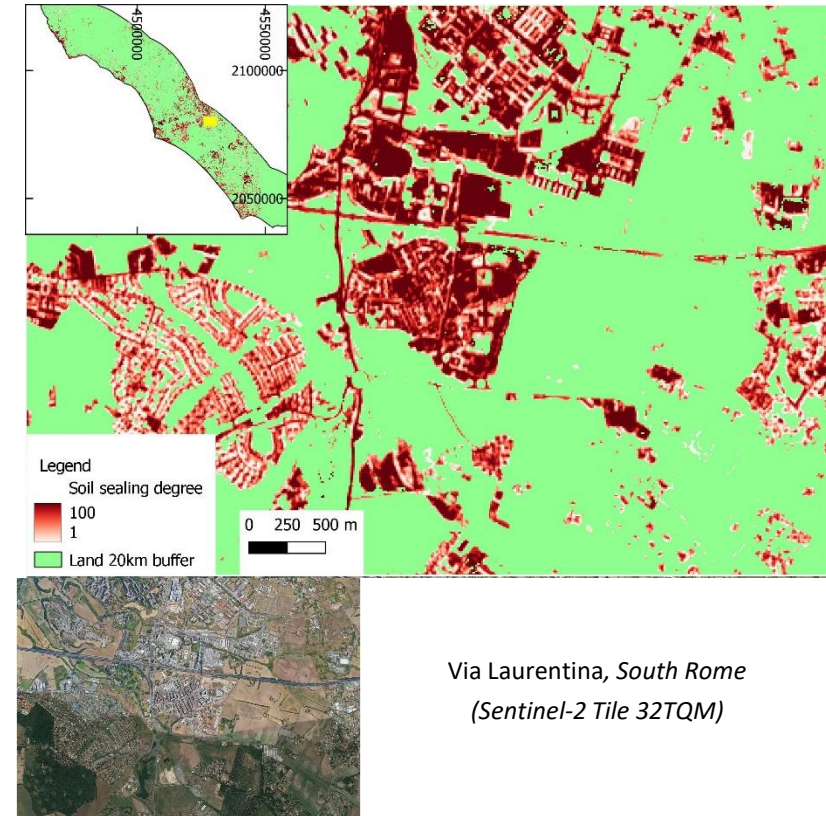
Hammam Lif, Tunisia (Sentinel-2 Tile 32SPF)

Les produits sont disponibles sous forme de cartes annuelles de 2018 à 2022

Couverture → zone tampon de 20 km à l'intérieur des côtes de la mer Méditerranée

Résolution → 10 mètres

Les processeurs exploitent les algorithmes de Machine Learning qui sont déployés sur Onda (DIAS), grâce au mécénat NoR

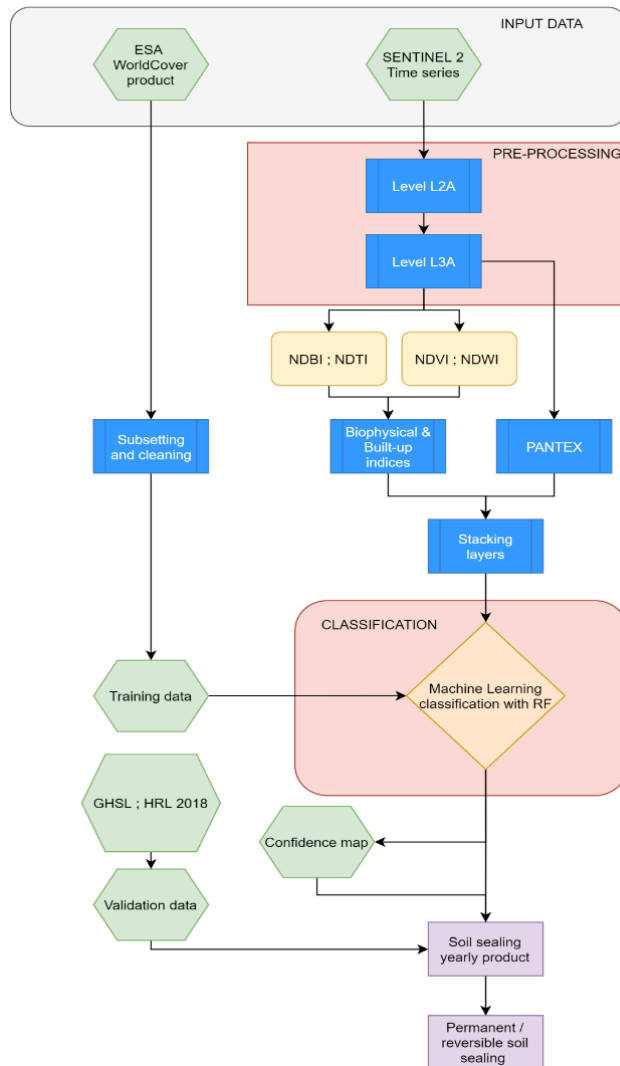


Via Laurentina, South Rome (Sentinel-2 Tile 32TQM)





Projet ESA Ulysses || Focus sur le masque d'imperméabilité

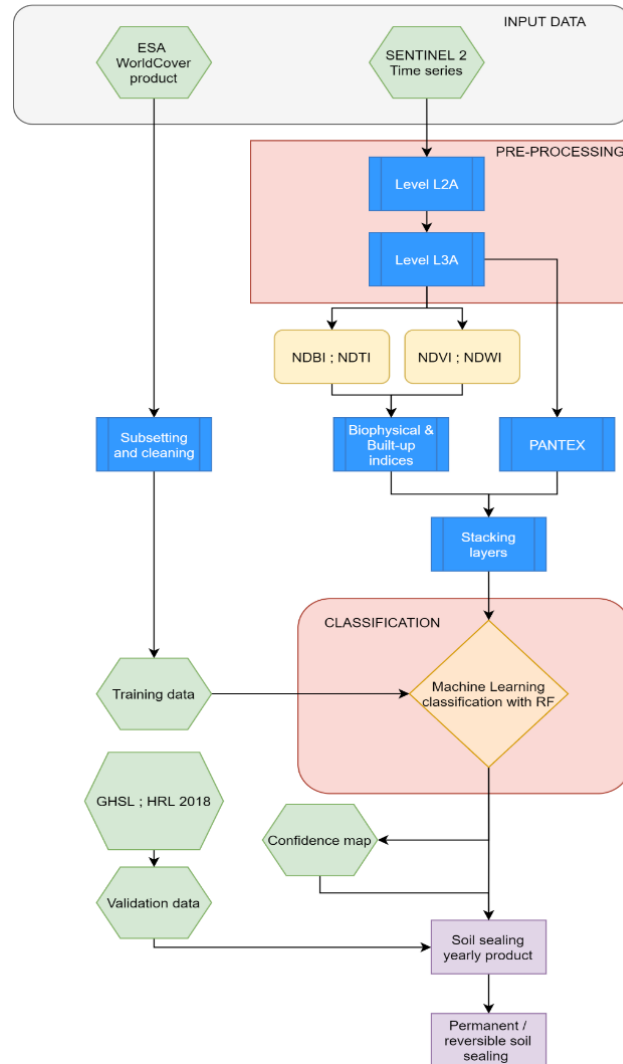


Phase 1 du projet, round robin sur 3 sites tests pour déterminer

- Les données d'entrée à utiliser (Sentinel-1, Sentine-2)
- Les indices issus de ces capteurs à utiliser
- L'algorithme pour séparer surfaces imperméables du reste
- Les données d'apprentissage
- L'approche de validation



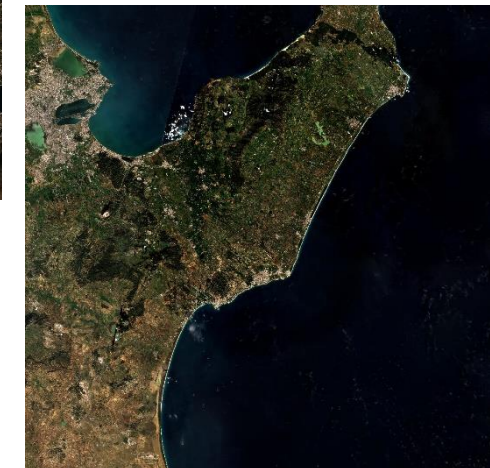
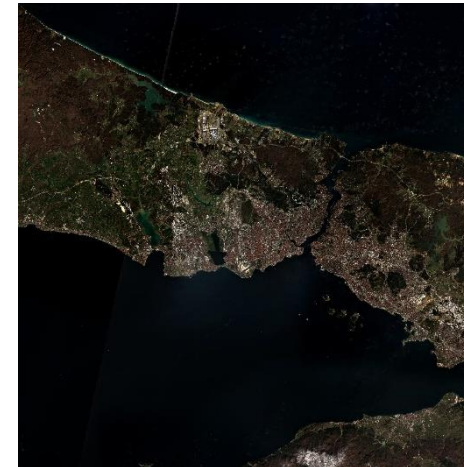
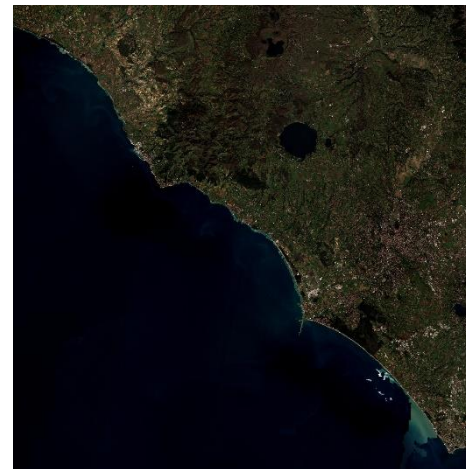
Projet ESA Ulysses || Focus sur le masque d'imperméabilité



Pré-traitement de Sentinel-2 :

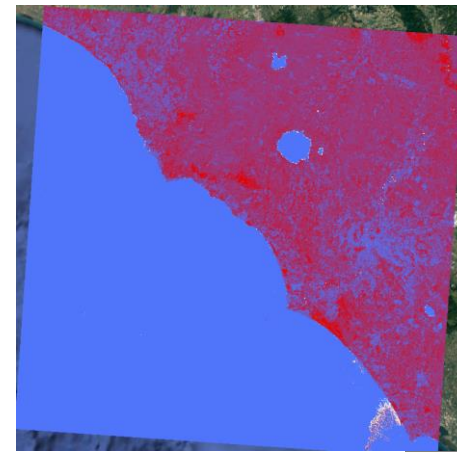
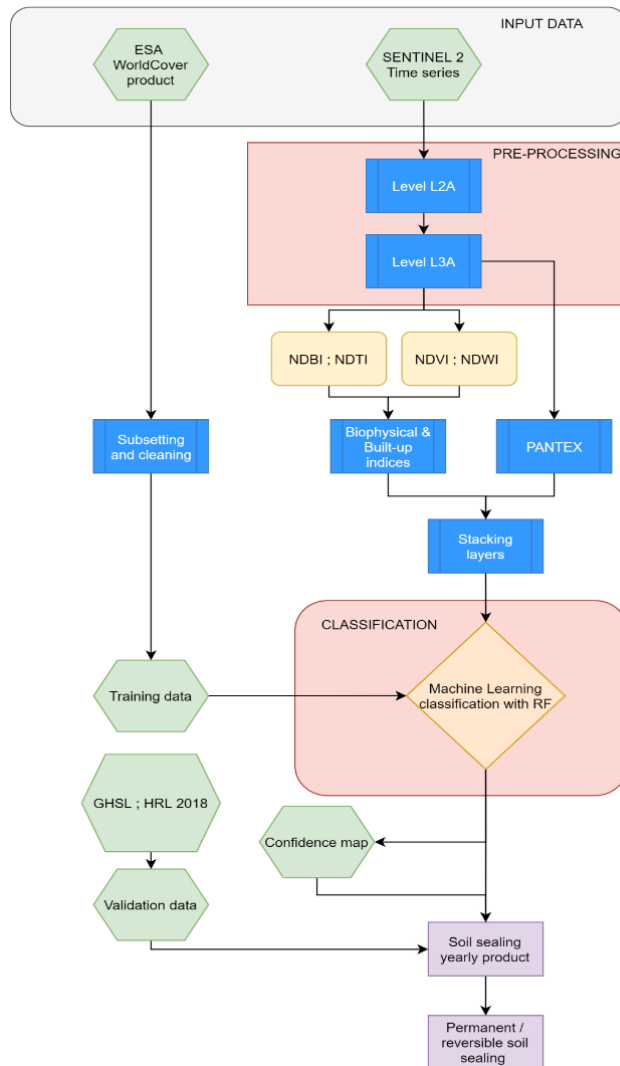
Pour Sentinel-2 :

- L1C vers L2A avec MAJA
- L2A vers L3A (synthèse mensuelle) avec WASP



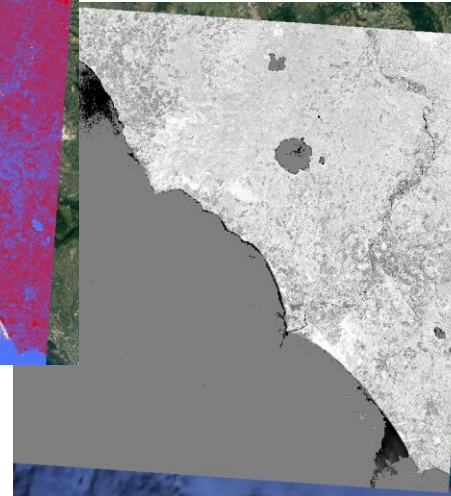


Projet ESA Ulysses || Focus sur le masque d'imperméabilité

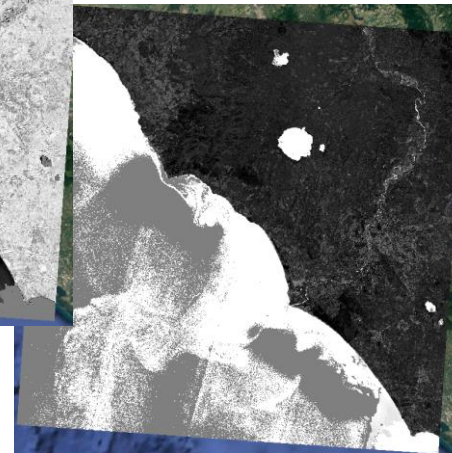


NDTI

Extraction d'indices à partir des S2 L3A



NDVI



NDBI

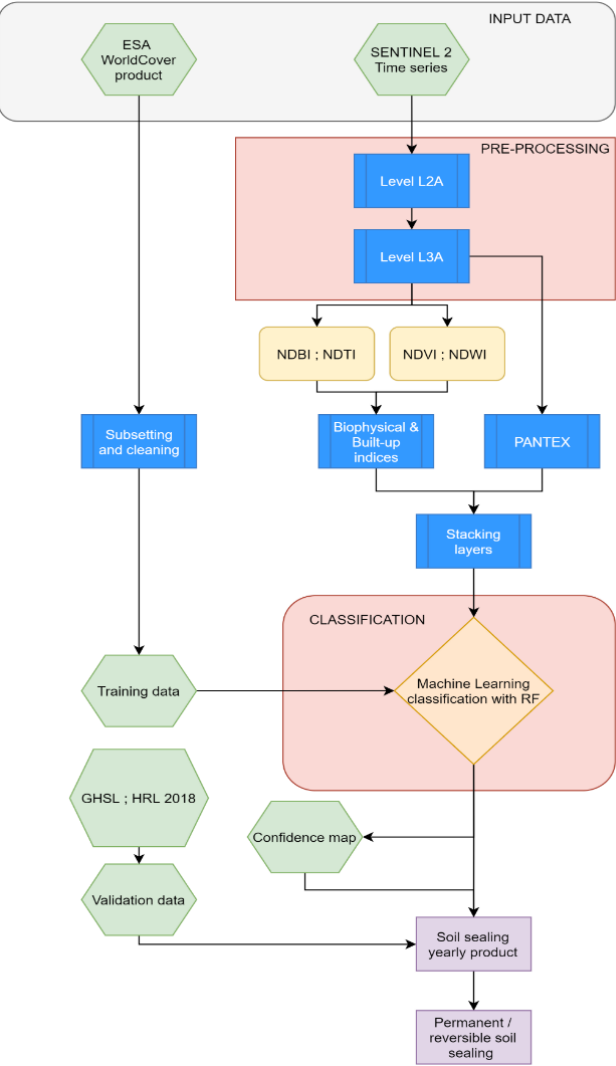


NDWI

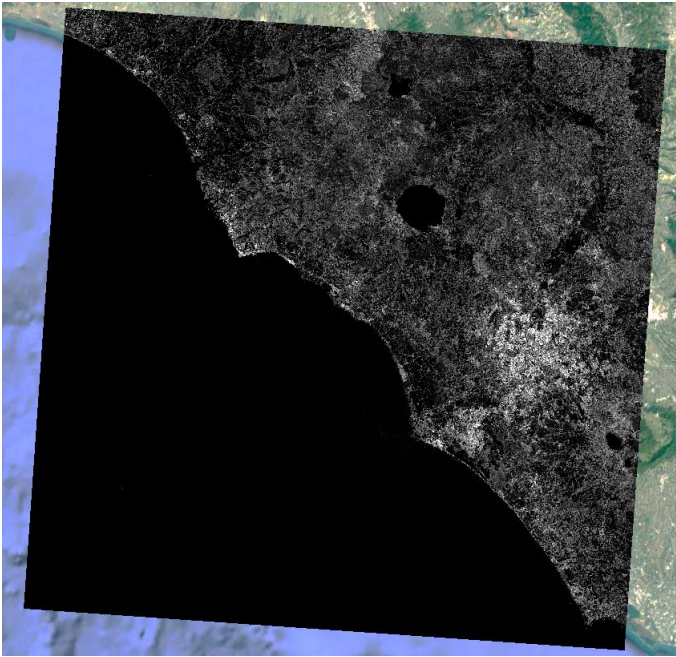
NDTI: normalised difference tillage index (Ettehad Osgouei, P.; Kaya, S.; Sertel, E.; Alganci, U. Separating Built-Up Areas from Bare Land in Mediterranean Cities Using Sentinel-2A Imagery. *Remote Sens.* **2019**, *11*, 345. <https://doi.org/10.3390/rs11030345>)
NDBI: normalised difference built-up index (Kuc, G. and Chormański, J.: SENTINEL-2 IMAGERY FOR MAPPING AND MONITORING IMPERVIOUSNESS IN URBAN AREAS, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-1/W2, 43–47, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-1-W2-43-2019>, 2019.)



Projet ESA Ulysses || Focus sur le masque d'imperméabilité

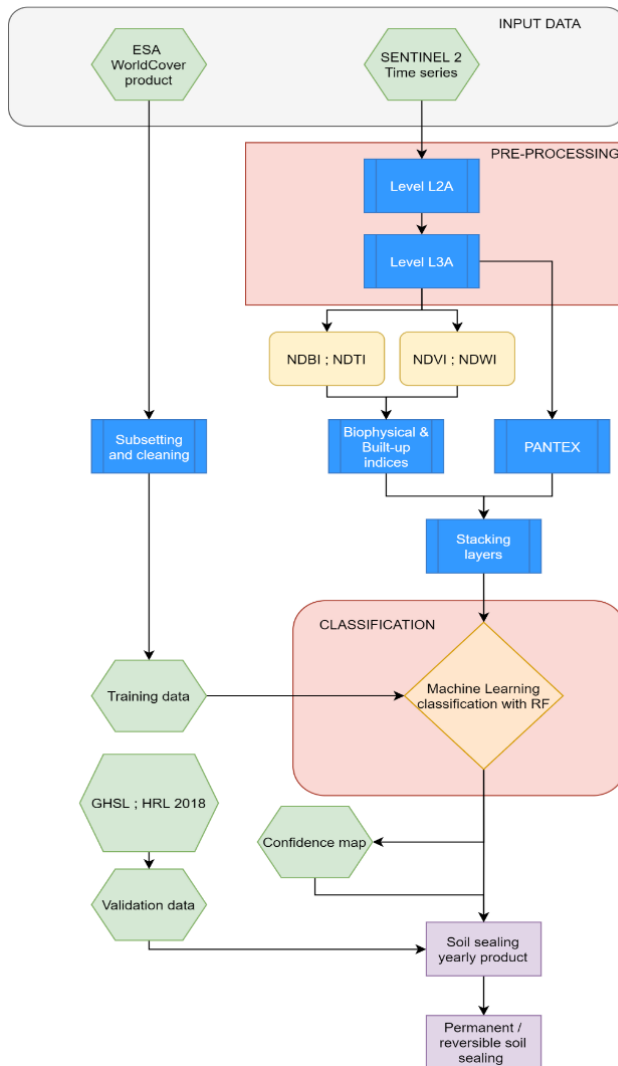


Extraction d'un indice spécifique pour la détection des zones urbaines à partir des S2 L3A : le Pantex



Pesaresi M, Gerhardinger A. Improved textural built-up presence index for automatic recognition of human settlements in arid regions with scattered vegetation. IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN APPLIED EARTH OBSERVATIONS AND REMOTE SENSING 4 (1); 2011. p. 16-26. JRC57993

Projet ESA Ulysses || Focus sur le masque d'imperméabilité



Création automatique de la base d'apprentissage pour l'algorithme de Machine Learning à partir des produits existants

Avant 2020

Pour la partie nord, utilisation du produit
« Coastal zone »

Pour la partie sud, en l'absence d'un ensemble de données aussi précieux que Coastal Zone, utilisation du « Global Human Settlement Layer »

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Emerging topics SMAI
Process	1.1 Planning and design	1.1.1 Planning and design	1.1.1.1 Planning and design	1.1.1.1.1 Planning and design	
		1.1.2 Planning and design	1.1.2.1 Planning and design	1.1.2.1.1 Planning and design	
		1.1.3 Planning and design	1.1.3.1 Planning and design	1.1.3.1.1 Planning and design	
		1.1.4 Planning and design	1.1.4.1 Planning and design	1.1.4.1.1 Planning and design	
		1.1.5 Planning and design	1.1.5.1 Planning and design	1.1.5.1.1 Planning and design	
	1.2 Transport administration	1.2.1 Transport administration	1.2.1.1 Transport administration	1.2.1.1.1 Transport administration	
		1.2.2 Transport administration	1.2.2.1 Transport administration	1.2.2.1.1 Transport administration	
		1.2.3 Transport administration	1.2.3.1 Transport administration	1.2.3.1.1 Transport administration	
		1.2.4 Transport administration	1.2.4.1 Transport administration	1.2.4.1.1 Transport administration	
		1.2.5 Transport administration	1.2.5.1 Transport administration	1.2.5.1.1 Transport administration	
	1.3 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.1.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.1.1.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	
		1.3.2 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.2.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.2.1.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	
		1.3.3 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.3.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.3.1.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	
		1.3.4 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.4.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.4.1.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	
		1.3.5 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.5.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	1.3.5.1.1 Internal activities: Supply management, warehousing, distribution	
	1.4 Customer relations, service and support	1.4.1 Customer relations, service and support	1.4.1.1 Customer relations, service and support	1.4.1.1.1 Customer relations, service and support	
		1.4.2 Customer relations, service and support	1.4.2.1 Customer relations, service and support	1.4.2.1.1 Customer relations, service and support	
		1.4.3 Customer relations, service and support	1.4.3.1 Customer relations, service and support	1.4.3.1.1 Customer relations, service and support	



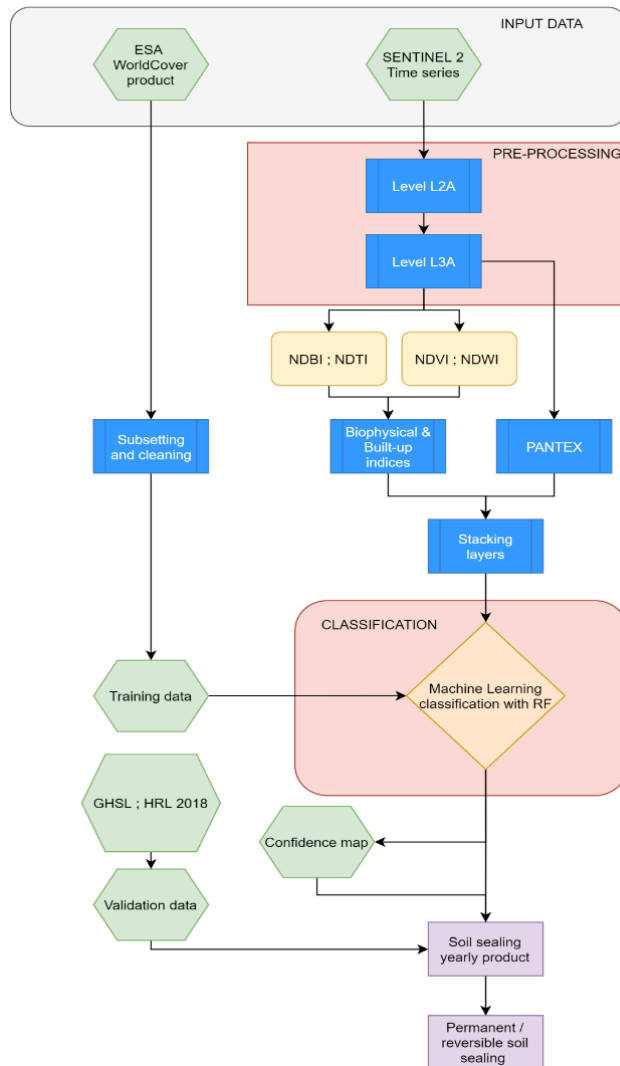
Coastal Zone product



GHSL product



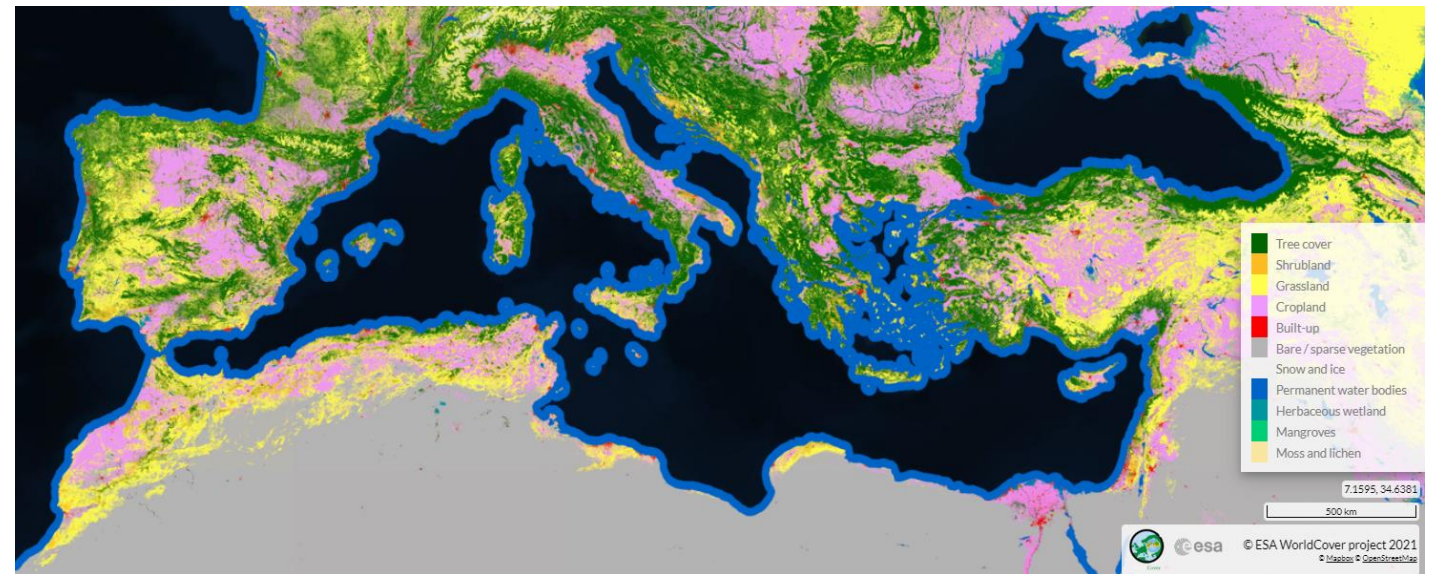
Projet ESA Ulysses || Focus sur le masque d'imperméabilité



Création automatique de la base d'apprentissage pour l'algorithme de Machine Learning à partir des produits existants

Après 2020

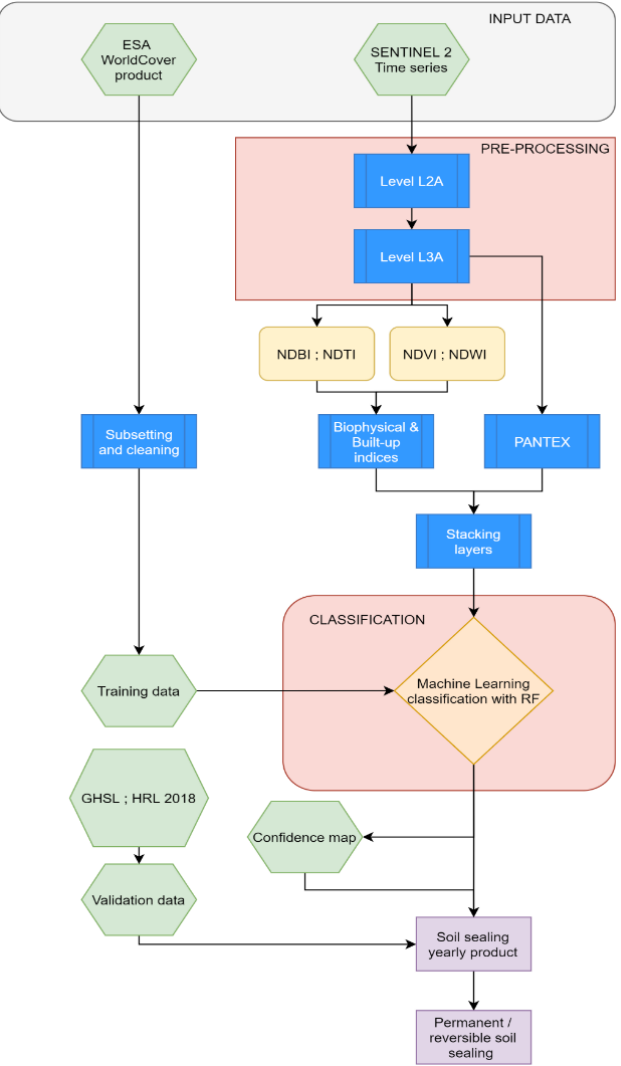
Utilisation du produit ESA Worldcover, classe Built-up



ESA Worldcover 2020



Projet ESA Ulysses || Focus sur le masque d'imperméabilité



Classification orientée objet basée sur un algorithme Random Forest, la création d'une représentation hiérarchique des images et l'extraction d'attributs spatiaux telles que l'aire, le périmètre, la compacité, etc.)

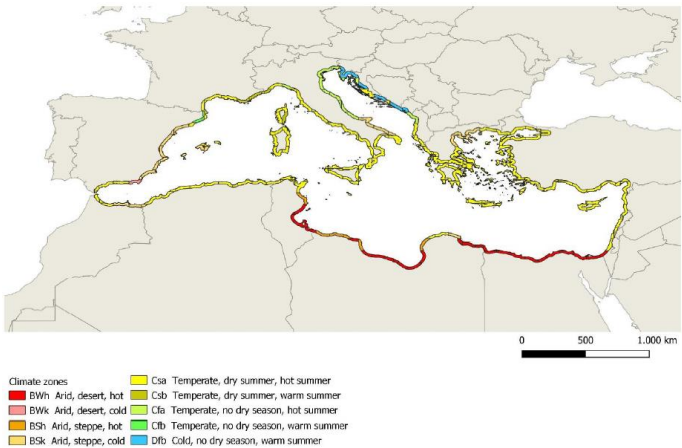
Max-Tree	orig. image (th. = 4)	filtered images			
		th. = 3	th. = 2	th. = 1	th. = 0
image					
gray levels					
tree					
	full tree	pruned trees			

Merciol, F.; Faucqueur, L.; Damodaran, B.B.; Rémy, P.-Y.; Desclée, B.; Dazin, F.; Lefèvre, S.; Masse, A.; Sannier, C. GEOBIA at the Terapixel Scale: Toward Efficient Mapping of Small Woody Features from Heterogeneous VHR Scenes. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2019**, 8, 46. <https://doi.org/10.3390/ijgi8010046>



Projet ESA Ulysses || La validation

- 1) Approche par stratification
 - Produit ESA Worldcover (urbain / pas urbain)
 - Zones climatiques
- 2) Tirage de 1200 points aléatoire dans ces strates
- 3) Photo interprétation
- 4) Matrice de confusion



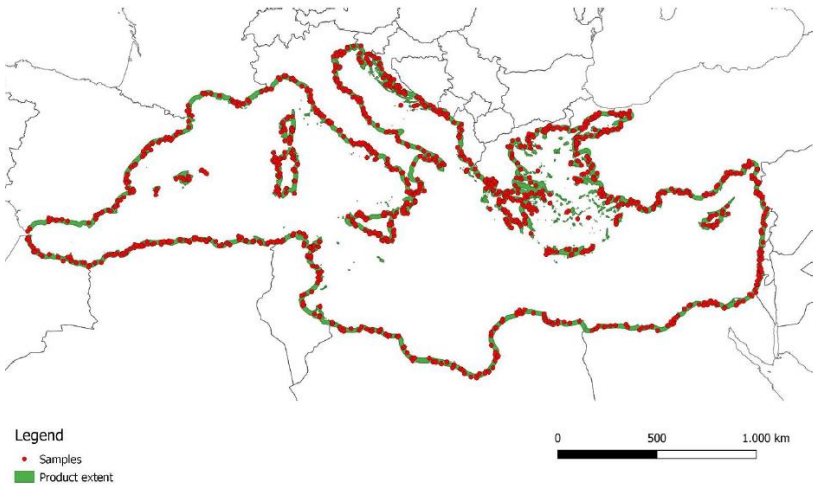
Zones climatiques

Zone							
Strata	Pixel	Area (km²)	W _i	U _i	S _i	W _i *S _i	Sample size
Sealed strata	212,498,067	21,249.81	0.05	0.85	0.36	0.02	200
Non-sealed strata	3,951,335,819	395,133.58	0.95	0.85	0.36	0.34	1,000
Total	4,163,833,886	416,383.39					1,200
S(0) Overall accuracy			0.01				
Total number of points (n)			1,200				

Répartition des points de validation

		Reference					
		non-sealed	sealed	Total			
Map	non-sealed	1040	75	1115	User	CI95%	Com.
	sealed	7	78	85	91.93%	3.8%	8.07%
Total		1047	153	1200			
		Prod.	50.86%				
		CI95%	5.6%		Overall	93.16%	
		Omi.	49.14%		CI95%	1.5%	

Matrice de confusion du produit 2020



Tirage de points



Projet ESA Ulysses || La validation

Les erreurs d'omission sont essentiellement dues à la résolution de Sentinel-2

- Omission des petits bâtiments
- Omission des routes secondaires



Petits bâtiments non détectés



Routes omises



Bords de bâtiments omis

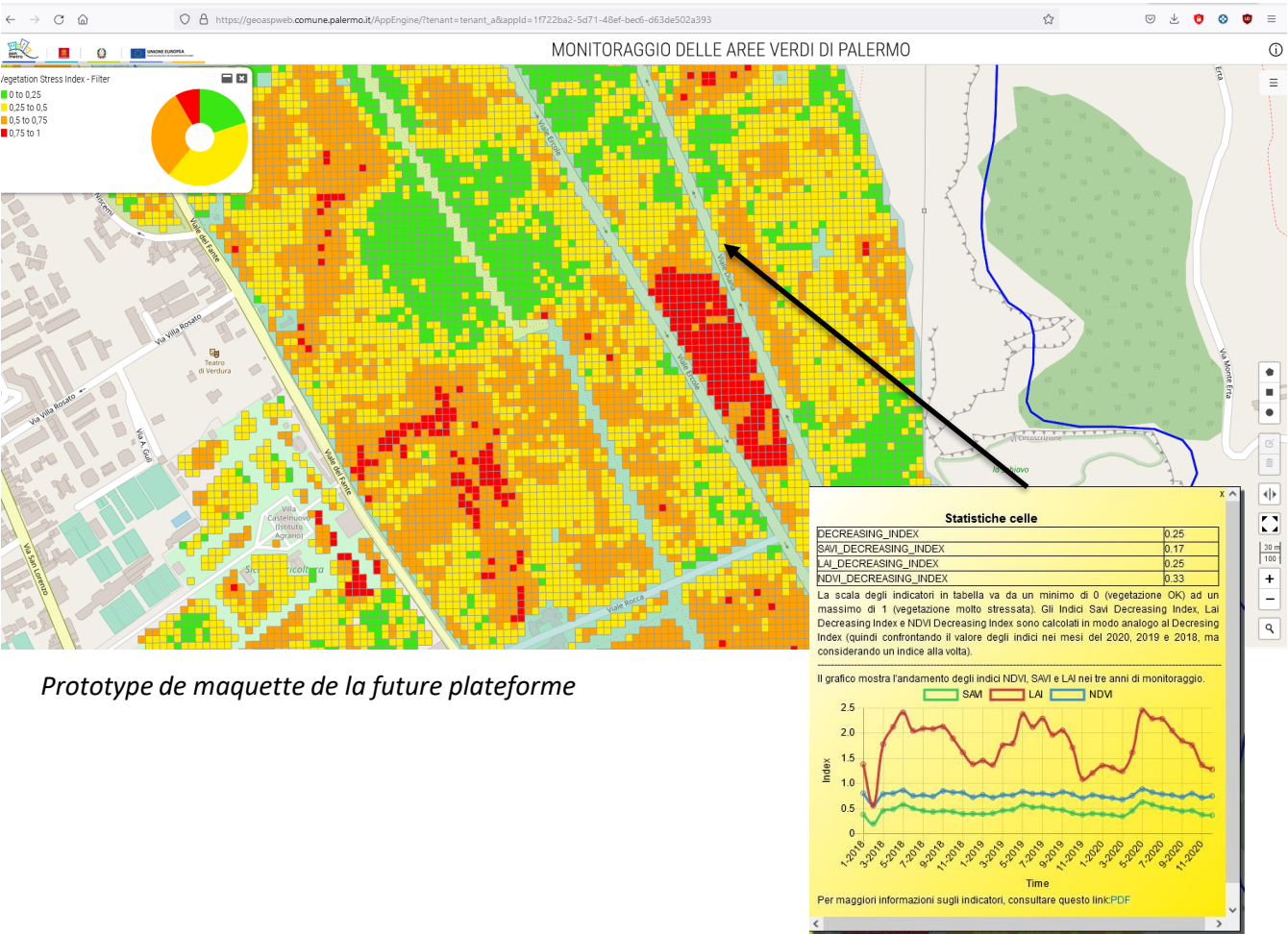


Projet ESA Ulysses || Phase 2 du projet

Production sur 5 ans des masques et degrés d'imperméabilité

Indicateurs

- Consommation de sol
- Consommation de sol dans les aires protégées côtières
- Pression anthropique dans les aires protégées côtières
- Consommation de sol dans les zones tampons fluviales
- Consommation de sol dans les zones côtières
- Consommation de sol pour les classes d'élévation et de pente
- Consommation de sol dans les zones inondables
- Consommation de sol dans les zones à risque de glissement de terrain
- Consommation de sol dans les zones à risque sismique
- Etalement urbain



Prototype de maquette de la future plateforme



Projet ESA Ulysses || Contact

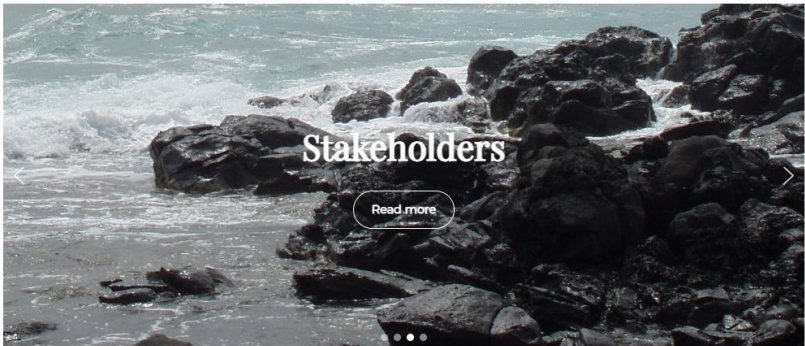
Site internet

ULYSSES: Soil Sealing Assessment and Monitoring Project

A Mediterranean Regional Initiative by ESA



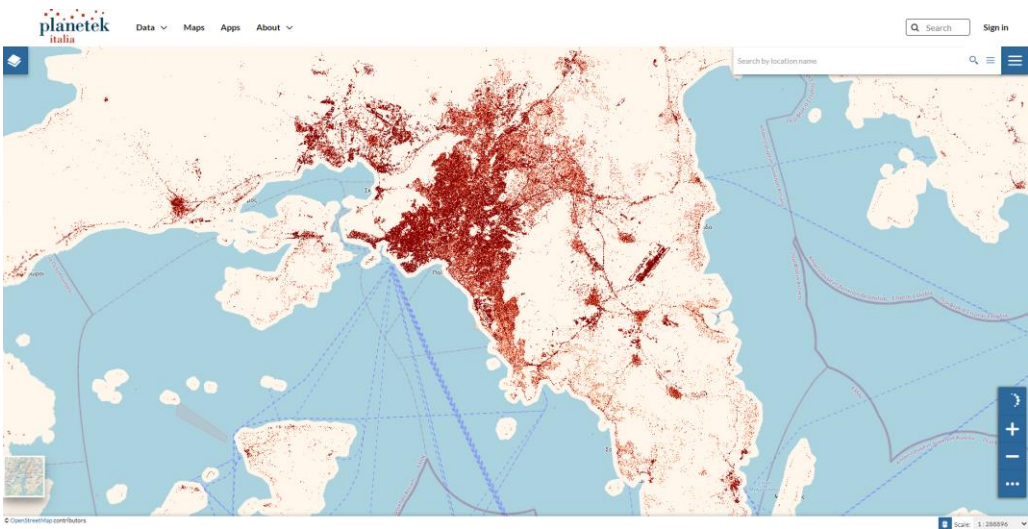
The project Mediterranean Soil Sealing, promoted by ESA – European Space Agency – aims at providing specific products related to soil sealing presence and degree over the Mediterranean coastal areas by exploiting EO data.



<https://www.ulysses-project.org/>

Data pool

(uniquement accessible aux early adopters)



info@ulysses-project.org

Merci de votre attention

Retrouvez toutes les présentations de l'atelier



TÉLÉDÉTECTION POUR L'ÉTUDE DU MILIEU URBAIN

sur www.theia-land.fr/urbain/2023-urbain/

