

Un exemple d'utilisation en France de Sentinel-2

La carte d'occupation des sols OSO

Vincent Thierion, Jordi Inglada, Arthur Vincent



23 Novembre 2017

A partir des produits Copernicus et de l'ESA

- ▶ Le Pôle Thématique Surfaces Continentales Theia
- ▶ Le Centre d'Expertise Scientifique OSO
- ▶ La carte d'occupation du sol OSO
- ▶ Et par rapport à un produit Copernicus, les *HR Layers*?



Le pôle Theia - son monde, ses données, ses produits et ses experts

Theia : Pole Thématique Surfaces Continentales

- ▶ Partenariat de 11 organismes Français, depuis Dec. 2012



- ▶ <https://www.theia-land.fr/>
- ▶ Plusieurs objectifs :
 - ▶ Faciliter l'usage des images satellites par la communauté scientifique et organismes publics
 - ▶ Mise à disposition d'images, de méthodes, de services et de formations
 - ▶ Construction d'une filière institutionnelle nationale de télédétection spatiale
- ▶ Structuration en ART (Animation Régionale Theia) et CES (Centre d'Expertise Scientifique)

Les CES et leurs produits

CES / Produit	Capteur
Réflectance de Surface	Sentinel-2
Cartes d'occupation du sol	Sentinel-1,2
Hauteur d'eau	Jason, Sentinel-3
Couverture neigeuse	Sentinel-2
Couverture forestière et biomasse	Sentinel-1, JERS-2
Surfaces irriguées	Sentinel-1,2
Variables biophysiques	Sentinel-2
Humidité des sols	SMOS
Propriétés des sols	Sentinel-2

Mais aussi . . .

- ▶ CES Albedo
- ▶ CES Physionomie de la végétation
- ▶ CES Artificialisation-urbanisation des sols
- ▶ CES Détection de changements à haute fréquence

L'Occupation du SOI OSO à l'échelle du territoire national (Métropole et Corse)

L'OCS selon le CES OSO

- ▶ **Couverture** (bio-)physique de la **surface des terres émergées** et le type d'usage (ou de non-usage) fait des terres par l'Homme :
 - ▶ zones artificialisées, zones agricoles, forêts ou landes, zones humides, etc.

L'OCS selon le CES OSO

- ▶ **Couverture** (bio-)physique de la **surface des terres émergées** et le type d'usage (ou de non-usage) fait des terres par l'Homme :
 - ▶ zones artificialisées, zones agricoles, forêts ou landes, zones humides, etc.
- ▶ Gratuité
- ▶ Disponibilité rapide (fraîcheur)
- ▶ Une production par an
- ▶ Homogène sur l'ensemble du territoire
- ▶ Produit grand public facile d'utilisation à l'image des produits Copernicus

Le produit OSO

- ▶ Carte à échelle nationale avec
 - ▶ une nomenclature de 17 classes
 - ▶ une résolution spatiale entre 10 m et 20 m
 - ▶ une fréquence de mise à jour annuelle.

Le produit OSO

- ▶ Carte à échelle nationale avec
 - ▶ une nomenclature de 17 classes
 - ▶ une résolution spatiale entre 10 m et 20 m
 - ▶ une fréquence de mise à jour annuelle.
- ▶ Données en entrée :
 - ▶ des séries d'images optiques multi-temporelles à haute résolution (telles que Sentinel-2 et/ou Landsat-8 - corrigées atmosphériquement (niveau 2A),
 - ▶ des données auxiliaires de référence pour l'étalonnage des méthodes et la validation des produits.

Le produit OSO

- ▶ Carte à échelle nationale avec
 - ▶ une nomenclature de **17 classes**
 - ▶ une résolution spatiale entre 10 m et 20 m
 - ▶ une fréquence de mise à jour annuelle.
- ▶ Données en entrée :
 - ▶ des séries d'images optiques multi-temporelles à haute résolution (telles que **Sentinel-2** et/ou Landsat-8 - corrigées atmosphériquement (niveau 2A),
 - ▶ des données auxiliaires de référence pour l'étalonnage des méthodes et la validation des produits.
- ▶ Le type de produit visé n'a pas d'équivalent aux mêmes échelles spatiales ni temporelles (fréquence de mise à jour) :
 - ▶ Corine Land Cover a une fréquence de mise à jour beaucoup plus faible
 - ▶ les produits Copernicus
 - ▶ ont des nomenclatures simplifiées (*High Resolution Layers*)
 - ▶ ou des étendues géographiques limitées (*Urban Atlas*).

Spécifications des produits

- ▶ UMC (Unité minimale de collecte) : de 0.01 ha à 0.1 ha (CLC : 25 ha, Urban atlas : 0.25)

Spécifications des produits

- ▶ UMC (Unité minimale de collecte) : de 0.01 ha à 0.1 ha (CLC : 25 ha, Urban atlas : 0.25)
- ▶ Millésime de janvier à décembre

Spécifications des produits

- ▶ UMC (Unité minimale de collecte) : de 0.01 ha à 0.1 ha (CLC : 25 ha, Urban atlas : 0.25)
- ▶ Millésime de janvier à décembre
- ▶ Fréquence de mise à jour : 1 fois par année civile
 - ▶ Chaque point du territoire est attribué à la classe *principale* sur le millésime.

Spécifications des produits

- ▶ UMC (Unité minimale de collecte) : de 0.01 ha à 0.1 ha (CLC : 25 ha, Urban atlas : 0.25)
- ▶ Millésime de janvier à décembre
- ▶ Fréquence de mise à jour : 1 fois par année civile
 - ▶ Chaque point du territoire est attribué à la classe *principale* sur le millésime.
- ▶ Pour la v1 :
 - ▶ Raster - GeoTIFF :
 - ▶ produit à 10 m (UMC à 0.01 ha)
 - ▶ Indice de confiance et Nombre d'images utilisées par pixel
 - ▶ produit à 20 m (UMC à 0.1 ha)
 - ▶ Vecteur - ESRI Shapefile par département :
 - ▶ classe dominante
 - ▶ moyenne / écart-type du nombre d'images utilisées
 - ▶ indice de confiance de la classe du polygone
 - ▶ parts d'occupation initiales

Liste de classes actuelles (17)

- ▶ Cultures annuelles
 - ① Culture été
 - ② Culture hiver

Liste de classes actuelles (17)

- ▶ Cultures annuelles
 - ① Culture été
 - ② Culture hiver

- ▶ Cultures pérennes
 - ③ Prairies
 - ④ Vignes
 - ⑤ Vergers et arboriculture

Liste de classes actuelles (17)

- ▶ Cultures annuelles
 - ① Culture été
 - ② Culture hiver

- ▶ Cultures pérennes
 - ③ Prairies
 - ④ Vignes
 - ⑤ Vergers et arboriculture

- ▶ Forêts
 - ⑥ Forêt feuillus
 - ⑦ Forêt résineux

Liste de classes actuelles (17)

- ▶ Cultures annuelles
 - ① Culture été
 - ② Culture hiver

- ▶ Cultures pérennes
 - ③ Prairies
 - ④ Vignes
 - ⑤ Vergers et arboriculture

- ▶ Forêts
 - ⑥ Forêt feuillus
 - ⑦ Forêt résineux

- ▶ Formation naturelle basse
 - ⑧ Pelouses et pâturages naturels
 - ⑨ Lande ligneuse

Liste de classes actuelles (17)

- ▶ Cultures annuelles
 - ① Culture été
 - ② Culture hiver
- ▶ Cultures pérennes
 - ③ Prairies
 - ④ Vignes
 - ⑤ Vergers et arboriculture
- ▶ Forêts
 - ⑥ Forêt feuillus
 - ⑦ Forêt résineux
- ▶ Formation naturelle basse
 - ⑧ Pelouses et pâturages naturels
 - ⑨ Lande ligneuse
- ▶ Urbain
 - ⑩ Bâti dense
 - ⑪ Bâti diffus
 - ⑫ Zones industrielles et commerciales
 - ⑬ Routes

Liste de classes actuelles (17)

- ▶ Cultures annuelles
 - ① Culture été
 - ② Culture hiver
- ▶ Cultures pérennes
 - ③ Prairies
 - ④ Vignes
 - ⑤ Vergers et arboriculture
- ▶ Forêts
 - ⑥ Forêt feuillus
 - ⑦ Forêt résineux
- ▶ Formation naturelle basse
 - ⑧ Pelouses et pâturages naturels
 - ⑨ Lande ligneuse
- ▶ Urbain
 - ⑩ Bâti dense
 - ⑪ Bâti diffus
 - ⑫ Zones industrielles et commerciales
 - ⑬ Routes
- ▶ Surface minérales
 - ⑭ Surfaces minérales naturelles
 - ⑮ Plages et dunes

Liste de classes actuelles (17)

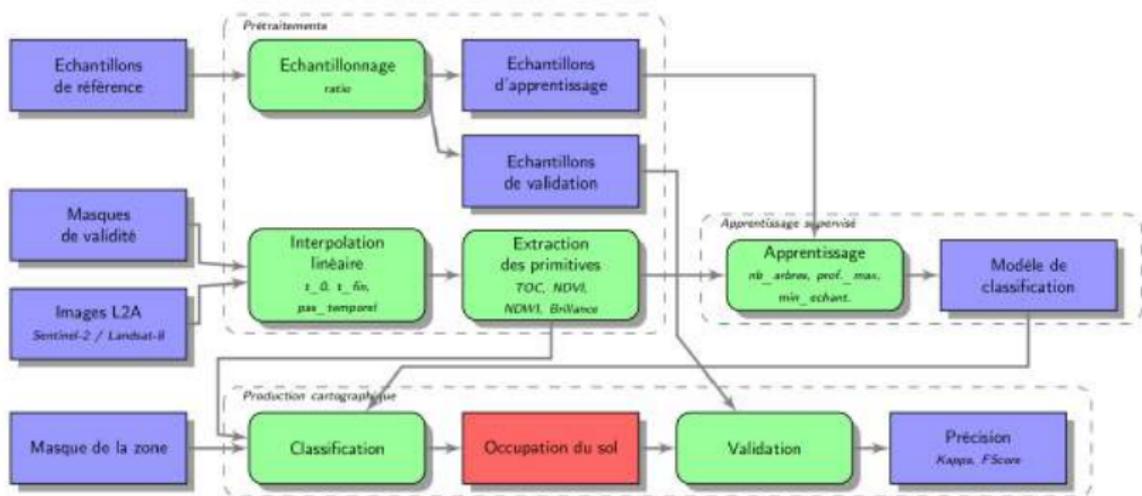
- ▶ Cultures annuelles
 - ① Culture été
 - ② Culture hiver
- ▶ Cultures pérennes
 - ③ Prairies
 - ④ Vignes
 - ⑤ Vergers et arboriculture
- ▶ Forêts
 - ⑥ Forêt feuillus
 - ⑦ Forêt résineux
- ▶ Formation naturelle basse
 - ⑧ Pelouses et pâturages naturels
 - ⑨ Lande ligneuse
- ▶ Urbain
 - ⑩ Bâti dense
 - ⑪ Bâti diffus
 - ⑫ Zones industrielles et commerciales
 - ⑬ Routes
- ▶ Surface minérales
 - ⑭ Surfaces minérales naturelles
 - ⑮ Plages et dunes
- ▶ Autres
 - ① Eau
 - ② Glaciers et neiges éternelles

Bases de données d'échantillons

Base de données	Classe
RPG 2014	Culture d'été (Maïs / Tournesol) Culture d'hiver (Blé / Orge / Colza) Prairies permanentes Vergers Vignes
BDTOPO® 2013	Forêts de feuillus (FAO) Forêts de conifères (FAO) Landes ligneuses Surfaces routes /asphalte
CLC 2012	Pelouses (321) Surface minérales (332) Plages et dunes (331)
BDTOPO® + CLC	Urbain dense (111) Urbain diffus (112) Zones industrielles et commerciales (121) Eau
RANDOLPH	Glaciers et neiges éternelles

Méthodologie générale de classification

- ▶ Développement d'une chaîne de traitements **iota²**
- ▶ Orchestre et interface des applications de l'Orfeo ToolBox OTB (CNES)
- ▶ Classification grâce à l'algorithme **Random Forest** avec stratification éco-climatique

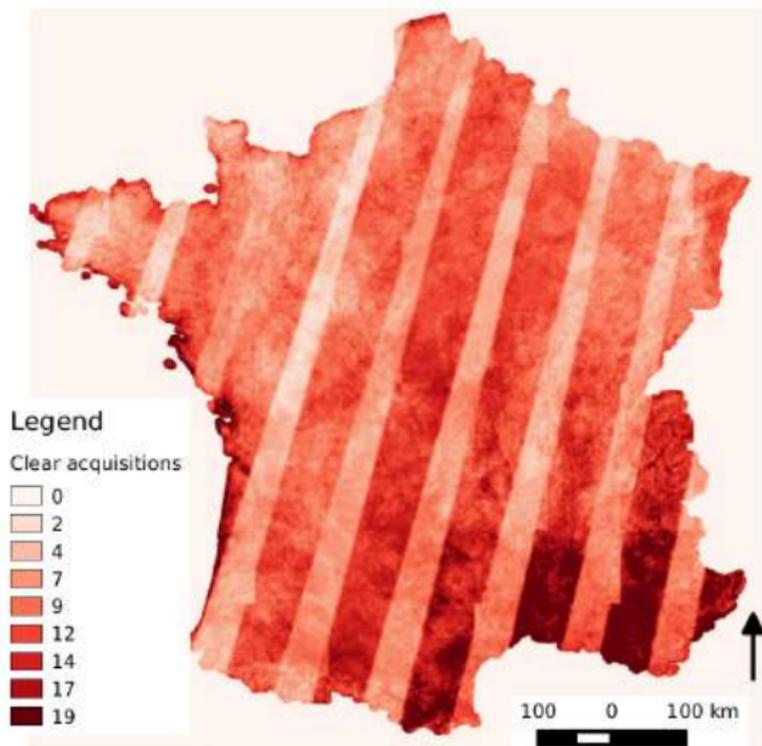


Production OSO 2016 (Séries temporelles Sentinel-2 2016)

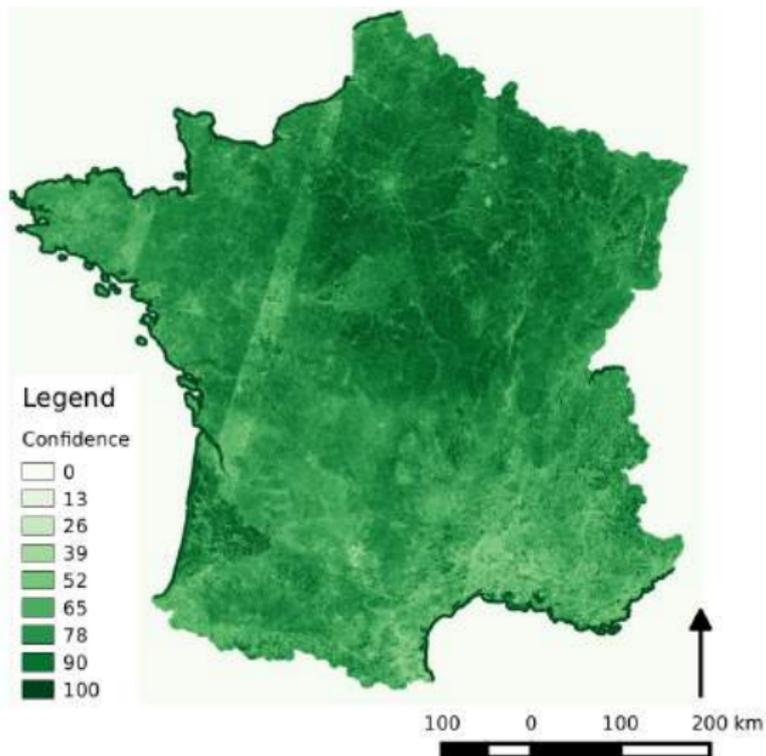


Spécifications et téléchargement du produit : <http://osr-cesbio.ups-tlse.fr/~oso/posts/2017-03-30-carte-s2-2016/>

Production OSO 2016 (Séries temporelles Sentinel-2 2016)

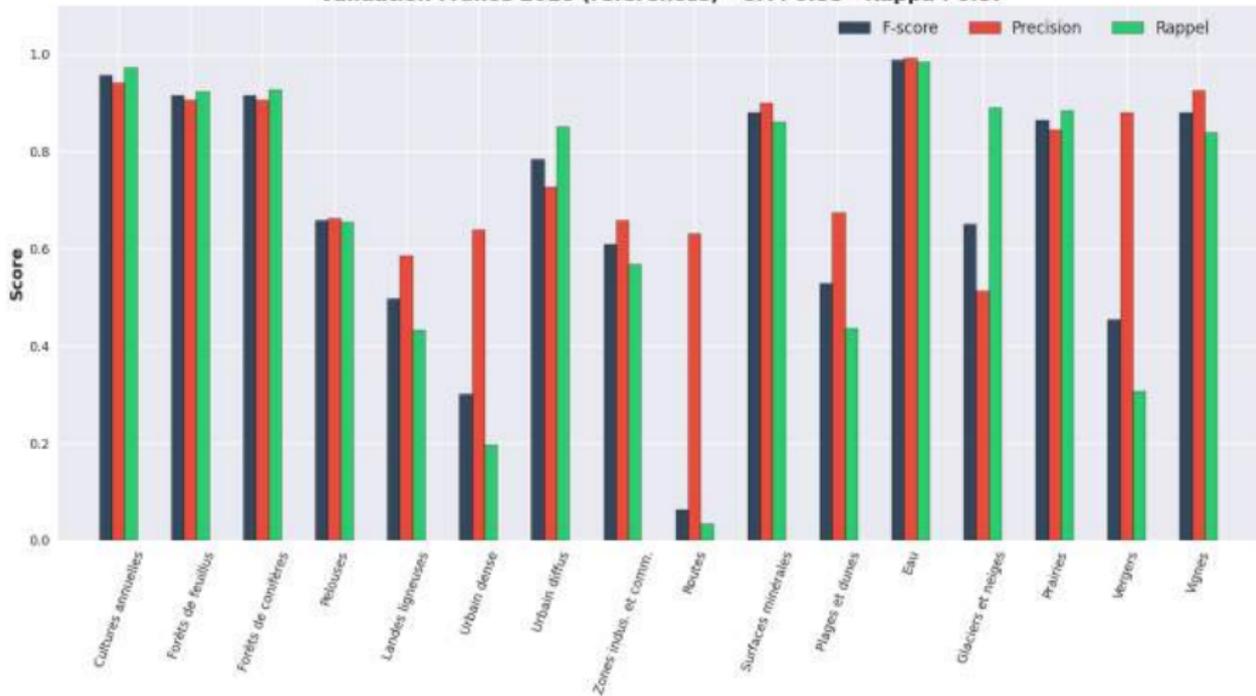


Production OSO 2016 (Séries temporelles Sentinel-2 2016)



Évaluation statistique (modèle)

Validation France 2016 (references) - OA : 0.88 - Kappa : 0.87



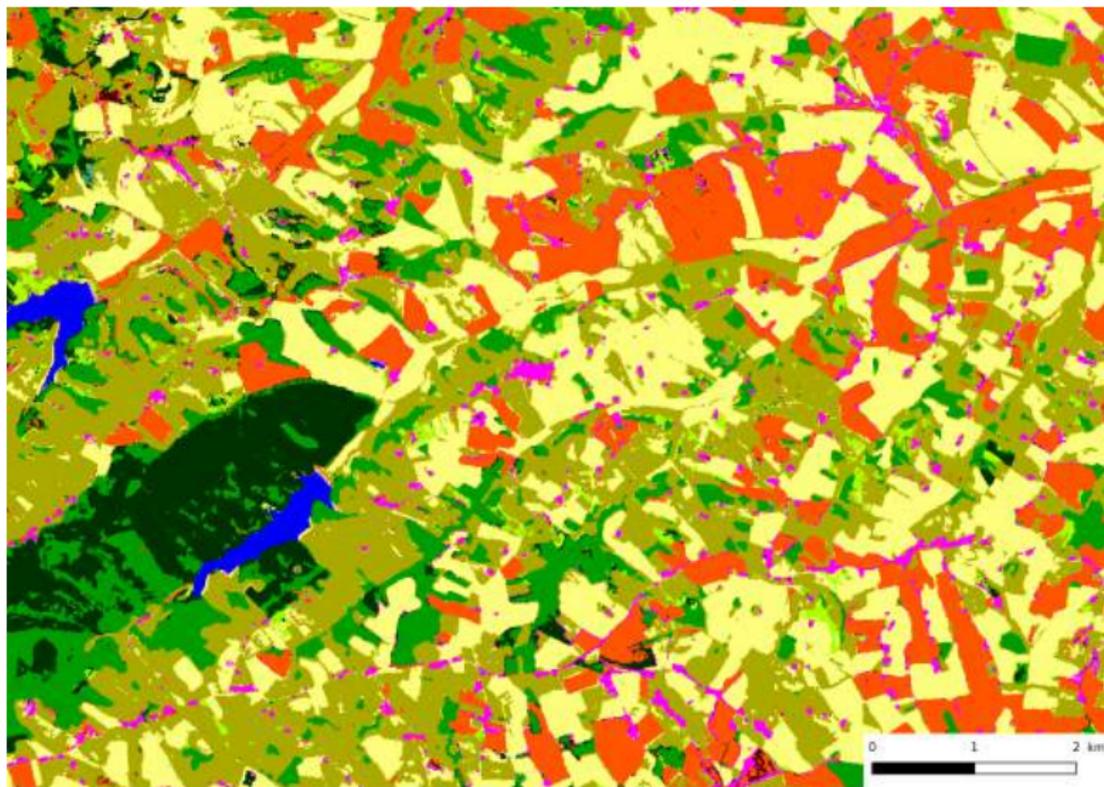
Généralisation et vectorisation

- 1 Régularisation du raster : Raster à 20 m
 - ▶ Suppression des pixels isolés
 - ▶ Amélioration de la précision de la classification
 - ▶ Régularisation
 - ▶ Majoritaire
 - ▶ Adaptative (règles de régularisation)

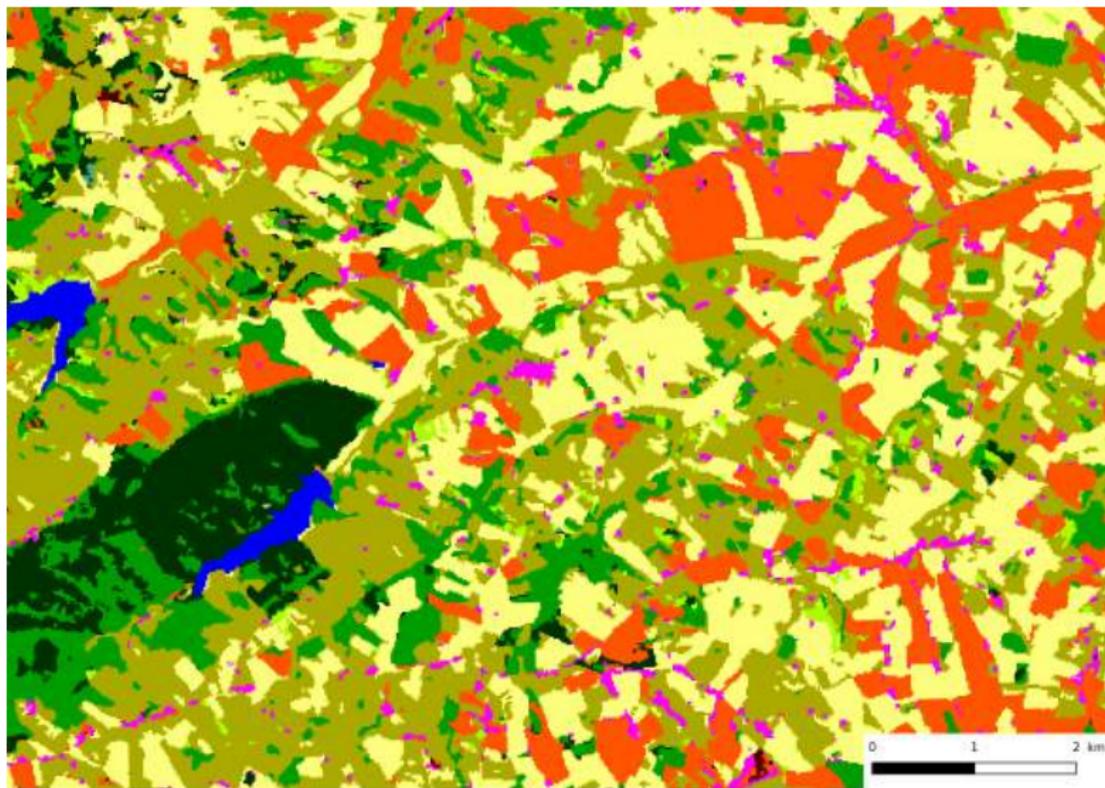
Généralisation et vectorisation

- ➊ Régularisation du raster : Raster à 20 m
 - ▶ Suppression des pixels isolés
 - ▶ Amélioration de la précision de la classification
 - ▶ Régularisation
 - ▶ Majoritaire
 - ▶ Adaptative (règles de régularisation)
- ➋ Vectorisation et Simplification : Vecteur / département
 - ▶ Obligations réglementaires pour de nombreux utilisateurs
 - ▶ Suppression du crénelage induit par les pixels
 - ▶ Lissage des limites de polygones

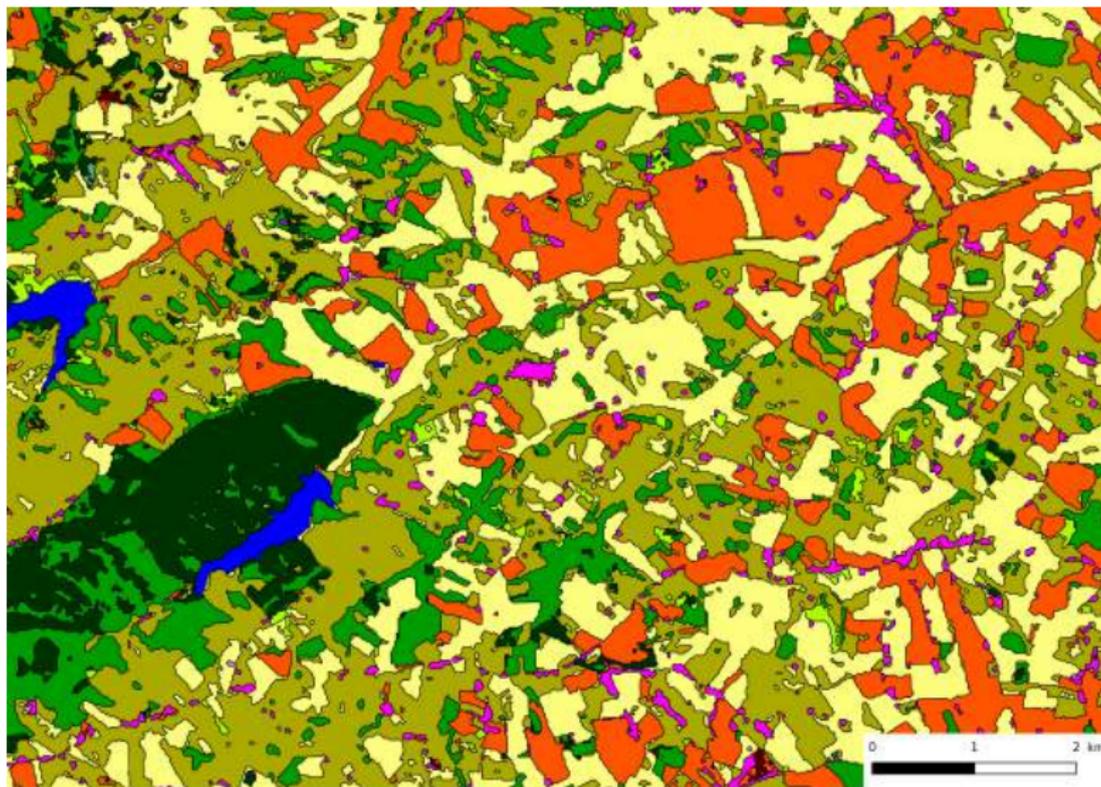
Généralisation : Produit à 10 m



Généralisation : Produit à 20 m



Généralisation : Produit vecteur



Comparaison avec un produit Copernicus : HR Layers

Produit HR Layers

- ▶ Imagerie Spot à 2.5 m de résolution spatiale
- ▶ Produit (indicateur) à 20 et 100 m de résolution
- ▶ Échelle européenne

HR Layers	OSO	Source	Caractéristiques
Imperméabilité	Urbain dense Urbain diffus	CLC - 111. Tissu urbain continu CLC - 112. Tissu urbain discontinu	$\geq 80\%$ d'imper. $\geq 30\%$ et < 80 d'imper.
Forêt	Forêt	BD Topo : Forêt fermée de conifères et feuillus	$\geq 40\%$ de d'arbres
Eau	Eau	BD Topo : Surface d'eau	
Pelouse	Pelouse Prairie	CLC - 321. Pelouses naturelles RPG - 18. Prairie permanentes	en herbe ≥ 5 ans

Thème « Imperméabilité »



Ville de Montpellier

Thème « Imperméabilité »



Urban Atlas 2012 : Urbain Dense et Diffus

Thème « Imperméabilité »



Classification OSO : Urbain Dense et Diffus

Thème « Imperméabilité »



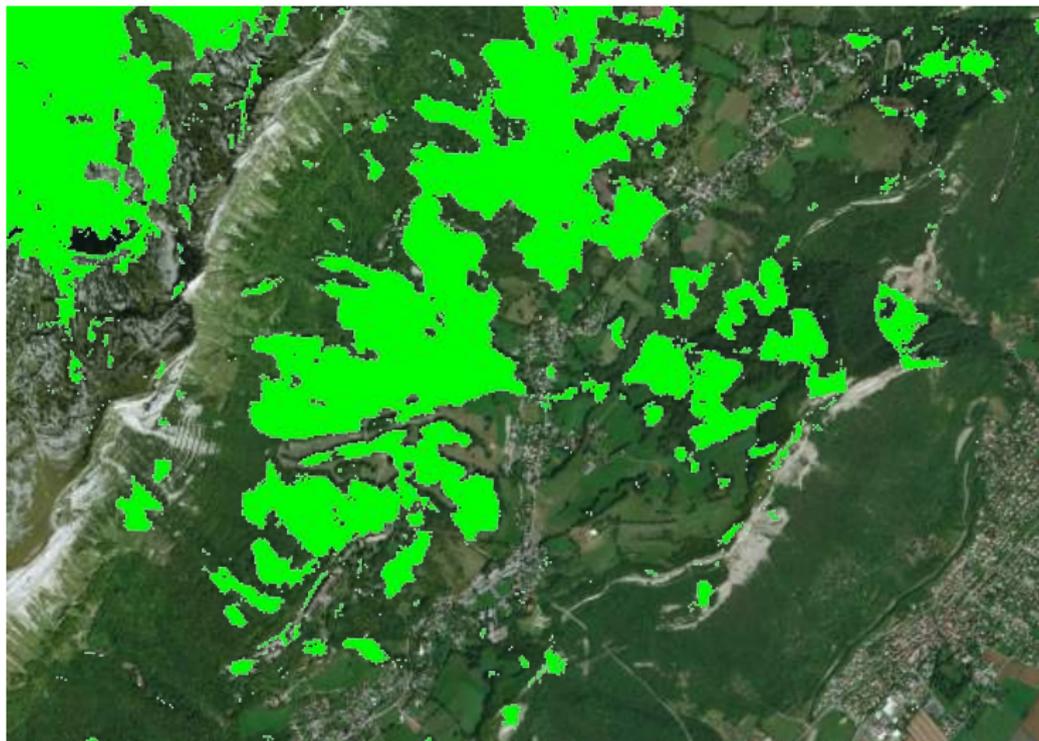
HR Layer : Urbain Dense et Diffus

Thème « Forêt »



Contrefort du massif de la Chartreuse

Thème « Forêt »



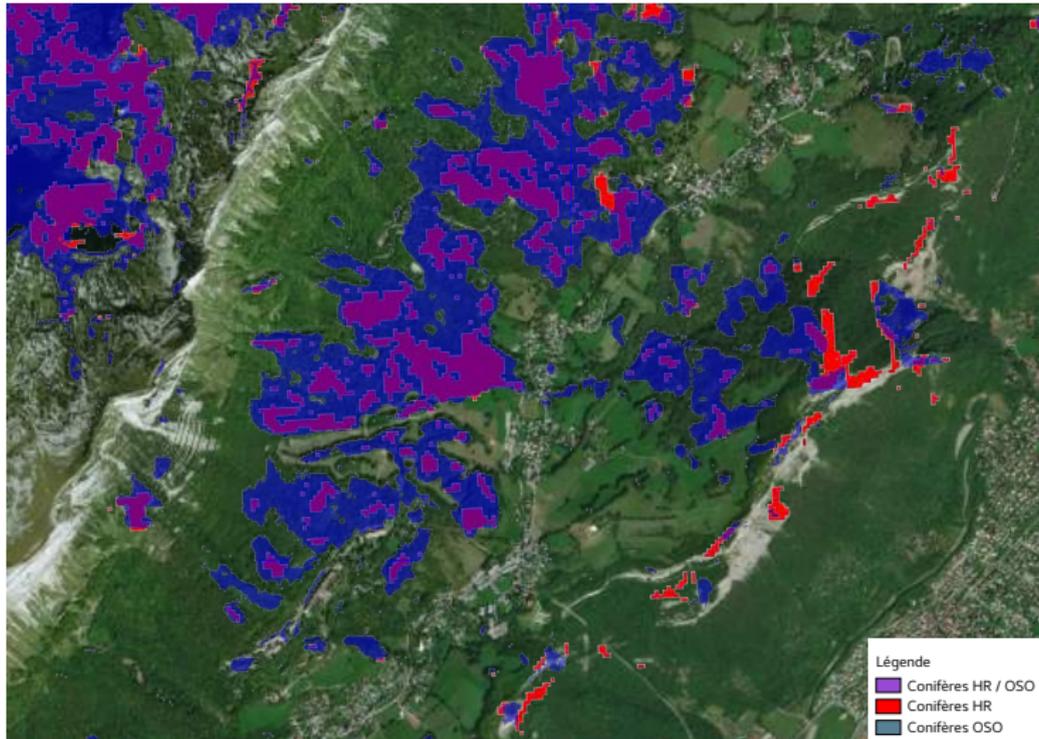
Classification OSO : Thème « Conifères »

Thème « Forêt »



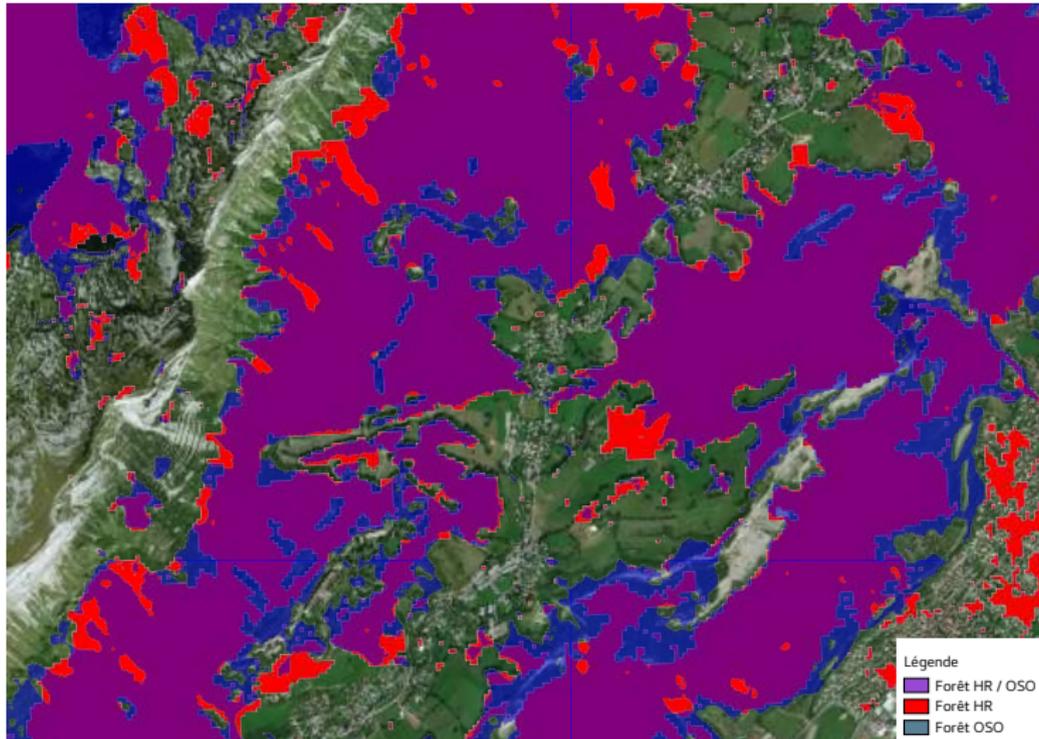
HR Layer : Densité forestière + Type « Conifères »

Thème « Forêt »



Différence OSO vs. HR Layer : Thème « Conifères »

Thème « Forêt »



Différence OSO vs. HR Layer : Thème « Forêt »

Thème « Eau »



Site Natura 2000 « La Dombes » (Ain)

Thème « Eau »



Classification OSO : Thème « Eau »

Thème « Eau »



HR Layer : Thème « Eau »

Thème « Eau »



Différence OSO vs. HR Layer - Thème « Eau »

À retenir

- ▶ Les spécifications du produit ne sont pas figées.
 - ▶ Les utilisateurs peuvent influencer les choix et faire évoluer le produit.

À retenir

- ▶ Les spécifications du produit ne sont pas figées.
 - ▶ Les utilisateurs peuvent influencer les choix et faire évoluer le produit.
- ▶ Les activités de R&D sont en cours et continueront pendant quelques années.
 - ▶ La qualité du produit évoluera, mais la continuité sera assurée (re-traitements des années précédentes).

À retenir

- ▶ Les spécifications du produit ne sont pas figées.
 - ▶ Les utilisateurs peuvent influencer les choix et faire évoluer le produit.
- ▶ Les activités de R&D sont en cours et continueront pendant quelques années.
 - ▶ La qualité du produit évoluera, mais la continuité sera assurée (re-traitements des années précédentes).
- ▶ Les données et les chaînes de traitement sont libres/ouvertes :
 - ▶ possibilité de modification et adaptation pour des besoins spécifiques ;
 - ▶ indépendance des utilisateurs vis-à-vis de Theia

À retenir

- ▶ Les spécifications du produit ne sont pas figées.
 - ▶ Les utilisateurs peuvent influencer les choix et faire évoluer le produit.
- ▶ Les activités de R&D sont en cours et continueront pendant quelques années.
 - ▶ La qualité du produit évoluera, mais la continuité sera assurée (re-traitements des années précédentes).
- ▶ Les données et les chaînes de traitement sont libres/ouvertes :
 - ▶ possibilité de modification et adaptation pour des besoins spécifiques ;
 - ▶ indépendance des utilisateurs vis-à-vis de Theia
 - ▶ possibilité d'accompagnement (iota² / OTB)

Merci de votre attention



Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 Unported License



Perspectives d'amélioration : les classes

- ▶ Classes agricoles :
 - ▶ Hiver
 - ▶ Céréales à pailles (i.e. Avoine, Blé, Orge, Seigle, Triticale)
 - ▶ Printemps
 - ▶ Céréales à pailles (i.e. Avoine, Blé, Orge, Seigle, Triticale)
 - ▶ Oléo/protéagineux (i.e. Pois, Féverole, Tournesol, Soja, Colza)
 - ▶ Été
 - ▶ Céréales d'été (i.e. Maïs, Sorgho, etc.)

Perspectives d'amélioration : les classes

- ▶ Classes agricoles :
 - ▶ Hiver
 - ▶ Céréales à pailles (i.e. Avoine, Blé, Orge, Seigle, Triticale)
 - ▶ Printemps
 - ▶ Céréales à pailles (i.e. Avoine, Blé, Orge, Seigle, Triticale)
 - ▶ Oléo/protéagineux (i.e. Pois, Féverole, Tournesol, Soja, Colza)
 - ▶ Été
 - ▶ Céréales d'été (i.e. Maïs, Sorgho, etc.)
- ▶ Meilleures distinction des strates des classes semi-naturelles (herbacé / arbustif / arboré)
 - ▶ Très Haute Résolution Spatiale (GEOSUD - Spot-6/7)
 - ▶ Radar (Sentinel-1)

Perspectives d'amélioration : les échantillons

- ▶ **Fort besoin d'échantillons de terrain pour les classifications automatiques**
 - ▶ Échantillons actuels produits à partir de bases nationales exhaustives :
 - ▶ CLC
 - ▶ BD Topo
 - ▶ RPG
 - ▶ en cours :
 - ▶ Teruti-Lucas
 - ▶ Agrosolutions
 - ▶ Urban Atlas
 - ▶ PNR, Chambres d'agricultures, etc.