

Production automatique de l'occupation des sols annuelle en France métropolitaine par le Pôle Theia

Jordi INGLADA, Raffaele GAETANO, Arthur VINCENT, Vincent THIERION

[2019-07-09 Tue]



1. Introduction
 - 1.1 L'occupation des sols
2. Le produit OSO
 - 2.1 Positionnement
 - 2.2 Caractéristiques, spécifications
 - 2.3 Les produits
 - 2.4 Validation
3. Méthodologie
 - 3.1 Méthodologie
 - 3.2 Chaîne de traitement
 - 3.3 Au delà de la Métropole et l'Europe
 - 3.4 La chaîne Moringa
4. Travaux en cours et à venir

Introduction

- 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.

- 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 constitue un **enjeu crucial** pour beaucoup de travaux de **recherche** et pour de nombreuses **applications opérationnelles**.
 - modélisation (eau, carbone), biodiversité (habitats)
 - aménagement urbain, trames verte et bleue

- 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 constitue un enjeu crucial pour beaucoup de travaux de recherche et pour de nombreuses applications opérationnelles.
 - modélisation (eau, carbone), biodiversité (habitats)
 - aménagement urbain, trames verte et bleue
- Il est nécessaire de mettre à jour de façon régulière et fréquente ces informations \implies utilisation des séries temporelles de type Sentinel-2.

- 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 constitue un **enjeu crucial** pour beaucoup de travaux de **recherche** et pour de nombreuses **applications opérationnelles**.
 - modélisation (eau, carbone), biodiversité (habitats)
 - aménagement urbain, trames verte et bleue
- Il est nécessaire de **mettre à jour** de façon régulière et **fréquente** ces informations \implies utilisation des séries temporelles de **type Sentinel-2**.
- Pour une disponibilité dans des délais raisonnables et avec une qualité suffisante, il est nécessaire de disposer de :
 - **méthodes automatiques robustes et fiables**,
 - capables d'**exploiter** de façon efficace les **données disponibles**.

Le produit OSO

- Sur la procédure de production
 - qualité hétérogène due à la photo-interprétation
 - maîtrise limitée du processus de production
 - délai de mise à disposition

- Sur la procédure de production
 - qualité hétérogène due à la photo-interprétation
 - maîtrise limitée du processus de production
 - délai de mise à disposition
- Sur les nomenclatures
 - nomenclatures non comparables des OCS locales ou régionales
 - nomenclatures peu détaillées pour les milieux naturels
 - présence de codes fourre-tout
 - *Systèmes culturaux et parcellaires complexes*

- Sur la procédure de production
 - qualité hétérogène due à la photo-interprétation
 - maîtrise limitée du processus de production
 - délai de mise à disposition
- Sur les nomenclatures
 - nomenclatures non comparables des OCS locales ou régionales
 - nomenclatures peu détaillées pour les milieux naturels
 - présence de codes fourre-tout
 - *Systèmes culturaux et parcellaires complexes*
- Sur la qualité
 - qualité insuffisante ou insuffisamment mesurée
 - manque de compatibilité entre les millésimes

- Sur la procédure de production
 - qualité hétérogène due à la photo-interprétation
 - maîtrise limitée du processus de production
 - délai de mise à disposition
- Sur les nomenclatures
 - nomenclatures non comparables des OCS locales ou régionales
 - nomenclatures peu détaillées pour les milieux naturels
 - présence de codes fourre-tout
 - *Systèmes culturaux et parcellaires complexes*
- Sur la qualité
 - qualité insuffisante ou insuffisamment mesurée
 - manque de compatibilité entre les millésimes
- Prix élevé
- Incertitude sur la continuité des produits

- Gratuité
- Disponibilité rapide (fraîcheur)

- Gratuité
- Disponibilité rapide (fraîcheur)
- Plusieurs millésimes proposés :
 - mise à jour annuelle
 - retraitement des millésimes précédents en cas d'actualisation des procédures ou des spécifications du produit

- Gratuité
- Disponibilité rapide (fraîcheur)
- Plusieurs millésimes proposés :
 - mise à jour annuelle
 - retraitement des millésimes précédents en cas d'actualisation des procédures ou des spécifications du produit
- Partition continue du territoire
- Produit national homogène

- Gratuité
- Disponibilité rapide (fraîcheur)
- Plusieurs millésimes proposés :
 - mise à jour annuelle
 - retraitement des millésimes précédents en cas d'actualisation des procédures ou des spécifications du produit
- Partition continue du territoire
- Produit national homogène
- Nomenclature emboîtable permettant de travailler à différents niveaux
- Produit grand public facile d'utilisation à l'image de CLC

- Production de cartes à échelle nationale avec
 - une nomenclature de 15 à 20 classes,
 - une résolution spatiale entre 10 m et 20 m et
 - une fréquence de mise à jour annuelle.

- Production de cartes à échelle nationale avec
 - une nomenclature de 15 à 20 classes,
 - une résolution spatiale entre 10 m et 20 m et
 - une fréquence de mise à jour annuelle.
- Données en entrée :
 - des séries d'images optiques multi-temporelles à haute résolution spatiale (de type Sentinel-2, mais aussi SPOT6, voire Pléiades),
 - des données auxiliaires de référence pour l'étalonnage des méthodes et la validation des produits.

- Production de cartes à échelle nationale avec
 - une nomenclature de 15 à 20 classes,
 - une résolution spatiale entre 10 m et 20 m et
 - une fréquence de mise à jour annuelle.
- Données en entrée :
 - des séries d'images optiques multi-temporelles à haute résolution spatiale (de type Sentinel-2, mais aussi SPOT6, voire Pléiades),
 - 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*).

- Cultures annuelles
 1. Cultures d'été
 2. Cultures d'hiver
- Cultures permanentes
 3. Prairies
 4. Vignes
 5. Vergers
- Forêts
 6. Feuillus
 7. Conifères
- Végétation naturelle basse
 8. Pelouses
 9. Landes ligneuses
- Surfaces artificialisées
 10. Urbain dense
 11. Urbain diffus
 12. Zones industrielles et commerciales
 13. Routes et surfaces goudronnées
- Surfaces naturelles minérales
 14. Rochers et éboulis
 15. Dunes et sable
- Autres
 16. Eau
 17. Glaciers et neiges éternelles
- Extension à 23 classes
 - Cultures d'été : Soja, Tournesol, Maïs, Riz, Racines/Tubercules
 - Cultures d'hiver : Colza, Céréales à paille, Protéagineux

- Mauvais objectif
 - Produire à la main une carte

- Mauvais objectif
 - Produire à la main une carte, avec un grand nombre de classes

La carte ou le processus ?

- Mauvais objectif
 - Produire à la main une carte, avec un grand nombre de classes, et une précision de 99%

- Mauvais objectif
 - Produire à la main une carte, avec un grand nombre de classes, et une précision de 99%, mais qui arrive **trop tard**.

- Mauvais objectif
 - Produire à la main une carte, avec un grand nombre de classes, et une précision de 99%, mais qui arrive **trop tard**.
- Contraintes → choix méthodologiques
 - 100% automatique : peu coûteux et reproductible.

- Mauvais objectif
 - Produire à la main une carte, avec un grand nombre de classes, et une précision de 99%, mais qui arrive **trop tard**.
- Contraintes → choix méthodologiques
 - 100% automatique : peu coûteux et réproductible.
 - Pas de règle ou traitement spécifique par classe/paysage/région : changements de nomenclature possibles sans changement dans le système.

- Mauvais objectif
 - Produire à la main une carte, avec un grand nombre de classes, et une précision de 99%, mais qui arrive **trop tard**.
- Contraintes → choix méthodologiques
 - 100% automatique : peu coûteux et reproductible.
 - Pas de règle ou traitement spécifique par classe/paysage/région : changements de nomenclature possibles sans changement dans le système.
 - Faible coût de calcul : production rapide, possibilité de re-traitements.

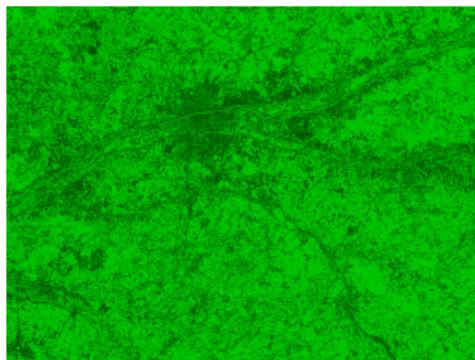
Validity



Validity



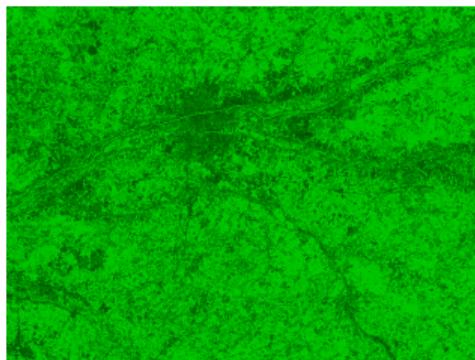
Confidence



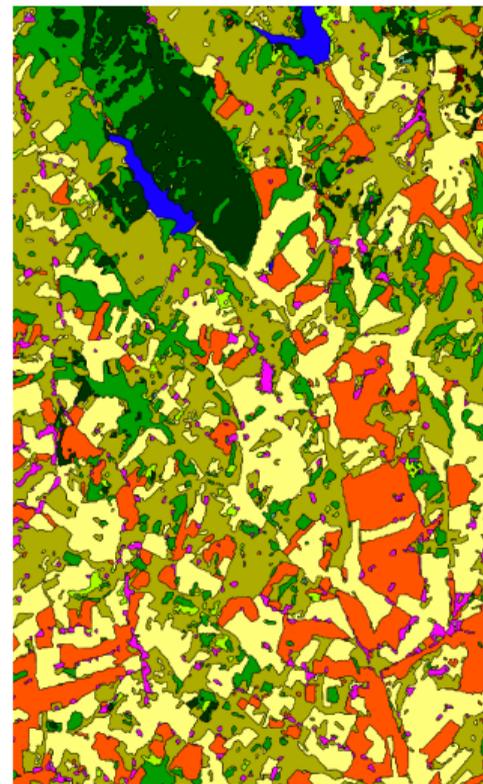
Validity



Confidence



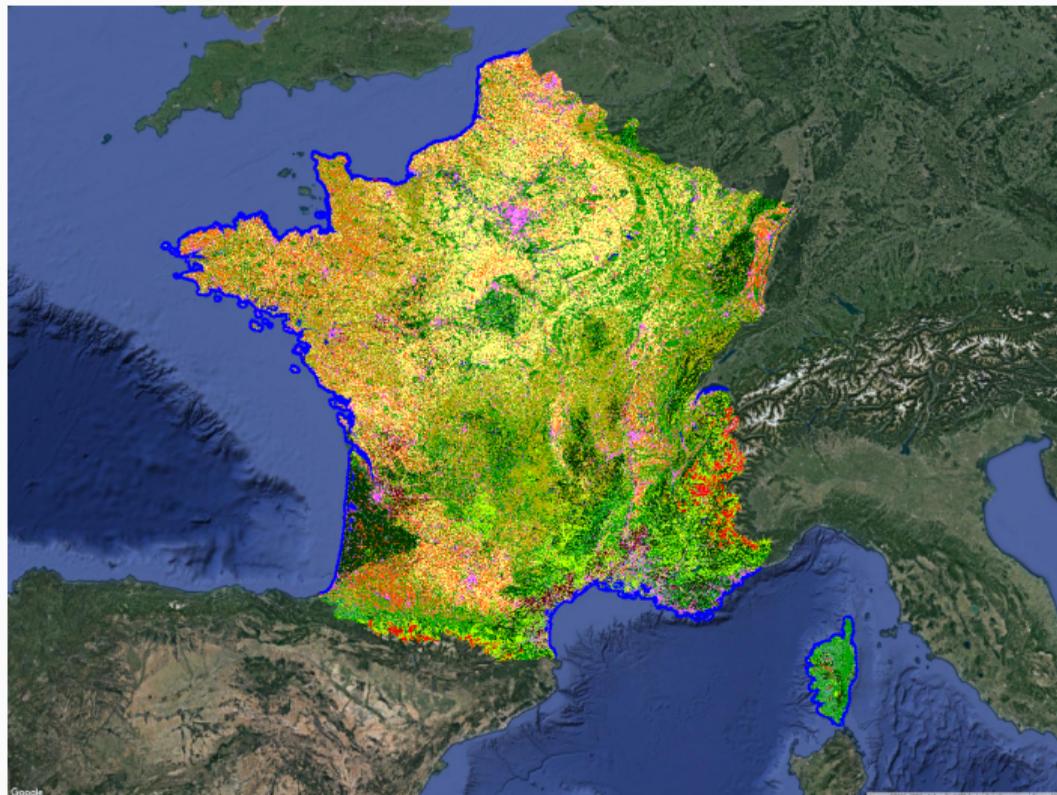
Vector data



Illustrations des produits



Illustrations des produits



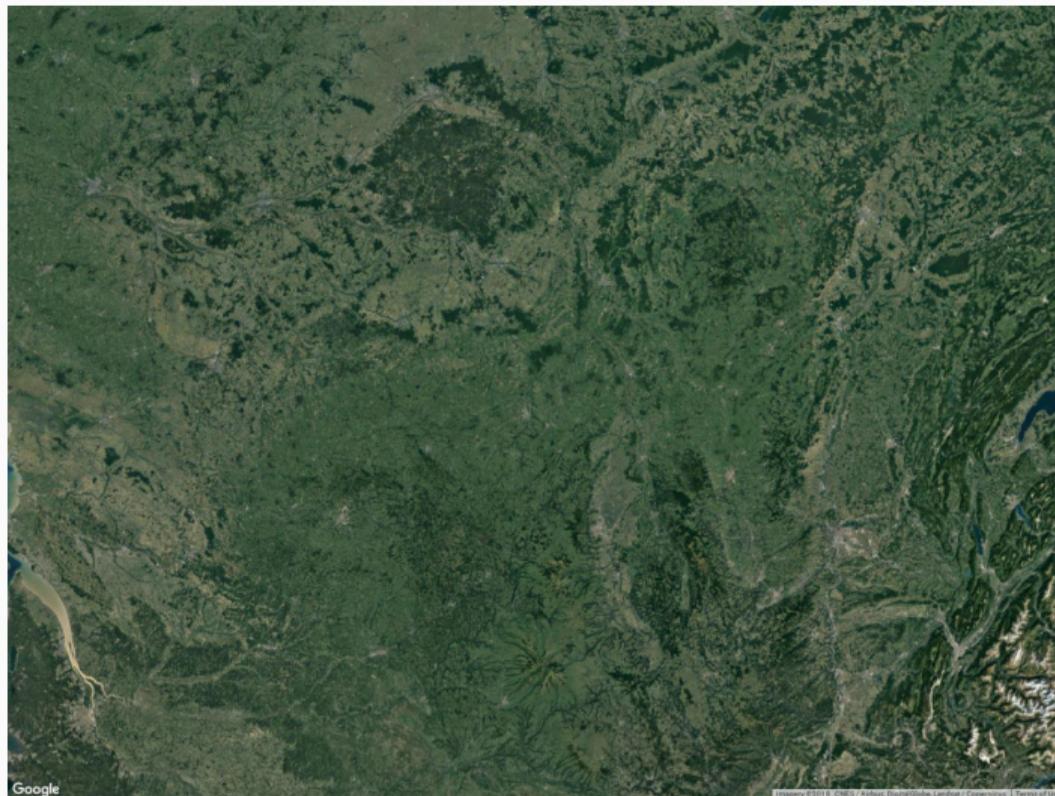
Illustrations des produits



Illustrations des produits



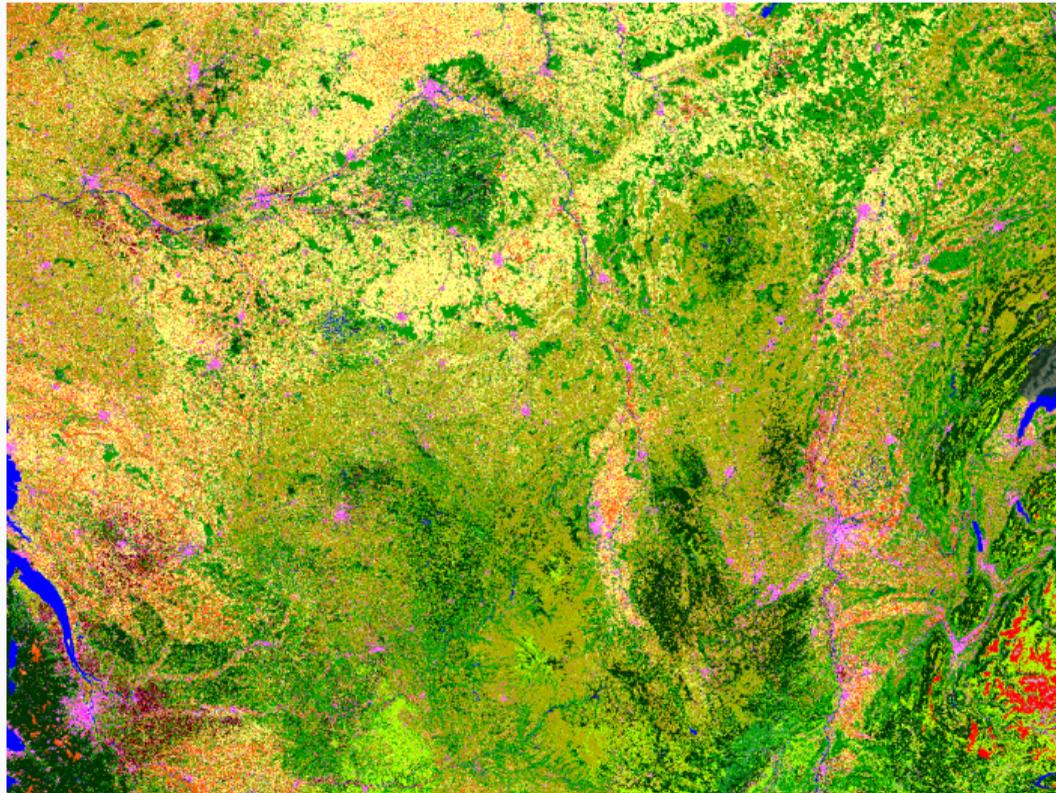
Illustrations des produits



Google

© 2018, CNES / Airbus, DigitalGlobe, Landsat / Copernicus. | Terms of Use

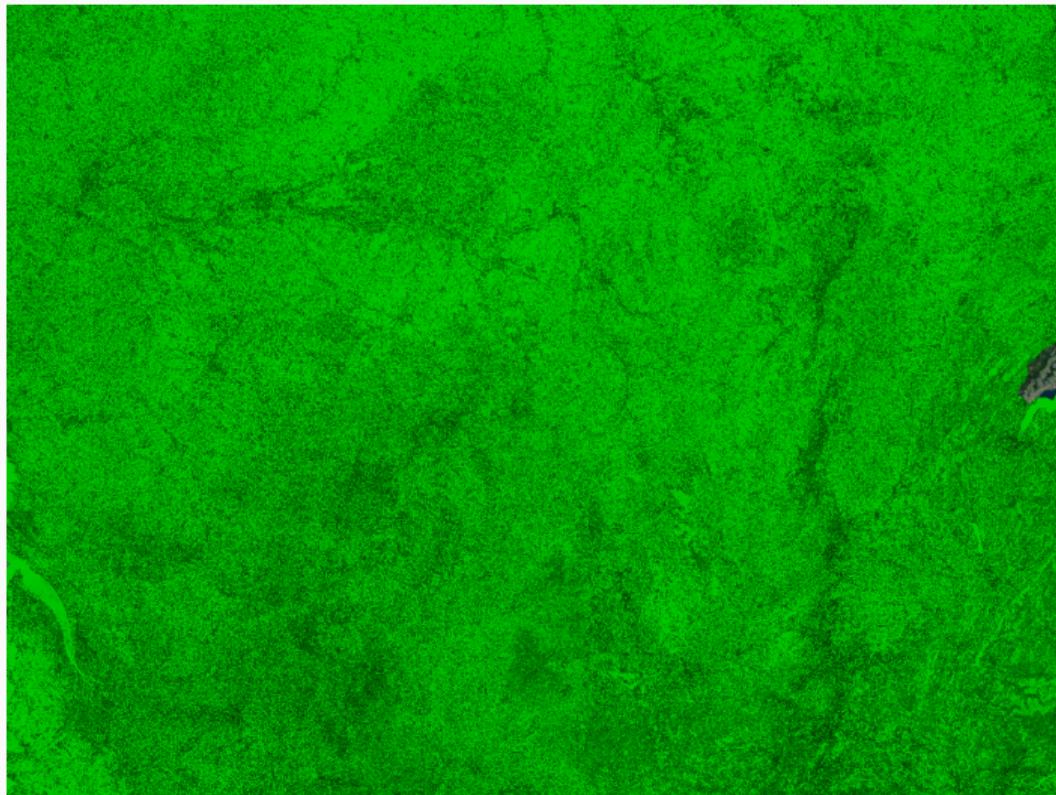
Illustrations des produits



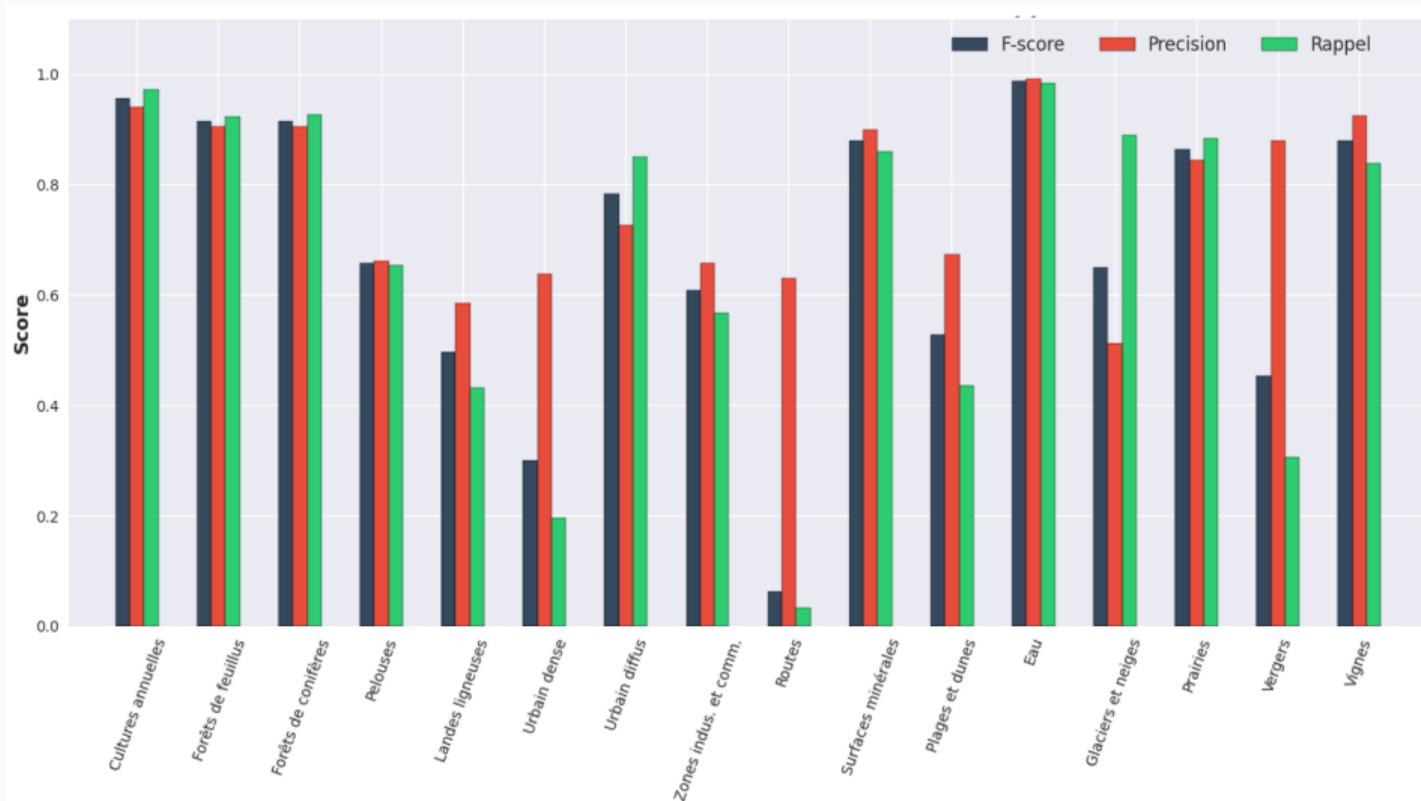
Illustrations des produits

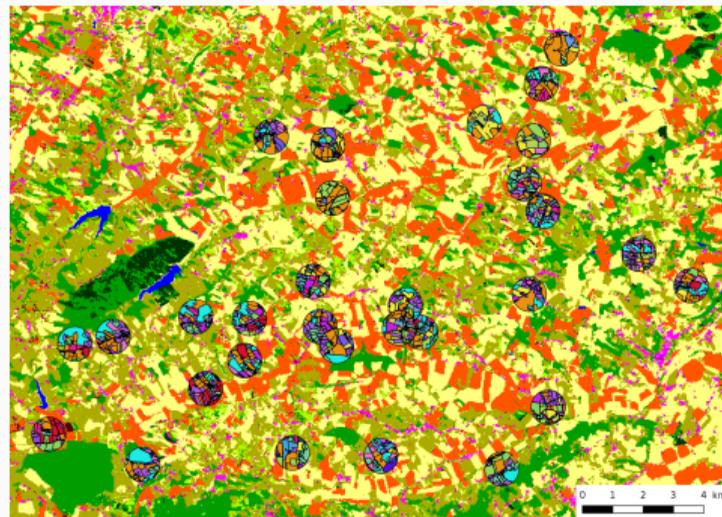
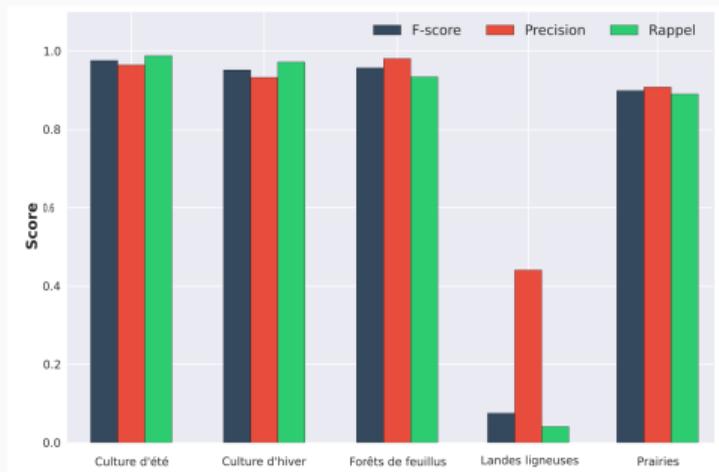


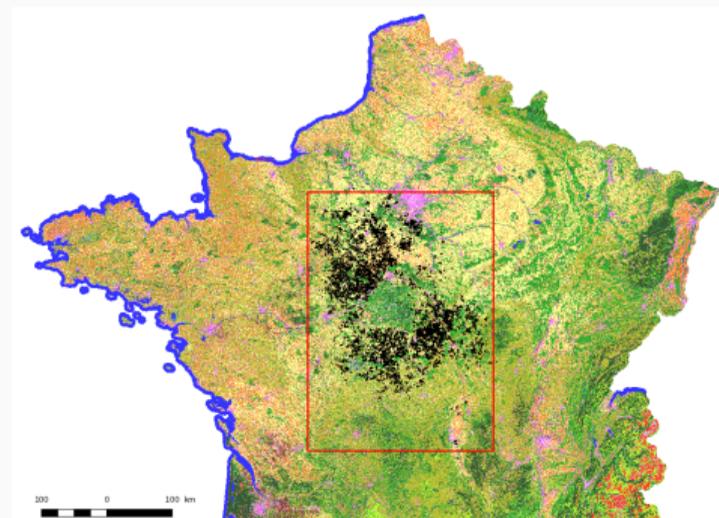
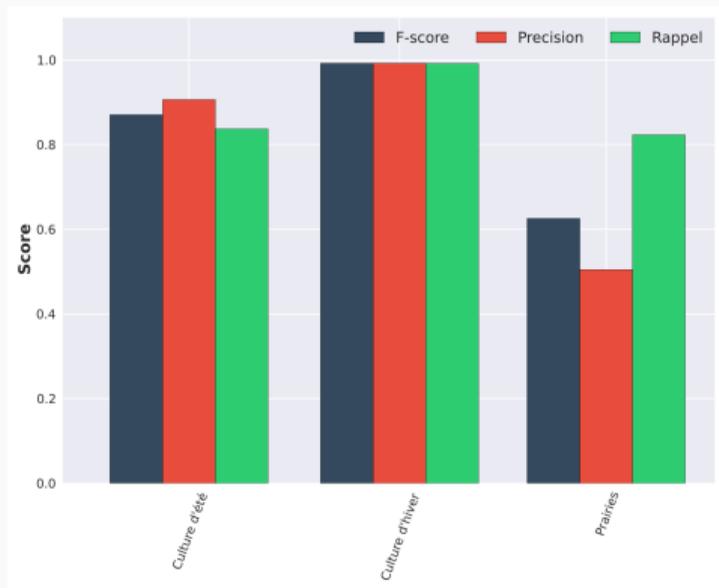
Illustrations des produits



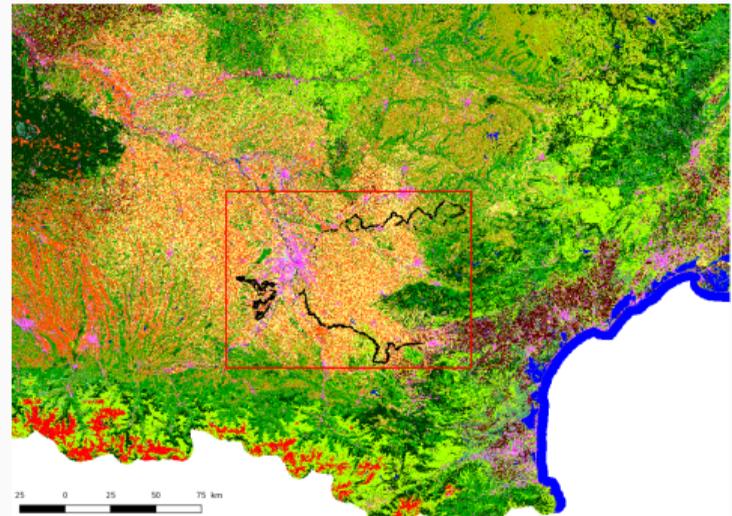
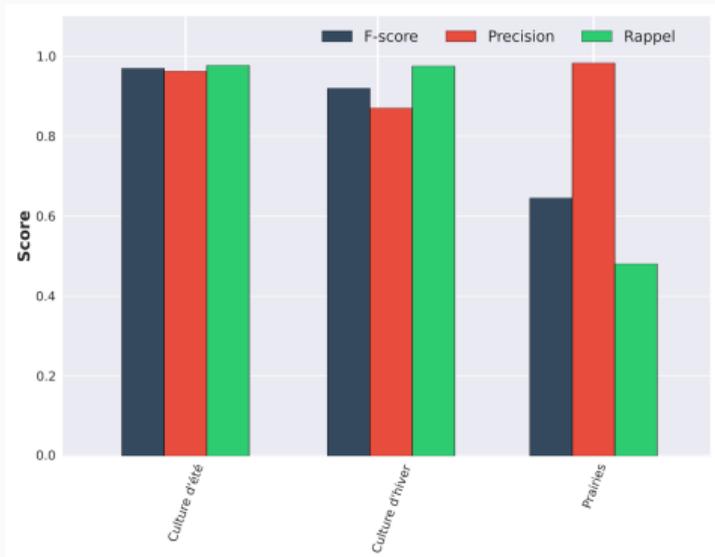
Validation avec la référence CLC, BDTopo et RPG

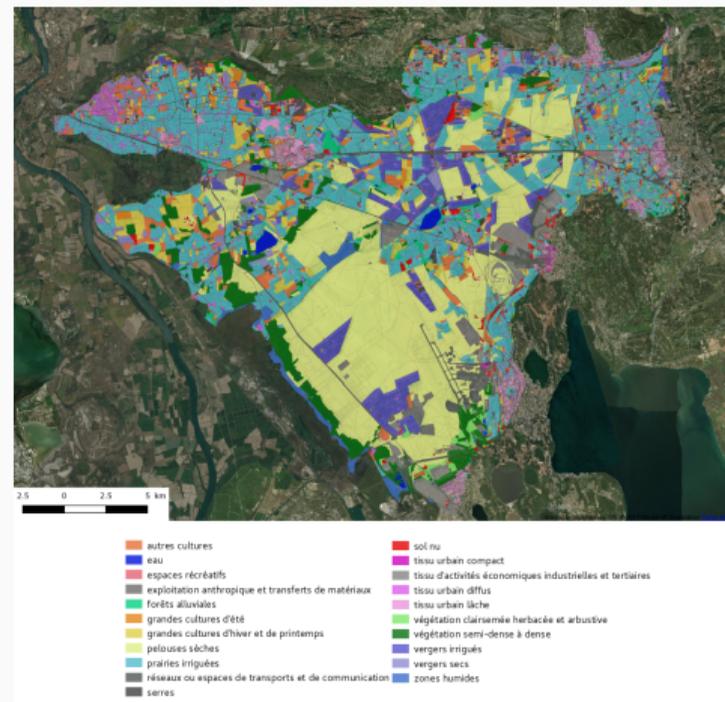
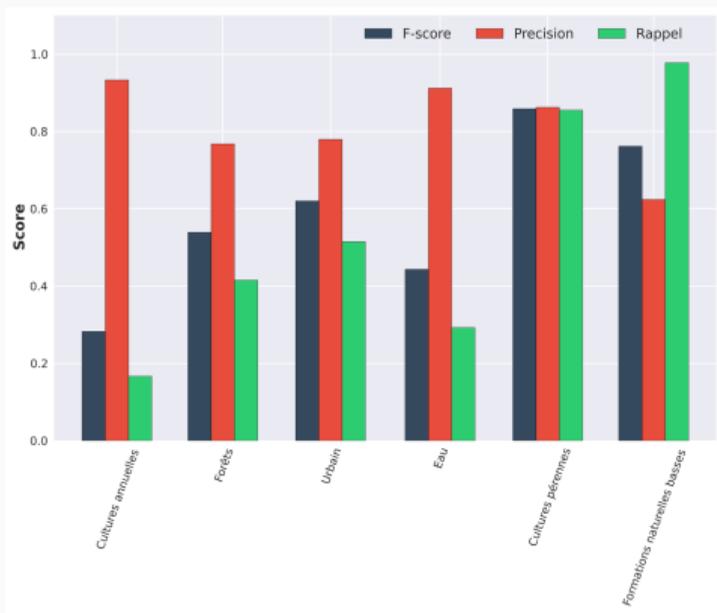






Terrain CESBIO





- SIRS est le producteur de Corine Land Cover pour la France
- Responsable de la validation de plusieurs produits Copernicus Land
 - High Resolution Layers
 - Urban Atlas

- SIRS est le producteur de Corine Land Cover pour la France
- Responsable de la validation de plusieurs produits Copernicus Land
 - High Resolution Layers
 - Urban Atlas
- Protocole de validation d'OSO sur 1428 points sur la France métropolitaine
 1. Interprétation aveugle sans connaissance d'OSO
 2. Analyse de plausibilité entre l'interprétation de l'opérateur

- SIRS est le producteur de Corine Land Cover pour la France
- Responsable de la validation de plusieurs produits Copernicus Land
 - High Resolution Layers
 - Urban Atlas
- Protocole de validation d'OSO sur 1428 points sur la France métropolitaine
 1. Interprétation aveugle sans connaissance d'OSO
 2. Analyse de plausibilité entre l'interprétation de l'opérateur
- La carte OSO atteint le seuil d'acceptabilité pour ce type de produits (>85%)
 - 81.4 +/- 3.68% (aveugle)
 - 91.7 +/- 1.25% (plausibilité)

Méthodologie

- Classification supervisée Random Forests avec stratification par zone climatique
- Séries temporelles sur une année complète
- Utilisation de BD existantes comme donnée de référence
 - CLC, BD Topo, RPG
- *Operational High Resolution Land Cover Map Production at the Country Scale Using Satellite Image Time Series*. Remote Sens. 2017, 9, 95. <http://dx.doi.org/10.3390/rs9010095>

Docs » Welcome to iota2's documentation !

[View page source](#)

Welcome to iota2's documentation !

Note

This short documentation was written to quickly help users to run iota2, and developers to contribute to the project. It is not complete and most parts still in development.

Table of contents

- [Get iota2](#)
- [iota2 Examples](#)
- [Development recommendations](#)
- [iota2 code architecture : main class](#)
- [Add steps to iota2](#)
- [Sentinel-2 Level 3A](#)
- [About features](#)
- [iota2's input parameters](#)

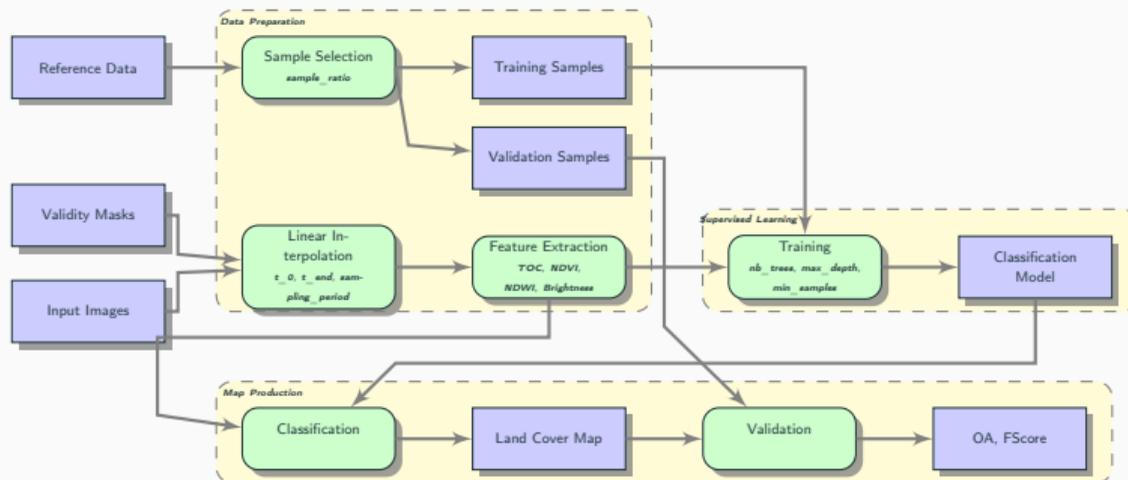
The source code for iota2 is hosted at <https://framagit.org/iota2-project/iota2/>

© Copyright 2015-2019, CESBIO Revision 653ea504.

Built with [Sphinx](#) using a [theme](#) provided by [Read the Docs](#).

- Chaîne de production développée par le CESBIO, avec des contributions du CIRAD
- Free software : GNU Affero General Public License v3.0.
- <https://framagit.org/iota2-project/iota2.git>

Architecture de la chaîne de traitement



- Complètement automatique, sans opérateur
 - Classification supervisée.

- Complètement automatique, sans opérateur
 - Classification supervisée.
- Toutes les images disponibles sont utilisées
 - pas de sélection de date ;
 - aucune image est éliminée à cause de la couverture nuageuse : 90% de nuages veut dire 10% de pixels utiles.

- Complètement automatique, sans opérateur
 - Classification supervisée.
- Toutes les images disponibles sont utilisées
 - pas de sélection de date ;
 - aucune image est éliminée à cause de la couverture nuageuse : 90% de nuages veut dire 10% de pixels utiles.
- Traitement efficace
 - 1 année de données Sentinel-2 sur la France traitées (du N2A à la carte OCS) en 3 jours

Nouveaux sites

- Île de la Réunion, Madagascar, Niger, Maroc

Nouveaux sites

- Île de la Réunion, Madagascar, Niger, Maroc

Nouvelles difficultés

- Complexité des paysages, nomenclatures différentes
- Couverture nuageuse
- Disponibilité de données de référence

Nouveaux sites

- Île de la Réunion, Madagascar, Niger, Maroc

Nouvelles difficultés

- Complexité des paysages, nomenclatures différentes
- Couverture nuageuse
- Disponibilité de données de référence

Évolutions en cours

- Utilisation de la THRS (SPOT, Pléiades), Sentinel-1 (radar)
- Prise en compte du contexte spatial du pixel (objets, régions)
- Approches d'apprentissage robustes à la qualité et quantité des données de référence

MORINGA : un workflow pour la **classification automatique à objet** de l'**occupation du sol à très haute résolution spatiale** adapté aux **systèmes agricoles tropicaux**

- Une méthodologie pour l'OCS complémentaire à *iota2* mobilisant la THRS et l'approche à objet

Objectifs

- **Améliorer la cartographie de l'OCS à "vocation agricole" en milieu tropical**
 - Besoin de précision, en particulier sur le domaine cultivé
 - Des nomenclatures spécifiques aux systèmes agricoles (groupes et types de cultures, pratiques)

Contraintes

- **Tenir compte des spécificités paysagères des agrosystèmes tropicaux**
 - Couverture nuageuse importante pendant la saison culturale
 - Petit parcellaire, fragmentation des paysages, hétérogénéité des pratiques
 - Données de référence limitées et bruitées

- Le défi de la diversité



Burkina Faso



Madagascar

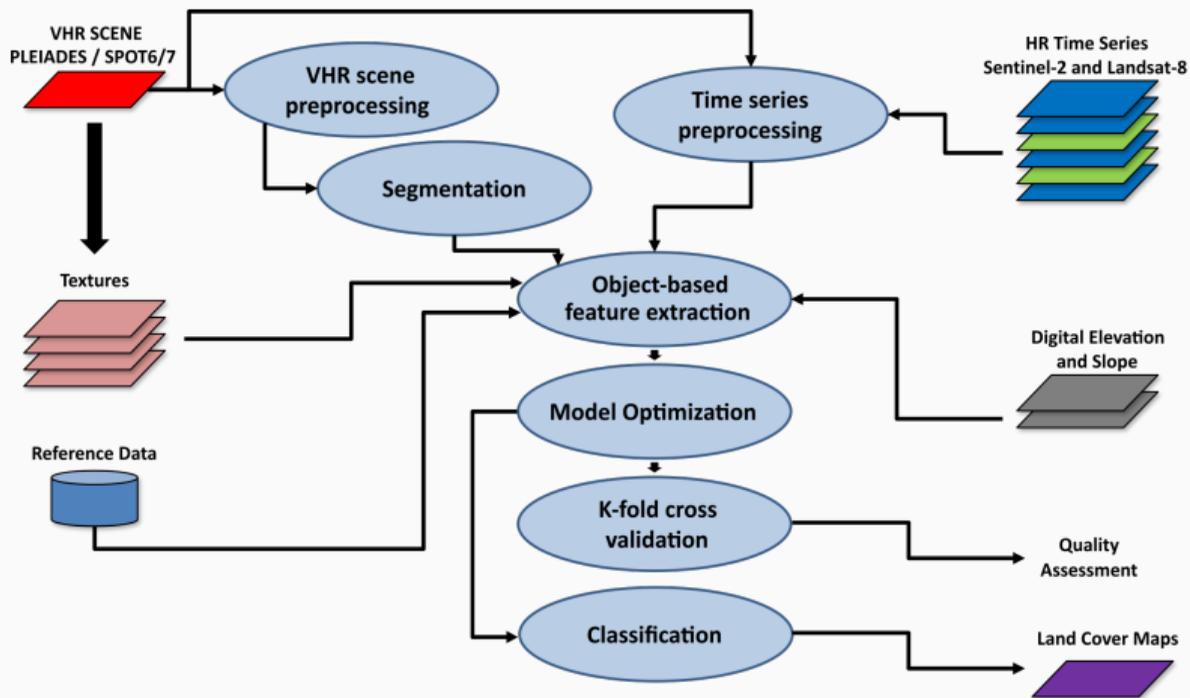


Brazil (Tocantins)

Méthodologie

- Une **approche automatique** basée sur la **fusion d'imagerie multi-capteur**
- Utilise des **séries temporelles issues de plusieurs capteurs optiques** (Sentinel-2, Landsat 8)
 - Caractériser la dynamique de la végétation et maximiser les observations non-nuageuses
- Intègre la **très haute résolution spatiale** (SPOT6/7, Pléiades)
 - Prendre en compte la **structure du paysage aux échelles fines**
- S'appuie sur le **paradigme OBIA** et la **classification ensembliste** (Random Forest)
 - Optimiser la fusion de données **multi-resolution et multi-capteur**

La chaîne Moringa



Stratégie de développement

- Contribution du CIRAD (UMR TETIS) aux activités du CES Occupation des SOIs
 - Conception et prototypage orientés à l'**intégration dans iota2**
 - **Mutualisation des traitements** dédiés aux séries temporelles, au *benchmarking*, etc.
- Un prototype fonctionnel disponible en code source :
 - <https://gitlab.irstea.fr/raffaele.gaetano/moringa.git>
- Une **version de iota2** (en attente de *merge*) permettant d'utiliser *Moringa* en option :
 - https://framagit.org/SPeillet/iota2/tree/feature/obia_classification

Benchmarking et usage opérationnel

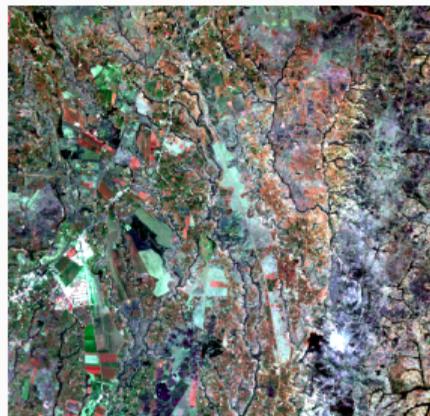
- Une première **approche inter-sites** pour la validation de la chaîne
 - Sites Burkina Faso, Madagascar, Brésil (réseau JECAM de GEOGLAM) plus Cambodge et Île de La Réunion
- Des **premiers produits OCS** pour THEIA
 - Cartographie de l'OCS à l'Île de La Réunion
 - 2016-17 : <https://www.theia-land.fr/product/carte-doccupation-des-sols-a-la-reunion>
 - 2018 : aware.cirad.fr (bientôt sur le site THEIA)

La chaîne Moringa : benchmarking

- Tests sur **plusieurs sites d'études contrastés** en milieu tropical
 - **Koumbia***, *Hauts Bassins*, Burkina Faso, 2016
 - **Antsirabe***, *Hautes Terres*, Madagascar, 2016-17
 - **Botucatu***, *São Paulo*, Brasil, 2017
 - **Kandal** province, Cambodge, 2017
 - **Île de La Réunion**, *France*, 2016-17



Koumbia



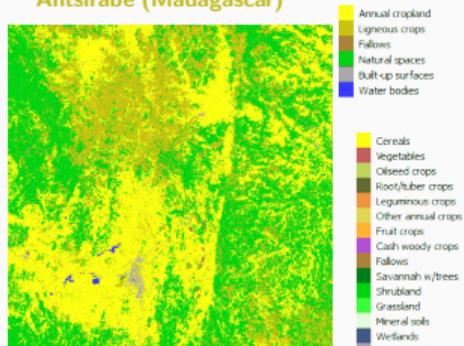
Antsirabe



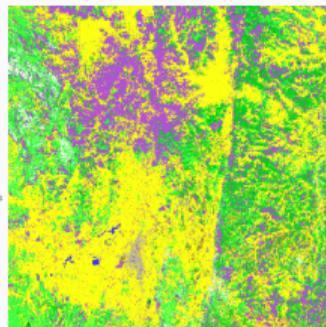
Botucatu

La chaîne Moringa : benchmarking

Antsirabe (Madagascar)

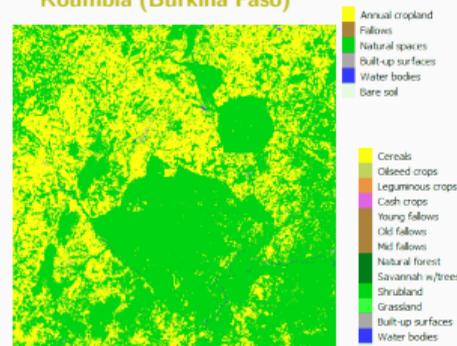


Land Cover (6 classes)
OA : 84.71% - κ : 0.79

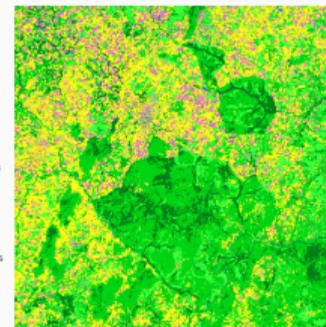


Crop Groups (16 classes)
OA : 74.38% - κ : 0.70

Koumbia (Burkina Faso)

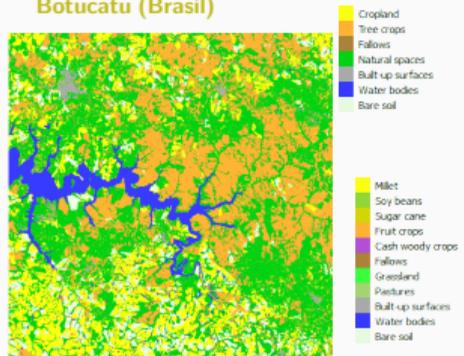


Land Cover (6 classes)
OA : 93.67% - κ : 0.87

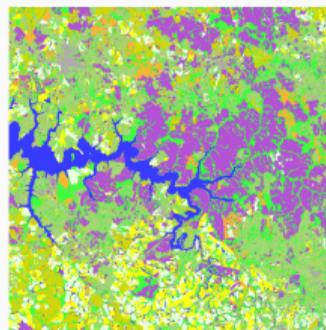


Crop Groups (12 classes)
OA : 76.20% - κ : 0.71

Botucatu (Brasil)

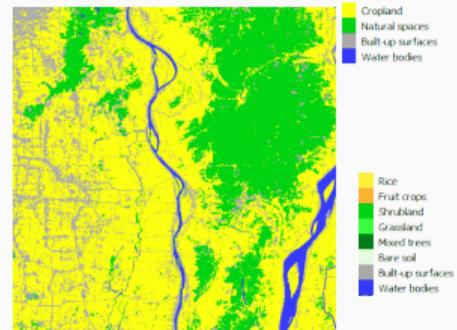


Land Cover (7 classes)
OA : 89.49% - κ : 0.87

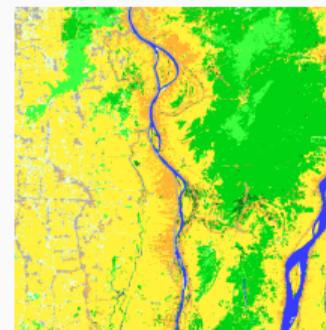


Crop Groups (11 classes)
OA : 88.83% - κ : 0.87

Kandal (Cambodia)

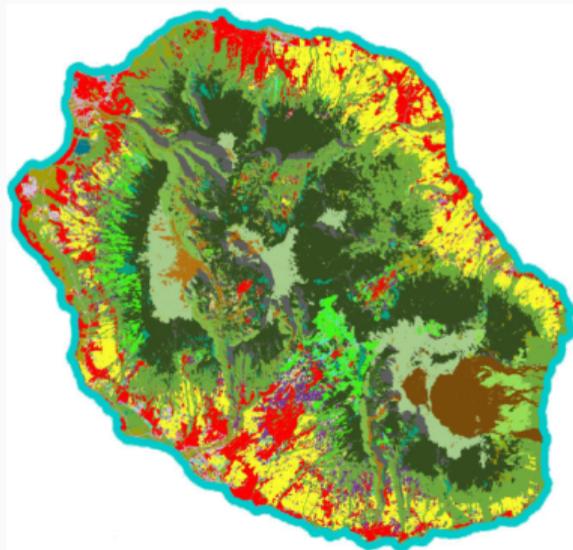


Land Cover (4 classes)
OA : 89.97% - κ : 0.86



Crop Groups (8 classes)
OA : 85.56% - κ : 0.83

La chaîne Moringa : carte OCS Réunion 2017



Carte OCS Réunion 2017

Classification de niveau 3

Canne à sucre	Autre végétation arborée
Canne à sucre replantée	Plantation forestière
Pâturage	Lande de haute altitude
Fourrage	Lande de rempart
Autres cultures maraichères	Pelouse de haute altitude
Pomme de terre	Savane herbacée de basse altitude
Ananas	Massif de vigne maronne
Culture sur treille (pitaya, fruits de la passion, vigne)	Végétation naturelle sur coulée de lave
Culture sous serre ou ombrage	Roche volcanique récente
Vergers d'agrumes	Rochers et sol sans ou avec peu de végétation
Vergers de letchi et ou longani	Plage et rochers côtier
Vergers de manguier	Ombre due au relief
Plantation de cocotier	Marais
Plantation de bananier	Surface en eau
Forêt humide de montagne	Retenue collinaire
Forêt demi-sèche	Surface bâtie
	Panneau photovoltaïque
	Route et parking

34 classes @CropTypes, OA 86.28%

- Disponible via THEIA : <https://www.theia-land.fr>
- D'autres produits livrés dans le cadre de projets (Agglomération de Tananarive, Plaine des Cayes à Haiti, ...)

La chaîne Moringa : carte OCS Réunion 2017

Niveau 1	Utilisa- teur	Produc- teur	F1- Score	Niveau 2	Utilisa- teur	Produc- teur	F1-Score	Niveau 3	Utilisa- teur	Produc- teur	F1-Score				
Espace agricole	99.54%	96.68%	98.09%	Canne à sucre	95.82%	92.87%	94.32%	Canne à sucre	90.48%	96.72%	93.50%				
				Canne à sucre replantée	95.08%	74.37%	83.46%	Pâturage et fourrage	98.18%	92.50%	95.26%	Pâturage	70.54%	74.37%	72.55%
				Pâturage	70.54%	74.37%	72.55%	Fourrage	89.33%	76.58%	82.46%	Autres cultures maraichères	48.02%	54.49%	51.05%
				Fourrage	89.33%	76.58%	82.46%	Pomme de terre	62.80%	42.82%	50.92%	Ananas	85.28%	70.71%	77.31%
				Autres cultures maraichères	48.02%	54.49%	51.05%	Culture sous serre ou ombrage	74.99%	57.04%	64.79%	Culture sur treille (pitaya, fruits de la passion, vigne)	100%	19.57%	37.73%
				Pomme de terre	62.80%	42.82%	50.92%	Arboriculture	85.67%	84.16%	84.91%	Culture sous serre ou ombrage	76.64%	68.11%	72.12%
				Ananas	85.28%	70.71%	77.31%	Verger d'agrumes	60.47%	51.11%	55.40%	Verger de letchi et/ou longani	87.05%	72.57%	79.16%
				Culture sur treille (pitaya, fruits de la passion, vigne)	100%	19.57%	37.73%	Verger de manguiers	74.18%	75.08%	74.63%	Plantation de cocotier	100%	21.86%	35.88%
				Culture sous serre ou ombrage	76.64%	68.11%	72.12%	Plantation de bananier	60.32%	44.22%	51.03%	Forêt humide de montagne	84.27%	96.52%	89.98%
				Verger d'agrumes	60.47%	51.11%	55.40%	Forêt demi-seche	96.65%	50.31%	66.17%	Autre végétation arborée	70.47%	79.88%	74.88%
				Verger de letchi et/ou longani	87.05%	72.57%	79.16%	Plantation forestière	92.86%	90.46%	91.64%	Lande de haute altitude	88.59%	62.24%	73.11%
				Verger de manguiers	74.18%	75.08%	74.63%	Lande de rempart	91.21%	72.19%	80.59%	Pelouse de haute altitude	100%	63.82%	77.91%
				Plantation de cocotier	100%	21.86%	35.88%	Savane herbacée de basse altitude	77.28%	98.26%	86.52%	Massif de vigne maronne	100%	86.32%	92.66%
				Plantation de bananier	60.32%	44.22%	51.03%	Végétation naturelle sur coulée de lave	49.46%	95.45%	65.15%	Roche volcanique récente	99.27%	98.07%	98.67%
Espace naturel et plantation forestière	98.67%	99.84%	99.25%	Espace boisé	91.37%	96.61%	93.92%	Rocher et sol sans ou avec peu de végétation	90.83%	96.28%	93.48%				
				Forêt humide de montagne	84.27%	96.52%	89.98%	Plage et rocher côtier	98.58%	73.77%	84.39%				
				Autre végétation arborée	70.47%	79.88%	74.88%	Ombre due au relief	96.88%	93.65%	95.24%				
				Plantation forestière	92.86%	90.46%	91.64%	Marais	100%	98.60%	99.29%				
				Lande de haute altitude	88.59%	62.24%	73.11%	Surface en eau	99.80%	99.88%	99.84%				
				Lande de rempart	91.21%	72.19%	80.59%	Retenue collinaire	33.32%	22.32%	26.73%				
				Pelouse de haute altitude	100%	63.82%	77.91%	Surface bâtie	70.81%	90.85%	79.59%				
				Savane herbacée de basse altitude	77.28%	98.26%	86.52%	Panneau photovoltaïque	100%	93.17%	96.47%				
				Massif de vigne maronne	100%	86.32%	92.66%	Route et parking	61.03%	91.94%	73.36%				
				Végétation naturelle sur coulée de lave	49.46%	95.45%	65.15%								
Eau	100%	99.69%	99.84%	Rocher et sol nu naturel	98.60%	98.03%	98.32%								
				Ombre due au relief	97.35%	88.40%	92.66%								
				Eau	100%	99.77%	99.88%								
Espace artificialisé	88.55%	89.99%	89.26%	Espace artificialisé	77.89%	96.94%	86.38%								
Précision globale		98.02%		93.05%				86.26%							
Kappa		0.99		0.94				0.87							

Travaux en cours et à venir

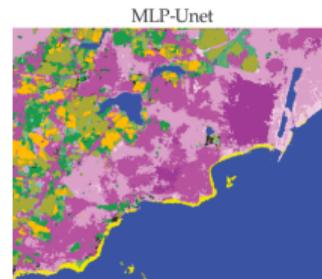
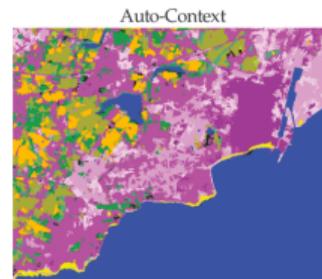
Limitations actuelles des réseaux convolutionnels

- Besoin d'annotations denses
- Coût de calcul :
 - Gain en précision par Joule consommé ? / Bilan carbone de la carte!
 - Gain en précision par € sur la facture du fournisseur cloud . . .

Limitations actuelles des réseaux convolutionnels

- Besoin d'annotations denses
- Coût de calcul :
 - Gain en précision par Joule consommé ? / Bilan carbone de la carte !
 - Gain en précision par € sur la facture du fournisseur cloud ...

Auto Context RF



	Kappa	OA
T31TDN		
RF (pixel)	89,53 %	91,87 %
AC	89,42 %	92,19 %
MLP_Unet	89,82 %	92,49 %
T30TXQ		
RF (pixel)	82,87 %	90,61 %
AC	86,90 %	93,31 %
MLP_Unet	87,74 %	93,77 %
T31TGK		
RF (pixel)	64,24 %	71,01 %
AC	66,66 %	73,10 %
MLP_Unet	67,20 %	73,67 %
T31UDQ		
RF (pixel)	75,02 %	79,40 %
AC	84,70 %	88,70 %
MLP_Unet	86,13 %	89,78 %

Conclusions

- Similar result in terms of Overall Accuracy
- CNN provides finer distinction in urban areas
- Geometry of the CNN result is blurry
- Computation times are much slower

Method	Training time/CPU
RF	≈25h
Auto-Context	≈80h
MLP-Unet	≈3300h

Utilisation des séries temporelles des années précédentes

- Les données de référence sont issues de BDs existantes
- Apprentissage de classifieurs sur des images d'années précédentes et des BDs anciennes
- Fusion de classifieurs
- Application de techniques d'adaptation de domaine (Transport Optimal)

Tardy, B., Inglada, J., & Michel, J., **Fusion approaches for land cover map production using high resolution image time series without reference data of the corresponding period**, *Remote Sensing*, **9(11)**, 1151 (2017). <http://dx.doi.org/10.3390/rs9111151>

Tardy, B., Inglada, J., & Michel, J., **Assessment of optimal transport for operational land-cover mapping using high-resolution satellite images time series without reference data of the mapping period**, *Remote Sensing*, **11(9)**, 1047 (2019). <http://dx.doi.org/10.3390/rs11091047>

Utilisation de plusieurs années d'images

- Tout en gardant des mises à jour annuelles
- Meilleure description des tendances à long terme
- Meilleure caractérisation de classes similaires
- Mais des volumes de données énormes !

Utilisation de plusieurs années d'images

- Tout en gardant des mises à jour annuelles
- Meilleure description des tendances à long terme
- Meilleure caractérisation de classes similaires
- Mais des volumes de données énormes !

Sentinel-1

- Complémentaire aux mesures optiques → meilleure discrimination
- Augmentation du nombre de données disponibles sur les zones nuageuses
- Mais des volumes de données énormes !
- Les premiers tests ne montrent pas des améliorations significatives

Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

