

## Cartographie de l'occupation du sol agricole sur l'île de la Réunion à partir d'images satellites

Dans le cadre du Centre d'Expertise Scientifique Occupation des Sols de THEIA, l'UMR TETIS du Cirad développe une cartographie automatisée des sols fondée sur la chaîne Moringa qui minimise les interactions avec les utilisateurs par l'automatisation de la plupart des processus d'analyse et traitement des images. La méthodologie utilise conjointement une image à Très Haute Résolution Spatiale (Spot6/7 ou Pléiades) et une ou plusieurs séries temporelles d'images optiques à Haute Résolution Spatiale type Sentinel-2 et Landsat-8 pour une classification combinant segmentation et classification à objet (utilisation de l'algorithme Random Forest) entraînée par une base de données d'apprentissage combinant collecte in situ et photo-interprétation. Les cartes d'occupation du sol obtenues ont été réalisées dans le cadre du projet GABIR (Gestion Agricole des Biomasses à l'échelle de l'île de la Réunion) et sont toutes diffusées sur le catalogue de données spatiales du Cirad Réunion : <http://aware.cirad.fr>.

**Action :** 1 – Identification des acteurs

**Sous-Action :** 1.1 - Systèmes d'élevage et de cultures

**Organisme porteur de l'activité :** Cirad

**Partenariat :** SAFER

**Contact :** Stéphane Dupuy (Cirad) -  
[stephane.dupuy@cirad.fr](mailto:stephane.dupuy@cirad.fr)

**Année :** 2016 à 2019

### CONTEXTE ET OBJECTIFS

Des changements importants sont intervenus ces dernières années dans le domaine des traitements et de l'accès aux images issues de capteurs spatiaux. L'agence spatiale américaine diffuse ainsi gratuitement depuis 2013 les images acquises par les satellites Landsat (fréquence de revisite de 16 jours). Le CNES avec le projet Kalideos diffuse des images THRS à la Réunion. Enfin la dernière grande évolution est la mise en orbite de la constellation Sentinel de l'agence spatiale européenne (ESA) avec la mise en orbite des satellites optiques Sentinel-2A et Sentinel-2B depuis respectivement le 23 juin 2015 et le 7 mars 2017. La fréquence de revisite de 5 jours avec 2 satellites permet de mieux suivre les évolutions des cultures pendant la saison de croissance mais aussi de s'affranchir partiellement du problème lié à la couverture nuageuse qui est problématique dans les régions tropicales. Parallèlement à l'évolution de l'offre en imagerie, les logiciels de traitements d'images ont aussi évolué. Ainsi les outils libres de télédétection tels que OTB (Orfeo ToolBox) du CNES ou SNAP (Sentinel Application Platform) de l'ESA, sont en constante amélioration.

La problématique est donc maintenant de savoir comment exploiter au mieux toutes ces données pour en extraire les informations les plus pertinentes et produire des cartes d'occupation du sol pour suivre le domaine cultivé. Dans le cadre du Centre d'Expertise Scientifique Occupation des Sols de THEIA, l'UMR TETIS du Cirad travaille à la mise au point de méthodes de traitement pour cartographier l'occupation du sol dans les contextes variés des pays du Sud : forte variabilité intra parcellaire, petite taille des parcelles, présence de jachères, cultures associées, agroforesterie, etc. Pour répondre à ces problématiques, nous avons mis au point la chaîne de traitement Moringa qui fait appel à des fonctions de l'Orfeo Tool Box (OTB), orchestrées par des scripts en python.

Dans le cadre du projet GABIR, les partenaires étaient en demande d'informations exhaustives sur l'occupation du sol agricole au niveau de l'ensemble du territoire. Jusqu'à aujourd'hui, la seule information disponible était issue de la Base d'Occupation du Sol (BOS) diffusée par la DAAF de la Réunion. Bien que cette information soit très précise, puisqu'il s'agit d'une synthèse des informations disponibles à la DAAF (principalement constituée des par les déclarations graphiques des agriculteurs : le RPG), certaines cultures ne sont toutefois pas présentes telles que le maraichage et l'arboriculture notamment. Dans ce contexte, nous avons décidé de tester à la Réunion la chaîne Moringa pour estimer si elle pouvait répondre aux besoins d'informations sur l'occupation du sol agricole.

## MATERIELS ET METHODES

Pour fonctionner cette chaîne doit mobiliser au minimum : 1 image THRS Spot6/7 ou Pléiades, 1 MNT, 1 série temporelle HRS (S-2 et L-8) et 1 base de données terrain (BD terrain).

Les images THRS Pléiades et Spot6/7 sont disponibles à la Réunion via le projet Kalideos du CNES. Le MNT utilisé est celui diffusé par IGN (RGE alti) d'une résolution de 5 m.

La BD terrain est organisée selon une nomenclature emboîtée à plusieurs niveaux afin de calculer une classification par niveau. A la Réunion nous disposons de bases de données d'occupation du sol précises (BOS et RPG) qui peuvent servir de modèle pour localiser les cultures. Des relevés de points GPS sur le terrain sont aussi intégrés pour certaines cultures. Pour les espaces naturels, les principales classes peuvent être reconnues à partir des couches SIG de divers organismes (DEAL, ONF...).

La méthode est décrite dans la *Figure 1*. Les prétraitements réalisés sur les images THRS consistent en la production d'une mosaïque annuelle couvrant l'ensemble de l'île et avec le minimum de nuages et une fusion (pansharp) des images panchromatique et multispectrale.

Les prétraitements appliqués à la série temporelle consistent principalement à masquer les zones couvertes par les nuages et à recalcr chaque image par rapport à l'image THRS.

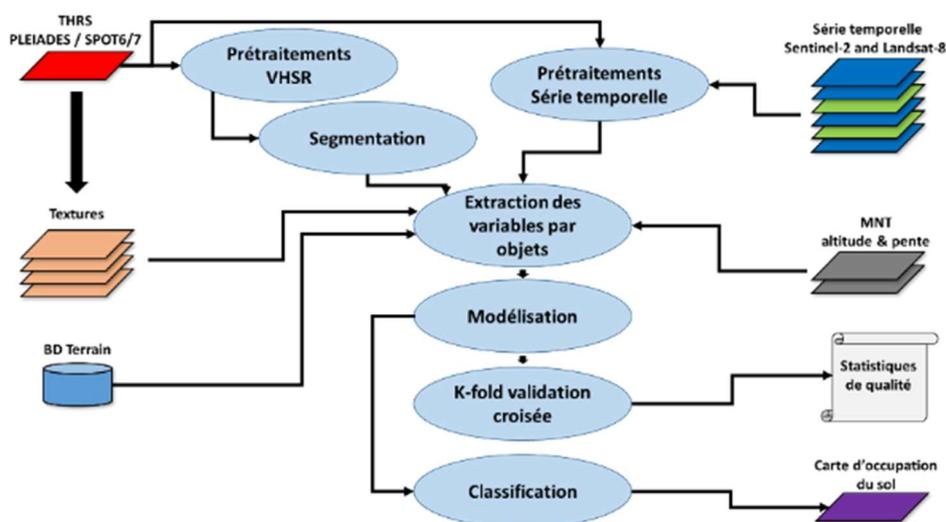


Figure 1. Schéma général de la chaîne Moringa

Des textures (les textures sont utiles pour extraire les vergers ou le bâti) sont calculées à partir de l'image Pléiades. Un algorithme de segmentation appliqué sur l'image Spot6/7 extrait des objets (parcelle). Chaque objet est ensuite classé par un algorithme de classification supervisé en utilisant comme variables les informations issues de la série temporelle HRS, des textures et des informations d'altitude et de pentes issues du MNT. La BD terrain est utilisée d'une part pour l'apprentissage de l'algorithme de classification et d'autre part pour la validation des cartes produites. Pour la validation nous utilisons une méthode de validation croisée.

## RESULTATS

### Résultat n° 1 : Carte d'occupation du sol millésime 2016-2017

Cette carte a été obtenue à partir d'images Spot6/7 acquises en avril 2016 et d'une série temporelle d'images Sentinel-2 et Landsat-8 acquises entre janvier 2016 et juin 2017. La précision globale de la carte est de 88,71%.

### Résultat n° 2 : Carte d'occupation du sol millésime 2017

Pour ce millésime, la base de donnée terrain a été revue en profondeur par rapport à celle de l'année précédente en augmentant le nombre de parcelles et en modifiant la nomenclature. Nous avons produit, à partir d'une mosaïque d'images Spot6/7, 3 cartes correspondant aux 3 niveaux de détail de la nomenclature. Les précisions globales de ces 3 cartes sont de 96% pour le niveau 1 (4 classes), 91% pour le niveau 2 (11 classes) et 84% pour le niveau 3 (34 classes). Nous avons également produit des cartes utilisant une mosaïque d'images Pléiades (50cm). Cette image a notamment été utilisée pour l'étape de segmentation afin d'améliorer la délimitation des objets. Les précisions globales de ces 3 nouvelles cartes sont de 97% pour le niveau 1 (4 classes), 98% pour le niveau 2 (11 classes) et 86% pour le niveau 3 (34 classes).

### Résultat n° 3 : Carte d'occupation du sol millésime 2018 (bêta)

Avec cette carte, il s'agissait de tester la faisabilité de produire une carte 2018 avant la fin de l'année 2018 afin de pouvoir localiser rapidement les évolutions des cultures. Cette expérimentation a été réalisée en collaboration avec le Syndicat du Sucre de la Réunion qui nous a transmis des relevés de terrain pour constituer la BD terrain. L'image THRS est une mosaïque de 3 images Spot6/7 et la série temporelle était constitué d'images acquises entre janvier et fin septembre 2018 (Figure 2).

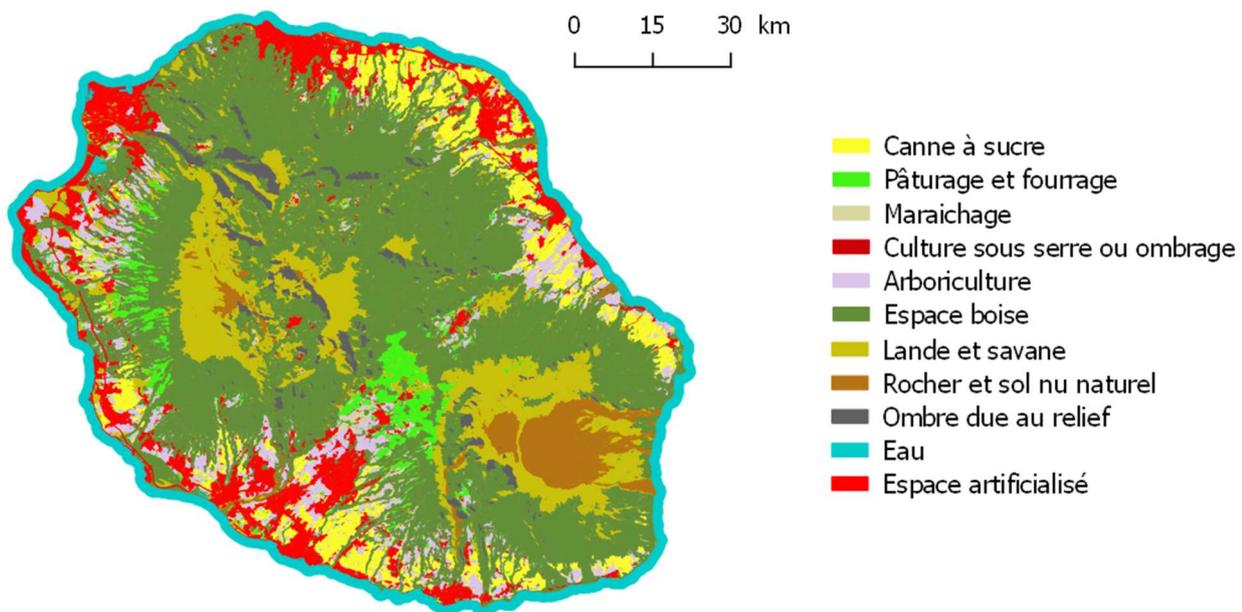


Figure 2. Carte d'occupation du sol (millésime 2018, version bêta)

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cette étude nous a permis de tester la chaîne Moringa dans le contexte réunionnais composé à la fois de grandes parcelles (pour les cultures majoritaires telles que la canne à sucre et les prairies) et des petites parcelles (pour l'arboriculture et le maraichage notamment). Le relief de l'île est aussi un facteur important puisque les cultures sont disposées en fonction de l'altitude et que les montagnes ont tendance à retenir les

nuages qui masque de façon quotidienne une partie du territoire. Afin de prendre en compte le relief, nous avons ainsi utilisé le MNT de l'IGN ainsi que les pentes dérivées de ce MNT. Pour s'affranchir des problèmes liés à la présence des nuages, nous avons utilisé des images Sentinel-2 et Landsat-8. Ces données sont en effet acquises plusieurs fois par mois ce qui augmente les chances d'observer de façon régulière l'ensemble du territoire.

Nous avons également constaté qu'il était possible de produire une carte d'occupation du sol en cours d'année (avec une série temporelle partielle donc) afin d'observer les changements d'occupation du sol. Il reste toutefois des pistes d'amélioration. En effet les résultats sur l'arboriculture et le maraichage ne sont pas très bons. Ceci est dû probablement à la petite taille des parcelles mais aussi à la grande variabilité de ces cultures (âges des plantations pour les vergers et cycles très courts pour le maraichage).

La *Figure 3* illustre bien les difficultés rencontrées pour travailler sur ce type de cultures. Nous n'avons pas encore identifié de solutions pour remédier à ce problème mais nous envisageons de tester des nouveaux algorithmes de classification tels que ceux faisant appel à l'intelligence artificielle pour obtenir de meilleurs résultats. Nous envisageons également de coupler les images optiques avec des images radar (de type Sentinel-1) qui permettraient de s'affranchir des problèmes liés à la présence des nuages.



*Figure 3. Différentes images mobilisées pour la production de cartes d'occupation du sol à la Réunion sur du parcellaire de maraichage/arboriculture sur la commune du Tampon. L'arboriculture (agrumes) est visible sur Pléiades mais pas sur Spot6/7 ni Sentinel-2.*

#### Pour en savoir plus...

Toutes les cartes sont libre accès sur <http://aware.cirad.fr>

Dupuy S., Gaetano R., Le Mézo L. 2019. Mapping land cover on Reunion Island in 2017 using satellite imagery and geospatial ground data. Data in Brief, 28 : 12 p. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104934>

**Le projet GABiR est un projet lauréat de l'AAP CASDAR Innovation et Partenariat 2016, labellisé par le RMT Fertilisation et Environnement et supporté par le RITA Réunion**

