



Méthodes de télédétection des écosystèmes forestiers des zones arides : cas du sud-ouest de Madagascar (Synthèse bibliographique)



Felana Nantenaina Ramalason^{1,2}, Olivia Lovanirina Rakotondraso², Jean-François Bastin¹

¹ Gembloux Agro-BioTech, Université de Liège- Belgique; ² EDGRND, Université d'Antananarivo;

1. Introduction



Contexte

Les écosystèmes forestiers du sud-ouest de Madagascar sont très diversifiés, avec des forêts sèches et différentes catégories de fourrés xérophiles caractéristiques de la région, dépendants des conditions édaphiques et climatiques du milieu. Ces végétations ont une importance écologique avec un taux d'endémisme très élevées et une importance socio-économique car elle fournit les besoins en bois de la population locale.

Problématique

Cependant, le rythme de la déforestation dans cette partie de l'île ne cesse de s'accroître, notamment au cours des dernières décennies. L'agriculture sur brûlis, la production de charbon et le pâturage sont les principales pressions anthropiques identifiées influençant cette tendance de régression liée à la croissance démographique. Avec la complexité des écosystèmes forestiers du sud-ouest de Madagascar et le rythme de déforestation très alarmante, les cartographies de ces écosystèmes induisent généralement à des incertitudes car elles ont tendance à être confondu du point de vue aérienne par des végétations herbacées.

Questions de recherche

Quelles sont les méthodes appliquées dans la cartographie des végétations des zones arides et quelles sont les pistes méthodologiques permettant de mieux cartographier les écosystèmes du sud-ouest malagasy ?

Hypothèses

Les études cartographiques dans cette zone aride de l'île sont moins documentées, et les approches méthodologiques appliquées sont limitées à des méthodes classiques de télédétection avec des images à capteurs brynants et à moyenne résolution et des dates peu nombreux

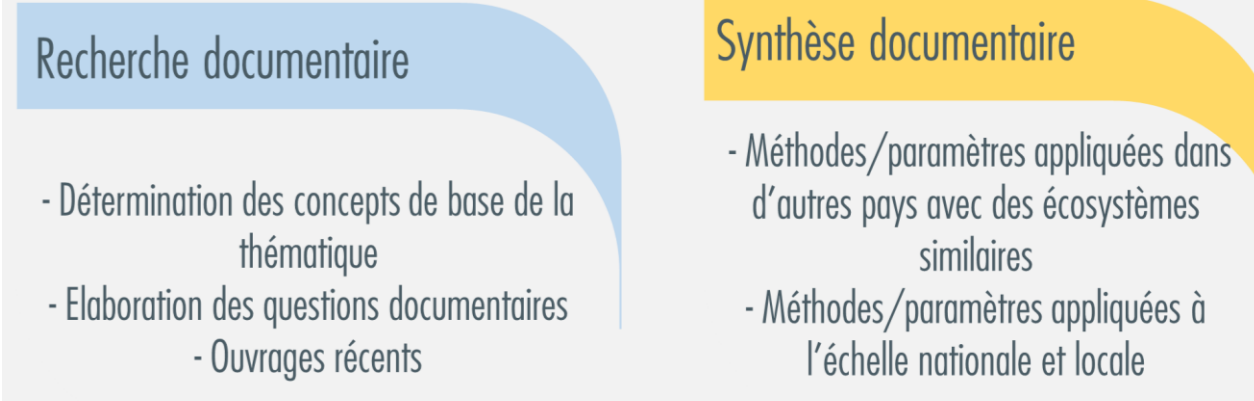
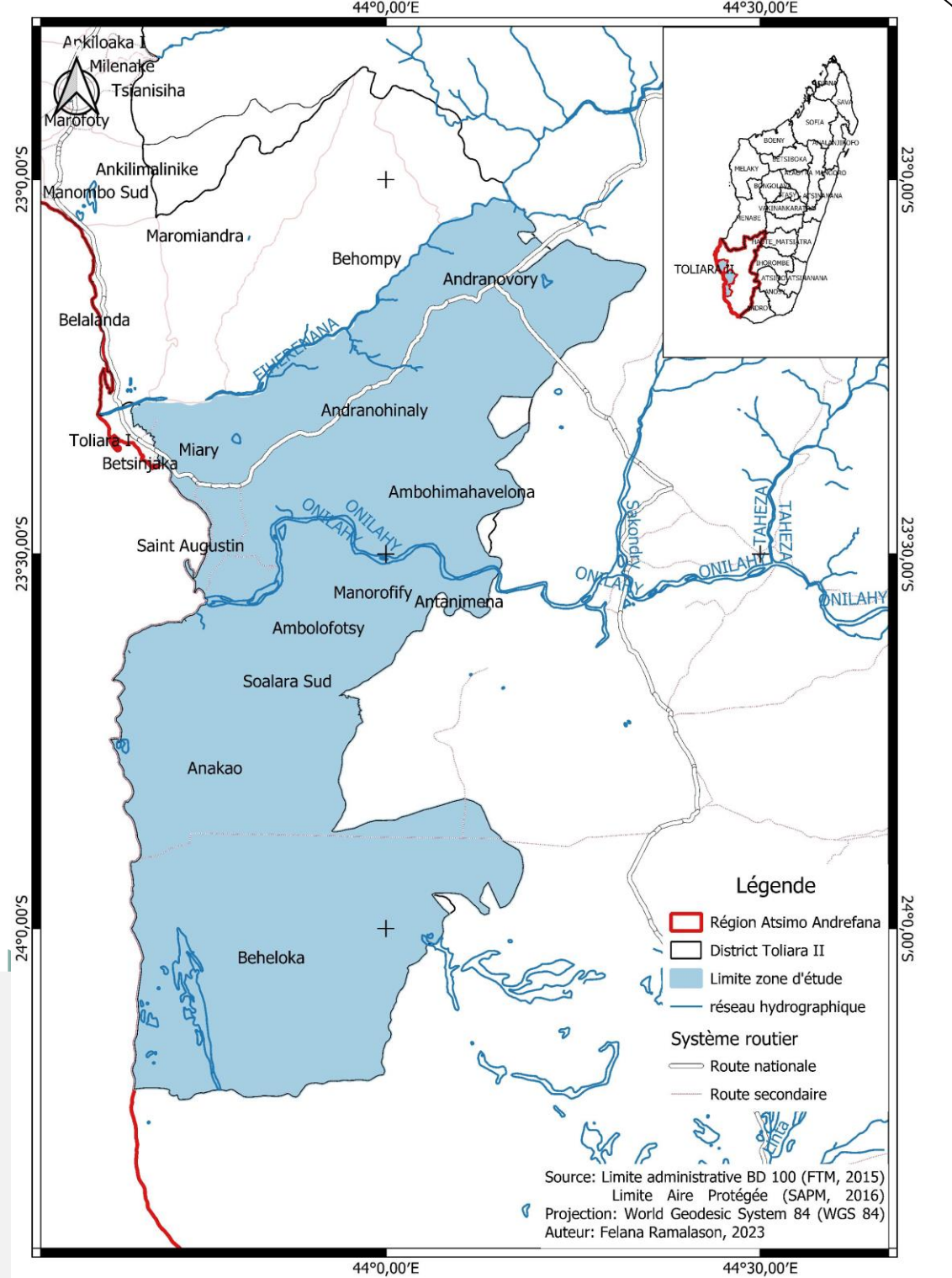
2. Méthodologie

La zone d'étude concerne le sud du District de Toliara II située dans la Région Atsimo Andrefana à partir du fleuve de Fierenana.

C'est une région subaride avec une température moyenne de 24°C et des précipitations annuelles de 418 mm.

La végétation de cette zone est caractérisée par des forêts sèches plus au nord de la zone d'étude et des fourrés xérophiles dans la partie sud.

L'approche méthodologique utilisée s'est basé sur la recherche documentaire avancée en partant des questions de recherche pour collecter les ouvrages récents et les synthétiser pour parvenir à une synthèse bibliographique des méthodes appliquées dans d'autres pays similaires et dans le pays en particulier dans la zone d'étude.



Questions de recherche	Nombre de résultats	
	Google Scholar	BASE ¹
("remote sensing" OR "geographic mapping") AND (deforestation OR "open forest" OR "tree cover" OR "forest cover") AND ("arid zones" OR dryland)	10 100	73
("remote sensing" OR "geographic mapping") AND (deforestation OR "open forest" OR tree cover" OR "forest cover") AND ("arid zones" OR dryland) AND Madagascar	1 120	

3. Résultats

Inventaire des méthodes dans d'autres pays et à l'échelle mondiale

Méthode	Données	Publications
Maximum de vraisemblance	Sentinel, Landsat	(Pande et al., 2021) (Laxmi Goparaju et al., 2019)
Random Forest	Combinaison données Lidar et données optiques, Sentinel 2	(Cao et al., 2018) (Adjognon et al., 2019)
Support Vector Machine (SVM)	Combinaison données Lidar et données optiques	(Cao et al., 2018)
Classification non supervisée (Isodata)	Landsat	(Bajrao et al., 2018)
Photointerprétation	Image à très haute résolution gratuit disponible en ligne	(Bastin et al., 2019) (Martin-Ortega et al., 2017)
Classification orienté objet	Landsat	(Shirvani et al., 2020)
Classification semi-supervisée	Landsat	(Tefen, 2018)
Deep learning - CNN	Combinaison données radar Sentinel 2 et données optiques et image à résolution très élevée avec License	(Brandt et al., 2020, 2021) (Guirado et al., 2020)

Inventaire des méthodes à l'échelle nationale

AUTEUR	DÉFINITION DE FORÊT	MMU (HA)	MÉTHODES/ALGORITHME
(IEFN, 1996)	Pas de définition physiologique synthétique (classification complexe) mais plutôt économique, 5ha min	5	Photo-interprétation
(Harper et al., 2007)	végétation primaire dominée par un couvert arboré d'au moins 80%, 7m, avec des couronnes se touchant ou se recouvrant	2.5	Maximum de vraisemblance
(MEFT et al., 2009)	Formation autochtone à canopée continue (canopée ouverte exclue)	2	Maximum de vraisemblance
(ONE et al., 2013)	Formation autochtone à canopée continue 80% (canopée ouverte exclue)	1	Maximum de vraisemblance
(Grinand et al., 2013)	Pas de définition	0,36	Random forest
(ONE et al., 2015)	Pas de définition	0,36	Random forest

Inventaire des méthodes à l'échelle régionale

Auteur	Types de végétations - Localisation	Image utilisée	Années d'étude	Méthodes/algorithme
(Brinkmann et al., 2014)	Fourrés xérophiles de Beheloka, Beantake, Masiaboay and Betsioky-Sud, Itampolo et Beahitse	Landsat (30 m)	1973, 1993, 2001, 2013	Classification supervisée (Maximum likelihood)
(Hervé et al., 2015) Randriamalala	Fourrés xérophiles de Betsioky-Sud et Soalara-Sud	Landsat (30 m)	1989, 2001, 2010	Sélection de zone d'entraînement et SVM
(Ramalason, 2015)	Forêts sèches de Menabe	Landsat (30 m)	2000/2002, 2007/2008, 2013	Classification semi-supervisée (Isodata, Maximum likelihood)
(Ravonjimalala et al., 2017)	Forêts des Mikea	SPOT (10 - 20m)	1999, 2005, 2014	Classification orienté objet (segmentation)/SVM
(Tovondrazane et al., 2020)	Forêts de Ranobe PK 32	Landsat (30 m)	1985, 1999, 2018	Classification semi-supervisée

4. Discussion - Conclusion

→ Avec l'évolution de la télédétection, la photointerprétation et le deep learning - CNN (Bastin et al. 2019) (Martin-Ortega et al. 2017) (Brandt et al. 2020) (Brandt et al. 2021) (Guiradi et al. 2020) sur la base des images de haute résolution sont possibles pour cartographier les végétations des zones arides et n'ont pas encore été appliquées à Madagascar.

→ Les études cartographiques à l'échelle nationale et dans cette zone aride de l'île sont moins documentées et n'ont considéré notamment que les végétations fermées suivant les définition avancés dans l'établissement des cartes

→ Les études temporelles de ces écosystèmes se sont limitées à trois ou 4 dates (Brinkmann et al. 2014) (Ravonjimalala et al. 2017)

→ Les approches méthodologiques appliquées sont limitées à des méthodes classiques de télédétection avec des images à capteurs brynants et à moyenne résolution. (Landsat 30 m de résolution)

→ Lasry et al. en 2004 est la seule à utiliser des images de meilleure résolution (image SPOT de 10m de résolution avec l'exploitation diachronique des imageries satellites. Dans cette étude, le taux de déforestation de la période 1986/2001 atteint jusqu'à plus de 40%. Si on retient ce taux, les forêts des Mikea seront donc entièrement défrichés en deux ans (ie. 2003) et en dix ans (ie. 2010) si l'on se réfère à l'année 1997/2001. Alors que ces végétations forestières sont encore présentes actuellement malgré l'augmentation des pressions anthropiques sur ces forêts.

→ Les estimations avancées dans cette étude ont été donc sous-estimées.

→ (Ravonjimalala et al. 2017) a utilisé des images SPOT mais cette étude s'est surtout basé dans les forêts sèches au nord de la zone étudiée

→ L'application de l'algorithme « random forest » avec l'utilisation des images à haute résolution comme le Sentinel ou des images captés par drone constituent une piste de recherche à développer dans la télédétection des végétations des zones arides.



Références bibliographiques

- Bastin J.-F., et al. 2017. The extent of forest in dryland biomes. *Science* 356(6338), DOI:10.1126/science.aam6527.
- Bastin J.-F., Finegold Y., Garcia C., Mollicone D., Rezende M., Routh D., Zohner C.M. & Crowther T.W., 2019. The global tree restoration potential. *Science* 365(6448),
- Brandt M., et al., 2020. An unexpectedly large count of trees in the West African Sahara and Sahel. *Nature* 587(7832), 78–82, DOI:10.1038/s41586-020-2824-5.

- Hervé D., et al.. 2015 Transitions agraires au sud de Madagascar : résilience et viabilité, deux facettes de la conservation .
- Lasry F., Grouzis M., Milleville P. & Razanaka S., 2004. Dynamique de la déforestation et agriculture pionnière dans le sud-ouest de Madagascar : exploitation diachronique de l'imagerie satellitale haute résolution. *Photo-Interprétation* 26-35 + p. 45-47-26-35 + p. 45-47..
- Ravonjimalala H.R., Bogaert J., Hervé D., Razanaka S., Ranaivo J., Randriambanona H. & Rakotondraompiana S., 2017. Spatio-Temporal Evolution of the Fragmentation Classes of the Mikea Dry Deciduous Forest (Southwestern Madagascar). In: *Water and Land Security in Drylands*. Springer International Publishing, 209–219.

