
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Description des unités paysagères dans le district d'Analalava

Association VAHATRA



Adresse : Chez Juliette SOATSARA, fkt fongony-Ambalahonko 405
ANALALAVA MADAGASCAR

Tuteur académique :

Christophe Demazière

Romane FRELAND

Tuteur entreprise :

Christophe Demichelis

Chercheur à l'IRD de Toulouse

UIT

2022-2023

Sommaire

Table des figures.....	2
Remerciements.....	5
Introduction.....	6
1. Présentation des partenaires et acteurs.....	6
1.1.1. L'association VAHATRA.....	6
1.1.2. Les autres partenaires	7
1.2. Organisation interne de VAHATRA.....	8
2. Le travail dans le cadre du stage.....	8
2.1. Contexte du projet.....	8
2.2. Description du site d'étude.....	10
2.3. Objectifs.....	11
2.4. Le concept d'unité paysagère	11
2.5. Étapes du projet	12
2.5.1. Planning.....	12
2.5.2. Analyse bibliographique	13
2.5.3. Enquête socio-écosystémique	13
2.5.4. Relevés sur le terrain	14
2.5.5. Création des unités paysagères	15
2.5.6. Dynamiques paysagères	20
2.5.7. Télédétection	22
2.5.8. Test de sédimentation	28
2.6. Livrables rendus.....	29
2.7. Discussion	30
3. Retour d'expérience	30
4. Conclusion	32
5. Bibliographie.....	33
6. Annexes des livrables	34

Table des figures

Figure 1 : Localisation géographique de la région Sophia et du district d'Analalava (source : FTM 2000)	10
Figure 2 : Localisation des sites d'étude	11
Figure 3 : Focus group à Ampasindava	13
Figure 4 : Description du territoire par les femmes du village de Tanimbaribe	14
Figure 5 : Focus group à Tanimbaribe (image de gauche) et à Ambalatsingy (image de droite)	14
Figure 6 : Points GPS (points orange) récupérés au niveau de la baie de Moramba	15
Figure 7 : Forêt primaire (Ambalatsingy, 14°54'02.04''S 47°24'45.65''E)	16
Figure 8 : Forêt secondaire sempervirente (Ampasmena, 14°52'28.35''S 47°20'06.49''E) ; Forêt secondaire semi-décidue (Ampasmena, 14°53'29.38''S 47°20'10.17''E)	16
Figure 9 : L'espèce <i>Adansonia rubrostipa</i> [Fony] qui domine les forêts secondaires semi-décidues sur sol rocheux, à Ambalatsingy (gauche) ; à Ampasmena (droite)	17
Figure 10 : Zone sableuse arborée (Ambalatsingy, 14°54'57.17''S 47°22'16.49''E)	17
Figure 11 : Forêt de mangrove monospécifique, espèce : <i>Rhizophora Mucronata</i> [Honko lay] (Ambalahonko, 14°27'09.35''S 47°42'00.27''E)	18
Figure 12 : Tanne (Ankatakatabé, 14°31'58.29''S 47°43'57.06''E)	18
Figure 13 : Savane sans arbres (en haut) (Ambalahonko, 14°27'16.07''S 47°42'45.96''E) ; Savane arborée (au milieu) (Ampasindava, 14°49'44.89''S 47°25'03.81''E) ; Steppe (en bas) (Analalava, 14°38'00.96''S 47°46'24.82''E)	19
Figure 14 : Zone brûlée (Ambalahonko, 14°27'08.95''S 47°43'20.58''E) ; zone déforestée (Ambalahonko, 14°27'30.74''S 47°42'36.73''E) ; zone érodée (Ambalahonko, 14°27'02.97''S 47°43'25.69''E)	19
Figure 15 : Rizière (Ambalatsingy, 14°55'10.14''S 47°22'53.94''E)	20
Figure 16 : Plantation acacia (Analalava, 14°38'02.7''S 47°46'18.49''E)	20
Figure 17 : Dynamiques paysagères en fonction des facteurs écologiques et anthropiques	21
Figure 18 : Chaîne de traitement utilisée par C.Demichelis (Demichelis, 2020)	22
Figure 19 : Liste des bandes du satellite Sentinel-2 (source : researchgate)	23
Figure 20 : Longueurs d'onde détectées selon les capteurs utilisés (source : geoafrica)	24
Figure 21 : Classification SCP de la zone d'étude	25
Figure 22 : Procédure suivie pour séparer les espaces forestiers des autres espaces	26
Figure 23 : Segmentation (baie de Moramba)	27
Figure 24 : Carte NDVI au niveau d'Analalava (points GPS relevés en orange)	27

Remerciements

Avant toute chose, nous tenions à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulé de notre stage et à la rédaction de ce rapport.

Dans un premier temps, misaotra¹ monsieur Antho, pour son accueil chaleureux à Analalava, et pour s'être occupé de toute la partie logistique en amont et tout au long de la mission, sans qui ce projet n'aurait pu avoir lieu. Merci pour sa bienveillance et sa bonne humeur pendant ces 3 mois de stage.

Misaotra Herman Rasolofoniaina et Parfait Velomanana, qui ont fait partie intégrante de ce travail, que cela soit dans la mise en place du protocole, sur le terrain, pendant les focus group pour la traduction, ou encore dans l'analyse au retour des phases de terrain. Misaotra pour leur bonne humeur et leur générosité tout au long de ces 3 mois de stage.

Misaotra Salimo Mananjara pour son apport de connaissances sur les mangroves, pour la logistique sur le terrain avec Herman, et pour sa joie de vivre au quotidien.

Nous remercions Christophe DEMICHELIS (chercheur à l'IRD de Toulouse), notre tuteur de stage, pour nous avoir fourni son aide et ses travaux comme support de travail.

Merci à madame Victoire pour sa bienveillance et son hospitalité, ainsi qu'à sa belle-fille Francine pour son aide dans nos tâches quotidiennes, sans qui nous n'aurions pas autant apprécié nos moments de détente à la maison.

Nos pensées vont également à Eliat, qui a su nourrir nos estomacs pendant trois mois avec beaucoup de créativité. Son accueil chaleureux et sa cuisine d'exception auront su ajouter un peu de bonne humeur dans chacune de nos journées.

Nous tenions également à remercier Josselin Burriat pour son aide pour les phases de traitement sur QGIS.

Merci à l'Université de Tours et à Ingénieurs Sans Frontières pour avoir contribué au financement de ce projet.

Enfin merci à tous les habitants des villages d'Ambalahonko, Ambalatsingy, Ampasindava, Ampasimena, Analalava, Antanimbaribe, et Ankatakatabe, pour leur hospitalité et leurs connaissances, sans qui nous n'aurions pas pu mener à bien notre étude sur leurs territoires.

¹ Signifie « merci » en malagasy

Introduction

De 1953 à 2014, l'île de Madagascar a perdu 44 % de ses forêts naturelles. Chaque année, c'est près de 150 000 hectares qui disparaissent pour satisfaire des besoins agricoles (Benmakhlouf, 2020). En 2002, les autorités ont alors tenté la mise en place de mesures drastiques pour empêcher l'accès aux forêts, mais cela n'a fait que l'effet inverse (ENS, 2013). De nombreux auteurs ont pointé l'insuffisance de ces politiques de conservations par l'exclusion (**A. Bertrand, N. Rabesahala Horning et P. Montagne**, 2009). En 2003, lors du congrès mondial des aires protégées, le président de la République Malagasy a engagé son pays dans une extension très importante des surfaces des aires protégées sur les 5 ans à venir. Cependant, les « populations riveraines restaient résidentes en forêt et les marchés n'avaient pas pour autant cessé d'écouler produits forestiers ligneux et non ligneux » (**A. Bertrand, N. Rabesahala Horning et P. Montagne**, 2009).

Des études usant de la télédétection ont depuis été menées pour faire un état des lieux de la couverture forestière (Chatelain, C., Hanitrarivo, M. R., Rakotozafy, B. F. L., Bolliger, R., Luino, I., Ranirison, P. & Gautier, L. 2013) et pour montrer l'ampleur de la dégradation forestière (Tahinarivony, J. A., Rasoanaivo, N. S., Rasolofo, N., Ranirison, P., Edmond, R. & Gautier, L. 2017). L'étude réalisée ici, en plus d'analyser des données issues de la télédétection, va y associer des données collectées localement, auprès des communautés. Cette combinaison d'informations a pour objectif de permettre une meilleure compréhension des dynamiques paysagères et une analyse plus poussée de la couverture terrestre.

L'étude ici rédigée, s'inscrit dans la phase préliminaire d'un objectif de boisement² et reboisement³ avec succès mené par l'association VAHATRA. Celle-ci souhaite des techniques adaptées aux besoins des populations et au changement climatique. 5 axes d'étude sont alors déterminés (et détaillés en annexe 1). Chacun de ces piliers représente une étude, une analyse poussée, basée sur des connaissances locales et scientifiques.

1. Présentation des partenaires et acteurs

1.1.1. L'association VAHATRA

L'association VAHATRA a été créée le 2 octobre 2022. Elle a pour objectif de défendre les intérêts généraux, les biens communs présents et futurs des communautés d'Analalava ayant une implication citoyenne. Cette défense passe par la collecte de données socio-environnementales et économiques permettant à l'association et à ses partenaires, la mise en œuvre de projets répondant aux réels besoins des populations. Elle inscrit son projet dans une dimension d'intérêt général, en s'ouvrant à tous les

² Mise en place d'une couverture arborée plus ou moins continue, généralement par plantations, sur des terres qui n'étaient pas boisées auparavant. (UCIN 2005)

³ Restauration de la couverture forestière sur des terres récemment déboisées, par plantations, activation des processus naturels de régénération ou une combinaison des deux. (UICN 2005)

publics. Ses domaines d'actions sont variés, tel que les suivis socio-écosystémiques et économiques, la culture et l'art, l'éducation, l'artisanat, la recherche scientifique, la création d'espaces naturels protégés, etc.

L'association intervient sur des actions diverses, notamment :

- Animation / sensibilisation
- Formation
- Tourisme
- Création et la gestion d'espaces naturels protégés (reforestation, conservation, etc)

VAHATRA est ici l'acteur qui va nous apporter un soutien pour mettre en place le projet : aide technique, apport de connaissance (contexte local, écosystèmes...), conseils, démarches à suivre, avis sur les ateliers à mettre en place (retour d'expérience), etc. Le partenaire nous aide également dans les démarches logistiques : matériel nécessaire, prévision du budget, démarches pour trouver un logement, transport, etc.

1.1.2. Les autres partenaires

Opti'Pousse Haie :

Opti'Pousse Haie (OPH) est une association de loi 1901 née en janvier 2015 et reconnue d'intérêt général. La structure a été fondée par de jeunes écologues humanistes dans l'objectif de promouvoir l'écologie et le développement durable dans les pays du Sud, où l'autonomie alimentaire et la protection de la biodiversité sont aujourd'hui plus que menacées. Opti'Pousse Haie grandit avec l'unique but d'amorcer le développement durable dans les pays du Sud. Pour ce faire, les démarches passent par la sensibilisation, la conservation de l'environnement et la mise en place de projets participatifs et alternatifs pour la préservation des populations, de leur environnement, de leurs savoirs, patrimoine culturel et naturel et leurs moyens de subsistance. Bien entendu, l'association traite avec des locaux dont le travail est déclaré pour leur assurer de bons moyens de subsistance.

Le partenaire intervient en tant qu'intermédiaire entre Ingénieurs Sans Frontières, association dans laquelle nous avons créé ce projet avec d'autres étudiants de Polytech Tours, et l'association VAHATRA avec laquelle nous allons travailler sur place.

Ingénieurs Sans Frontières - Tours :

Groupe local de la fédération Ingénieurs Sans Frontières - France auquel nous appartenons. Le groupe local propose des actions autour du thème de la solidarité et de l'environnement. Il met en place des activités comme :

- Cleanwalks
- Collectes (Banque Alimentaire, Touraine Ukraine)
- Courses caritatives
- Actions de sensibilisation (égalité des sexes, violences sexistes et sexuelles...)
- Projets internationaux (Pérou, Madagascar...)
- Evènements nationaux (actions en faveur du Téléthon...)

ISF - Tours était composé de 50 personnes pour le mandat 2022-2023. C'est dans le cadre du projet du projet de mission internationale du mandat de 2022-2023 que ce stage s'inscrit.

Ingénieurs Sans Frontières - France :

ISF France est le partenaire du projet car il en va de sa validation de la mission pour que nous puissions partir au nom d'Ingénieurs Sans Frontières. ISF France nous a apporté un soutien au niveau de la préparation de la mission, notamment au travers des week-end thématiques de formation tel que celui sur la place de l'ingénieur dans la société, sur la préparation des projets internationaux ou encore sur l'interculturalité. Ce dernier a également financé ce projet par le biais du FAICS (Fond d'Aide aux Initiatives de Coopérations Solidaire) financé par l'Agence Française de Développement (AFD).

1.2. Organisation interne de VAHATRA

L'association VAHATRA compte 12 membres :

Nom	Prénom	Fonction
Hevitry Télé	Odilon	Président
Ralainandrasana	Edinot	Vis président
Fandanja	Corinne	Secrétaire
Rambeloarivony	Liantsoa	Vis secrétaire
Raherimanana	Manoline	Trésorier
Rabetokotany	Georges	Vis trésorier
Falimanagna	Randria	Conseiller
Zafitody	Hortensia	Conseiller
Soatsara Guyomar	Juliette	Conseiller
Rasolofoniaina	Herman	Conseiller
Maherinarivo	Equelon	Conseiller
Bracke	Anthony	Conseiller

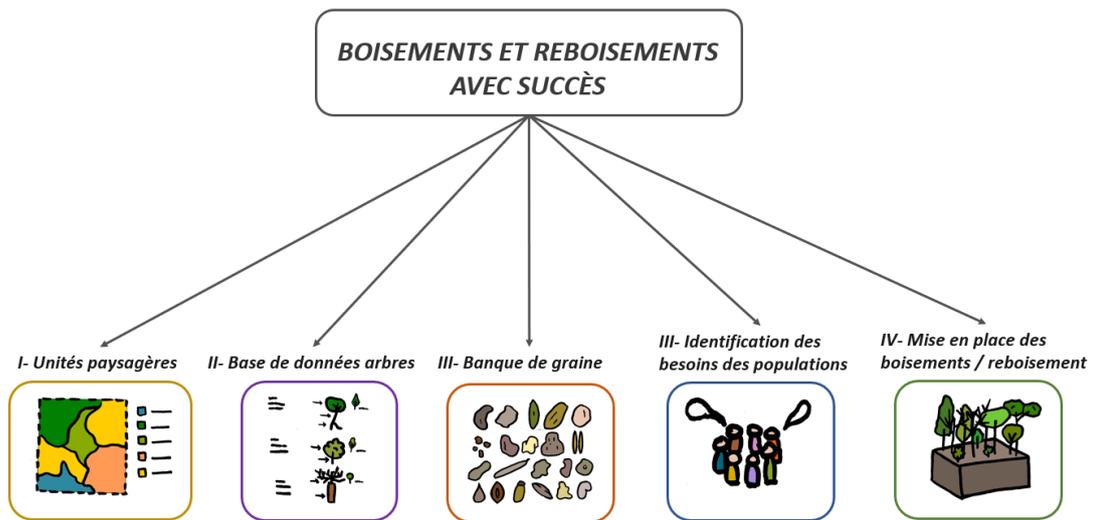
Tableau 1 : Liste des membres de l'association VAHATRA et leurs fonctions

2. Le travail dans le cadre du stage

2.1. Contexte du projet

Parmi les différents projets menés par l'association VAHATRA, l'un d'entre eux a pour ambition de mettre en place des **boisements et/ou reboisements adaptés** sur le territoire. En effet, ces derniers sont essentiels pour le développement durable du territoire afin de répondre aux besoins des habitants. Cette ressource est indispensable dans plusieurs domaines, notamment l'énergie (charbon), la construction (bâtiments, pirogues/bateaux, outils...), l'alimentation, la ressource en eau, et bien sûr, la biodiversité.

Pour mener à bien ce projet, plusieurs axes (basés sur des connaissances locales et scientifiques) d'étude sont à réaliser :



- **Créer un outil de gestion territorial**

Objectif : Permettre à tous les acteurs de connaître les paramètres écologiques de leur zone de travail, retranscrire les connaissances des habitants, et cibler des potentielles zones de reboisement

- **Réaliser un inventaire floristique**

Objectif : recenser toutes les espèces observables sur le territoire pour aider les populations et les acteurs du développement local à choisir des espèces autochtones adaptées aux besoins

- **Créer une banque de graines**

Objectif : Permettre aux populations, associations, ONG d'environnement et de développement de pouvoir faire des reboisements autochtones

- **Identifier les besoins des populations**

Objectif : impliquer les populations dans les reboisements et la reforestation en leur proposant des reboisements adaptés à leurs besoins

- **Reboiser**

Objectif : fournir des ressources pour les populations et lutter contre les changements climatiques

Dans ce travail, l'objectif est de créer un outil de gestion territorial en fournissant une cartographie des unités paysagères (accompagné de fiches techniques décrivant chacune d'entre elles) pour permettre à tous les acteurs (Etat, population, ONG de développement, ONG de l'environnement etc.) de connaître les paramètres écologiques de leur zone de travail et donc d'améliorer les techniques de reboisement/reforestation. Nous nous occuperons également d'identifier les besoins actuels et futurs des populations.

Pour ce travail de cartographie, la méthode se calque entièrement sur le travail produit par monsieur Christophe Demichelis, chercheur à l'IRD de Toulouse. Il publie en 2020 sur le Congo, puis en 2023 sur le Gabon, une analyse multidimensionnelle des dynamiques territoriales visant à montrer l'importance

des pratiques humaines, des perceptions de la couverture terrestre et de la structure de l'utilisation des terres, dans l'analyse des études sur la couverture terrestre.

L'objectif de ses articles est de décrire et d'analyser les dynamiques territoriales en utilisant les connaissances locales et la télédétection. En effet, à elle seule, l'approche par la télédétection ne suffit pas pour étudier la couverture terrestre. Des connaissances locales (écologiques notamment) sont alors nécessaires pour la prise en compte des interactions de l'homme avec son environnement, pour comprendre le système socio-écologique et les dynamiques paysagères qui en découle.

2.2. Description du site d'étude

Située dans l'océan Indien au Sud-Est du continent africain, Madagascar est une île divisée en 6 provinces. Au Nord-Ouest, dans la province de Mahajanga se trouve la région Sophia (Figure 1). Elle couvre une superficie de 52 503 km² et se compose de 7 districts, dont celui d'Analalava (Figure 1). District de 10 070 km² où nous menons notre étude. (MONOGRAPHIE, 2013)

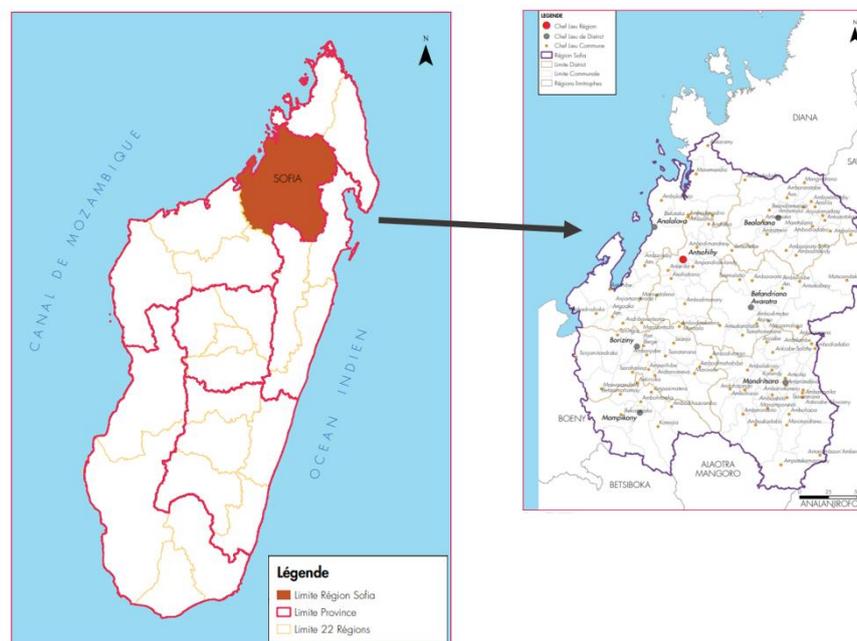


Figure 2 : Localisation géographique de la région Sophia et du district d'Analalava (source : FTM 2000)

Bordée à l'Ouest par le canal du mozambique et située au pied des hautes terres, la région possède trois grands types de reliefs bien distincts : les plateaux, les plaines et la côte. Elle dispose également de vastes bassins hydrographiques et d'un grand nombre de cours d'eau qui alimentent les rivières et favorisent l'écoulement des fleuves jusqu'au canal du mozambique. Le régime hydrographique de la région est caractérisé par de grandes crues, lors de la saison des pluies, qui inondent une grande partie des plaines et des baibo. En effet, le climat de la région est Sub semi-humide avec deux saisons principales : une saison sèche de mai à octobre ; et une saison humide de novembre à avril. La transition entre les deux saisons répond à une météo très imprévisible d'une année sur l'autre. (MONOGRAPHIE, 2013)

Le district d'Analalava étant sur une zone côtière, il ne répond pas aux mêmes températures que dans la zone dites des hautes terres. La température annuelle moyenne y est plus élevée avec 25 °C. De la même manière, à l'inverse de l'hétérogénéité culturelle de la région, le district possède une forte majorité du groupe ethnique : les pêcheurs Sakalava. (MONOGRAPHIE, 2013)

Notre stage s'est déroulé à Analalava, le long de la côte à l'ouest du district. Trois zones ont été étudiées : Analalava, Ambalahonko (et Ankatakatabe), et la baie de Moramba (Ambalatsingy, Ampasindava, Ampasimena et Antanimbaribe). L'intérêt d'étudier ces différentes zones est qu'elles sont relativement hétérogènes en termes de dominance d'unités paysagère. En effet, autour d'Analalava, on retrouvera beaucoup de forêts galeries et steppes, tandis qu'au niveau de la baie de Moramba on retrouvera plus de forêts âgées, ou des forêts semi-décidue par exemple.

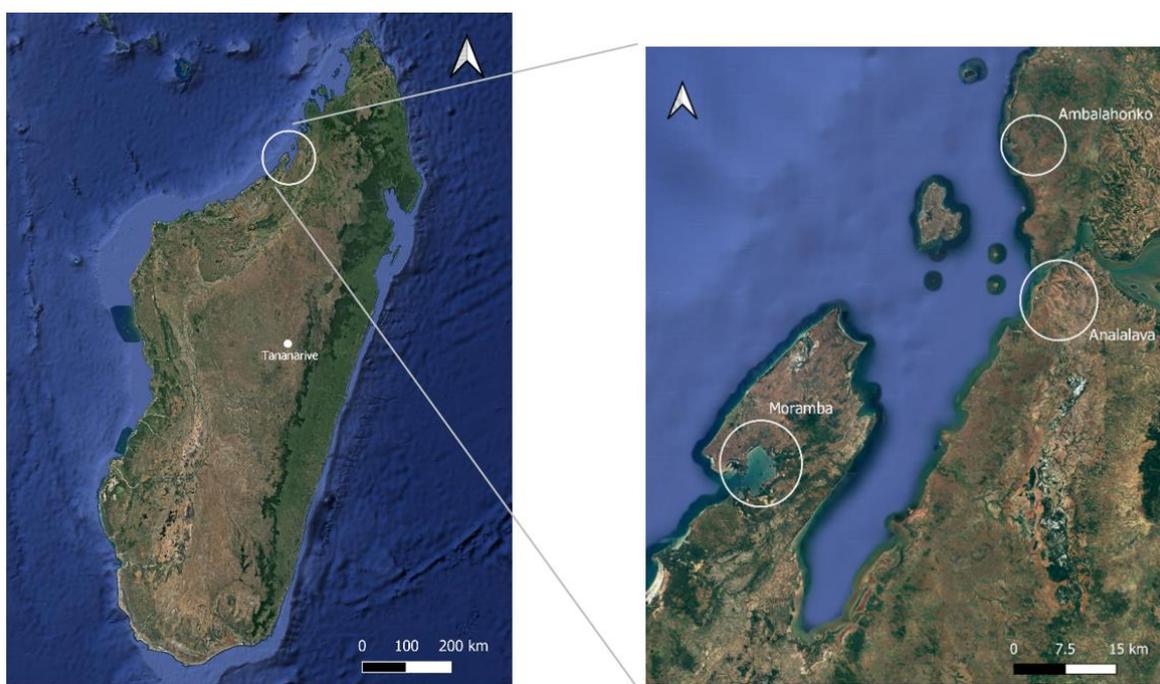


Figure 3 : Localisation des sites d'étude

2.3. Objectifs

Notre travail s'inscrit dans le cadre du projet de reboisement que porte l'association VAHATRA. L'objectif est ici de proposer une cartographie du territoire afin de cibler des zones potentielles de reboisement. Notre cartographie sera **basée sur les connaissances des habitants**, qui seront **reliées avec les connaissances scientifiques** présentes dans la littérature, et des **données satellitaires**. A cela s'ajoute une brève analyse de sol qui permettra de connaître certaines de ses caractéristiques, notamment sa composition, et ainsi proposer des essences d'arbres ou des espèces pionnières pertinentes. Ces dernières seront sélectionnées suite à la mise en place d'un **inventaire floristique** qui sera réalisé, en parallèle, pour pouvoir proposer des espèces adaptées au territoire et aux besoins des populations locales.

Cette cartographie recensera les différentes unités paysagères du territoire. Elle servira d'outil de gestion territoriale.

2.4. Le concept d'unité paysagère

Dans le cadre de notre travail, suivant les objectifs exprimés précédemment, nous avons ainsi été amené à décrire ces unités paysagères présentes au niveau du district d'Analalava.

Les unités paysagères sont des caractéristiques géographiques spécifiques qui permettent de découper le territoire en différentes portions homogènes sur la base de leurs caractéristiques physiques, écologiques, géologiques ou topographiques. Elles représentent des formations naturelles distinctes et offrent une compréhension approfondie des paysages et de leurs éléments constitutifs. Ces unités sont utilisées dans divers domaines, notamment en géographie, en géologie, en écologie et en aménagement du territoire, pour l'étude et la gestion des paysages. Selon Raymond, P. et Luginbühl, Y. (2001), les unités paysagères permettent de mieux comprendre les structures spatiales, les dynamiques et les processus qui façonnent les paysages. Par ailleurs, Collet, C. et al. (2011) soulignent également que cette approche permet de mieux appréhender la diversité des paysages et d'orienter les actions de conservation et de planification territoriale de manière plus précise.

2.5. Étapes du projet

La méthodologie suivie s'est basée sur les travaux de Christophe Demichelis, tuteur pour ce travail. Il a notamment rédigé 2 articles scientifique sur les unités paysagères au Congo et au Gabon. (Demichelis, 2020 et 2023)

Ce travail suit une approche socio-écosystémique et se base ainsi sur les information évoquées lors des ateliers qui ont eu lieu tout au long durant le mois de juin 2023.

2.5.1. Planning

Au niveau du déroulement des différentes phases, notre emploi du temps s'est organisé de la manière suivante :

- **Du 9 mai au 26 mai**, des recherches ont été effectuées sur la littérature scientifique sur les unités paysagères, et la pédologie, ainsi que sur la télédétection (recherche d'images satellites Sentinel-2).
- La seconde phase a été la phase de terrain. Durant cette période, nous nous sommes déplacés sur les différents sites d'étude pour plusieurs jours. Le premier déplacement s'est déroulé du **29 mai au 6 juin**, au niveau des villages d'Ankatakatabe et Ambalahonko, au nord d'Analalava.
- **Du 7 au 13 juin** un point sur la première phase de terrain a été fait (analyse de données, mise au propre des informations récoltées...)
- **A partir du 14 juin et jusqu'au 30 juin**, une autre phase de terrain a débuté. Cette fois elle eut lieu au niveau de la baie de Moramba, située au sud-ouest d'Analalava, afin de réaliser différents focus group dans les villages situés autour de la baie : Antanimbaribe, Ampasindava, Maro kobay, et Ambalatsingy
- **A partir du 3 juillet**, les informations récoltées sur le terrain ont été retranscrites pour ensuite pouvoir commencer le traitement de données sur QGIS en superposant les points GPS sur une image satellite Sentinel-2. Cela a ensuite permis d'effectuer une classification pour produire la carte finale qui répertorie toutes les unités paysagères sur le territoire. En parallèle, des tests de sédimentation autrement appelé « test du bocal », ont été mis en place afin d'avoir un aperçu de la composition du sol au niveau de différents points GPS.

2.5.2. Analyse bibliographique

Dans un premier temps, le travail s'est concentré sur une analyse bibliographique afin de préétablir les unités paysagères décrites dans la littérature. Les unités paysagères étant propre à chaque territoire, il a fallu trouver des articles définissant les espaces autour d'Analalava. Cela permet ainsi d'anticiper les classes pouvant exister avant de faire les focus group. L'objectif est ici de mettre en relation les classes pouvant être évoquées avec les populations avec la littérature scientifique, les comparer, et voir si ces visions sont convergentes ou si les classifications des espaces varient selon des critères différents.

A partir de ces observations, des classes ont été préétablies (forêts primaire/secondaire, forêts de mangroves, savane, steppe...

En parallèle, nous avons également effectué des recherches sur les différents types de sol présents dans la région pour proposer un protocole d'analyse sur le terrain pour élaborer une observation préliminaire du sol. Cela permettra de donner un aperçu des types de sols et un indice sur sa qualité pour accueillir le potentiel reboisement ou la reforestation. Une fois les zones de reboisement ciblées suite à l'analyse des unités paysagères.

2.5.3. Enquête socio-écosystémique

Cette deuxième étape est l'une des phases la plus importante de notre travail. En effet, c'est avec les populations que nous avons défini, le plus précisément possible, les unités paysagères présentes sur le territoire. Étant donné que les personnes vivant en ville entretiennent une relation généralement moins forte avec l'environnement naturel qui les entoure que les personnes vivant à la campagne, il a semblé plus pertinent de partir en déplacement dans des zones plus reculées pour échanger avec des personnes ayant plus de connaissance sur les caractéristiques des espaces que nous souhaitons délimiter. Nous sommes donc partis dans différentes zones (voir carte dans « site d'étude - localisation») pour échanger avec les habitants et comprendre la manière dont ils différencient les espaces qui composent le territoire.

Focus group

Cinq focus group ont été réalisés dans les villages suivants : Ankatakatabe, Ambalahonko, Antanimbaribe, Ampasindava, Ambalatsingy.

Ces ateliers ont regroupé, en moyenne, 12 personnes et ont duré entre 1h30 et 2h. Des hommes et femmes âgés de 18 à 75 ans étaient présents, avec différents métiers (agriculteurs, pêcheurs, constructeurs en général, pirogue, maisons...)



Figure 4 : Focus group à Ampasindava

Notre binôme de travail, également traducteur sur le terrain, Herman Rasolofoniaina, intervenait pour présenter l'association, le projet et donner les explications de ce qui était attendu pendant ces ateliers. Les membres du groupe étaient alors invités à schématiser, sur des feuilles blanches, les unités paysagères présentes autour d'eux. L'objectif était ici d'obtenir un maximum d'informations sur les unités paysagères notamment :

- L'organisation générale
- La topographie
- Les espèces présentes
- La localisation
- Les autres détails pouvant être utiles pour reconnaître l'espace décrit



Figure 5 : Description du territoire par les femmes du village de Tanimbaribe, avec Herman Rasolofoniaina

Les dessins étaient réalisés en 2 dimensions et avaient pour objectif d'aider à reconnaître ces espaces présents sur le territoire à partir des descriptions faites par les habitants.



Figure 6 : Focus group à Tanimbaribe (image de gauche) et à Ambalatsingy (image de droite)

Questionnaire sur les usages et besoins

Après avoir défini les différentes unités paysagères avec la population, un questionnaire devait être distribué pour comprendre les usages et les besoins sur ces espaces. Ce dernier est individuel pour que les réponses ne soient pas influencées par les autres participants. Cependant, après avoir réalisé les premiers focus group, nous nous sommes rendu compte de la difficulté à procéder de cette manière, étant donné que la phase de discussion sur les différentes unités était déjà relativement longue, et que la démarche « rompait » avec cette dynamique d'échange avec tous les membres du groupe. La majorité des personnes rencontraient également des difficultés pour lire et écrire.

Les usages et besoins ont tout de même été évoqués dans la discussion et notés pour pouvoir, par la suite, mieux comprendre quelles espèces étaient utilisées en majorité et cibler des essences d'arbres à planter à l'avenir.

2.5.4. Relevés sur le terrain

Des déplacements sur le terrain ont ensuite eu lieu avec des guides qui ont une bonne connaissance du territoire. L'objectif était que ce dernier indique, sur le terrain, à quoi correspond chaque unité paysagère préétablie. En même temps, ce dernier aidait à reconnaître les espèces présentes sur ces espaces. Les noms étaient généralement donnés en Malagasy, il a donc fallu retrouver par la suite les noms scientifiques de ces plantes. Les déplacements sur le terrain duraient environ une journée et

demie, afin de pouvoir aller dans tous les lieux décrits. En parallèle, des échantillons de sols étaient récoltés à des fins d'analyse à la suite de ce travail. Nous ne développerons pas cela dans ce rapport.



Figure 7 : Points GPS (points orange) récupérés au niveau de la baie de Moramba

Près de **200 points GPS** ont ainsi été relevés pendant les **3 semaines de terrain** prévues.

2.5.5. Création des unités paysagères

A la suite de nos études de terrains et de nos ateliers participatifs, 13 unités paysagères distinctes ont pu être créées :

- Forêt primaire :

Les forêts primaires se caractérisent par une hauteur de canopée variant entre 30 et 40m et possédant un sous-bois peu arbustif du fait d'une faible ouverture de canopée. Diverses espèces endémiques y sont observées.



Figure 8 : Forêt primaire (Ambalatsingy, 14°54'02.04''S 47°24'45.65''E)

- Forêt secondaire sempervirente et Forêt secondaire semi-décidue :

Nous avons distingué les forêts secondaires des forêts primaires car, du fait d'une régénération après déforestation, celles-ci perdent le caractère intrinsèque initial de la zone. Le sous-bois y est davantage arbustif et la canopée plus basse.

Dans les forêts secondaires semi-décidues on distingue une partie d'entre elles qui poussent sur de la roche au milieu de l'eau ou sur la côte appelé localement [tsingy], aux alentours de la baie de Moramba. La hauteur de canopée y est très variable en fonction des espèces, le *Adansonia rubrostipa* [Fony], espèce endémique de l'île, domine cette canopée.



Figure 9 : Forêt secondaire sempervirente (Ampasimena, 14°52'28.35''S 47°20'06.49''E) ; Forêt secondaire semi-décidue (Ampasimena, 14°53'29.38''S 47°20'10.17''E)



Figure 10 : L'espèce *Adansonia rubrostipa* [Fony] qui domine les forêts secondaires semi-décidues sur sol rocheux, à Ambalatsingy (gauche) ; à Ampasimena (droite)

- Zone sableuse arborée :

Dans certaines zones, à l'arrière de la mangrove, se trouve une bande de sable arborée. Les arbres sont dispersés de manière irrégulière et les espèces y sont très diverses. En saison sèche, une partie de ces arbres perdent leurs feuilles. Cette zone ne correspondant ni à une forêt ni à une plage, elle devient une unité paysagère à part entière.



Figure 11 : Zone sableuse arborée (Ambalatsingy, 14°54'57.17"S 47°22'16.49"E)

- Zone de transition :

Les zones de transitions apparaissent lorsque la végétation reprend le dessus sur des espaces comme les savanes, les steppes, ou les zones dégradées. Il est difficile de s'y déplacer tant le couvert arbustif est dense. On retrouve un grand nombre d'espèce entrelacées dans ces espaces.

- Mangrove :

Les forêts de mangroves sont présentes sur la partie littorale et dans les embouchures de fleuves de notre zone d'étude. Ces forêts se retrouvent dans l'eau au rythme des marées et n'exposent pas de comportements différents en fonction des saisons. Différentes espèces peuvent y être observées (*Avicennia marina* [Afiaty] ; *Ceriops tagal* [Honko vavy] ; *Rhizophora mucronata* [Honko lahy] , *Sonneratia alba* [Farafaka]). D'un point de vue dynamique et apport économique, ces espaces sont souvent victimes de coupes pour les bois de construction pour les maisons.



Figure 12 : Forêt de mangrove monospécifique , espèce : *Rhizophora Mucronata* [Honko lay] (Ambalahonko, 14°27'09.35"S 47°42'00.27"E)

- Tanne :

Le tanne est un espace directement lié à la présence des forêts de mangrove. Il n'est recouvert d'eau que lors des très grandes marées et reste un sol nu, sec et trop salé, pour permettre la pousse permanente d'une quelconque flore, le reste du temps.



Figure 13 : Tanne (Ankatakatabé, 14°31'58.29"S 47°43'57.06"E)

- Savane et Steppe :

Ces zones résultent généralement d'anciennes déforestations ou cultures sur brûlis. Les savanes sont des espaces possédant une strate herbacée continue d'au moins 80 cm de hauteur. On peut y distinguer les savanes arborées des savanes sans arbres. Les steppes se différencient des savanes car leur strate herbacée est discontinue, et car il n'y a jamais de gros arbres contrairement aux savanes. Les populations utilisent ces types d'espaces pour le bois qu'il peut y avoir (notamment pour l'espèce appelée localement [sariheza]) ou pour le pâturage des animaux en saison des pluies.





Figure 14 : Savane sans arbres (en haut) (Ambalahonko, 14°27'16.07''S 47°42'45.96''E) ; Savane arborée (au milieu) (Ampasindava, 14°49'44.89''S 47°25'03.81''E) ; Steppe (en bas) (Analalava, 14°38'00.96''S 47°46'24.82''E)

- Zone dégradée :

Les zones dégradées résultent bien souvent de l'action anthropique. On y classe les zones brûlées, les zones déforestées et les zones érodées. Ces espaces n'apportant rien pour les populations, ils sont généralement laissés en friche dans l'attente d'une régénération naturelle.



Figure 15 : Zone brûlée (Ambalahonko , 14°27'08.95''S 47°43'20.58''E) ; zone déforestée (Ambalahonko, 14°27'30.74''S 47°42'36.73''E) ; zone érodée (Ambalahonko, 14°27'02.97''S 47°43'25.69''E)

- **Culture** : Les zones agricoles font parties de cette unité paysagère. On y retrouve des rizières, des plantations de bananiers, de canne à sucre ou de manioc. Les espaces choisis pour cultiver sont souvent proche des points d'eau, la culture sur brulis est fortement pratiquée.



Figure 16 : Rizière (Ambalatsingy, 14°55'10.14''S 47°22'53.94''E)

- **Zone monospécifique acacia** : À la suite du plan national de « reverdissement » de l'île, des plantations d'acacias ont été mis en place un peu partout sur le territoire. Ces espaces n'ont aucun apport culturel pour les populations et seul un village nous a évoqué ces plantations comme une ressource en bois de construction. De manière générale, dans tous les focus group réalisés, cet espace était davantage mis en avant comme une preuve de bonne implication dans le reboisement de leur territoire. En revanche, le résultat n'était pas toujours fructifiant en fonction des villages [fokontany].



Figure 17 : Plantation acacia (Analalava, 14°38'02.7''S 47°46'18.49''E)

2.5.6. Dynamiques paysagères

Suite au travail de terrain, un schéma des dynamiques paysagères a été créé. Ce schéma répertorie les différentes unités paysagères définies pendant cette étude, et a pour objectif d'illustrer leurs évolutions possibles. Ces évolutions sont soit naturelles, soit anthropiques et sont ici symbolisées par des flèches.

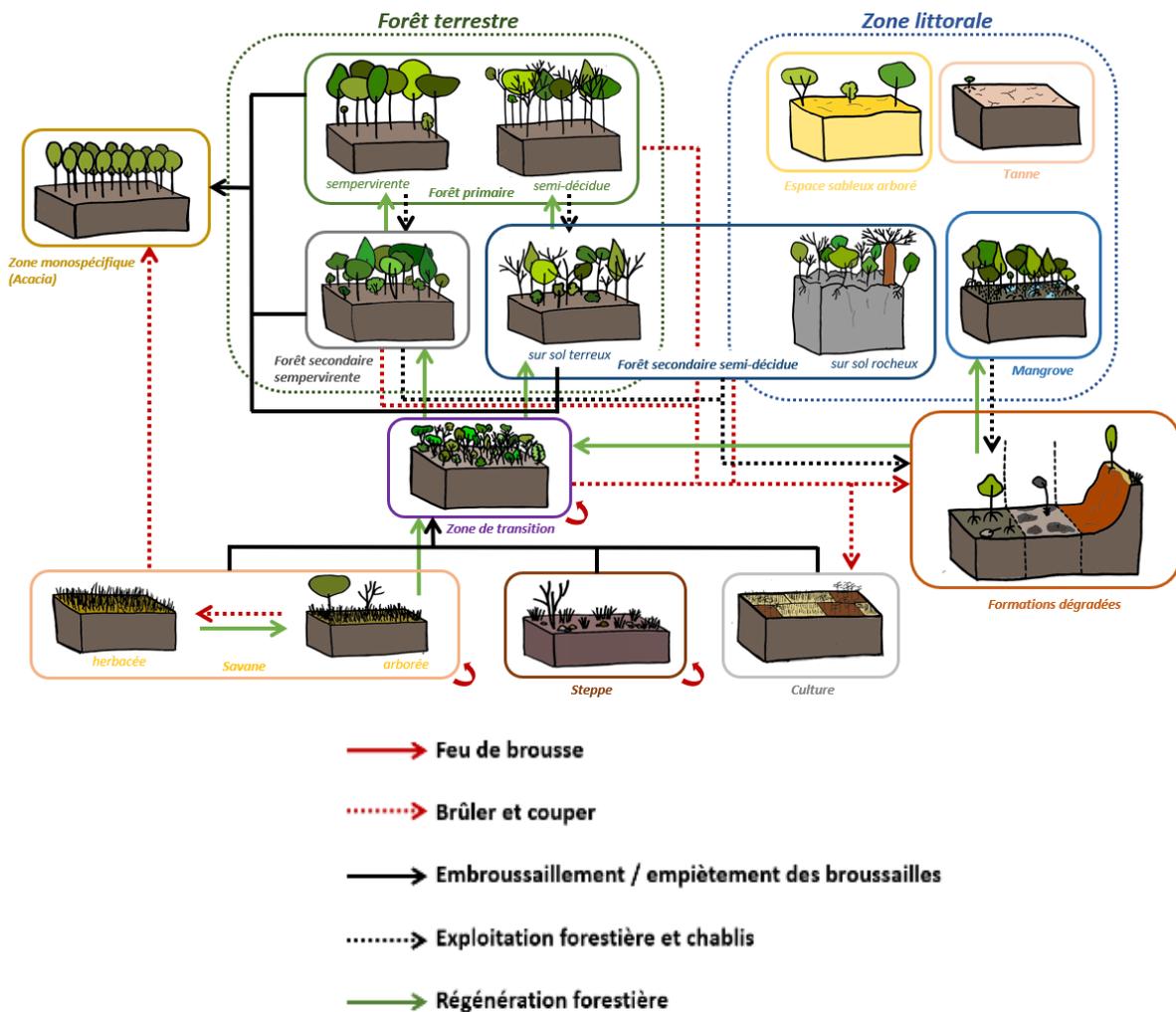


Figure 18 : Dynamiques paysagères en fonction des facteurs écologiques et anthropiques

Si les actions anthropiques disparaissaient, la nature reprendrait le dessus à la suite de colonisations et de régénérations. Les espaces comme les savanes, les steppes et les zones dégradées redeviendraient des forêts (semipervirente ou semi-décidue) au fil du temps. Cependant, ces espaces étant des sources de revenus économiques, les populations les utilisent fortement. La culture sur brûlis est très répandue et lorsqu'un espace forestier propose des caractéristiques intéressantes pour la culture, il peut être rasé pour laisser place à des plantations. Les forêts semipervirentes se retrouvant près des cours d'eau sont généralement les plus impactées. De même, le bois de construction est très recherché et des coupes apparaissent dans toutes les forêts, notamment les plus âgées qui proposent des bois plus grands. Ils sont utilisés pour les maisons, les enclos, mais également les pirogues. C'est à cause des actions anthropiques qu'un grand nombre de zones dégradées apparaissent.

L'espace sableux arboré ainsi que le tanne et les forêts secondaire semi-décidue sur roche, sont des zones qui n'interagissent pas ou peu avec les autres écosystèmes. Les différents stades écologiques qu'elles sont susceptible de proposer n'ont pu être observé lors des phases terrains, peu de liens sont donc représentés sur le schéma.

Enfin, les plantations d'*acacias mangium* et *acacia auriculiformis* sont une catégorie à part entière car il s'agit de zones monospécifiques créées par l'homme. Ces espaces menacent les forêts car l'espèce

est à croissance rapide et prolifère rapidement, ce qui envahit des zones en faisant mourir les espèces présentes initialement. Ces propos ont été tenus après l'observation d'espaces forestiers modifiés par l'espèce, mais ils ne représentent pas encore une part significative et donc aucune action n'est mise en œuvre pour tenter de contrer ce phénomène.

2.5.7. Télédétection

Pour la phase de télédétection, le travail s'est appuyé sur la chaîne de traitement utilisée par C.Demichelis (figure 19) dans son travail sur le Gabon (Demichelis, 2020).

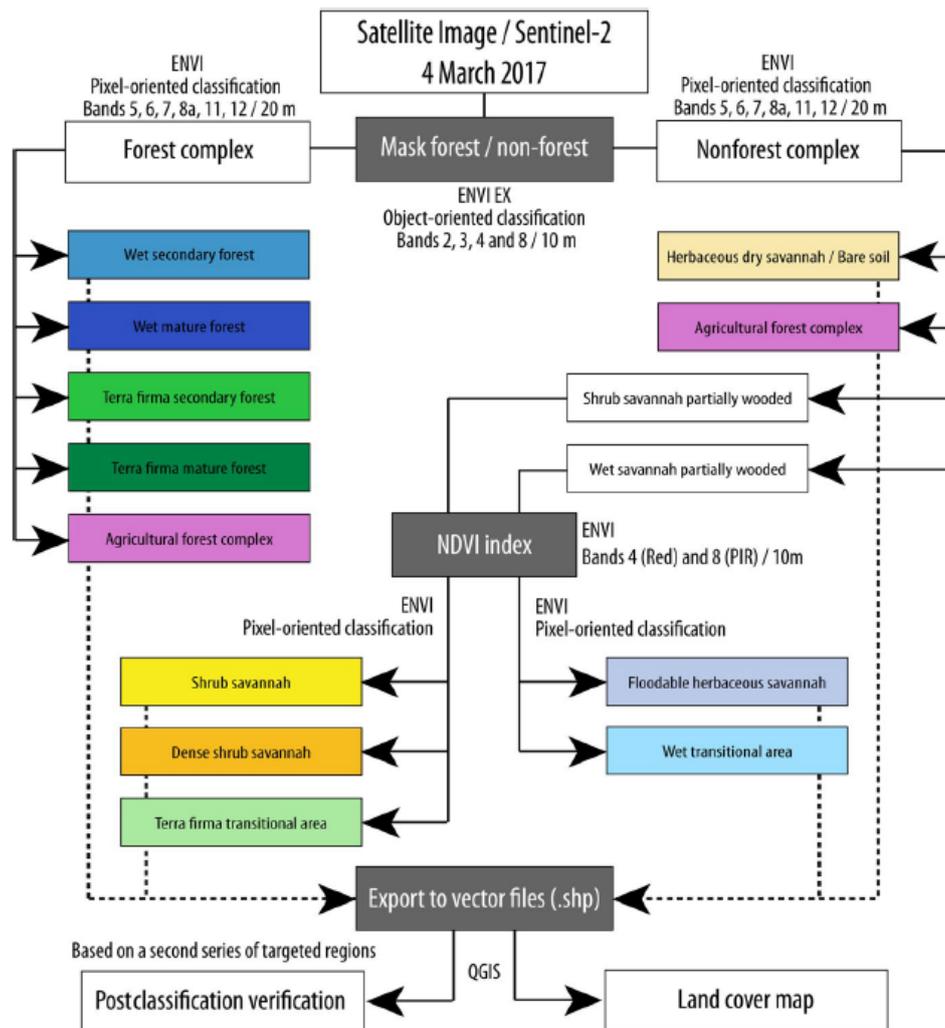


Figure 19 : Chaîne de traitement utilisée par C.Demichelis (Demichelis, 2020)

Pour ce travail, des images Sentinel-2 du 27 juin 2023 ont également été utilisées. Elles ont été récupérées sur les sites Copernicus et Théia. À la suite des relevés effectués sur le terrain, nous nous sommes penchés sur le traitement des données sur QGIS. Nous avons dans un premier temps regroupé certaines classes et créé des sous catégories qui pouvaient être distinguées (exemple : forêt secondaire sempervirentes et forêt secondaire semi-décidue).

Ensuite, afin de simplifier le traitement des données dans la table attributive, un code a été attribué à chaque unité. Les codes sont les suivants :

FP : Forêt Primaire
 FSS : Forêt Secondaire Sempervirente
 FSSD : Forêt Secondaire Semi-Décidue
 FSA : Espace Sableux Arboré
 ZT : Zone de Transition
 MAN : Mangrove
 ZD : Zone Dégradée
 TAN : Tanne
 S : Savane
 SA : Savane Arborée
 ST : Steppe
 VI : Village
 CU : Culture
 ZMS : Zone Mono-Spécifique (Acacias)

2.5.7.1. *Traitement des images satellites*

Plusieurs traitements sont nécessaires afin de classer les différentes zones. Pour chacun d'entre eux, différentes bandes ont été utilisées selon le type de classification réalisé. Chaque bande correspond à un intervalle de longueurs d'ondes bien spécifique, c'est pourquoi elles ne sont pas utilisées pour les mêmes traitements. Pour rappel, pour le satellite Sentinel-2, les bandes sont les suivantes :

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (µm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Figure 20 : Liste des bandes du satellite Sentinel-2 (source : researchgate)

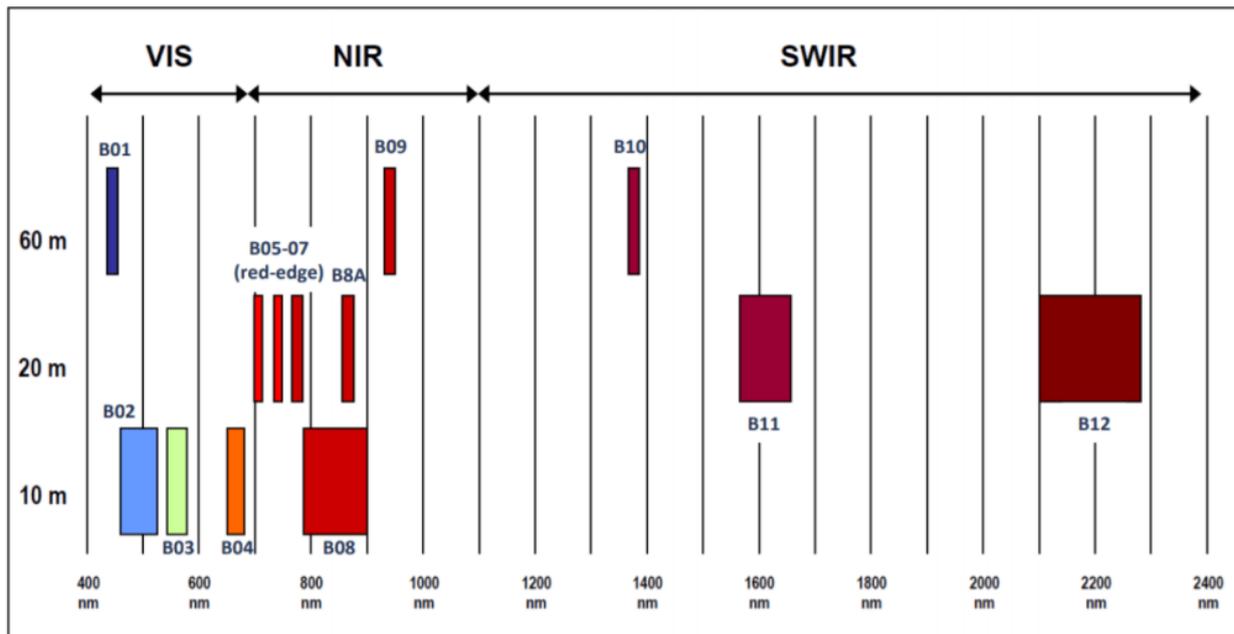


Figure 21 : Longueurs d'onde détectées selon les capteurs utilisés (source : geoafrica)

Pour le premier traitement (**classification par objet**) ce sont les **bandes 2, 3, 4, et 8** (bleu, vert, rouge et proche infra-rouge) qui ont été utilisées. Un premier traitement a consisté à faire une classification dite « orientée objet ». Cela a ainsi permis de différencier sur la carte les espaces forestiers, des espaces « non-forestiers ». Pour cela, l'outil « **Semi-Automatic Classification Plugin** » (SCP) a été utilisé. Le plugin fonctionne de manière supervisée : des classes sont définies (ici « forêts », « eau », et « autre »), et des échantillons sont associées manuellement (polygones créés sur la carte pour entraîner le logiciel). Une fois les échantillons réalisés, le plugin classe la zone d'étude en se basant sur les échantillons sélectionnés sur la carte. Un fichier raster est obtenu (image avec données).

Un **tamissage** est également réalisé afin de réduire le nombre d'entités pouvant poser des problèmes pour la suite des traitements (groupes avec peu de pixels (exemple : buissons dans la savane, arbustes au niveau des steppes...)). Ces entités sont alors changées de classes passant de la classe « forêt » à « autre ». Une première carte a ainsi été produite :

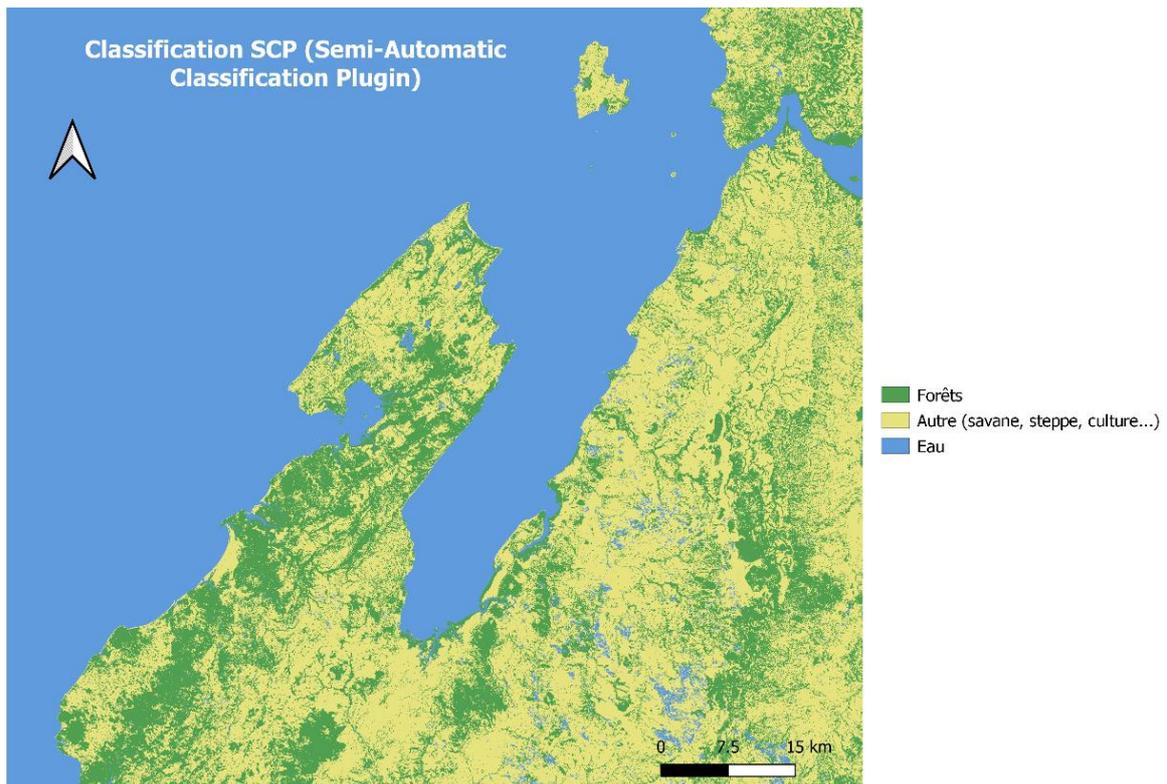


Figure 22 : Classification SCP de la zone d'étude

Sur la carte (figure 22), on constate que la partie sud et ouest de la zone d'étude présente une surface importante de forêts, notamment au sud de la baie de Moramba. Contrairement à cela, la partie autour d'Analalava, particulièrement sur un rayon de 20km à l'est et au sud, apparaît comme peu arborée (seules quelques forêts galeries sont visibles (forêts le long des cours d'eau)). La végétation semble cependant importante au nord d'Analalava. Il est à noter qu'une erreur de classification a été observée sur les zones brûlées, qui ont été catégorisées en tant que zone d'« eau » (zones bleues au sud est sur la carte).

Une fois cette étape réalisée, le fichier est exporté au format .shp (fichier forme) (polygonisation).

Voici le schéma récapitulatif de la procédure suivie pour obtenir la première classification :

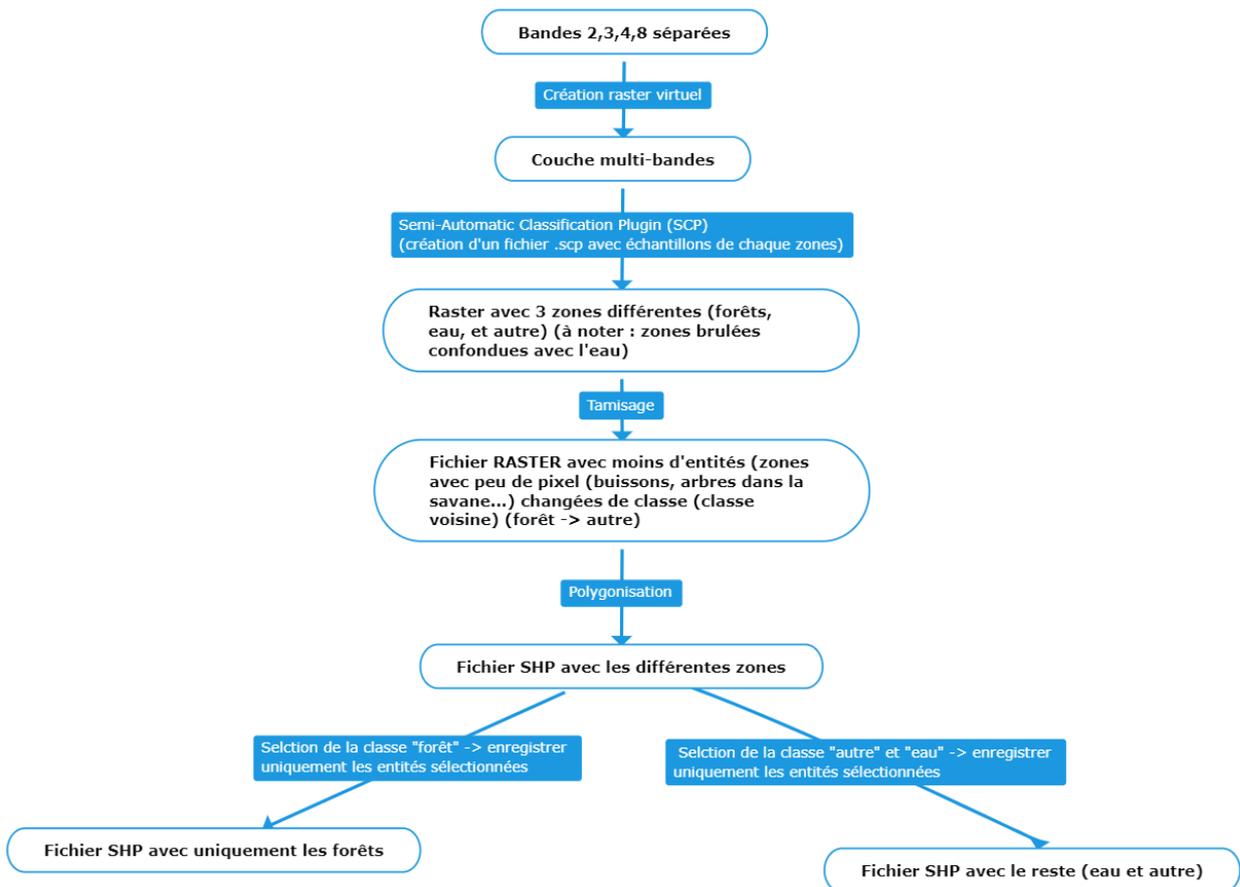


Figure 23 : Procédure suivie pour séparer les espaces forestiers des autres espaces

Une classification « orientée pixel » sur une image satellite avec les **bandes 5, 6, 7, 8A, 11 et 12** (résolution de 20m), doit ensuite être réalisée pour affiner la première classification faite. Pour cela, une image raster combinant ces bandes est créée et découpée à partir des fichiers formes créés précédemment pour garder ne garder que les zones à traiter séparément (dans un premier temps uniquement les forêts, puis les autres espaces). Suite à cette première classification, une zone d'erreur de classification a été observée (mal interprétée par le logiciel). En effet, les zones brûlées étaient interprétées comme étant des zones d'eau. Pour résoudre ce problème, un indice NBR (zones brûlées) peut être utilisé. Cependant, l'étape du découpage n'a pas pu être réalisée car une erreur sur le logiciel a eu lieu lors du découpage du raster en fonction des fichiers forme (shp). La connexion étant relativement limitée, nos recherches pour palier à ce problème n'ont pas suffi pour le résoudre.

D'autres traitements avaient également été réalisés en parallèle et auraient ensuite dû être combinés avec le premier traitement. Une segmentation des espaces avait ainsi été réalisée (figure 24)



Figure 24 : Segmentation (baie de Moramba)

La dernière étape a été de réaliser un calcul d'un NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (indice d'activité chlorophyllienne par différence normalisée) afin de différencier les zones de végétation présentes sur le territoire étudié.

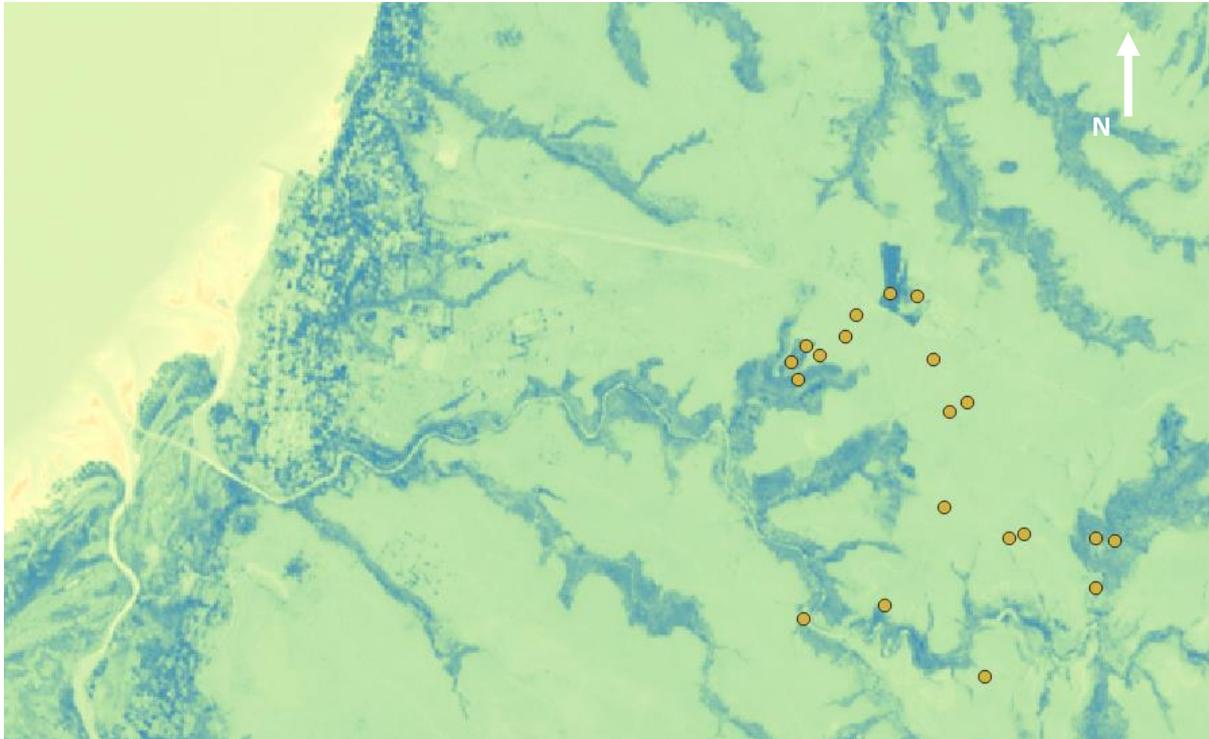


Figure 25 : Carte NDVI au niveau d'Analalava (points GPS relevés en orange)

On obtient une carte avec un indice pour chaque pixel :

- Valeur inférieure à 0 : le pixel correspond à de l'eau
- Entre 0 et 0.2 : le pixel correspond à une surface minérale
- De 0.2 à 1 : le pixel correspond à de la végétation

Plus la valeur est élevée, plus la couleur sur la carte est foncée, plus l'activité chlorophyllienne est forte, et plus les plantes sont jeunes. On voit très distinctement sur la carte (figure 25), qu'au niveau des points GPS relevés (points orange) situés le plus au nord sur la carte, l'activité chlorophyllienne est importante. Cela correspond en effet à une jeune plantation d'acacias. L'objectif de cette étape était de différencier les espaces avec des plantes plutôt jeunes (zones de transition, plantations d'acacias, forêts secondaire jeunes) et les espaces avec une activité chlorophyllienne moins importante (forêts primaires/forêts secondaires âgées).

Le traitement n'a cependant pas pu être terminé avant la fin du stage.

2.5.7.2. *Vérification des points*

Une fois la classification faite, une vérification aurait dû être réalisée afin de vérifier la fiabilité des points en utilisant un ACP et un test Monte Carlo. Pour cela, un relevé des valeurs pixellaires à partir des points et d'une image satellite Sentinel-2, récupérée sur le site Copernicus, a été réalisé grâce à l'extension « Point Sampling Tool » sur QGIS. Cela a permis d'extraire les valeurs pixellaires des 12 bandes d'image, pour chaque point. Nous obtenons alors, pour chaque point, les 12 valeurs pixellaires. Un tableau Excel répertoriant les valeurs pour chaque bande est ensuite créé. La validation de ces points aurait ensuite dû être testée sur R Studio avec le script de vérification fourni par C.Demichelis, utilisé pour son travail sur le Gabon.

2.5.8. Test de sédimentation

Etant donné que le travail produit a pour objectif de permettre de boiser/reboiser le territoire, il a semblé intéressant de proposer, en parallèle du travail d'analyse des unités paysagères, de faire des analyses préliminaires du sol. Peu de moyen étaient disponibles sur place pour réaliser des tests approfondis, de plus, le temps était relativement limité, ce pourquoi il a été décidé que seule une analyse préliminaire du sol sera faite. Pour cela, nous avons fait le choix de réaliser un test facilement applicable, avec peu de moyen : le test de sédimentation.

Ce test consiste à placer un échantillon de terre dans un bocal, ajouter de l'eau, secouer le bocal, et attendre 48h pour ensuite voir apparaître différentes couches distinctes, donnant une indication sur la granulométrie du sol. Pour réaliser cette analyse, il a fallu récupérer sur le terrain des échantillons de sol à des endroits ciblés (savane/steppe... (lieux pouvant être reboisés), et forêts (indication sur les sols fertiles)) pour pouvoir ensuite réaliser ce test au bureau une fois rentrés.

Les échantillons étaient numérotés pour pouvoir ensuite associer chacun d'entre eux aux points GPS associés. Il est à noter que pour des raisons techniques (poids et volume importants à transporter), les échantillons n'ont pas été récoltés à tous les points GPS.

Les mesures ont ensuite été effectuées à la suite de la phase de terrain. Cette étape a pu être réalisée à temps avant la fin du stage, mais les membres de l'association devront ensuite associer à chaque échantillon la correspondance à son type de sol en fonction des résultats mesurés à partir du triangle des textures (figure 26)

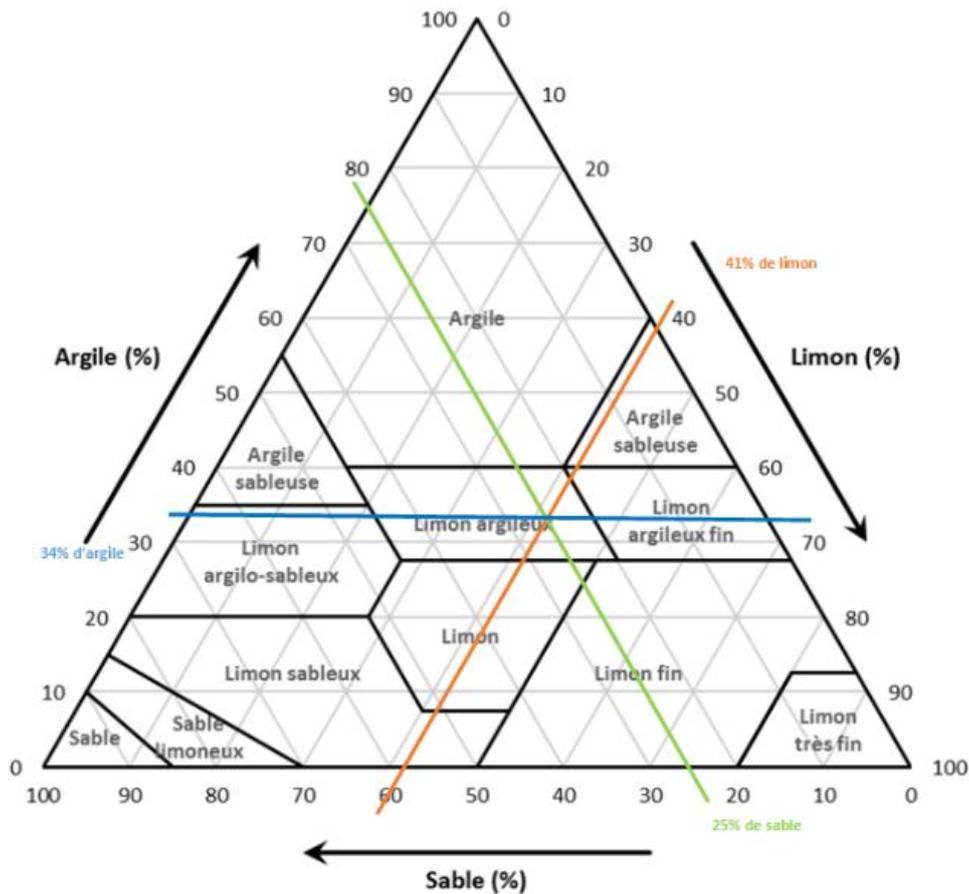


Figure 26 : Triangle textural avec exemple de valeurs (supagro.fr)

Dans l'ensemble, une grande partie des échantillons observés présentait une quantité importante de limons, particulièrement pour ceux récupérés dans les savanes et les steppes.

Cette analyse, qui doit être poursuivie, permettra ainsi de mieux cibler les espèces pionnières à mettre en place selon les espaces afin de permettre, par la suite, un reboisement efficace. Il est à noter que la topographie est également un paramètre important à prendre en compte, étant donné les bassins versant qui rentrent en jeu dans l'écoulement des eaux sur le territoire. Cela est notamment bien visible au niveau d'Analalava avec des steppes/savanes présentes sur les parties hautes des collines tandis que les forêts étaient présentes au niveau des vallées (forêts galeries). Il serait ainsi intéressant de mettre en avant une analyse topographique pour compléter ce travail.

2.6. Livrables rendus

Ce travail a donné lieu à un rapport écrit pour l'association, expliquant notre démarche, répertoriant les unités paysagères, leurs dynamiques, et les usages et besoin des populations sur les espaces qui ont été étudiés pendant les phases de terrain. Etant donné que la cartographie n'a pu être terminée avant la fin du stage, le document écrit reste pour le moment incomplet et est voué à être complété une fois que la carte finale des unités paysagères présents sur le territoire aura pu être réalisée. Des données statistiques sont ainsi manquantes, notamment les pourcentages de chaque type d'espace sur la zone étudiée, ainsi que la partie « discussions », dépendante des résultats obtenus.

2.7. Discussion

Ce travail a permis de mettre en avant l'importance de l'approche socio-écosystémique dans ce type d'étude. En effet, toutes les informations acquises sur le terrain n'auraient pas pu être obtenue par télédétection (Demichelis, 2020) et se révèlent ainsi être primordiales pour mettre en avant les différentes unités paysagères. Dans l'ensemble, la perception des espaces par les populations se rapproche de ce qui est observable dans la littérature, mais est parfois nuancé selon certains critères. La topographie est notamment un point qui a beaucoup été mis en avant lors de la description des espaces lors des focus group. En plus de la partie discussion avec les populations, l'approche par la télédétection semble rester une approche intéressante, étant donné sa précision lors de l'utilisation d'image Sentinel-2 (10/20m). Malgré la difficulté connue lors de la réalisation de la carte, des premiers résultats ont pu être observés avec notamment la présence plus ou moins importante des forêts sur le territoire selon les endroits observés. Il a été également observé que de nombreux espaces dégradés semblent présents sur le territoire, notamment des espaces brûlés (visualisés lors du premier traitement).

3. Retour d'expérience

Le travail que nous avons effectué tire sa méthode d'une étude réalisée au Congo puis au Gabon par Christophe DEMICHELIS. Le climat y est plus humide et les facteurs anthropiques différents, cependant nous n'avons pas rencontré de difficultés pour définir nos unités paysagères, le protocole peut s'adapter à tous les écosystèmes. Pour la mise en place des ateliers participatifs avec les populations, il y a parfois eu quelques décalages en termes de compréhension à cause de la barrière de la langue. Le passé colonial du pays a également freiné certaines discussions avec la peur de l'exploitation des carrières et de leurs ressources naturelles. Après une approche plus explicative sur nos intérêts réels et des discours simplifiés, nous avons tout de même réussi à ouvrir des échanges sur les spécificités et les usages de leurs espaces. Nous noterons également que la présence de deux locaux dans notre équipe fut une force, notamment pour les premières approches que nous avons eu lors de nos phases terrain. L'étude du sol, réalisée sur la demande de l'association VAHATRA (et non incluse dans le travail de C. Demichelis) a d'abord été une longue source de réflexion du fait d'un manque de matériel pour effectuer des tests précis, mais des solutions adaptées ont pu être apportées.

Ensuite, lors de la phase d'analyse des résultats, c'est l'irrégularité du courant électrique malgasy et une mauvaise connexion internet qui a entravé à plusieurs reprises l'avancement de notre travail. Ces difficultés sont externes au protocole, et ont su être surmontées par force de patiente et de persévérance. Retrouver les noms scientifiques des espèces floristiques malgaches fut également une source de difficultés du fait d'un manque d'ouvrage sur les espèces endémiques et autochtones de la région. C'est pourquoi certaines espèces ne sont nommées que par leur nom vernaculaire dans le rapport.

Malheureusement, la réalisation de la carte finale n'a pas pu être terminée. En effet les soucis de connexions ne nous ont pas permis de terminer à temps le traitement qui a été soumis à plusieurs problèmes lors des différentes étapes à réaliser. Le téléchargement des images satellites a dans un premier temps posé problème étant donné la connexion relativement limitée, puis des erreurs sont survenues lors des traitements successifs qui devaient être réalisés. La recherche de solution avec une connexion limitée a ainsi été un frein à la bonne réalisation de la carte finale.

Si le temps nous l'avait permis, il aurait été intéressant de fournir davantage de point GPS pour chaque unité paysagère. Une classification encore plus précise aurait pu en découler. De plus, bien que trois

mois ne suffisent pas pour ajouter cette charge de travail, intégrer les différents types de sol en parallèle dans nos dynamiques paysagères pourrait être pertinent pour les futurs projets de reboisement de l'association. En effet, l'étude de sol que nous avons réalisée n'est qu'une étude préliminaire qui ne caractérise que grossièrement l'état de surface et la granulométrie des 15 premiers centimètres de profondeur du sol.

Au niveau personnel, la préparation en amont de la mission fut une longue étape très instructive durant laquelle j'ai appris l'importance de la rigueur (notamment lors de la rédaction des dossiers de demande de subvention) et d'une certaine manière, la « gestion d'équipe » (pour permettre à chacun de trouver sa place et de répartir le travail afin d'optimiser le peu de temps que nous avons parfois). La prise de responsabilités fut également au cœur de cette première phase d'expérience. Après cette étape de préparation en totale autonomie, réalisée en France, le stage a officiellement pu commencer sur le territoire malgache.

Tout d'abord, il est je pense nécessaire de souligner que le contexte dans lequel nous avons réalisé notre étude nécessitait une certaine adaptation culturelle, notamment avec la culture du [mora mora]⁴. En effet, le rythme de travail est très différent du nôtre et toutes les actions de la vie quotidienne également.

Ensuite, ce stage a été réalisé avec une forte partie de travail en autonomie, seule ou à plusieurs. Il a été intéressant d'évoluer de la sorte, cela m'a permis d'en apprendre davantage sur ma manière de m'organiser et de gérer mon temps ainsi que mon énergie. De plus, notre travail s'inscrivait dans une réelle volonté d'agir de l'association VAHATRA sur le territoire malagasy et le monde scientifique. Ce qui impliquait alors certaines responsabilités sur le rendu final et une rigueur dans nos travaux pour permettre une poursuite de travail malgré notre départ. De même, j'ai appris sur la pédagogie et la vulgarisation de propos grâce à notre travail de formation d'un binôme malgache. Cette étape fut un peu difficile, du fait de la barrière de la langue, mais au fil des mois et des phases de terrains nous avons su nous adapter.

En totalité, ces trois mois de stage représentent une expérience professionnelle nouvelle, des rencontres humaines enrichissantes et un voyage culturel unique. Ils n'ont fait qu'augmenter ma volonté de travailler à l'étranger et de me confronter à des cultures différentes. J'ai beaucoup aimé travailler sur les différents écosystèmes et corrélérer leurs propriétés physiques et écologiques avec les usages et besoins des populations. L'aspect social est pour moi un point important, que je souhaite continuer à étudier dans mes emplois futurs.

⁴ « doucement doucement » en malagasy

4. Conclusion

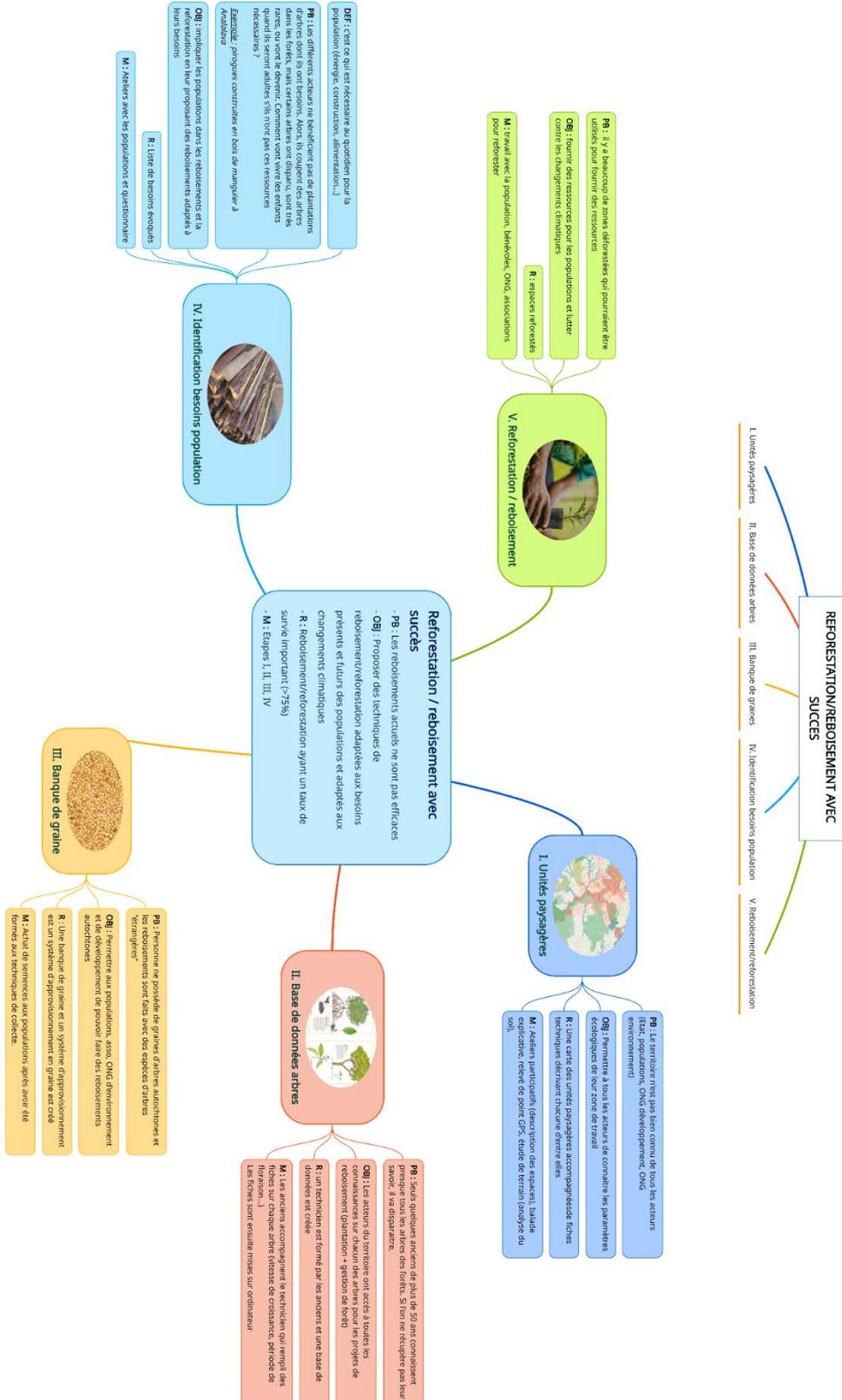
Malgré les difficultés rencontrées pour finaliser la cartographie de notre zone d'étude avec nos différentes unités paysagères, nous avons tout de même pu avoir un premier jet qui faisait largement apparaître la faible proportion de forêt (30%). Le projet de boisement/reboisement reste donc une priorité. Cependant, en l'absence de carte nous ne pouvons conclure sur l'importance de la combinaison d'informations entre la télédétection et les connaissances locales (l'un de nos objectifs initiaux). Notre étude aura su déterminer les unités paysagères et leurs dynamiques grâce aux communautés locales et leurs savoirs. Une poursuite du travail sera nécessaire pour aboutir à une cartographie exploitable, pour devenir un outil de gestion territorial.

5. Bibliographie

- Bourget, É., & Dû-Blayo, L. le. (2010). Définition d'unités paysagères par télédétection en Bretagne : Méthodes et critiques. *Norois*, 216, 69-83. <https://doi.org/10.4000/norois.3399>
- Carrasco, J., Price, V., Tulloch, V., & Mills, M. (2020). Selecting priority areas for the conservation of endemic trees species and their ecosystems in Madagascar considering both conservation value and vulnerability to human pressure. *Biodiversity and Conservation*, 29(6), 1841-1854. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01947-1>
- Delbosc, P., Ceccaldi, A., Panaïotis, C., Bioret, F., & Hugot, L. (2018). Unités paysagères fonctionnelles : Outil d'aide à la planification territoriale: Application à la commune de Lama (Haute-Corse). *Vertigo*, Volume 18 Numéro 3. <https://doi.org/10.4000/vertigo.23657>
- Demichelis, C., Oszwald, J., Gasquet-Blanchard, C., Narat, V., Bokika, J., Pennec, F., & Giles-Vernick, T. (2020). Multidimensional analysis of landscape dynamics in a Central African forest-savannah mosaic. *African Journal of Ecology*, 58(4), 692-708. <https://doi.org/10.1111/aje.12750>
- Demichelis, C., Oszwald, J., Mckey, D., Essono, P.-Y. B., Sounguet, G.-P., & Braun, J.-J. (2023). Socio-Ecological Approach to a Forest-Swamp-Savannah Mosaic Landscape Using Remote Sensing and Local Knowledge : A Case Study in the Bas-Ogooué Ramsar Site, Gabon. *Environmental Management*. <https://doi.org/10.1007/s00267-023-01827-8>
- Legouy, F. (s. d.). Le concept d'unité paysagère entre paysagistes et géographes : La question de l'échelle. Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques.
- Rasolofoson, R. A., Ferraro, P. J., Jenkins, C. N., & Jones, J. P. G. (2015). Effectiveness of Community Forest Management at reducing deforestation in Madagascar. *Biological Conservation*, 184, 271-277. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.01.027>
- Tahinarivony, J. A., Rasoanaivo, N. S., Rasolofo, N., Ranirison, P., & Gautier, L. (s. d.). Les unités paysagères de la péninsule d'Ampasindava (Nord-ouest de Madagascar), un terroir sous haute pression de déforestation.
- Zhang, M., Huang, H., Li, Z., Hackman, K. O., Liu, C., Andriamiarisoa, R. L., Ny Aina Nomenjanahary Rahevivo, T., Li, Y., & Gong, P. (2020). Automatic High-Resolution Land Cover Production in Madagascar Using Sentinel-2 Time Series, Tile-Based Image Classification and Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 12(21), 3663. <https://doi.org/10.3390/rs12213663>

6. Annexes des livrables

Annexe 1 : Schéma récapitulatif du projet de reboisement porté par VAHATRA





Description des unités paysagères dans le district d'Analalava (Madagascar)

Romane FRELAND

2022-2023

Résumé :

La description des unités paysagères d'un territoire est essentielle à sa bonne compréhension. Pour cela, l'usage de la télédétection et la retranscription des connaissances des populations locales sont nécessaires afin de créer un outil de gestion territoriale complet et ainsi agir de manière cohérente avec les usages et les besoins (eau, bois...) des communautés locales. En ce qui concerne le district d'Analalava, des besoins de reboisement et de reforestation ont été ciblés par l'association VAHATRA. Cette étude a pour objectif de créer une cartographie du territoire afin de permettre la mise en place d'un boisement/reboisement adapté aux besoins et aux usages des populations. En effet, à l'heure actuelle, la pertinence des méthodes de reboisements dans le district peut être remise en question et il semble important de réfléchir à une meilleure stratégie de boisement/reboisement, qui pourrait être plus efficace. Ce travail recense les différentes unités paysagères mise en avant en suivant une approche socio-écossystémique et servira, à l'avenir d'outil de gestion territoriale pour proposer des actions ciblées et adaptées au territoire.

Abstract:

The description of a territory's landscape units is essential to its understanding. For this, the use of remote sensing and the transcription of local populations' knowledge are necessary to create a complete territorial management tool and thus act coherently with the uses and needs (water, wood...) of local communities. In the Analalava district, reforestation needs have been identified by the VAHATRA association. The aim of this study is to map the territory to enable the implementation of afforestation/reforestation adapted to the needs and uses of the local population. Indeed, at present, the relevance of reforestation methods in the district may be called into question and it seems important to reflect on a better afforestation/reforestation strategy, which could be more effective. This work lists the various landscape units highlighted using a socio-ecosystemic approach and will be used in the future as a territorial management tool for proposing targeted actions adapted to the territory.

Mots Clés : Unités paysagères, reboisement, reforestation, cartographie, Madagascar

Association VAHATRA

Adresse : Chez Juliette SOATSARA, fkt fongony-Ambalahonko 405 ANALALAVA MADAGASCAR

Tuteur académique :
Christophe Demazière

Tuteur entreprise :
Christophe Demichelis
Chercheur à l'IRD de Toulouse