

Définition d'un Système de classification de l'Utilisation et de l'Occupation des Terres (UOT) et la définition de la Forêt à Madagascar

Rapport final

Mai 2018

Liste des acronymes

BNC REDD	Bureau National de Coordination, Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des Forêts
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
C-GARD	Centre de Géoinformatique appliquée au Développement Rural
CI	Conservation International
CNRE	Centre National de Recherches sur l'Environnement
DREEMF	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Ecologie, de la Mer et des Forêts
FAO	Agence des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (<i>Food and Agriculture Organization</i>)
FTM	Foibe Taosaritanin'i Madagasikara
GCP	Ground Control Points
GES	Gaz à Effet de Serre
LCCS	Land Cover Classification System
MEEMF	Ministère de l'Environnement, de l'Ecologie, de la Mer et des Forêts
MNV ou MRV	Mesure, Notification et Vérification ou Mesure, Rapportage et Vérification
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NDWI	Normalized Difference Water Index
OAT	Observatoire de l'Aménagement du Territoire
ONE	Office National pour l'Environnement
ONU	Organisation des Nations Unies
ONU-REDD	Initiative collaborative de l'Organisation des Nations Unies en vue de Réduire les Emissions liées au Déboisement et à la Dégradation des forêts (REDD) dans les pays en développement
PADAP	Projet Agriculture Durable par une Approche Paysage
PERR-FH	Projet Eco-Régional REDD+ - Forêts Humides de Madagascar
PHCF	Programme Holistique de Conservation des Forêts
PNAE	Plan National d'Actions Environnementales
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement

REDD Réduire les Emissions liées au Déboisement et à la Dégradation des forêts REDD+ REDD associée à la gestion durable des forêts, la conservation et l'amélioration des stocks de carbone forestier

SAVI Soil Adjusted Vegetation Index

SIG Système d'Information Géographique

SPOT Système Probatoire d'Observation de la Terre ou Satellite pour l'observation de la Terre

UMC Unité Minimale Cartographiable

UOT Utilisation et Occupation des Terres

USGS United States Geological Survey

Table des matières

1. Introduction	1
2. Contexte	1
3. Objectifs	3
4. Approches clés de l'étude	3
4.1. Identification des besoins en information	3
4.2. Analyse des existants	4
4.2.1. Sur la définition des forêts	4
4.2.2. Sur les systèmes de classification des UOT	4
4.3. Proposition d'une version opérationnelle	6
4.4. Test au niveau des sites	6
4.5. Développement d'un document cadre	7
5. Synthèse des besoins à l'échelle du pays	7
5.1. Besoins nécessaires pour un Système de classification UOT à Madagascar	8
5.2. Besoins par rapport aux enjeux nationaux	9
5.3. Besoins en information pour la définition d'un système de classification UOT	10
5.3.1. Définitions des forêts	10
5.3.2. Standardisation du système de classification des occupations et utilisations des terres	10
5.4. Mise en œuvre du système de classification	11
6. Situation de l'existant	11
6.1. Proposition d'une définition de forêt et d'un système de classification	11
6.1.1. Analyse des contraintes	12
6.1.2. Proposition d'une définition de la forêt	12
6.1.3. Proposition d'un système adapté à Madagascar	12
6.1.4. Méthode opérationnelle de la classification	12
6.2. Exigences des cadres légales	17
6.2.1. Exigences de la CCNUCC	17
6.2.2. Exigences du GIEC en matière de suivi des forêts et les occupations des sols	19
6.3. Définition de forêt, autres occupations de sol et unité minimale cartographiable selon le GIEC et implication par rapport au cas de Madagascar	20

6.3.1. Option 1 : redéfinir la "forêt" en prenant en compte les limitations techniques actuelles	21
6.3.2. Option 2 : compléter les analyses faites à partir d'images satellites avec des inventaires de terrain dans les classes de surface inférieures à l'unité minimale cartographiable	21
6.4. Cadres nationales sur les politiques sectorielles liées à la REDD+ et leurs exigences sur la définition de l'UOT.....	22
6.5. Définition des forêts et système de classification des UOT existants	23
6.5.1. Définitions des forêts	23
6.5.2. Situation nationale par rapport à la définition de la forêt	27
6.5.3. Comparaison des définitions des forêts	28
6.5.4. Systèmes de classification des occupations et utilisations des terres existants	31
6.5.5. Synthèse des données existantes sur les forêts malgaches	35
7. Impact des définitions de la forêt	39
7.1. Par rapport à la superficie et les taux de déforestation	39
7.2. Impacts des critères de définition utilisés actuellement par le pays	39
7.2.1. Surface minimale	39
7.2.2. Hauteur minimale	40
7.2.3. Densité du couvert forestier	41
7.3. Proposition de définition de forêt et classe et sous classes d'UOT.....	41
7.3.1. Définition de la forêt.....	41
7.3.2. Système de classification UOT	42
a) Forêt.....	45
b) Savane.....	61
c) Agriculture.....	66
d) Surface bâtie	67
e) Zones nues	68
f) Zones humides.....	70
8. Références.....	72
9. Références clés pour les classes et les classificateurs	74
10. Annexes.....	I

Liste des tableaux

Tableau 1. Approche dichotomique du LCCS pour construire des classes primaires	
14 Tableau 2. Catégories d'utilisation des terres du GIEC	19
Tableau 3. Cadres nationales sur les politiques sectorielles liées à la REDD+ et leurs exigences sur la définition de l'UOT	22
Tableau 4. Définition de la forêt pour 5 pays d'Afrique de l'Ouest participants au FCPF	
24 Tableau 5. Synthèse des définitions de la forêt adoptées par les pays ayant soumis des NERF/NRF en février 2016	25
Tableau 6. Critères de la définition de la forêt selon REDD+	27
Tableau 7. Synthèse des définitions des forêts	28
Tableau 8. Caractéristiques des définitions	29
Tableau 9. Système de classification des occupations et utilisations des terres au niveau national	30
Tableau 10. Système de classification des occupations et utilisations des terres au niveau régional	31
Tableau 11. Système de classification des occupations et utilisations des terres au niveau global	32
Tableau 12. Synthèse des données existantes sur les forêts malgaches	35
Tableau 13. Classes et sous classes d'UOT proposées pour Madagascar	41

Liste des figures

Figure 1. Graphe cumulé du nombre des UOT	5
---	---

Figure 2. Opérationnalisation des définitions et des systèmes de classification	
6 Figure 3. Aperçu du LCCS, ses deux phases et les classificateurs (FAO)	
16	
Figure 4. Niveau de classe d'UOT à Madagascar	
42	

Liste des annexes

Annexe 1 : Liste des cartes consultées pour la proposition des classes et sous classes d'UOT ...	
I	
Annexe 2 : Note technique UOT	
XXVII	
Annexe 3 : Note de formation UOT	
LXVI	

1. Introduction

De plus en plus nombreux à poursuivre le processus de préparation à la REDD+, les pays acquièrent une expérience pratique et traduisent leurs besoins en actions. Au cours des années à venir, ils seront beaucoup plus nombreux à franchir le point médian du processus et à passer des activités de préparation (financées par le Fonds de préparation à la REDD+) à la mise en œuvre de la REDD+ (travail qui inclut l'élaboration d'un programme de réduction des émissions réalisé au titre du Fonds carbone ou d'autres programmes).

Le présent rapport présente l'identification des besoins issus de la définition d'un système de classification des utilisations et occupations du sol ainsi que la définition des forêts dans le cadre de la préparation du pays à la REDD+ et au niveau ministériel. Cette étude consiste principalement à la synthèse de tous les besoins attendus dans la réalisation du système de classification et un renforcement des acquis lors des analyses des besoins en 2015 pour la mise en place du Système de Surveillance National des Forêts.

L'évaluation des besoins par rapport à la définition d'un système de classification des utilisations et occupations de Terre comprend plusieurs résultats présentés dans ce rapport : (i) Aperçu global de la définition d'un Système de classification UOT pour Madagascar ; (ii) Synthèse de la situation à Madagascar ; (iii) Identification des besoins et Préparation pour la mise en œuvre du système de classification.

2. Contexte

Madagascar dispose d'une forêt naturelle d'environ 9,2 millions d'hectares soit 15% du territoire (FCPF, 2015) et figure parmi les 34 hotspots de la diversité biologique mondiale avec un patrimoine naturel unique et une grande diversité d'écosystèmes abritant une richesse biologique importante tant en espèces floristiques que fauniques avec un taux élevé d'endémisme de 80% (Primack et Ratsirarson, 2005).

Néanmoins de par sa population à majorité rurale, le pays est dépendant de la forêt ; ce qui entraîne une forte menace pour la biodiversité due au tavy, culture sur brûlis et à l'exploitation irrationnelle et illicite des ressources forestières telles que le cas de certaines espèces de bois précieux et la destruction des habitats naturels en faveur d'autres activités économiques (Primack and Ratsirarson, 2005).

Des menaces réelles existent également de par la perturbation causée par le changement climatique et la pollution, les feux, le changement d'utilisation des terres ou la mise en place d'infrastructures. Ce qui entraîne indéniablement une perte de la diversité biologique. Cette perte est surtout visible en observant le changement physionomique des écosystèmes (MEEF, 2012). Il est ainsi nécessaire de promouvoir une utilisation durable des ressources aux fins d'un développement global. La mise en œuvre d'une politique et des stratégies de gestion des ressources forestières nécessite l'adoption d'un moyen efficace afin d'élaborer un système de suivi fiable de l'évolution et l'état des ressources.

La réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+) est un mécanisme qui vise simultanément l'atténuation des effets du changement climatique, la conservation des forêts et le développement durable. En général, le principe de la REDD+ est d'octroyer une compensation financière des pays forestiers qui, d'une part, réduit l'émission de GES issues de la déforestation et de la dégradation des forêts et qui, d'autre part, augmente les stocks de carbone forestier (Verchot et al., 2009). Ainsi, Madagascar s'est engagé dans le processus de préparation au mécanisme international de REDD+ depuis l'année 2008. Par ailleurs, un Plan de préparation à la REDD (R-PP) a été soumis par le Gouvernement et cette soumission n'a été validée au niveau international qu'en 2014. Néanmoins, compte tenu du contexte sociopolitique antérieur, il a été constaté un manque de synergie à plusieurs niveaux dans la mise en œuvre des activités REDD+ dû en grande partie à l'absence d'un cadre national de gouvernance et de coordination intersectorielle. Une évaluation des besoins pour une meilleure préparation de Madagascar à la REDD+ s'avère alors nécessaire.

Or, au niveau national les données de base récentes harmonisées sur les ressources sont manquantes et constituent un obstacle pour l'élaboration des travaux cartographiques à l'échelle nationale. A Madagascar, la majorité des études cartographiques se sont limitées à des échelles réduites (à l'échelle d'un projet). Cela rend les études cartographiques très variées en termes d'échelle et de légende. De plus les sources de données et les méthodologies adoptées sont très diverses.

Compte tenu de ces faits et constats, il est nécessaire d'une part d'avancer une définition nationale et unique des forêts et d'autre part de déterminer un système de classification sur les utilisations et les occupations des terres. Et, pour y arriver, l'identification des besoins dans la réalisation et l'opérationnalisation dudit système de classification des utilisations et occupations des terres et la définition des forêts est cruciale.

3. Objectifs

Les objectifs de cette étude sont de:

- documenter et analyser les définitions des forêts et des systèmes de classification UOT existants à Madagascar, et dans d'autres pays
- proposer une ou des définitions des forêts et des autres UOT pour Madagascar ;
- proposer un système complet de classification UOT en collaboration avec les différents secteurs clés et parties prenantes (Ministère auprès de la Présidence chargé des Projets présidentiels, de l'Aménagement du Territoire et de l'Équipement ; Ministère auprès de la Présidence chargé de l'Agriculture et de l'Élevage ; Ministère de l'Eau, de l'Énergie et des Hydrocarbures ; Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation, Ministère des Transports et de la Météorologie ; Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique,...);
- participer (avec le BNC CC et le BNC REDD+) à la consultation des parties prenantes au niveau national afin de valider le système de classification;
- rédiger un document cadre méthodologique national décrivant la ou les définition(s) des forêts et le système de classification UOT à Madagascar et son opérationnalisation dans la collecte de données
- appuyer le Laboratoire Géomatique dans la mise en place du système de classification dans la collecte de données d'utilisation des terres couvrant tout ou partie du territoire national.

4. Approches clés de l'étude

4.1. Identification des besoins en information

Les différentes études réalisées sur la déforestation et la dégradation ont montré que l'agriculture est l'un des principaux moteurs de déforestation. Un des enjeux clairs à ce niveau est aujourd'hui de clarifier les vocations des terres par l'intermédiaire d'un aménagement territorial plus efficace, doté d'outils adaptés et uniformément utilisés. Or, ces outils ne peuvent fonctionner que s'ils sont basés sur une analyse de l'occupation des sols basée sur des UOT identiques afin de permettre une analyse globale cohérente. Dans ce sens, les

besoins de définition claire des UOT sont également cruciaux et ont nécessité une discussion avec les acteurs concernés regroupés dans un groupe de travail.

4.2. Analyse des existants

Cette phase a été focalisée notamment sur les acquis de l'ensemble des acteurs en matière d'UOT à l'échelle internationale et à l'échelle nationale. Il s'agit notamment d'identifier les exigences des différents cadres légaux, standards en matière de définition de forêt et système de classification UOT et d'identifier également l'ensemble des classes utilisées dans les cartes existantes à Madagascar ; ensuite, d'identifier les définitions de forêt existantes et les méthodes pour les opérationnaliser à l'échelle nationale en conformité avec les autres UOT. Par ailleurs, cette phase a permis d'effectuer à la fois une première proposition de définition de forêt, de classes et sous-classes d'UOT et qui ont été discuté et amélioré à travers le groupe de travail. Les différents niveaux ont été identifiés suivant les images satellites existantes sur une période historique.

4.2.1. Sur la définition des forêts

Ce travail est basé principalement sur des travaux de documentation en consultant les écrits et les travaux, y compris les cartes, qui ont été déjà faits et publiés autour du sujet en général. Les recherches sur Internet ont étoffé la collecte des informations nécessaires. L'analyse bibliographique a été réalisée tout au long de l'étude pour bien cerner le travail étant donné qu'elle est la base même de ce rapport.

Ainsi, une récapitulation et une synthèse des données déjà connues sur le sujet ont été effectuées. Elles consistent en une recherche plus approfondie sur les différentes définitions, appellations et, caractéristiques des forêts utilisées sur les plans international et national.

Les définitions étudiées sont basées sur des critères qui peuvent être quantitatifs ou qualitatifs. De ce fait, chaque définition de forêts dans les littératures consultées a été analysée à la lumière de ces critères utilisés.

4.2.2. Sur les systèmes de classification des UOT

Des investigations ont été effectuées afin de mettre en évidence tous les éléments existants sur les définitions et les systèmes de classification qui existent à Madagascar et dans le monde. Par ailleurs, des consultations de plusieurs cartes d'occupation existantes ont été faites afin

de déterminer les classifications, les légendes et les unités cartographiques déjà effectuées à Madagascar.

Dans cette partie, des investigations ont été entreprises sur toutes les cartes d'UOT existant à Madagascar, les recherches ont été faites à plusieurs niveaux c'est-à-dire au niveau national, puis régional, communal et au niveau des aires protégées.

Afin de connaître toutes les classes d'UOT qui existent et qui ont été déjà utilisées à Madagascar, plus de 600 cartes ont été collectées et toutes les classes d'occupation dans ces cartes ont été relevées et comptées afin d'élaborer un graphe cumulatif du nombre des classes existantes. Ainsi, dès que le graphe a atteint une asymptote horizontale, le nombre de classes collecté est considéré comme étant complet.

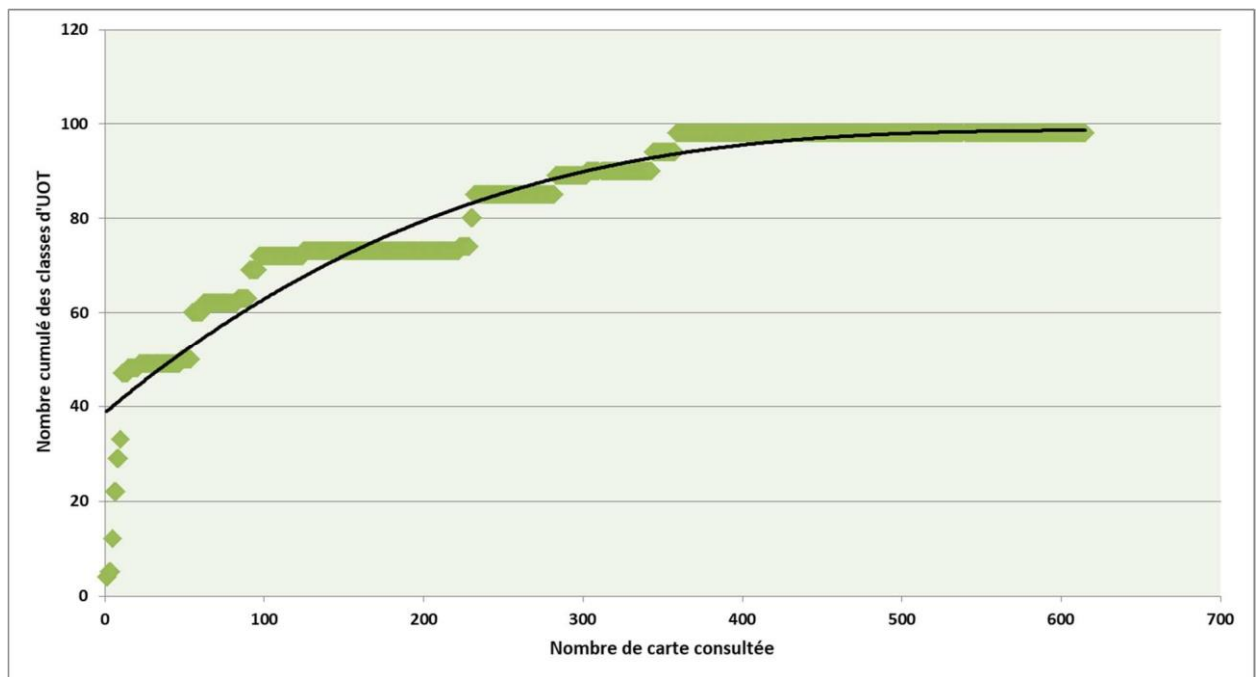


Figure 1. Graphe cumulé du nombre des UOT

De plus, des méthodes sur l'opérationnalisation des définitions et systèmes de classifications ont été relevées par rapport aux expériences des autres pays et les contextes existants à Madagascar. Il s'agit ici de de déterminer quoi garder, quoi modifier et quoi concevoir de nouveau.

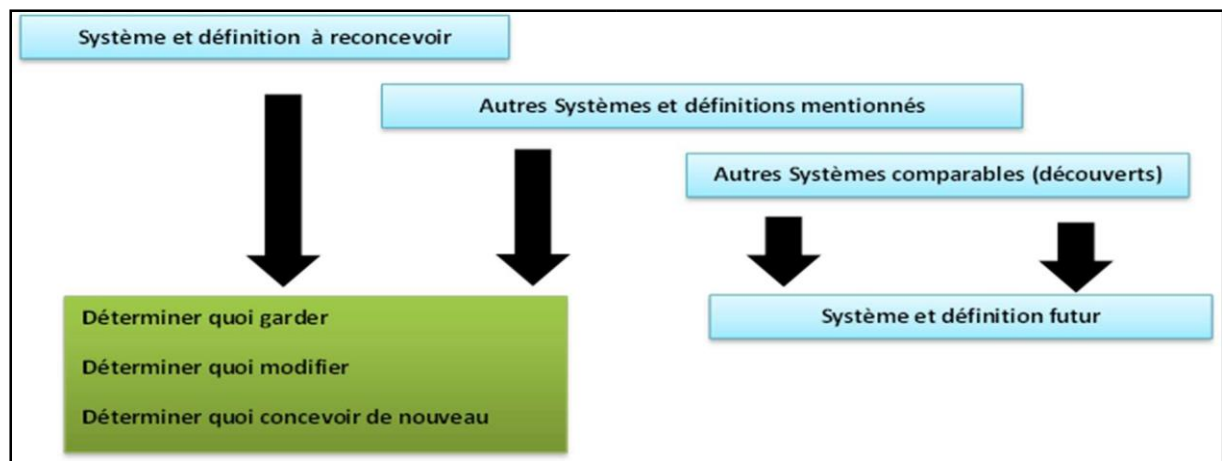


Figure 2. Opérationnalisation des définitions et des systèmes de classification

4.3. Proposition d'une version opérationnelle

Cette phase s'est penchée essentiellement d'une part sur l'identification des éléments paysagers par l'analyse d'images et la classification au sein d'une typologie adaptée et, d'autre part, sur la détermination des indicateurs environnementaux spatialisés.

Comme le processus est consultatif, les classes ont été identifiées à priori suivant un arbre de décision claire. Le schéma proposé suit le schéma LCCS avec l'intégration des spécificités au niveau national dans l'arbre et les niveaux des classes.

4.4. Test au niveau des sites

Cette phase a été réalisée sur des scènes SPOT, Landsat et PLEIADES de la zone de travail actuelle du BNC-REDD+ afin de ressortir l'efficacité et les limites de la classification proposée. Comme l'analyse historique préconisée par le BNC-REDD+ fera appel à différentes images avec des résolutions différentes, les niveaux des classes pour chaque résolution seront clarifiés avec les échelles correspondantes. Comme les classes ont été déterminées à priori afin d'inclure toutes les classes identifiées par les différents acteurs, celles-ci pourront ne pas être reconnues automatiquement par les classificateurs des logiciels actuels alors qu'elles pourront toujours être identifiées dans des outils comme Collect Earth. Des manuels d'identification ont ainsi été discutés lors des phases de formation afin de ressortir chaque classe de UOT.

4.5. Développement d'un document cadre

Il s'agit de développer un document permettant de se servir comme un guide dans l'opérationnalisation du système c'est-à-dire dans l'analyse et la diffusion des données auprès des différents utilisateurs, l'élaboration des cartes et autres résultats produits à travers des bases de données. Le logiciel « Collect earth » facilitera l'analyse des données tant au niveau spatial et/ou temporel à l'échelle nationale. Par ailleurs, le document cadre sera développé tout en intégrant l'ensemble de la typologie des classes, les arbres de décisions et les données pour les différentes résolutions et qui sera la base du renforcement des capacités des équipes du BNC-REDD+.

5. Synthèse des besoins à l'échelle du pays

L'évolution des forêts naturelles de Madagascar avant 1990 est assez controversée et suite au manque de données fiables, les estimations des différents auteurs diffèrent largement. Les chiffres avancés avant 1960 reposent sur de simples estimations faites par les auteurs et doivent être considérés avec précaution. De nombreuses études conduites ultérieurement se sont basées sur les cartes de la couverture forestière publiées par le Service des Eaux et Forêts, qui ne couvrent pas l'ensemble du territoire national, ou sur des données à très faible résolution spatiale, ce qui a probablement conduit à une sous-estimation du couvert forestier national (R-PP, 2014).

De plus, faute de moyens, Madagascar dispose peu d'agents formés pour établir une cartographie à grande échelle. En outre, avec un fort relief et une forêt très dense, entraînant une inaccessibilité de certaines zones de l'île, rares sont les données sur l'occupation des sols (R-PP, 2014).

En général, les cartes produites au niveau national sont notamment des cartes globales dont la carte de l'Inventaire Ecologique Forestier National (MEF, 1996), la carte de déforestation (forêt et non forêt) de 1990, 2000, 2005 élaborée par l'équipe du CI et une carte de déforestation en 2010 élaborée par l'ONE. Une carte éco régionale a été aussi effectuée durant la définition des niveaux de référence et du système MRV de l'écorégion des forêts humides de l'Est de Madagascar dans le cadre du PERR-FH en 2015. Plusieurs projets et études ont cartographié les occupations des sols et leurs dynamiques mais souvent à une échelle très localisée ou dans les zones d'intervention des projets. De plus, il a été constaté que les études

effectuées à Madagascar ne sont pas uniformes en termes d'échelle et de légende, aussi les sources de données et les méthodologies adoptées sont très diversifiées. D'une manière générale, les produits sont issus de traitement d'images satellites de type LANDSAT de 30 m de résolution qui est le seul capteur disposant de données historiques intéressantes et de type SPOT de la station SEAS OI donnant une couverture nationale à partir de l'année 2013. Elles peuvent constituer une ressource intéressante pour le futur.

Fautes d'uniformisation des données cartographiques en termes d'échelle et de légende, des sources de données et les méthodologies adoptées, il n'existe pas un système de classification harmonisé pour les études cartographiques à Madagascar. De plus, par rapport aux efforts effectués dans les projets pilotes de la REDD+, aucune définition standard des utilisations et occupations de terres n'existent toujours pas à l'échelle nationale.

5.1. Besoins nécessaires pour un Système de classification UOT à Madagascar

Avoir une idée globale sur la réalisation et l'opérationnalisation du système de classification permet de déterminer nettement les finalités de la définition d'un système de classification UOT à Madagascar. Autrement dit, il faut déterminer à l'avance les besoins finaux auxquels le système doit répondre. La finalité du système de classification est de fournir des informations fiables et nécessaires afin de :

- (i) appuyer une large gamme d'activités telles que l'appui en aménagement du territoire, l'évaluation des terres pour la production agricole, l'alerte précoce pour la sécurité alimentaire, des activités liées à la gestion des catastrophes naturelles ainsi que les activités qui permettent d'améliorer la gestion forestière.
- (ii) mettre en œuvre et opérationnaliser le système de classification qui va contribuer graduellement aux bases de données internationales détaillées sur l'utilisation des terres ainsi que les changements d'occupation pour différentes régions géographiques du monde répondant aux obligations et exigences internationales (communications nationales à la CCNUCC, REDD+, FAO-Evaluation des ressources forestières mondiales) et aux priorités nationales (élaboration et suivi des politiques et stratégies forestières et sectorielles).

Faisant une étape essentielle pour le mécanisme REDD+, la mise en place d'un système de classification des utilisations et occupations des terres est une exigence pour le bon déroulement

des activités liées à la REDD+ surtout le suivi des changements des occupations et la quantification fiable et plus réaliste des émissions et stocks en CO₂.

5.2. Besoins par rapport aux enjeux nationaux

Le Système de classification doit répondre à plusieurs enjeux tels que la mise en œuvre de la REDD+, la conservation de la biodiversité, la gestion durable des forêts, l'aménagement du territoire et la prise de décision sur l'évaluation des terres pour la production agricole, alerte précoce pour la sécurité alimentaire, des activités liées à la gestion des catastrophes naturelles, etc.

➤ Information sur les utilisations et occupations du sol

L'information sur les utilisations et occupations du sol devient incontournable dans les projets environnementaux et la gestion des écosystèmes menée par le MEEF, le BNC-REDD+, le BNCCC et d'autres parties prenantes plus particulièrement l'OAT (Observatoire de l'Aménagement du Territoire) et CGARD (Centre d'Application Géo-informatique pour le Développement Rural). Les données y afférentes permettent d'approcher la réalité du terrain et appréhender les enjeux du développement. A cet effet, il est constaté que depuis quelques années, la production de données des utilisations et occupations du sol présente un intérêt croissant dans divers domaines. Progressivement, ces bases de données sont apparues comme des outils indispensables pour l'analyser les modifications sur la couverture terrestre, ses causes et ses conséquences.

Ainsi, à Madagascar, les données sur les utilisations et occupations du sol est un intrant essentiel pour créer une base de données environnementales fiables et représente une information cruciale pour gérer les ressources naturelles, gérer les systèmes de production comme les zones cultivées et guider les processus de prise de décision. ➤ Mise en œuvre de la REDD+

La mise en place d'un système de classification des utilisations et occupations des terres au niveau national va permettre de faciliter les activités REDD+ par rapport à la stratégie nationale dans le sens où les autres formes d'occupation des sols ainsi que leurs dynamiques seront également connues pour chaque écorégion et chaque Région Administrative. La distinction et l'harmonisation du système sont nécessaires dans la détermination efficace et fiable des efforts nécessaires au stade actuel et le suivi dans les stades de comptabilité.

Par ailleurs, la mise en œuvre du système de classification permet de mieux orienter les politiques sectorielles notamment la Politique Forestière et la Politique du secteur de l'Agriculture, de l'Elevage et/ou de la Pêche dans les soutiens des pratiques telles que l'extension des zones de production et l'accroissement durable de la productivité.

Le système de classification permettra de plus de systématiser les collectes des données sur les changements du couvert forestier à l'échelle du pays et rendra systématique et standardiser la détection de la déforestation et de la dégradation des forêts.

Ainsi les types de données requises correspondants à ces enjeux sont présentés dans le tableau suivant :

5.3. Besoins en information pour la définition d'un système de classification UOT

5.3.1. Définitions des forêts

Jusqu'à présent, aucune définition spécifique de la forêt n'a été effectuée par rapport aux besoins du REDD+. Que ce soit au niveau national ou au niveau projet, il existe une grande hétérogénéité quant aux définitions adoptées par les différentes études conduites par le passé. L'identification d'une définition unique au niveau national est très importante dans la mise en œuvre des activités REDD+ car elle peut avoir des impacts sur les estimations d'émissions ou d'absorptions par rapport à ces activités et sur la part allouée à chacune d'entre elle. Conséquemment, la définition des forêts devra être actualisée et uniformisée et conforme aux exigences des cadres légales et la législation forestière afin d'avancer dans la mise en œuvre du programme REDD+.

5.3.2. Standardisation du système de classification des occupations et utilisations des terres

La cartographie de couverture des sols peut être comprise comme un processus d'extraction de l'information régi par des règles de généralisation. Le degré de généralisation, et donc l'efficacité de la représentation de la réalité sous une forme bidimensionnelle, est lié à trois facteurs principaux (i) la composante "thématique" qui se réfère au système de classification et la légende d'occupation du sol adoptée, (ii) les normes "cartographiques" comprenant le système de référence spatiale, l'unité cartographique minimale (UCM) et l'échelle de la carte, (iii) le processus d'"interprétation" reflétant les caractéristiques de la source de données, les

procédures d'interprétation et l'habileté de leur utilisation. Ces facteurs affectent les produits cartographiques, leur contenu, qualité, flexibilité et efficacité pour des applications spécifique.

Par exemple, plusieurs définitions et seuils pour un type particulier d'occupation du sol, comme les forêts, ont conduit à des représentations différentes de la classe de forêt dans des différentes cartes d'occupation du sol. Ce manque de cohérence a déclenché le besoin d'harmonisation et de suivi standardisé d'occupation du sol.

5.4. Mise en œuvre du système de classification

Pour opérationnaliser et rendre efficace la mise en œuvre du système de classification afin de répondre aux différents besoins en information sur les forêts, l'évolution des occupations de sol ainsi que la mesure fiable et efficace des émissions et des stocks, un certain nombre d'éléments doit être établi tout en formant un système bien coordonné. La coordination doit en même temps prendre en considération les moyens de collecte et la génération de données sur le terrain et par télédétection. Dans le cas où il est difficile d'adapter l'arbre de décision dans un système de classification, l'utilisation du Collect earth¹ est ici à recommander afin de déterminer les niveaux de classification à l'échelle nationale.

Ainsi, la mise en œuvre du système de classification et son opérationnalisation nécessite une grande efficacité d'organisation et d'une mobilisation permanente du personnel du Laboratoire Géomatique pour fournir une harmonisation au niveau des diffusions et la prise de décision au niveau national. Par ailleurs, pour une bonne mise en œuvre du système, des séances de renforcement de capacités doivent être effectuées au niveau des équipes du Laboratoire Géomatique ainsi qu'à toutes les parties prenantes et les équipes de terrain.

6. Situation de l'existant

6.1. Proposition d'une définition de forêt et d'un système de classification

¹ C'est un logiciel développé par la FAO, il facilite la collecte de données flexible et efficace ainsi que l'interprétation de l'utilisation des terres et du changement d'affectation des terres forestières (LULUCF en anglais) par échantillonnage et en analyse extensive.

6.1.1. Analyse des contraintes

A partir des définitions et les systèmes de classification identifiés dans les investigations bibliographiques, les impacts de chaque type de forêt ont été analysés par rapport à la situation de Madagascar (Superficie de forêt, taux de déforestation et les caractéristiques de chaque type). Cette partie a permis de mettre en évidence les types de formation à favoriser et qui ont les conditions nécessaires à inclure dans le mécanisme REDD+.

6.1.2. Proposition d'une définition de la forêt

Les définitions de forêt sont basées sur une combinaison des paramètres (« hauteur (m) », « couvert forestier (%) » et « surface minimale (ha) », ce qui n'est pas sans poser d'importantes contraintes techniques au moment de l'interprétation des images. Donc, pour la détermination de la définition pour Madagascar, toutes les cartes forestières et occupations de sol ont été analysées par rapport à ces trois paramètres.

6.1.3. Proposition d'un système adapté à Madagascar

A l'exception des corridors forestiers, la plupart des forêts sont très dégradées à Madagascar. L'identification des définitions et le système de classification à priori ont été faites à partir des résultats sur l'analyse des impacts des diverses définitions sur la situation de Madagascar tout en se basant sur les cartes d'occupation collectées. Ainsi, l'unité minimale cartographiable et les légendes adoptées ont été fixées afin déterminer la possibilité de standardisation et de stratification des classes d'occupation à l'échelle nationale et par la fin de déterminer les risques de confusion des classes d'occupation par rapport à l'UMC, l'échelle et les niveaux de classification.

6.1.4. Méthode opérationnelle de la classification

D'après les investigations et les analyses effectuées par rapport aux expériences internationales et dans quelques pays, le système de classification à favoriser pour le cas de Madagascar est la méthode LCCS 3 de la FAO (2011).

➤ Base du concept

Dans cette étude afin de faciliter la définition du système de classification, la méthode LCCS sera utilisée. Le “Land Cover Classification System (LCCS)” a été développé par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Programme pour l'Environnement des Nations Unies (PNUE) afin de répondre aux exigences d'un système normalisé qui constitue une référence mondiale pour la classification de la couverture terrestre (FAO, 2004). Les principales caractéristiques de LCCS sont :

- Flexibilité: la cartographie à différentes échelles et à différents niveaux de détail, permettant le passage des cartes du local au global sans perte d'information.
- Cohérence: description systématique des classes à l'aide de critères de couverture du sol clairement définis et délimités à partir d'attributs environnementaux et techniques.
- Intégralité: permettre la caractérisation d'une gamme complète de catégories d'occupation du sol.
- Intelligibilité: un ensemble essentiel de classificateurs minimise les erreurs possibles et les efforts de validation.
- Applicabilité: Multi-classification de l'occupation des terres qui peuvent être adaptées selon les nécessités de l'utilisateur.

Les concepts de LCCS ont été approuvés en 1996. L'initiative a développé une base de référence internationalement reconnue de la couverture terrestre (FAO, 2004). L'approche a été utilisée pour la première fois dans le projet Africover (FAO) et un logiciel LCCS a été développé (dernière version : 3). Cet outil permet d'aider l'utilisateur à créer sa propre légende en se basant sur la hiérarchie LCCS. En outre, le concept LCCS constitue une forme de la « Land Cover Macro Language (LCML) » qui est actuellement une norme ISO (ISO 19144) pour la classification de la couverture terrestre (Ahlqvist, 2008).

- *Approche de classification (Di Gregorio et Jansen, 2000).*

L'un des principes de base adoptés dans l'approche LCCS est qu'une classe d'occupation du sol est définie par la combinaison d'un ensemble d'attributs de diagnostic indépendants (classificateurs). La richesse de détails dans la description d'une entité de la couverture terrestre est liée au nombre de classificateurs utilisés. En d'autres termes, plus les classificateurs ajoutés, plus la classe est détaillée. La limite de la classe est alors définie par la

présence d'un ou plusieurs types différents de classificateurs. Ainsi, l'accent n'est plus sur le nom de la classe, mais sur l'ensemble des classificateurs utilisés pour définir cette classe.

La méthode de la FAO repose sur un système de classification "a priori", qui définit l'ensemble des classes avant que la classification soit effectuée. L'avantage de cette approche est la possibilité de maintenir la normalisation des catégories. A cet effet, LCCS a élaboré des critères de classification prédéfinis, (classificateurs) pour identifier chaque classe. Ce concept repose sur l'idée qu'une classe d'occupation du sol peut être définie sans tenir compte de sa localisation géographique ou de son type, en utilisant un ensemble de classificateurs présélectionnés. Par conséquent, lorsque l'utilisateur a besoin d'un grand nombre de classes, un grand nombre de classificateurs est nécessaire.

Les classes d'occupation du sol sont définies à l'aide d'une série de classificateurs, mais en raison de l'hétérogénéité des catégories, et dans le but de parvenir à un arrangement hiérarchique logique et fonctionnelle des classificateurs, certains critères de conception ont été appliqués.

Le Système de classification de la couverture terrestre (LCCS) comporte deux phases principales dont (i) une phase dichotomique initiale qui compte huit grands types de couverture terrestre, suivie (ii) d'une phase dite modulaire hiérarchique, dans laquelle les classes d'occupation du sol sont créées par la combinaison d'ensembles des classificateurs prédéfinis. Ces classificateurs sont adaptés à chacun des huit grands types.

Phase dichotomique

Pour organiser plus facilement les classes, le système FAO a utilisé une approche dichotomique avec des niveaux hiérarchiques (se divise en sous-catégories), huit classificateurs ont été utilisés pour regrouper tous les types d'occupation de sol au troisième niveau.

Tableau 1. Approche dichotomique du LCCS pour construire des classes primaires

NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3
A. Principalement végétalisée	A1. Terrestre	A11. Zones terrestres cultivées et gérées
		A12. Végétation terrestre naturelle et semi-naturelle
	A2. Aquatique ou régulièrement inondée	A23. Aquatique cultivée ou régulièrement inondée

B. Principalement non végétalisée		A24. Aquatique naturelle et semi-naturelle ou régulièrement inondée
	B1. Terrestre	B15. Surfaces artificielles et zones associées
		B16. Surfaces nues
	B2. Aquatique ou régulièrement inondé	B27. Plans d'eau artificiels, neige et glace
		B28. Plans d'eau naturels, neige et glace

Source : Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concept and User Manual²

En d'autres termes, n'importe quel endroit sur la surface de la terre peut être classé dans l'une des huit classes sans conflit. Jusqu'à ce troisième niveau, la FAO a utilisé pour la classification : la présence de végétation, le type de milieu et l'artificialité de la couverture terrestre. En outre, le troisième niveau de classification de la FAO peut être considéré comme une structuration basée sur l'interprétation visuelle, qui utilise des composants directement visibles et des connaissances basées sur le terrain.

Phase modulaire hiérarchique

Dans des conditions pratiques, une subdivision plus poussée du troisième niveau doit être menée pour obtenir un niveau détaillé des classes d'occupation du sol. A cet effet, la FAO utilise une approche hiérarchique, appelée phase modulaire hiérarchique, qui consiste à construire des classificateurs supplémentaires, mais strictement dans l'une des huit classes identifiées dans le troisième niveau de la phase dichotomique. En vertu de cette 4^{ème} phase, le système utilise un ensemble de classificateurs prédéfinis de la couverture terrestre, différent des huit classes primaires.

Ces classificateurs purs d'occupation peuvent être combinés avec des attributs pour une définition plus précise des catégories. Deux types d'attributs qui forment des niveaux distincts dans la classification, se distinguent :

- Attributs environnementaux : ces attributs (par exemple, le climat, le relief, l'altitude, les sols, la lithologie et l'érosion) influencent le type de couverture terrestre mais ils ne sont pas considérés comme caractéristiques inhérentes et ne doivent pas donc être

² Document de référence = DiGregorio, A.D., and L.J.M. Jansen, 2000, Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual, Rome: UN FAO, 179 pp.
http://www.fao.org/docrep/003/x0596e/X0596e00.htm#P-1_0

confondus avec les classificateurs "purs" de la couverture terrestre. Ces attributs peuvent être combinés dans n'importe quel ordre défini par l'utilisateur

- Attributs techniques spécifiques : ces attributs se réfèrent à la discipline technique. Pour la végétation (semi-) naturelle, l'aspect floristique peut être ajouté (la méthode avec laquelle ces informations ont été recueillies ainsi que la liste des espèces), pour les zones cultivées, le type de culture peut être ajouté selon les grandes catégories couramment utilisées dans les statistiques ou par espèces cultivées, et pour le sol nu, le type de sol peut être ajouté. Ces attributs peuvent être affectés librement à la classe 'pure' d'occupation du sol, sans aucune condition.

Dans les deux cas, l'utilisateur est libre d'ajouter ces classificateurs selon ses intérêts de recherche, son échelle de classification et les conditions physiques et climatiques de sa zone.

La démarche LCCS présente un grand nombre de classificateurs à utiliser dans ce niveau et l'utilisateur peut choisir seulement un ensemble de la liste en fonction de la portée de son projet.

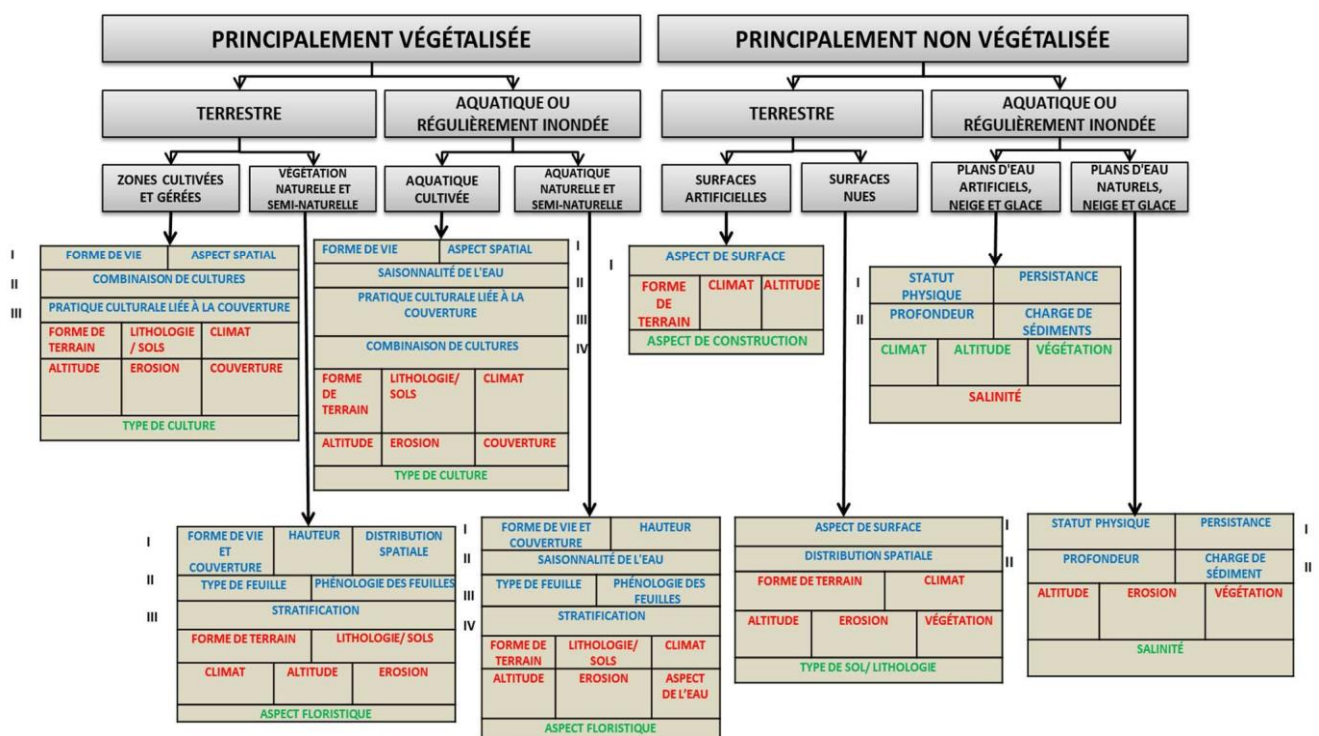


Figure 3. Aperçu du LCCS, ses deux phases et les classificateurs (FAO)

(Di Gregorio et Jansen, 2000)

6.2. Exigences des cadres légaux

6.2.1. Exigences de la CCNUCC

D'après GFOI en 2014, l'approche des pays pour l'estimation et la notification des activités REDD+ dépend à la fois des décisions de la COP de la CCNUCC et des méthodes d'IGES produites par le GIEC sans oublier l'importance des contextes nationaux dès lors qu'il s'agit des SNSF et des définitions de la forêt. Le cadre régissant REDD+, formalisé dans la Décision 14/CP.19, suite à la réunion de la CCNUCC de Varsovie, établit les modalités de MNV telles qu'elles s'appliquent aux activités REDD+. La Décision 14/CP.19, renvoie à la Décision 4/CP.15, qui demande notamment aux parties :

- d'appliquer les lignes directrices les plus récentes du GIEC, telles qu'elles ont été adoptées ou promues par la Conférence des Parties, pour pouvoir estimer les émissions anthropiques et les absorptions liées aux activités REDD+;
- de mettre en place des systèmes nationaux solides et transparents de surveillance des forêts (NB: en faisant expressément référence au Guide des bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie produit par le GIEC)
- de recourir à une combinaison de données de télédétection et de données au sol.
- de fournir des estimations transparentes, cohérentes, plus précises possibles et qui réduisent les facteurs d'incertitudes et tenir compte de données multi-temporelles et des circonstances nationales lors de l'établissement des niveaux de référence des émissions pour les forêts
- Décision 11/CP.19 : "Modalités de fonctionnement des systèmes nationaux de surveillance des forêts". En plus de réaffirmer les dispositions de la Décision 4/CP.15, la Décision prévoit entre autres que les systèmes nationaux de surveillance des forêts s'appuient sur les systèmes existants (lorsqu'ils existent) et qu'ils permettent l'évaluation des différents types de forêts dans le même pays, notamment des forêts naturelles, telles que définies par chaque Partie.
- Décision 14/CP.19 : elle concerne surtout les modalités de mesure, notification et vérification des émissions anthropiques par les sources et les absorptions par les puits liées résultant de la mise en œuvre d'activités REDD+. Elle prévoit que celles-ci soient

notamment conformes aux principes méthodologiques énoncés dans la Décision 4/CP.15 (c'est-à-dire, en tenant compte des lignes directrices et bonnes pratiques du GIEC les plus récentes). Les données, méthodes et procédures doivent être fiables, transparentes et cohérentes, en particulier en ce qui concerne le lien avec les niveaux d'émission de référence et/ou les niveaux de référence établis pour les forêts.

Ainsi, ces grands principes donnent des idées sur la définition des classes d'utilisations et d'occupations de terres en cohérence avec la situation de Madagascar. Donc, le système de classification des UOT à mettre en œuvre doit suivre les lignes directrices des décisions mentionnées dans les conférences de partie et en même temps doit faciliter la mise en œuvre des systèmes de surveillance.

Définition et suivi des forêts selon la CCNUCC

Il n'existe pas de définition de forêt spécifique au mécanisme REDD+. Celui-ci étant largement construit sur les modalités en vigueur au sein de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto, la définition de forêt qui doit s'appliquer pour les activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie visées par le Protocole de Kyoto est reconnue comme base de travail acceptable (GOFC-GOLD, 2014). D'après l'annexe de la Décision 16/CMP.1, cette définition est la suivante :

On entend par "forêt" une terre d'une superficie minimale comprise entre 0,05 et 1,0 hectare portant des arbres dont le houppier couvre plus de 10 à 30 % de la surface (ou ayant une densité de peuplement équivalente) et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 2 à 5

m. Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages et le sous-bois couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations composées d'arbres dont le houppier ne couvre pas encore 10 à 30 % de la superficie ou qui n'atteignent pas encore une hauteur de 2 à 5 m sont classés dans la catégorie des forêts, de même que les espaces faisant normalement partie des terres forestières qui sont temporairement déboisés par suite d'une intervention humaine telle que l'abattage ou de phénomènes naturels mais qui devraient redevenir des forêts.

Par rapport à cela, Madagascar devrait donc élaborer une définition cohérente avec cette définition donnée par la CCNUCC tout en tenant compte de la superficie minimale à

considérer, la couverture des houppiers et la hauteur minimale et en même temps en concordance avec la législation forestière récemment modifiée.

6.2.2. Exigences du GIEC en matière de suivi des forêts et les occupations des sols

Même si les termes de couverture terrestre et d'occupation des sols puissent être utilisés de façon indifférenciée, ils ne sont pas synonymes. La couverture terrestre peut connaître des variations temporaires sans incidence sur l'occupation des sols, le couvert forestier peut par exemple être temporairement supprimé mais la terre est maintenue dans la catégorie des terres à usage forestier si un programme de replantation ou un processus de régénération a lieu.

Selon les lignes directrices du GIEC en 2006 pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, il existe des concepts-clés et une démarche générale de l'inventaire national de GES dans le domaine de l'agriculture, la foresterie et autres affectations des terres et qui fournissent les bases de tout système de suivi des forêts dans le mécanisme REDD+ (GIEC, 2006 ; GOFC-GOLD, 2014).

L'inventaire national de gaz à effet de serre présente une combinaison d'informations sur l'étendue des activités humaines (appelées données sur les activités, ou "variables d'activités") et des coefficients permettant de quantifier les émissions ou les absorptions par unité de variable d'activité. Ces coefficients sont appelés facteurs d'émission.

Par rapport aux activités humaines, les lignes directrices GPG 2003 demandent que les terres d'un pays soient qualifiées à partir des six catégories d'utilisation des terres du GIEC : terres forestières, terres cultivées, prairies, terres humides, établissements et autres terres.

Tableau 2. Catégories d'utilisation des terres du GIEC

CATEGORIE	SOUS-CATEGORIE	POOL DE CARBONE ET GAZ SANS CO2	COMMENTAIRE
Terres forestières	Terres forestières restant terres forestières (FF)	Biomasse aérienne et souterraine, matière organique morte, carbone des sols, gaz sans CO2 dus au brûlage de la biomasse	On y classera la dégradation forestière et l'augmentation des stocks de carbone forestier hors forestation (gestion forestière "améliorée" et conservation)
	Terres converties en terres forestières (TF)		On y classera la forestation (boisement ou reboisement).

Terres cultivées	Terres cultivées restant terres cultivées (CC)	Biomasse aérienne, matière organique morte, carbone des sols, gaz sans CO ₂ dus au brûlage de résidus de récolte, émissions de méthanes dues au riz.	La riziculture peut être considérée comme une sous-catégorie importante d'émissions de GES.
	Terres converties en terres cultivées (TC)	Biomasse aérienne, matière organique morte, carbone des sols, gaz sans CO ₂ dus au brûlage de la biomasse (résidus de récolte)	On y classera une partie de la déforestation. L'impact des terres forestières converties en terres cultivées doit être évalué séparément
Prairies	Prairies restant prairies (PP)	Biomasse aérienne, matière organique morte, carbone des sols, gaz sans CO ₂ dus au brûlage de la biomasse	On y estimera par exemple l'impact des feux de brousse visant à régénérer les pâturages
	Terres converties en prairies (TP)	Biomasse aérienne, matière organique morte, carbone des sols, gaz sans CO ₂ dus au brûlage de la biomasse	On y classera une partie de la déforestation. L'impact des terres forestières converties en prairies doit être évalué séparément.

Pour ces six catégories d'affectation des terres, les variables d'activités représentent les changements de surface d'une catégorie à une autre. Chaque catégorie d'affectation des terres est en effet divisée entre les terres restant dans la même catégorie (comme par exemple, les terres forestières restant les terres forestières) et les terres converties d'une catégorie à une autre (par exemple, terres forestières converties en terres cultivées).

6.3. Définition de forêt, autres occupations de sol et unité minimale cartographiable selon le GIEC et implication par rapport au cas de Madagascar

Les bonnes pratiques du GIEC invitent à s'assurer de l'application cohérente des définitions des catégories de puits et source d'émissions de GES dans le temps. Cette recommandation s'applique naturellement à la définition de forêt et des occupations et utilisations de sol. Cependant, à Madagascar, une définition de la forêt a été déjà adoptée lors des études sur les niveaux d'émissions de référence des forêts de Madagascar pour la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts, mais qui mérite aujourd'hui plusieurs

réflexions. Par rapport à ces exigences, le GIEC recommande dans le cadre des enjeux internationaux deux options pour la définition de la forêt.

6.3.1. Option 1 : redéfinir la "forêt" en prenant en compte les limitations techniques actuelles

Le GIEC reconnaît qu'avec le temps, la définition de forêt peut changer. Il est donc fondamental de recalculer l'ensemble des émissions et absorptions de GES pour la série temporelle donnée, en fonction de la nouvelle définition. Dans les rapports nationaux d'inventaire de GES, ces modifications devront être notifiées, dans un souci de cohérence, de transparence, d'exhaustivité, de comparabilité et d'exactitude.

Cependant, par rapport à cela, la majorité des cartographies des occupations et utilisations des terres à Madagascar sont plus grossières que les définitions utilisées conduisant très souvent à des confusions entre les classes d'occupation (des petites superficies d'une classe d'occupation ou d'utilisation des terres pouvant être reportées dans une autre). Si au cours d'une série temporelle, ces petites superficies restent dans la même classe, alors elles pourront être notifiées dans cette classe. Si elles sont converties à une autre utilisation ou occupation des terres, et si l'identification en a été faite, elles devront être notifiées dans la conversion d'utilisation des terres appropriées. Cette option implique de retenir une définition de la forêt plus large que la définition légale actuelle, mais n'étant pas en contradiction avec celle-ci.

6.3.2. Option 2 : compléter les analyses faites à partir d'images satellites avec des inventaires de terrain dans les classes de surface inférieures à l'unité minimale cartographiable

Les bonnes pratiques du GIEC (2003) recommandent de procéder à un inventaire statistique des conversions (boisement/reboisement ou déforestation) ayant lieu dans les classes de surfaces inférieures à l'unité minimale, c'est à dire, pour lesquelles la télédétection ne permet pas d'observer les conversions précisément. Cet inventaire, à l'échelle nationale ou sousnationale, consiste à établir l'histogramme des surfaces converties par classe de surfaces. Il en est déduit le pourcentage de conversion dans les classes de surfaces supérieures à l'unité minimale (auxquelles il est possible de correspondre les surfaces mesurées par télédétection) et celui dans les classes inférieures. Pour ces dernières, les surfaces converties peuvent être estimées statistiquement et non spatialement.

Bien que nécessitant un travail supplémentaire de collecte de données d'inventaire sur le terrain, cette seconde option permet d'assurer une cohérence nette entre la définition légale et les exigences CCNUCC. Cette dernière va permettre de bien harmoniser et standardiser les définitions et le système de classification à mettre en œuvre.

6.4. Cadres nationales sur les politiques sectorielles liées à la REDD+ et leurs exigences sur la définition de l'UOT

A Madagascar, il existe un certain nombre de cadre légale œuvrant en parallèle avec le programme REDD+ dont actuellement le principal objectif c'est de rendre fiable et efficace toutes les activités relatives à la préparation de la REDD+. Ainsi, par rapport à cette étude, qui se focalise sur la mise en place d'un système de classification des UOT au niveau national, toutes les exigences dans la politique forestière et les cadres légales existantes doivent être prises en considération afin de faciliter l'opérationnalisation et la mise en œuvre du système tant au niveau sectoriel que territorial, et plus particulièrement les cadres liés à l'Agriculture et l'Elevage et liés à l'aménagement du territoire.

Tableau 3. Cadres nationales sur les politiques sectorielles liées à la REDD+ et leurs exigences sur la définition de l'UOT

CADRES	ENJEUX PAR RAPPORT A LA DEFINITION DES UOT
La Charte de l'environnement	La finalité est d'enrayer la spirale de dégradation de l'environnement Deux aspects essentiels de dégradation y sont reconnus : la dégradation des terres (érosion des sols) et la diminution de la couverture forestière
La politique environnementale	Référence pour la gestion de l'environnement à Madagascar Elle fait de la lutte contre le changement climatique comme priorité nationale, qui résulte en général des activités en relation avec les changements d'occupation de sol, d'où la nécessité de bien définir les UOT.
La politique forestière	L'importance du système réside dans la facilitation de son mise en œuvre de la politique dans la conservation des ressources forestières par une gestion durable appropriée ; la limitation des risques écologiques ; la contribution du secteur forestier au développement économique ; la responsabilisation des acteurs locaux dans la gestion des ressources forestières et l'adaptation des actions forestières aux réalités du pays
La Politique Nationale d'Aménagement du Territoire	L'objectif principal est la rationalisation, l'amélioration de la gestion et de valorisation de ces ressources naturelles, de gérer et d'exploiter de façon rationnelle les ressources naturelles tout en offrant un

	environnement et un cadre de vie de qualité dans les zones de concentration humaine (agglomérations, grandes villes, villes secondaires, bourgs, villages) La REDD+ ait été mentionnée comme telle dans ces politiques. La réduction de la déforestation et de la dégradation fait partie intégrante des principales politiques à Madagascar, ainsi la mise en œuvre d'un système de classification est nécessaire dans les activités d'aménagement tout en bien définissant la vocation des utilisations et occupations des terres.
La politique foncière	L'objectif est la gestion foncière favorable à l'investissement privé, à la production agricole, à la gestion et à la protection et au renouvellement des ressources naturelles, au développement des collectivités décentralisées par la mise à disposition d'outils de gestion territoriale et fiscale, et au renforcement de la cohésion sociale aux niveau local et communal.
Décentralisation et gestion participative des ressources	Transfert vers les collectivités locales de tout ou d'une partie de l'autorité de gestion des forêts pour une meilleure responsabilisation de celle-ci. Madagascar compte près de mille transferts de gestion des ressources forestières, couvrant plus d'un million d'hectares de forêts naturelles et artificielles. La mise en place de système de classification UOT permet de faciliter la mise en œuvre des activités de transfert et de renouvellement de gestion

6.5. Définition des forêts et système de classification des UOT existants

6.5.1. Définitions des forêts

Définitions de la forêt selon la FAO (2003)

Ce dernier définit la forêt comme "toute terre, constituant un milieu dynamique et hétérogène, à l'exclusion des formations végétales résultant d'activités agricoles, d'une superficie minimale de 0,1 hectare portant des arbres dont le houppier couvre au moins 30% de la surface et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 5 m ».

Notes explicatives

- *La forêt est déterminée tant par la présence d'arbres que par l'absence d'autres utilisations prédominantes des terres.*
- *Les zones en voie de reboisement qui n'ont pas encore atteint, mais devraient atteindre, un couvert arboré de 10 pour cent d'une hauteur de 5 m, y sont incluses, de même que*

les zones temporairement déboisées, en raison de l'intervention humaine ou de causes naturelles, mais dont la régénération est prévue.

- *La définition inclut les zones couvertes de bambouseraies et de palmeraies à condition que la hauteur et le couvert soient conformes aux critères établis.*
- *Sont inclus les chemins forestiers, les coupe-feu et les autres petites clairières ; les forêts comprises dans les parcs nationaux, les réserves naturelles et les autres aires protégées comme celles présentant un intérêt scientifique, historique, culturel ou spirituel.*
- *Sont inclus les brise-vent, les rideaux-abris et les corridors d'arbres occupant une superficie de plus de 0,5 ha et de plus de 20 m de large.*
- *La définition comprend les plantations utilisées principalement à des fins forestières ou de protection, comme les plantations d'hévéas et les peuplements de chênes-lièges.*
- *Elle exclut les peuplements forestiers présents dans les exploitations agricoles, comme dans les vergers et les systèmes agroforestiers. Elle exclut également les arbres présents dans les parcs urbains et les jardins.*

Définitions de la forêt pour 5 pays d'Afrique de l'Ouest participants au FCPF

Tableau 4. Définition de la forêt pour 5 pays d'Afrique de l'Ouest participants au FCPF

PAYS	DEFINITION DE LA FORET (R-PP)
Nigeria (version révisée de juin 2014)	Pas de définition claire. Stratification écologique par classes de formations forestières et par niveau de dégradation (intact/exploité/...). Adaptée à la disponibilité de données historiques sur les changements d'occupation des terres
Liberia (version révisée d'avril 2012)	Couvert >30% (pour éviter que les jachères soient considérées comme des forêts), H > 5 m, surface > 1 ha (plus précis qu'à 0,05 ha car moins de confusions entre forêts secondaires et jachères). Adaptée aux forêts denses humides qui représentent les stocks majeurs de carbone du pays.

Ghana (version de décembre 2010)	Stratification écologique par types de formations utilisées à l'échelle nationale (forêts denses, transition forêt/savane, savanes). Couvert > 15% pour prendre en compte les forêts des zones forêts/savanes et savanes, et pour anticiper sur l'utilisation d'images à moyenne résolution, tout en maximisant la déforestation vs. dégradation (compromis coût/précision/maximisation bénéfices REDD+)
Togo (version de novembre 2013)	Stratification écologique par types de formations utilisées à l'échelle nationales (5 écorégions). Définition de forêt à préciser, notamment au niveau de chaque écorégion
Côte d'ivoire	Couvert >30%, H > 5 m, surface > 0,1 ha

Synthèse des définitions de la forêt adoptées par les pays ayant soumis des NERF/NRF (2016)

Le tableau suivant synthétise les définitions de la forêt utilisées par les pays qui ont soumis, en février 2016, les niveaux de référence des activités REDD+. Il montre que les critères de seuil utilisés sont généralement cohérents avec la définition de la forêt proposée par la CCNUCC pour les besoins du pays.

Tableau 5. Synthèse des définitions de la forêt adoptées par les pays ayant soumis des NERF/NRF en février 2016

Pays	Surface (ha)	Couvert forestier (%)	Hauteur (m)	Exclusions
Brésil	0.5	10	5	Terres à vocation agricole ou urbaine prédominante
Chili	0.5	10 / 25	40	Repousses d'espèces introduites
Colombie	1	30	5	Plantations forestières commerciales, palmiers à huile et arbres plantés à des fins de production agricole
Congo	0.5	30	3	-
Costa Rica	1	30	5	-
Equateur	1	30	5	-
Éthiopie	0.5	20	2	-

Guyana	1	30	5	-
Indonésie (f)	0.25	30	5	Tourbe forestière non naturelle
Malaisie	0.5	30	5	Plantations de palmiers à huile et de caoutchouc
Mexique	50	10	4	Terres à vocation agricole ou urbaine prédominante
Paraguay	1	10 / 30	3 / 5	Zones urbaines, prairies, plantations à vocation agricole prédominante, systèmes agro forestiers et sylvo pastoraux
Pérou	0.09	Dépend de l'algorithme de classification	5	-
Vietnam	0.5	10	5	-
Zambie	0.5	10	5	-

Critères généraux des définitions relatives aux forêts

Par rapport à l'exigence des cadres internationale, il existe un certain nombre de critères à considérer pour les définitions relatives aux forêts. Et chaque définition doit être adaptée à la situation de chaque pays c'est-à-dire en concordance avec la superficie de la forêt, le taux de déforestation, les textes sur la forêt et les exigences internationales en même temps. Ces critères sont notamment :

- Claires, concises, objectives et sans ambiguïté dans le contexte utilisé
- Riches en information, prédictives, utiles et efficaces pour l'utilisation prévue et n'obéissant pas à des exceptions
- Exploitant les synergies entre les différents buts
- Constantes dans le temps et harmonisées dans l'espace (et dans les processus internationaux) aussi homogènes et compatibles avec d'autres définitions relatives ou non aux forêts pour permettre leur utilisation cohérente dans diverses tribunes internationales
- Pratiques et facilement applicables dans tous les pays pour permettre la collecte, la notification et la vérification des données
- Bon rapport coût-efficacité : construites ou harmonisées de façon à réduire les critères actuels de collecte et de notification des données dans les pays

- Facilement adaptables aux systèmes nationaux

Cependant, il est certain que tous les critères ne pourront être satisfaits en même temps et qu'il faut donc établir un ordre de priorités.

6.5.2. Situation nationale par rapport à la définition de la forêt

Définition de la forêt à Madagascar (loi du 17 juillet 1997)

Selon la présente loi, « on entend par forêt toutes les surfaces couvertes d'arbres ou de végétation ligneuse, autres que plantées à des fins exclusives de production fruitière, de production de fourrage ou d'ornement ; toutes les surfaces occupées par les arbres et les buissons situés sur les berges des cours d'eau et lacs et sur des terrains érodés ; les terrains dont les fruits exclusifs ou principaux sont des produits forestiers et sont qualifiés produits des forêts ».

De plus, les surfaces non boisées d'un bien fonds forestier telles que les clairières ou surfaces occupées par des routes forestières, constructions et installations nécessaires à la gestion forestière, les terrains non boisés à vocation forestière, notamment pour la conservation et la restauration des sols, la conservation de la biodiversité, la régulation des systèmes hydriques ou l'accroissement de la production forestière dès qu'ils auront fait l'objet d'un classement, les terrains déboisés depuis moins de cinq ans et n'ayant pas fait l'objet d'une autorisation de défrichement, les marais, les peuplements d'aloës et les mangroves, les bois sacrés, les raphières (cœur de palmiers Ravinala) sont assimilés aux forêts. Par ailleurs, des surfaces minimales peuvent être fixées par voie réglementaire et adaptées au niveau régional.

La définition de la « forêt » dans la loi 97-017, portant révision de la Législation Forestière, est exclusivement orientée vers les produits sylvicoles. C'est la définition utilisée dans la politique forestière malgache actuelle, qui a pour objectifs de conserver la biodiversité et les écosystèmes forestiers, de favoriser un développement durable des ressources forestières, de réduire les pressions sur les forêts naturelles et d'améliorer la performance économique du secteur forestier. Il semble difficile d'établir un système de suivi de la forêt au niveau national à partir de cette définition. En effet, il est préférable d'avoir des données quantifiables pour effectuer des suivis. De plus, cette définition est trop large car elle inclut même les terrains forestiers dénudés.

Or, il vaut mieux avoir une définition claire, concise, objective et sans ambiguïté dans le contexte utilisé. Elle n'est donc pas pratique au niveau des mécanismes de réduction des émissions de carbone et même dans les autres activités.

Définition de la forêt dans le cadre de la REDD+

Ayant ratifié le Protocole de Kyoto en 2003, Madagascar a établi un cadre institutionnel constitué par différents organes et, a élaboré divers instruments nécessaires à la mise en œuvre du MDP afin de bénéficier des opportunités qu'il représente. Dans le cadre du MDP, Madagascar a retenu en 2004 les valeurs suivantes pour définir les forêts :

Tableau 6.

définition de la REDD+

SEUILS	VALEUR
Hauteur minimale des arbres (m)	≥ 5m
Couverture minimale (%)de canopée	≥ 30%
Superficie minimale (hectare)	≥ 1

Critères de la forêt selon

Cette définition l'ensemble des

a été revalidée par parties prenantes de

la REDD+ lors de l'atelier organisé par le BNC-REDD+ en Avril 2016 lors du développement du NERF.

6.5.3. Comparaison des définitions des forêts

La comparaison des définitions internationales et nationales montre d'une manière générale que les définitions du protocole de Kyoto, de la FAO et de la CCNUCC incluent toutes des paramètres seuils correspondant à la surface minimale, la hauteur minimale et le couvert arboré.

Le protocole de Kyoto offre une fourchette de valeurs seuils qui peut varier selon le pays. Quant à la définition nationale selon la législation, elle met l'accent principalement sur l'aspect productif des forêts. Cependant, elle ne peut pas être transposée dans les mécanismes REDD+ car les critères utilisés ne sont pas en harmonie.

Les différences observées entre les définitions existantes sont principalement dues aux objectifs pour lesquels les définitions ont été formulées, mais, aussi dues au manque d'information (FAO, 2003) et à l'intérêt du pays. La FAO a élaboré une définition des forêts pour permettre une évaluation détaillée et intégrée de la production des biens et services des forêts. Pourtant, la définition du protocole de Kyoto, est fortement liée au contexte et au rôle

des forêts dans les changements climatiques. Elle est principalement centrée sur le carbone et le besoin d'équivalence dans la comptabilisation des changements dans les stocks de carbone.

Tableau 7. Synthèse des définitions des forêts

ORGANISATION	OBJECTIFS	DEFINITION	INCOMPATIBILITE AVEC LES AUTRES DEFINITIONS
Législation malagasy, 1997	Conserver le patrimoine forestier. Mieux gérer et valoriser les ressources forestières.	Terrains dont les fruits exclusifs ou principaux sont des produits forestiers.	Concentration sur les aspects productifs.
FAO	Permettre une évaluation détaillée et intégrée de la production des biens et services des forêts.	$S_{\min} = 0,5$ ha Couvert forestier 10 % $H_{\min} = 5$ m Exclut les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante	Possibles incohérences dans les séries à long terme. Porte sur les évaluations au niveau national.
CCNUCC	Permettre l'évaluation des stocks de carbone et leur évolution.	$S_{\min} = 0,05-1,0$ ha Couvert arboré 10-30 % $H_{\min} = 2-5$ m	Besoin d'équivalence dans la comptabilisation des changements dans les stocks de carbone.
MDP	Pouvoir accueillir des projets de boisement et reboisement dans MDP.	$S_{\min} = 1$ ha Couvert arboré 30 % $H_{\min} = 5$ m	Intègre les plantations forestières.

Les principales caractéristiques des définitions sont synthétisées de manière schématique dans le Tableau 8. Le signe «+» indique la présence d'un critère dans la définition et le signe «-» son absence. La section suivante (sur les paramètres seuils) détaille chacune des caractéristiques physiques de la végétation recouvrant le sol.

Les trois organismes internationaux ont choisi le paramètre « peuplements jeunes » dans leur définition. Il est supposé que ces peuplements jeunes ne couvrent pas encore la valeur requise pour le couvert arboré ou la hauteur mais, qui devraient atteindre ces valeurs seuils pendant la période de l'évaluation.

Tableau 8. Caractéristiques des définitions

PARAMETRES		CCNUCC	FAO	LEGISLATION NATIONALE
Paramètres binaires	Peuplements jeunes	+	+	-
	Surfaces temporairement déboisées	+	+	-
	Utilisations non forestières des terres	-	+	+
	Agroforesterie	-	+	+
	Produits forestiers	-	-	+
Paramètres seuils	Surface min (ha)	0,05-1,0	0,5	A fixer par voie réglementaire
	Hauteur min (m)	2-5	5	-
	Couvert forestier (%)	10-30	10	-

Une des caractéristiques des définitions de la FAO et de la CCNUCC est la classification des « surfaces forestières temporairement déboisées » comme « forêt ». De nombreuses terres forestières exploitées en foresterie ne peuvent pas se régénérer tout de suite. Et, même si on assure que la forêt soit rétablie, par exemple par l'existence d'un plan d'aménagement, l'aspect pratique de cette option sera difficile et doit être évalué avec précaution.

La définition de la FAO inclut aussi « l'utilisation des Terres », plus particulièrement les terres qui sont utilisées pour des activités forestières. Cependant, les arbres établis pour la production agricole et les systèmes agroforestiers sont exclus.

Cette analyse des définitions internationales et nationales des forêts en vigueur révèle l'existence de plusieurs critères de définition des forêts. Chaque définition a été élaborée dans un contexte spécifique mais, la majorité d'entre elles sont basées sur les valeurs seuils de la densité du couvert, de la hauteur moyenne des arbres et de la superficie du peuplement.

Cependant, chaque définition a utilisé des valeurs seuils différentes ainsi que d'autres critères qui les spécifient. Il est donc possible qu'une surface définie comme forêt par une définition ne l'est pas par d'autres.

6.5.4. Systèmes de classification des occupations et utilisations des terres existants

Dans le monde, un certain nombre de système de classification a été déjà effectué à partir de la télédétection optique. Les systèmes ont été généralement appliqués à plusieurs échelles : national, régional et global.

Au niveau pays

Durant des années, plusieurs institutions et organismes ont effectué des études cartographiques mais travaillent indépendamment et sans coordination. Cependant, les systèmes de classification à l'échelle nationale se réfèrent toujours à des petites échelles par rapport à celles utilisées dans les cartes topographiques. Les systèmes de classifications déjà effectuées au niveau national sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 9. Système de classification des occupations et utilisations des terres au niveau national

CLASSIFICATIONS SYSTEMES	ORGANISATION	NATION	ANNEE
National Land Survey Classification System	Land and Resources Ministry of china	Chine	1984 ; 2007
National Land Cover Data Classification System	USGS	Etats Unis	1992 ; 2001 ; 2006 ; 2011
National Institute of Statistics, Geography and Informatique	Institute of Geography of the National Université of Mexico	Mexique	1993 ; 2000
South African Standard Land Cover Classification system	National Land Cover Data base	Afrique du sud	1996
US National Vegetation Classification Standard	Federal Geographic Data Committee	Etats Unis	1997
National Forest Inventory Land Cover Classification Scheme	Canadian Forest Inventory Committee	Canada	1999

Au niveau régional

Au niveau régional, les systèmes de classification entre 1 :250 000 et 100 000, ont eu souvent recours à l'utilisation des images Landsat, SPOT et MODIS. Les systèmes de classification utilisés à l'échelle régionale sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 10. Système de classification des occupations et utilisations des terres au niveau régional

SYSTEME DE CLASSIFICATION	ORGANISATION	ANNEE	CONTINENT	MEMBRES
CORINE/ Landcover 90	Coordination of Information on the Environment	1990	Europe	27 pays de l'UE
CORINE/ Landcover 2000	Image and Corine Land Cover 2000	2000		
CORINE/ Landcover 2006		2006		
AFRICOVER Land Cover Classification System	FAO	1995_2002	Afrique	12 pays africains
AARS Land Cover Classification	The Land Cover Working Group of the Asian Association on Remote sensing	1999	Asie	49 membres de 29 pays
North American Land change Monitoring System Legend	The North American Land Change Monitoring system	2005	Amérique du Nord	Canada, Mexique et l'Etats Unis

Au niveau global

Actuellement, les classifications mondiales de l'occupation du sol sont généralement présentées comme des cartes thématiques numériques au format raster avec des pixels de l'ordre de 500-1000 m. Jusqu'à présent, les cartes globales d'occupation du sol ont été construites à partir des données AVHRR, SPOT-VGT, MODIS et MERIS (projet GLOBCOVER). Les produits globaux d'occupation des sols issus de la télédétection reconnaissent généralement un ensemble limité de types de couvertures, basé sur les signaux multi-spectrales et ses changements à travers un cycle annuel. Plusieurs systèmes de classification ont été utilisés pour l'élaboration des cartes avec des légendes qui distinguent les différentes

catégories de la couverture du sol (les forêts, les savanes et les zones arbustives, les surfaces dénudées, comme les sols nus, la glace et les zones urbaines).

Le tableau ci-dessous synthétise les produits et les bases de données sur l'occupation du sol disponibles sur les échelles globales et continentales.

Tableau 11. Système de classification des occupations et utilisations des terres au niveau global

PRODUIT	SOURCE DE DONNEES	SYSTEME DE CLASSIFICATION	APPROCHE D'INTERPRETATION / PRODUCTION	VALIDATION
IGBP DISCover (GLCC)	AVHRR (1992-93), 1 km	Système IGBP - Global Ecosystems, USGS LUS/LC Simple Biosphere, ...	- Base de données mondiales d'OS - Base de données Continentales : basées sur les aspects spécifiques de chaque continent - Classification des données NDVI	Échantillonnage probabiliste avec l'interprétation d'images Landsat TM et SPOT - échantillon de base des pixels de chaque site
Continuous Fields Tree Cover	AVHRR (1992-93), 1 km	Classification proportionnelle	- Classification automatique en utilisant les données d'entraînement et des mesures phénologiques	
UMD global Land Cover	AVHRR (1992-93), 1 km	- Onze grands types d'occupation du sol sur la base de variations interannuelles de NDVI	- Classification non supervisée automatique - Des données d'entraînement et des mesures phénologiques utilisées comme variables d'entrée	L'ensemble de données n'a pas été systématiquement validé
MODIS Land Cover Products (MOD 12)	MODIS/ Terra 1 km	- Classification IGBP, UMD, LAI/FAPAR, PFT	- Classification supervisée pour l'ensemble du globe	- Utilisation des matrices de confusion basées sur des sites d'entraînement - Utilisation des sites de confiance IGBP

Continuous Fields Tree Cover Project MODIS	MODIS/ Terra, (2000-2005), 500 m	Classification proportionnelle	- Procédure de classement automatisée - Utilisation des mesures phénologiques	- Interprétation des données de terrain avec IKONOS et Landsat ETM +
Global Land Cover Map for the year 2000 (GLC 2000)	SPOT Vegetation (2000), 1 km	23 classes globales basées sur LCCS, régional et mondial	- 19 produits régionaux avec une légende spécifique à chaque région - Harmonisation et fusion des produits régionaux pour obtenir un produit mondial a	- Échantillonnage probabiliste - Comparaison avec des données auxiliaires - Échantillonnage aléatoire stratifié
GLOBCOVER	ENVISAT/ MERIS (2005/6) 300 m	22 classes globales basées sur LCCS	- Une stratification a priori : 22 régions, - - Classification par pixel - Procédure de labélisation en utilisant les meilleurs produits disponibles et l'expérience d'un réseau international d'experts	- Échantillonnage probabiliste avec l'interprétation des images Landsat, Google Earth, et des séries NDVI - Un rapport de validation complet est disponible

Cas de Madagascar

L'évolution des forêts naturelles de Madagascar avant 1990 est assez controversée liée au manque de données fiables, les estimations des différents auteurs diffèrent largement. Les chiffres avancés avant 1960 reposent sur de simples estimations faites par les auteurs et doivent donc être considérés avec précaution. Plusieurs études ultérieures se sont basées sur les cartes de la couverture forestière publiées par le Service des Eaux et Forêts, qui ne couvrent pas l'ensemble du territoire national, ou sur des données à très faible résolution spatiale, ce qui a probablement conduit à une sous-estimation du couvert forestier national.

En général, les cartes produites au niveau national sont notamment des cartes globales dont la carte de déforestation (forêt et non forêt) de 1990, 2000, 2005 élaborée par l'équipe du CI et une carte de déforestation en 2010 élaborée par l'ONE.

Les seules cartes forestières identiques et standard sont les cartes publiées par le service des

Eaux et forêts datant de 1962 avec une échelle de 1:100 000 et une projection de type Laborde. Par ailleurs, plusieurs projets et études ont effectué des études cartographiques sur les occupations des sols et leurs dynamiques mais souvent réduites au niveau d'une localité ou seulement dans les zones d'intervention des projets. De plus, il a été constaté que les études réalisées à Madagascar ne sont pas uniformes en termes d'échelle et de légende, de plus les sources de données et les méthodologies adoptées sont très diverses. En gros, il n'existe pas encore un système de classification des UOT au niveau national. En somme, toutes les études cartographiques effectuées jusqu' à maintenant ne sont pas toutes uniformes et harmonisées.

6.5.5. Synthèse des données existantes sur les forêts malgaches

D'autres analyses nationales du taux de déforestation et du taux de couvert forestier, initiées par des bailleurs, ont été effectuées à Madagascar. Toutefois, il n'existe pas de système permanent et institutionnalisé pour suivre l'état du couvert forestier national et ses changements (ONF International, 2008).

L'utilisation de plusieurs définitions des forêts à Madagascar affecte aussi les résultats du taux de déforestation et du taux de couvert forestier du pays. En effet, les résultats varient d'une étude à une autre et les différences ne sont pas négligeables. Le tableau 12 présente les différentes données disponibles à l'issue des diverses études effectuées sur les forêts de Madagascar.

Tableau 12. Synthèse des données existantes sur les forêts malgaches

PROJET	OBJECTIFS	DEFINITION DES FORETS UTILISEE	STRATES LIGNEUSES CONSIDEREES	RESULTATS
IEFN 0, 1996	Estimer le couvert forestier	S _{min} : 16 ha Largeur minimale : 200 m	Strates distinguées selon les domaines phytogéographiques et l'étage de la végétation.	Entre 1990 et 1994 : 13 260 000 ha dont : 10 300 000 ha de formations naturelles peu ou pas modifiées 2 600 000 ha de formations naturelles dégradées et/ou secondaires 316 000 ha de peuplements forestiers artificiels.
Atlas de la végétation de Madagascar, KEW 2007	Estimer le couvert forestier		Forêt humide, forêt côtière, forêt humide de l'Ouest, forêt subhumide de l'Ouest, forêt sèche de l'Ouest, forêt sèche épineuse du Sud-ouest, fourré côtier du Sud-ouest, mangroves, forêts à Tapia, forêt humide dégradée, forêt sèche épineuse du Sud-ouest dégradée, mosaïque de pâturage arboré et fourré, mosaïque de pâturage de plateaux et pâturage arboré.	Surface totale du couvert végétal en 2005 : 17 000 000 ha

PROJET	OBJECTIFS	DEFINITION DES FORETS UTILISEE	STRATES LIGNEUSES CONSIDEREES	RESULTATS
Projet JARIALA USAID /CI 2009	Estimer la déforestation	Forêts naturelles de l'est (massifs >2ha et densité de couvert 80%) Forêts naturelles sèches et épineuses du Sud et du Sud-ouest (2ha) Mangroves Ont été exclues : les formations forestières à canopée ouverte, dégradées et les plantations.	Forêts, d'après Schatz et Lescot (2003) : - Forêts tropicales humides - Forêts sèches - Forêts épineuses Non forêts	Surface totale du couvert forestier en 2005: 9 400 000 ha Taux de déforestation : - 90-00 : 0,83% - 00-05 : 0,53%
FAO 2005	Estimer la déforestation	$S_{min} = 0,5$ ha $H_{min} = 5$ m Couvert forestier 10 %.	Prise en compte des plantations et des régénérations naturelles, ainsi que les formations ligneuses ouvertes. Exclut les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante	Surface totale du couvert forestier en 2005 : 12 800 000 ha Taux de déforestation : - 90-00 : 0,5% - 00-05 : 0,3%
PERR-FH 2015	Estimer la déforestation		- Forêts tropicales humides - Forêts sèches - Forêts épineuses Mangroves	Forêt 2013 : 8 485 509 ha Taux de déforestation : - 2005-2010 : 1,18 % - 2010-2013 : 1,50%

7. Impact des définitions de la forêt

7.1. Par rapport à la superficie et les taux de déforestation

D'après les investigations bibliographiques, des différences sont observées entre les estimations effectuées par les différents projets, tant en termes de taux de déforestation qu'en terme de couvert forestier. Ces différences sont principalement dues à la définition des forêts choisie et à la méthodologie adoptée sur une période donnée qui ne sont pas uniformes.

- Concernant la couverture forestière, le projet Jariala n'a considéré comme forêt que les formations naturelles à canopée fermée, les forêts naturelles sèches et épineuses du Sud et du Sud-ouest ayant une superficie minimale de 2 ha. La surface totale du couvert forestier en 2005 est alors estimée à 9 400 000 ha. Par contre, Kew a considéré toute la végétation, y compris les forêts dégradées et les mosaïques de pâturage et a estimé une superficie totale de forêt de 17 000 000 ha. Cette différence est plus moindre entre la valeur issue de la FAO en 2005 qui est de 12 800 000 ha et celle du projet JARIALA. Cependant, la FAO a avancé une valeur plus élevée car elle a considéré les plantations et les formations ligneuses ouvertes. De plus, à ce niveau, il est clair que les plantations dominantes ont des superficies inférieures à 1ha (seuil FAO de 0,5ha).
- Concernant le taux national de déforestation, le projet JARIALA estime un taux national de déforestation de forêts naturelles de 0,83% par an entre 1990 et 2000 et de 0,53% par an entre 2000 et 2005. Par contre, au niveau international, la FAO estime une diminution annuelle des forêts malgaches de 0,5% entre 1990 et 2000, et une diminution de 0,3% entre 2000 et 2005. Ainsi, il semble nécessaire de choisir une définition commune des forêts et d'appliquer une méthodologie identique dans le temps pour estimer la déforestation passée et future de façon fiable.

7.2. Impacts des critères de définition utilisés actuellement par le pays

7.2.1. Surface minimale

La surface minimale choisie par Madagascar dans le NERF est de 1 ha. Cette valeur est la plus élevée par rapport aux choix de valeur minimale proposée dans le cadre du MDP. Elle a été choisie surtout par rapport au fait que la plupart des forêts appartenant à une association, un organisme, une communauté villageoise ou autre à Madagascar, présentent une superficie

inférieure à 1 ha donc elles ne sont pas considérées comme « forêt » d'après la définition. Dans ce cas, ces terres « non forêts » peuvent bénéficier des projets de boisement et de reboisement dans le cadre du MDP.

Pourtant, le projet JARIALA en 2009 (USAID, CI) énonce que pour une meilleure présentation des résultats, deux hectares doivent être l'entité minimale visible sur la carte. Le choix de 1 ha présente donc un inconvénient du fait que l'erreur associée aux résultats pourrait être grande. Cependant, comme il a été énoncé précédemment, bon nombre des forêts à Madagascar sont moins de 1 ha, de ce fait, l'augmentation de ce seuil considérerait ces dernières comme « nonforêts ». Par ailleurs, le coût des suivis des émissions et des absorptions de carbone liées aux activités d'atténuation des changements climatiques influence énormément aussi le choix de la surface minimale. Les suivis font référence à la collecte de données et d'informations au niveau national et à la réalisation des calculs nécessaires pour estimer les réductions d'émissions ou l'augmentation des stocks de carbone (et les incertitudes associées) par rapport à un niveau de référence (ANGELSEN et al. 2008). Ce qui induit impérativement la nécessité d'un fond budgétaire pour établir des bases de données historiques et pour collecter des données sur terrains et de télédétection. Les coûts récurrents comprendront entre autres la collecte de données sur terrain, l'acquisition des produits satellitaires et leur intégration dans des systèmes SIG. Ainsi, le coût du suivi peut être très élevé en fonction de la superficie minimale retenue pour la définition des forêts. En effet, si on descend encore à une surface minimale inférieure à 1 ha, les parcelles à suivre vont être plus nombreuses. Néanmoins, à la suite des différentes réunions techniques, cette réduction vers 0,5ha a été décidée afin de mieux inclure ces formations et de considérer le rythme des efforts d'amélioration de stock.

7.2.2. Hauteur minimale

Madagascar a décidé de prendre comme seuil pour la hauteur : 5 m. Ce choix a permis de ne pas éliminer les terrains couverts de végétation arbustive des terrains éligibles pour le mécanisme REDD+. Effectivement, le choix des valeurs minimales risque de considérer même les savanes herbeuses comme forêt dans la partie humide. Dans le cadre du REDD+, cette situation va diminuer les terres éligibles, surtout dans la région Est de Madagascar où la végétation arrive facilement à atteindre une certaine hauteur. Cependant, les bas fourrés xérophiles et les mangroves se retrouvent au-dessous de ces seuils. Or, il a été prouvé

précédemment que ces derniers pourraient contribuer à renforcer la capacité de piégeage de carbone du pays.

Ceci résulte de plusieurs facteurs, aussi bien climatique, édaphique, qu'altitudinal. C'est donc comme une sorte d'adaptation au milieu, accompagnée de plusieurs autres formes biologiques extrêmement spécialisées. Ainsi, en choisissant la hauteur minimale de 5 m, les formations à faible hauteur moyenne sont inéluctablement marginalisées. Le choix des valeurs est complexe car il faut veiller à ce que ce choix n'amène pas à exclure certains types de forêts. De ce fait, pour éviter que la hauteur représente un facteur limitant, les mangroves et les bas fourrés xérophi les sont prises en compte dans la définition des forêts, il est proposé de relativiser la valeur de la hauteur minimale suivant les types d'écosystèmes.

7.2.3. Densité du couvert forestier

Un des plus importants paramètres qui affectent les surfaces définies comme « forêt » est la valeur seuil de la densité du couvert que l'on peut choisir entre 10 et 30%. Le dilemme qui se pose est similaire au problème posé par la hauteur. Le choix a été pris par rapport au fait que, si le pays choisit un seuil faible pour la densité du couvert forestier, des surfaces importantes de terrains vont être exclues des terres éligibles pour le mécanisme REDD+, étant donné qu'elles sont déjà considérées comme des forêts.

D'après ZOMER et al. 2008, les surfaces éligibles en Afrique augmentent de plusieurs fois quand le seuil de la densité du couvert passe de 10 à 30%. Pour Madagascar, l'ensemble des forêts y compris les fourrés sont très denses et atteignent facilement les seuils de 30%. Néanmoins, le cas spécifique des mangroves éparses a été considérées afin de considérer les spécificités naturelles de ces formations.

7.3. Proposition de définition de forêt et classe et sous classes d'UOT

7.3.1. Définition de la forêt

D'après différentes analyses et par rapport à la situation de Madagascar, la définition de la forêt pour Madagascar est la suivante : « On entend par "forêt" une terre d'une superficie minimale de 0,5 hectare (0,5 ha) et :

- portant des arbres dont le houppier couvre plus de 30% de la surface, qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 5 mètres (5 m) pour l'écorégion humide, les autres plantations et les agroforesteries
- portant des arbres dont le houppier couvre plus de 30% de la surface et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 2 mètres (2 m) pour les fourrés
- portant des arbres dont le houppier couvre plus de 10% de la surface et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 2 mètres (2 m) pour les mangroves.

7.3.2. Système de classification UOT

Cette partie présente toutes les définitions des classes d'UOT dans le système de classification selon les critères du LCCS. L'application des critères du LCCS dans chaque définition permet de faciliter l'identification des classes et d'harmoniser tous les travaux de cartographie à Madagascar que cela soit au niveau local que national. Dans ce cadre, plusieurs références clés ont été utilisées pour les classes et les classificateurs. Ces données ont ensuite été discutées et validées avec le groupe de travail afin de ressortir la version actuelle. Néanmoins, il a été proposé de revoir l'ensemble des valeurs identifiées lors de la phase de collecte de données des Inventaires Forestiers nationaux qui prévoient à ce stade une représentativité de chaque classe (le niveau devant être défini lors de la phase de mise en œuvre).

Tableau 13. Classes et sous classes d'UOT proposées pour Madagascar

NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3	
Forêts	Forêt sempervirente	Forêt humide	Humid forest
		Forêt humide dégradée	Degraded humid forest
		Forêt littorale	Littoral forest
		Forêt littorale dégradée	Degraded littoral forest
		Forêt sclérophylle	Sclerophyllous forest
		Forêt sclérophylle dégradée	Degraded sclerophile forest
		Forêt sub-humide	Sub-humid forest
		Forêt sub-humide dégradée	Degraded sub-humid forest
		Forêt secondaire ou savoka	Secondary forest
	Forêt caducifoliée	Forêt dense sèche	Dry forest
		Forêt sèche dégradée	Degraded dry forest
	Forêt ripicole		Riparian forest
	Forêt galerie		Gallery forest
	Raphière et bamboueraie		High raphia / bamboo
	Mangroves	Mangroves denses	Dense mangrove
		Mangroves denses dégradées	Degraded dense mangrove
		Mangroves éparses	Sparse mangrove
	Fourrés xérophiles		Xeric forest
	Plantation	Plantation monospécifique	Single plantation
		Plantation mixte	Mixed plantation
	Agroforesterie		Agroforestry
Savanes	Savane arborée		Grassland with tree
	Savane arbustive		Grassland with shrub
	Savane arborée et arbustive		Grassland with tree and shrub
	Savane herbeuse		Grassland
	Zones arbustives		Shrubland
	Zones arbustives arborées		Shrubland with tree
	Formations rupicoles		Rupicolous formation
Zones cultivées	Culture irriguée		Irrigated crop
	Culture pluviale		Rainfed crop
	Tavy		Tavy
	Jachère		Fallow
Surface bâtie	Zones habitées		Habitable area
	Infrastructure		Infrastructure
Zones nues	Zones rocheuse		Rock or stone

Zones humides	Zones sableuses		Dune or sand
	Karst		Karst
	Autres zones nues		Other bare soil
	Rivière		River
	Delta		Delta
	Lac		Lake
	Marais		Marsh

Niveau 1

Niveau 2

Niveau 3

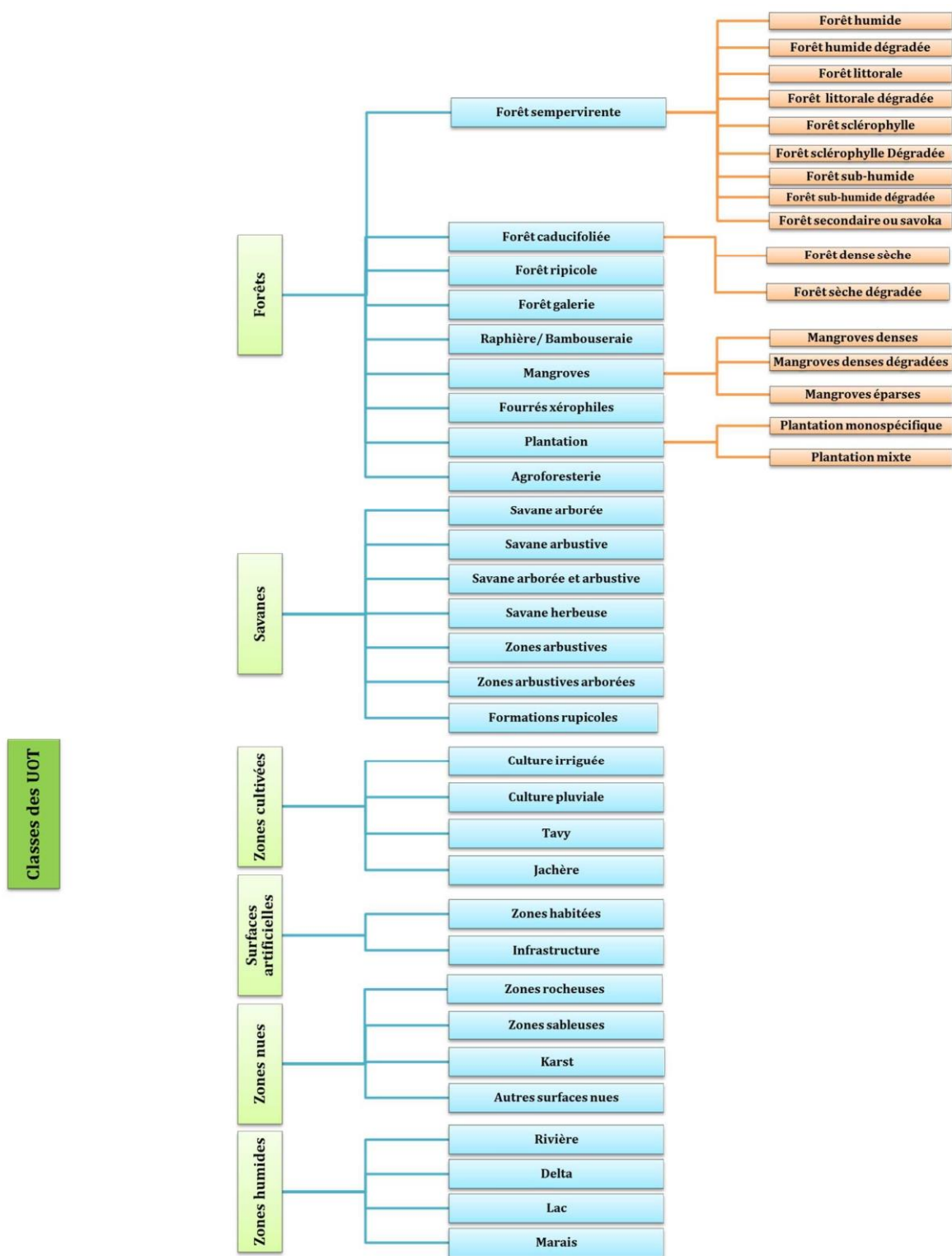


Figure 4. Niveau de classe d'UOT à Madagascar

a) Forêt

➤ Forêt sempervirente

- Forêt dense humide

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres ayant une hauteur comprise entre 5 à 35 m à (peut atteindre 45 m pour les individus émergents) et présente une couverture plus de 70 %.

Aspect spatial : la forêt dense humide présente une canopée fermée et une structure à plusieurs strates.

Type et phénologie de feuille : la majorité des espèces qui constituent ce type de forêt présente un feuillage sempervirent de type lauriforme.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates qui sont notamment la strate supérieure dont les individus excèdent largement la hauteur de 20 m, la strate moyenne dont la hauteur des individus se situe entre 10 et 20m et la strate inférieure qui est essentiellement dominée par les arbustes.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est constituée par des sols ferralitiques typiques à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : cette forêt est généralement influencée par un climat tropical chaud humide.

Altitude : la forêt dense humide est localisée entre 0 à 2750 m d'altitude.

Erosion : N/A

Aspect floristique : pour cette forêt, les espèces dominantes sont différentes pour les 3 strates. La strate supérieure est dominée par les genres *Anthostema*, *Ravensara* et *Brochoneura* tandis que la strate moyenne est marquée par la présence des individus dans les genres de *Canarium*, *Calophyllum*, *Uapaca*, *Dalbergia* et *Eugenia*. La strate inférieure est composée par des arbustes appartenant aux genres *Aphloia* et *Cyantheacea*.

- Forêt humide dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt présente des individus avec une hauteur qui n'excède pas le 30 m et présente une couverture de 30 à 70 %.

Aspect spatial : la forêt humide dégradée présente une canopée ouverte et une structure à strates moins marquées.

Type et phénologie des feuilles : la majorité des individus qui constituent ce type de forêt présentent un feuillage sempervirent.

Stratification : dans la majorité des cas les strates sont constituées par une forêt plus ou moins intacte, des formations buissonnantes, des formations herbeuses boisées.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est aussi constituée par des sols ferralitiques typiques à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : cette formation est sous l'influence d'un climat tropical chaud humide.

Altitude : la forêt humide dégradée est généralement localisée entre 0 à 1750 m d'altitude.

Erosion : ce type de forêt est fortement perturbé par les activités humaines comme les exploitations forestières, cultures itinérantes et jachères.

Aspect floristique : la strate constituée par la forêt quasi intacte est constituée par les espèces telles que : *Harungana madagascariensis*, *Trema orientalis*, *Ravenala madagascariensis*, *Dombeya spp.*, *Tristemma virusanum* tandis que la strate herbeuse est marquée par la présence des espèces des familles de Zingiberaceae et Poaceae.

• Forêt littorale

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : elle constituée par une forêt sur sable, une forêt marécageuse et une formation herbeuse dont les hauteurs des individus est comprise entre 8 et 15 m, mais peut atteindre 16 à 20 m à certains endroits. La couverture des forêts est plus de 70 %.

Aspect spatial : les forêts présentent en général une canopée continue avec une structure à plusieurs strates

Type et phénologie des feuilles : les feuilles des individus sont sempervirentes qui sont de type lauriforme ou mésophile.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt littorale s'installe sur deux types de sols notamment les sols quaternaires peu évolués (sableux) et les sols podzoliques.

Climat : le climat est de type tropical humide, avec un bioclimat du type perhumide chaud pendant toute l'année et caractérisé par l'abondance des précipitations.

Altitude : la forêt littorale est localisée entre 0 à 20 m d'altitude.

Erosion : ce type de forêt présente une dynamique rapide avec une érosion et une sédimentation observable à très courte échelle de temps.

Aspect floristique : la strate supérieure est dominée en général par les individus des familles suivante : Euphorbiaceae (*Uapaca sp.*), les Araliaceae (*Schefflera sp.*, *Cuphocarpus sp.*), les Ebenaceae, les Sapindaceae (*Macphersonia sp.*) et les Lauraceae (*Ocotea sp.*, *Ravensara sp.*).

La strate moyenne est constituée par les familles de Rubiaceae (*Coffea sp.*, *Gaertnera sp.*), les Ochnaceae, les Erythroxylaceae, les Myrsinaceae, les Celastraceae et les Tiliaceae. Et la strate inférieure est dominée par des herbacées.

- Forêt littorale dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt présente des individus avec une hauteur comprise entre 5 à 8 m et présente une couverture de 30 à 50 %.

Aspect spatial : la forêt littorale dégradée présente une canopée ouverte avec une structure mono strate.

Type et phénologie des feuilles : les feuilles des individus sont sempervirentes qui sont en générales de type lauriforme.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates (strate supérieure, strate moyenne et strate inférieure)

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt littorale dégradée s'installe les sols quaternaires peu évolués (sableux) et les sols podzoliques.

Climat : le climat est de type tropical humide, avec un bioclimat du type perhumide chaud pendant toute l'année et caractérisé par l'abondance des précipitations.

Altitude : la forêt littorale dégradée est localisée entre 0 à 20 m d'altitude.

Erosion : ce type de forêt est caractérisé par une forte perturbation des activités humaines

Aspect floristique : elle est caractérisée principalement par les espèces de *Anthostema madagascariensis*, *Ravenala madagascariensis*, *Pandanus spp.*, et les membres de la famille des Cyperaceae.

- Forêt sclérophylle

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : la forêt sclérophylle se présente sous une uniformité physiologique se traduisant généralement par une futaie formée de petits arbres tortueux ne dépassant guère les 10 à 12m de hauteur et présente une couverture de 50 à 70 %.

Aspect spatial : elle est caractérisée par un peuplement arborescent clairsemé avec une structure à plusieurs strates.

Type et phénologie des feuilles : le feuillage est persistant en général, souvent réduit, coriace et de couleur terne ou cendreuse

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates (strate supérieure, strate moyenne et strate inférieure)

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt sclérophylle est localisée sur des substrats particuliers de sols peu profonds formés par des éboulis granitiques ou gneissiques, des cuirasses et/ou des sols bruts d'érosion de gros blocs de rochers.

Climat : ce type de forêt est soumis à un régime climatique particulier intermédiaire entre celui des régions orientales et celui des régions occidentales : climat tropical d'altitude subhumide.

Altitude : ce type d'écosystème est rencontré généralement entre 500 et 1900 m d'altitude.

Erosion : N/A

Aspect floristique : Les espèces caractéristiques de ce type de forêt sont : *Uapaca bojeri* qui constitue la majorité voire la totalité de la strate arborée des forêts sclérophylles, et d'autre espèce comme *Sarcolaena oblongifolia*, *Asteropeia labatii* et *Wenmannia ssp* en infime partie. La strate inférieure est très réduite qui est composée de Fougères, Cypéracées et quelques rares herbacées.

- Forêt sclérophylle dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : la forêt sclérophylle dégradée est formée de petits arbres tortueux qui ne dépassent pas les 5 à 7 m de hauteur et présente une couverture de 30 à 60 %. Aspect spatial : elle est caractérisée par un peuplement arborescent clairsemé avec une structure à strates difficilement marquées.

Type et phénologie des feuilles : le feuillage est persistant en général, souvent réduit, coriace et de couleur terne ou cendreuse

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 2 strates (strate moyenne et strate inférieure)

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt sclérophylle est localisée sur des substrats particuliers de sols peu profonds formés par des éboulis granitiques ou gneissiques, des cuirasses et/ou des sols bruts d'érosion de gros blocs de rochers.

Climat : ce type de forêt est soumis à climat tropical d'altitude subhumide.

Altitude : ce type d'écosystème est rencontré généralement entre 500 et 1600 m d'altitude.

Erosion : les principales menaces qui pèsent sur cet écosystème sont notamment le défrichement pour la culture sur brûlis et les feux de brousses qui s'étendent vers les forêts

Aspect floristique : les espèces caractéristiques de ce type de forêt sont : *Uapaca bojeri*, *Psidia*, *Senecio* et *Heliochrysum*. La strate inférieure est dominée par des herbacées.

- Forêt sub-humide

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres ayant une hauteur comprise entre 5 à 25 m et présente une couverture plus de 60 %.

Aspect spatial : la forêt sub-humide présente une canopée fermée et une végétation de sous-bois bien définie.

Type et phénologie de feuille : Cette formation est plus sèche dans sa partie ouest et plus humide dans sa limite est. Elle abrite de ce fait des espèces caducifoliées et sempervirentes.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates qui sont notamment la strate supérieure dont les individus excèdent la hauteur de 20 m, la strate moyenne dont la hauteur des individus se situe entre 8 et 20m et la strate inférieure qui est dominée par les individus avec une hauteur inférieure à 8 m.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est constituée par des sols ferrugineux et calcaires à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : cette forêt est généralement influencée par un climat tropical sub-humide sur le versant occidental.

Altitude : La forêt est présente sur un gradient altitudinal entre 800 et 2000 m.

Erosion : Activités humaines (Agriculture, pâturage, etc.)

Aspect floristique : Elle est caractérisée par les espèces comme *Givotia madagascariensis*, *Colvillea racemosa*, *Terminalia spp*, *Neobeguea mahafaliensis*, *Gyrocarpus americanus*, *Diospyros spp.*, *Cordyla madagascariensis*. Pendant la saison sèche, les espèces floristiques de sous-bois représentées par les genres *Dracaena*, *Grewia* et *Euphorbia* restent sempervirentes tandis que celles de l'étage supérieur sont décidues.

- Forêt sub humide dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres ayant une hauteur comprise entre 5 à 15 m et présente une couverture plus de 30 à 50 %.

Aspect spatial : la forêt sub-humide dégradée présente une canopée ouverte et une structure à strates moins marquées.

Type et phénologie de feuille : Elle abrite des espèces caducifoliées et sempervirentes.

Stratification : en général les strates sont constituées par une forêt plus ou moins intacte, des formations buissonnantes, des formations herbeuses boisées.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est constituée par des sols ferrugineux et calcaires à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : Elle est influencée par un climat tropical sub-humide sur le versant occidental.

Altitude : La forêt est présente sur un gradient altitudinal entre 800 et 1700 m.

Erosion : Activités humaines (Agriculture, pâturage, etc.)

Aspect floristique : Elle est surtout marquée par la dominance des genres *Dracaena*, *Grewia* et *Euphorbia*

- Forêt secondaire ou savoka

Classificateur de base : C'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt présente des arbres avec une couverture comprise entre 30 et 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 10 m.

Aspect spatial : le Savoka présente une canopée ouverte et une structure à strates moins marquées.

Type et phénologie des feuilles : la majorité des individus qui le constituent présentent un feuillage sempervirent.

Stratification : la stratification de ce type de formation est en fonction du niveau de dégradation. Trois types de végétation peuvent être rencontrés à savoir : forêt quasi intacte, formations herbeuses boisées et des formations herbeuses.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est aussi constituée par des sols ferralitiques typiques à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : cette formation est sous l'influence d'un climat tropical chaud humide.

Altitude : la forêt humide dégradée est généralement localisée entre 0 à 1750 m d'altitude.

Erosion : le déséquilibre de cet écosystème est essentiellement dû aux activités anthropiques comme le tavy et les exploitations irrationnelles

Aspect floristique : Cet écosystème est caractérisé par la présence des espèces rudérales telles que : *Harungana madagascariensis*, *Trema orientalis*, *Ravenala madagascariensis* (espèce dominante), *Dombeya spp.*, *Tristemma virusanum* et des composantes herbeuses : Zingiberaceae (*Aframomum angustifolium*), Poaceae (*Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia rufa*, *Heteropogon contortus*, *Eulalia villosa*, *Sporobolus indicus*, *Cymbopogon spp.*, *Aristida spp.*).

➤ Forêt caducifoliée

- Forêt dense sèche

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres avec une couverture plus de 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 20 m

Aspect spatial : c'est une végétation climacique climatique se présentant sous forme d'une futaie comportant plusieurs strates.

Type et phénologie des feuilles : les individus qui constituent cet écosystème présentent des feuilles décidues ou de formes aphylls plus ou moins charnues.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates : la strate supérieure dont les individus peuvent avoir une hauteur supérieure 20m, la strate moyenne dont la hauteur des individus se situe entre 6 à 12 m et la strate inférieure qui est essentiellement dominée par les arbustes avec une hauteur de 1 à 5m.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt dense sèche subsiste le plus souvent sous forme de lambeaux sur quelques plateaux calcaires et se développe aussi sur des Sol ferrugineux.

Climat : cette formation est sous l'influence d'un climat tropical de basse altitude : chaud et semi-aride

Altitude : la forêt dense sèche est généralement localisée entre 0 à 800 m d'altitude.

Erosion : le défrichement et l'utilisation de la forêt constituent les principaux facteurs de déséquilibre de l'écosystème.

Aspect floristique : la végétation de ce type de forêt est constituée par les espèces de la famille des Didiereaceae et les forêts des séries à *Dalbergia* (Fabaceae), *Commiphora* (Burseraceae) et *Hildegardia* (Sterculiaceae).

- Forêt sèche dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres avec une couverture 30 à 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 15 m.

Aspect spatial : elle est constituée par une canopée ouverte et d'une structure à des strates moins distinctes.

Type et phénologie des feuilles : les individus qui constituent cet écosystème présentent des feuilles décidues ou de formes aphylls plus ou moins charnues.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 2 strates (Strate moyenne et inférieure).

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt sèche dégradée subsiste le plus souvent sous forme de lambeaux sur quelques plateaux calcaires et se développe aussi sur des Sol ferrugineux.

Climat : cette formation est sous l'influence d'un climat tropical de basse altitude : chaud et semi-aride

Altitude : la forêt dense sèche est généralement localisée entre 0 à 800 m d'altitude.

Erosion : le défrichement et l'utilisation de la forêt constituent les principaux facteurs de déséquilibre de l'écosystème.

Aspect floristique : ce type de forêt est dominé par les DIDIERACEAE (*Alluaudia*, *Alluaudiopsis*,

Didierea, *Decarya*) et les EUPHORBIACEA (*Euphorbia* spp.). De plus des espèces rudérales liées à la dégradation peuvent s'ajouter au cortège en incluant des genres : *Agave*, *Prosopis*, *Opuntia*, et *Solanum*.

➤ Forêt ripicole

Classificateur de base : c'est une végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : la forêt ripicole est caractérisée par des formations boisées présentes sur les rives d'un cours d'eau, d'une rivière ou d'un fleuve avec des arbres à une hauteur comprise entre 5 à 15 m et une couverture plus de 30 %

Saisonnalité de l'eau : les cours d'eau, les rivières ou les fleuves peuvent être permanent ou saisonniers.

Aspect spatial : c'est une formation plus ou moins continue le long des rives avec une structure à une strate.

Type et phénologie des feuilles : la forêt ripicole est constituée par des individus à feuillage persistant et sempervirent.

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : ce type de forêt n'est pas influencé par un climat particulier mais il est conditionné par la présence d'un cours d'eau.

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect de l'eau : cet écosystème est influencé et conditionné par des eaux douces (rivière, fleuve, etc.)

Aspect floristique : les espèces qui dominent cet écosystème varient en fonction de ses localisations géographiques par rapport aux écorégions à Madagascar mais en générale, les espèces les plus fréquentes sont *Dalbergia baronii*, *Weinmannia bojeriana* et *Tambourissa sp*, *Tamarindus indica*, etc.

➤ Forêt galerie

Classificateur de base : c'est une végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : la forêt galerie est caractérisée par des formations boisées qui masquent les cours d'eau avec des arbres à une hauteur comprise entre 5 à 15 m et une couverture comprise entre 30 à 80 %

Saisonnalité de l'eau : les cours d'eau peuvent être permanents ou saisonniers.

Aspect spatial : cette forêt est continue le long d'une rive et cachent les cours d'eau par-dessus en général.

Type et phénologie des feuilles : la forêt galerie est constituée par des individus à feuillage persistant et sempervirent.

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt galerie pousse sur les sols féconds près des cours d'eau.

Climat : ce type de forêt ne présente pas un climat particulier mais dépend des apports issus des cours d'eau. Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect de l'eau : la forêt galerie est influencée par la présence des eaux douces des cours d'eau

Aspect floristique : les espèces qui dominent cet écosystème dépend de sa localisation géographique comme la forêt ripicole.

➤ Raphière

Classificateur de base : c'est une végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est une formation caractérisée par la dominance des palmiers avec une couverture de 30 à 70 % et une hauteur de 5 à 20 m.

Aspect spatial : cet écosystème est plus ou moins discontinu et éparse et qui ne présente pas une structure particulière.

Type et phénologie des feuilles : ce type d'écosystème est constitué par des individus à feuilles pennées de 6 à 12 m de long.

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : c'est un écosystème qui pousse dans les zones marécageuses de la moitié Nord de *Madagascar*.

Climat : c'est une formation caractérisée par une condition climacique édaphique.

Altitude : N/A

Erosion : cet écosystème est menacé par les activités de collecte des feuilles trop excessives.

Aspect floristique : cette formation est dominée par les palmiers à *raphia*, de la famille des Arécacées.

➤ Mangroves

• Mangroves denses

Classificateur de base : c'est végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est un écosystème dominé par les palétuviers avec une couverture plus de 60 % et une hauteur comprise entre 5 à 15 m.

Aspect spatial et saisonnalité de l'eau : la végétation est constituée par des peuplements ouverts ou fermés avec des arbres ou arbustes distribués sur la zone intertidale du rivage, entre les lignes des marées haute et basse.

Type et phénologie des feuilles : les individus présentent des individus à feuillage persistant, coriace et sempervirent.

Stratification : cet écosystème est caractérisé par la présence de 3 zones : la mangrove pionnière, la zone centrale et l'arrière de la zone centrale.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : le sol de la mangrove est constitué de vase littorale, un milieu souvent fortement anaérobie (sans oxygène)

Climat : cet écosystème est caractérisé par une condition climacique édaphique et qui se trouve généralement sur la côte Ouest de Madagascar.

Altitude : les mangroves se rencontrent entre -5 et 5 m d'altitude sur le littoral

Erosion : N/A

Aspect de l'eau : cet écosystème est influencé par une eau à salinité très élevée

Aspect floristique : la plupart des mangroves de Madagascar abritent sept espèces appartenant à cinq familles : Rhizophoraceae (*Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*) ; Avicenniaceae/Acanthaceae (*Avicennia marina*) ; Sonneratiaceae (*Sonneratia alba*) ; Combretaceae (*Lumnitzera racemosa*) ; Lecythidaceae (*Barringtonia asiatica*).

- Mangrove dense dégradée

Classificateur de base : c'est végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est un écosystème dominé par les palétuviers avec une couverture de 30 à 60 % et une hauteur comprise entre 5 à 10 m.

Aspect spatial et saisonnalité de l'eau: la végétation est constituée par des peuplements ouverts avec des arbres ou arbustes distribués sur la zone intertidale du rivage, entre les lignes des marées haute et basse.

Type et phénologie des feuilles : les individus présentent des individus à feuillage persistant, coriace et sempervirent.

Stratification : cet écosystème est caractérisé par la présence de 2 zones : la zone centrale et l'arrière de la zone centrale.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : le sol de la mangrove est constitué de vase littorale, un milieu souvent fortement anaérobie (sans oxygène)

Climat : cet écosystème est caractérisé par une condition climacique édaphique et qui se trouve généralement sur la côte Ouest de Madagascar.

Altitude : les mangroves se rencontrent entre -5 et 5 m d'altitude sur le littoral Erosion : Collecte de bois, charbonnage, etc.

Aspect de l'eau : cet écosystème est influencé par une eau à salinité très élevée

Aspect floristique : elle est constituée en générale par les familles de Avicenniaceae/Acanthaceae (*Avicennia marina*) ; Sonneratiaceae (*Sonneratia alba*) et Rhizophoraceae (*Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*)

- Mangroves éparses

Classificateur de base : c'est une végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est un écosystème dominé par les palétuviers avec une couverture comprise entre 10 à 60 % et une hauteur comprise entre 2 à 8 m.

Aspect spatial et saisonnalité de l'eau : la végétation est constituée par des peuplements ouverts ou fermés des arbres ou arbustes distribués sur la zone intertidale du rivage, entre les lignes des marées haute et basse.

Type et phénologie des feuilles : les individus présentent des individus à feuillage persistant, coriace et sempervirent. Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : le sol de la mangrove est constitué de vase littorale, un milieu souvent fortement anaérobie (sans oxygène)

Climat : cet écosystème est caractérisé par une condition climacique édaphique et qui se trouve généralement sur la côte Ouest de Madagascar.

Altitude : les mangroves se rencontrent entre -5 et 5 m d'altitude sur le littoral.

Erosion : la destruction de ces zones est généralement due à des activités d'exploitation des bois et la culture des crevettes.

Aspect de l'eau : cet écosystème est influencé par une eau à salinité très élevée.

Aspect floristique : ce sont les mangroves pionnières à dominance de *Sonneratia alba* et quelques mangroves centrales à dominance de *Rhizophora mucronata* associée à *Ceriops tagal* et *Bruguiera gymnorhiza* qui dominent cet écosystème.

➤ Fourrée Xérophile

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : le fourré xérophile est une forme d'adaptation de la forêt dense sèche décidue aux conditions sévères de sécheresse avec une couverture de 30 à 60 % et une hauteur comprise entre 2 à 8 m

Aspect spatial : cet écosystème est constitué par une forêt claire discontinue et caractérisé par l'absence de stratification associée à une forte densité de la végétation.

Type et phénologie des feuilles : feuillus, aphyllé, épineuses

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : cet écosystème est influencé par 4 types de sol en général : les sols ferrugineux, les vertisols, les sols rouges méditerranéens et les sols calcimorphes.

Climat : cet écosystème est influencé par le climat subaride de la région du Sud et du Sud-Ouest de Madagascar.

Altitude : Il est localisé généralement entre 0 et 300 m d'altitude.

Erosion : N/A

Aspect floristique : généralement il existe 4 types de fourrée tels que le bas fourré xérophile arbustif à *Euphorbia stenoclada*, le haut fourré xérophile arbustif dense à *Didierea madagascariensis*, *Adansonia fony* et *Commiphora lamii*, le haut fourré xérophile arbustif ouvert à *Didierea madagascariensis* et *Commiphora monstruosa*, le haut fourré xérophile arboré à *Didierea madagascariensis*, *Euphorbia zaro* et *Commiphora arafi*.

➤ Plantation

• Plantation mono spécifique

Classificateur de base : ces sont des zones cultivées et gérées

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est une formation constituée de plantation d'arbre artificiel avec une couverture plus de 30 à 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 20 m. Aspect spatial : c'est une formation qui est caractérisée par la présence d'un arrangement spatial bien distinct.

Type et phénologie des feuilles : le type de feuille est en fonction des espèces dominantes dans la plantation (feuillues ou conifères)

Stratification : la plantation est une formation à une strate car les espèces sont en général de même âge.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : la destruction de cette formation est essentiellement due aux activités de charbonnage et d'exploitation.

Aspect floristique : c'est une formation dominée par une seule espèce exotique (*Eucalyptus* ou *Pinus* ou *Acacia*, etc.).

- Plantation mixte

Classificateur de base : ces sont des zones cultivées et gérées

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est une formation constituée de plantation d'arbre artificiel avec une couverture plus de 30 à 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 20 m. Aspect spatial : c'est une formation qui est caractérisée par la présence d'un arrangement spatial bien distinct.

Type et phénologie des feuilles : le type de feuille est en fonction des espèces dominantes dans la plantation (feuillues ou conifères)

Stratification : la plantation est une formation à une strate car les espèces sont en général de même âge.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : la destruction de cette formation est essentiellement due aux activités de charbonnage et d'exploitation.

Aspect floristique : c'est une formation avec une composition de plusieurs espèces exotiques ou composition de forêt naturelle avec plantation artificielle.

- Agroforesterie

Classificateur de base : ce sont des zones terrestres cultivées et gérées dont la superficie dépasse les 0,5 ha, la couverture ligneuse présente une couverture de plus de 30 % et une hauteur supérieure à 5 m.

Forme de vie : l'agroforesterie consiste à une intégration des arbres et de la sylviculture dans l'agriculture avec une couverture des arbres entre 30 à 60%

Aspect spatial : les surfaces sont recouvertes en continu ou en discontinu avec arrangement spatial bien distinct.

Combinaison de culture : c'est une culture mono spécifique ou combinaison de plusieurs espèces

Pratique culturale liée à la couverture : il existe plusieurs pratiques d'agroforesterie : les systèmes de parcs agroforestiers, les systèmes multi-étagés, banques fourragères et les jachères améliorées.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Erosion : - N/A

Type de culture : elle est constituée par des arbres ou arbustes à croissance rapide, légumineuse ou bien plantation d'arbre constituée par des cultures de rente comme le giroflier, le caféier, cacaoyer, etc.

b) Savane

➤ Savane arborée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation herbacée avec une couverture de 70 à 90 % avec des arbres à une couverture inférieure à 10 %.

Hauteur des herbes : les formations herbeuses présentent une hauteur comprise entre 30 et 300 cm.

Hauteur des arbres : les arbres ont une hauteur comprise entre 5 à 12 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par une dominance de plantes herbacée.

➤ Savane arbustive

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation herbacée avec une couverture de 70 à 90 % avec arbustes disséminés avec une couverture entre 10 à 20 %.

Hauteur des herbes : les formations herbeuses présentent une hauteur comprise entre 30 à 300 cm.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : Cette formation est caractérisée par une dominance de plantes herbacées.

➤ Savane arborée et arbustive

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation herbacée avec une couverture de 70 à 90 % avec un couvert arbustif inférieur à 15% et un couvert arboré entre 5 et 15%.

Hauteur des herbes : les formations herbeuses présentent une hauteur comprise entre 30 à 300 cm.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Hauteur des arbres : les arbres ont une hauteur comprise entre 5 à 12 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par la dominance de plantes herbacées.

➤ Savane herbeuse

Classificateur de base : c'est végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation herbacée avec une couverture de 40 à 100 % avec un couvert arbustif inférieur à 10 %.

Hauteur des herbes : les formations herbeuses présentent une hauteur comprise entre 30 à 300 cm.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par une dominance de plantes herbacées.

➤ Zones arbustives

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation arbustive avec une couverture plus de 30 %.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par une dominance de plantes arbustives.

➤ Zones arbustives arborées

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation arbustive avec une couverture plus de 30 % et un couvert arboré entre 5 à 15 %.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Hauteur des arbres : les arbres ont une hauteur comprise entre 8 à 15 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par une dominance de plantes arbustives.

➤ Formation rupicole

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle clairsemée formée sur des reliefs karstiques.

Forme de vie, couverture et hauteur : Physionomiquement, cette végétation se présente comme une brousse basse de quelques décimètres avec de nombreuses plages de roches nues quand la pente est trop forte pour retenir les individus. Les plantes les plus hautes poussant sur de tels affleurements ne dépassent guère 2 mètres de hauteur et la végétation karstique malgache est donc qualifiée de broussaille.

Aspect spatial : la forêt karstique ou rupicole présente une canopée ouverte et une structure à plusieurs strates.

Type et phénologie de feuille : les adaptations sont très nombreuses et peuvent concerner aussi bien le système racinaire que les parties aériennes (sclérophylle, microphylle, carnosité, etc.), Les formes reviviscentes sont les plus fréquentes. Existence des espèces à port éricoïde (buisson dense à feuillage réduit et replié), à port cactoïde (épineux à feuilles réduites caduques), et des plantes aphyllées et charnues.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates qui sont notamment la strate sous arbustive la hauteur des individus varie de 50cm à 2m; on y classe les arbustes pérennes (*Pachypodium sp.*), déjà âgés et certaines plantes suffrutescentes, la strate herbacée pour les individus de moins de 50cm. Les herbes y prédominent (*Pteridium sp.*). On y trouve également des petits végétaux ligneux, des Chaméphytes, de jeunes plants d'arbustes et la strate cryptogamique ou muscinale qui comporte des Bryophytes, des Lichens, des Champignons et de quelques petites herbacées.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : Les plantes poussent dans les fissures des rochers ou, plus souvent, sur des tapis de sols, peu profonds et grossiers, trouvés sur les pentes moins escarpées. Les sols alors très minces sont incapables de mettre en réserve des quantités d'eau suffisantes et sont souvent lessivés par les fortes chutes de pluie. Ce type de végétation se développe sur des dômes rocheux de granite, de grès ou de quartzite.

Climat : Le régime climatique est celui de la zone climatique dans laquelle la formation se trouve rappelons en particulier que celle des pentes occidentales est caractérisée par une saison sèche de longue durée. Les précipitations occultes interviennent certainement de façon importante : les affleurements rocheux constituent souvent des pointements élevés qui retiennent les nuages.

Altitude : la forêt karstique se localise en générale entre 800 et 2000 m d'altitude.

Erosion : L'érosion, tant par le vent que par l'eau, ainsi que les feux de pâturage favorisés par la sécheresse détruisent cette végétation. A ces perturbations s'ajoute également la violence des précipitations.

Aspect floristique : La diversité spécifique est assez pauvre mais il y a toute une variété de plantes au port divers : espèces à feuilles charnues, à tiges charnues, ptéridophytes

reviviscents, espèces herbacées, espèces à port cactiforme ou coralliforme, espèces spartioïdes avec un système souterrain important et une rosette foliaire fugace au ras du sol. Les éléments communs rencontrés sont les familles : APOCYNACEES (*Pachypodium*), VELLOZIACEES (représentée par le genre *Xerophyta*), LILIACEES (représentée par le genre *Aloe*), EUPHORBIACEES (*Euphorbia*), CRASSULACEES (*Kalanchoe*), COMPOSEES (*Helichrysum*, *Senecio*),

c) Agriculture

➤ Culture irriguée

Classificateur de base : ces sont des zones terrestres cultivées et gérées

Forme de vie : cette formation est constituée par des herbacées

Aspect spatial : la surface occupée est généralement recouverte en continu

Combinaison de culture : ce type de culture est constitué soit par une monoculture ou plusieurs cultures

Pratique culturale liée à la couverture : c'est une culture permanente inondée ou irriguée par des eaux naturelles (lac, rivière, fleuve, etc.) ou par des canaux d'irrigation

Forme de terrain : plaine

Lithologie/ sols : sol des bas fond ou autres

Climat : N/A

Erosion : N/A

Type de culture : ce sont plantes dépourvues d'une tige ou d'une pousse persistante en dehors du sol et d'une structure définitive ferme.

➤ Culture pluviale

Classificateur de base : ce sont des zones terrestres cultivées et gérées

Forme de vie : cette formation est constituée par des herbacées.

Aspect spatial : les surfaces occupées sont généralement recouvertes en continu ou en discontinu

Combinaison de culture : ce type de culture est constitué soit par une monoculture ou plusieurs cultures

Pratique culturale liée à la couverture : c'est une culture dont l'approvisionnement en eau est entièrement dépendant des précipitations (permanente, jachère, etc.)

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Erosion : N/A

Type de culture : les types de culture sont des plantes herbacées adaptées à des sols secs.

➤ Tavy

Classificateur de base : ce sont des zones terrestres cultivées et gérées

Forme de vie : Cette formation est constituée par des herbacées

Aspect spatial : les surfaces occupées sont recouvertes en continu ou en discontinu

Combinaison de culture : Il peut être constitué d'une monoculture ou de plusieurs cultures.

Pratique culturale liée à la couverture : il consiste à effectuer une culture sur brûlis, utilisé pour convertir la forêt en zones de culture.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Erosion : N/A

Type de culture : il est généralement constitué par des plantes herbacées adaptées à des sols secs.

d) Surface bâtie

➤ Zones habitées

Classificateur de base : ces sont des surfaces artificielles.

Aspect de surface : elles sont essentiellement constituées par des surfaces construites.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Aspect de construction : ces zones sont caractérisées par une durée d'occupation longue. Les constructions sont non- linéaires en générale.

➤ Infrastructure

Classificateur de base : ces sont des surfaces artificielles.

Aspect de surface : ce sont des surfaces construites autres que les zones habitées

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Aspect de construction : elle est caractérisée par une durée d'occupation longue et les constructions sont linéaires.

e) Zones nues

➤ Zones rocheuses

Classificateur de base : ce sont des surfaces nues

Aspect de surface : ce sont des zones constituées par des surfaces naturelles

Aspect spatial : ces zones peuvent être continues ou discontinues dans l'espace.

Forme de terrain : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Végétation : les traces de végétation sont inférieures à 5 % Type

de sol : les sols sont généralement de type rocheux.

➤ Zones sableuses

Classificateur de base : ce sont des surfaces nues

Aspect de surface : ce sont des zones constituées par des surfaces naturelles

Aspect spatial : ces zones peuvent être continues ou discontinues dans l'espace.

Forme de terrain : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : éolienne

Végétation : elles présentent une trace de végétation inférieure à 5 %
Type de sol : le sol est de type sableux.

➤ Karst

Classificateur de base : ce sont des surfaces nues

Aspect de surface : une structure géomorphologique résultant de l'érosion hydrochimique et hydraulique de toutes roches solubles, principalement de roches carbonatées dont essentiellement des calcaires.

Aspect spatial : ces zones peuvent être continues ou discontinues dans l'espace.

Forme de terrain : N/A

Climat : elle se trouve sur toute latitude donc il n'existe pas de climat typique pour ce type de formation.

Altitude : la formation peut se trouver à toute altitude

Erosion : N/A

Végétation : les traces de végétation sont inférieures à 5 % voir absentes.

Type de sol : le massif constituant la formation est constitué par le quartzite et les roches gréseuses.

➤ Autres surfaces nues

Classificateur de base : ce sont des surfaces nues

Aspect de surface : c'est une surface abiotique naturelle dominée par des sols nus

Aspect spatial : il peut être continu ou discontinu

Forme de terrain : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : hydrique

Végétation : le couvert végétal est inférieur à 5 %

Type de sol : il est constitué par des zones nues autres que les zones sableuses et rocheuses.

f) Zones humides

➤ Rivière

Classificateur de base : c'est une surface d'eau naturelle

Statut physique : elle est constituée par des eaux de surface

Persistance : elle peut être mouvante, permanente ou saisonnière.

Profondeur : la profondeur est variable

Charge de sédiment : N/A

Altitude : N/A

Erosion : les rivières sont victimes des ensablements

Végétation : N/A

Salinité : elle est constituée par des eaux douces.

➤ Delta

Classificateur de base : ce sont des surfaces d'eau naturelle

Statut physique : c'est un type d'embouchure qu'un cours d'eau peut former à l'endroit où il se jette dans un océan, une mer ou un lac

Persistance : ce sont des Surfaces d'eau naturelle mouvante

Profondeur : N/A

Charge de sédiment : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Végétation : N/A

Salinité : il est constitué par des eaux saumâtres

➤ Lac

Classificateur de base : ce sont des surfaces d'eau naturelle

Statut physique : ces zones sont constituées par des eaux de surface

Persistance : ce sont des Surfaces d'eau naturelle stagnante, permanente ou non.

Profondeur : N/A

Charge de sédiment : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Végétation : N/A

Salinité : ce sont des zones constituées par des eaux douces.

➤ Marais

Classificateur de base : C'est une surface d'eau naturelle

Statut physique : c'est une zone avec des eaux de surface

Persistance : en permanence ou par intermittence

Profondeur : elle est généralement peu profonde

Charge de sédiment : elle est constituée par des apports oligotrophes stagnantes

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Végétation : Les marécages tendent à être dominés par diverses espèces : *Cyperus* ssp., *Typha angustifolia*, *Phragmites mauritianus*, *Polygonum acuminatum*, *Raphia* sp. Les éléments d'origine de la forêt marécageuse sont des espèces de palmiers et de *Pandanus* mais aussi : *Ravenala madagascariensis*, *Voacanga thouarsii*, *Mascarenhasia* ssp.

Salinité : c'est une zone avec des eaux douces

8. Recommandations et perspectives

Ce processus de définition des UOT à Madagascar a permis de clarifier les différentes définitions existantes et de définir les réajustements nécessaires pour le processus REDD+ à Madagascar. A l'issue des différentes consultations et réunions de travail, plusieurs implications de cette étude ont été identifiées comme priorités dans la mise en œuvre du processus :

- Maintenir la proposition d'inclusion des « Forêts éligibles dans le cadre de la REDD+ » dans la définition de la forêt lors de la révision de la loi forestière
- Soutenir le Ministère en charge de l'Aménagement du Territoire sur l'établissement de textes réglementaires sur les UOT avec un renvoi sur les textes forestiers pour les classes forestières

- Etablir avec la Direction Générale des Forêts un texte réglementaire régissant les « Forêts éligibles dans le cadre de la REDD+ »
- Réaliser en plusieurs étapes l'analyse de la déforestation à Madagascar par :
 - L'établissement d'une grille permanente de suivi à l'échelle nationale
 - Le traitement historique des images afin de ressortir les cartes forestières et la carte de déforestation historique en harmonie avec les nouvelles définitions proposées
 - Réaliser des analyses des classes sur Collect Earth pour affiner la cartographie nationale des forêts
 - Réaliser un Inventaire Forestier National sur base de la même grille et les mêmes références spatiales que la partie cartographique et la partie Collect Earth
 - Spatialiser l'ensemble des efforts nécessaires à l'échelle nationale et définir les engagements réels pour chaque écosystème
 - Réajuster l'ensemble des documents cadres de soumissions d'engagement de réduction à l'échelle du pays.

9. Références

- Ahlqvist, O. 2008. In search of classification that supports the dynamics of science – The FAO Land Cover Classification System and proposed modifications. Environment and Planning B: Planning and Design 35(1) 169-1996.
- Angelsen, A. 2009. Faire progresser la REDD. Enjeux, options et répercussions, 206p.
- Blaschke, T., and Strobl, J., 2001. « What's wrong with pixels ? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS».
- Blaschke, T., 2009. « Object based image analysis for remote sensing». ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.

- Brown, D. G et Duh, J.-D., 2004. Spatial simulation for translating from land use to land cover, *International Journal of Geographical Information Science*, 18(1) : 35-36.
- Collect Earth User Manual. 2015. A guide to monitoring land use change and deforestation with free and open-source software.
- Digregorio, A.D., et Jansen, L.J.M.. 2000. Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual, Rome: UN FAO, 179 pp.
- Di Gregorio, Jansen, 2002. Parametric land cover and land-use classification as tools for environmental change detection, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol 91,
- Di Gregorio, Jansen, 2003. Land-use data collection using the "LCCS": results from a case study in Kenya, *Land use Policy*, Vol 20, issue 2, pp131-148.
- FAO. 2004. The Africover Initiative, Food and Agricultural Organisation, See www.africover.org/africover_initiative.htm (Last accessed December 2009).
- Feitosa, C.U., Costa, G.A.O.P. et T. B. Cazes. 2006. A genetic approach for the automatic adaptation of segmentation parameters. In *International Conference on Object-based Image Analysis*. 04-05 juillet, Austria.
- Herold, M., Hubald, R. and Di Gregorio - GOFI/GOLD. 2009. Translating and evaluating the land cover legends using the UN Land Cover Classification System (LCCS). Report N°43.
- Kim, M., Madden, M. et T.A. Warner. 2008. Estimation of optimal image object size for the segmentation of forest stands with multispectral Ikonos imagery, *Object-based Image Analysis - Spatial Concepts for Knowledge-driven Remote Sensing Applications* (Blaschke, T., Lang, S. et G.J. Hay, editors), Springer-Verlag, Berlin: 291–307.
- Lecerf, R. 2008. Suivi des changements d'occupation et d'utilisation des sols d'origine anthropique et climatique à l'échelle régionale par télédétection moyenne résolution. 312 p.
- MEEF. 2014. Proposition des mesures pour l'état de préparations (R-PP), Madagascar.
- MEEF. 2015. Evaluation des besoins liés à la mise en place d'un Système National de Surveillance des Forêts à Madagascar en vue de la préparation du pays à la REDD+.

- MEF. 1996. Inventaire écologique forestier national : problématique, objectifs, méthodes, résultats, analyses et recommandations. Madagascar.
- Ministère de l'Environnement et des Forêts. 2012. Rapport sur l'état de l'environnement à Madagascar 2012. Chapitre 2 : Atmosphère, air et changement climatique. Rapport non publié. Ministère de l'Environnement et des Forêts, Antananarivo.
- Navulur, K., 2007. « Multispectral image analysis using the object-oriented paradigm ». pp.1105 ; pp 89-100.
- Primack, R. et Ratsirarson, J., 2005. Principe de Base de la Conservation de la Biodiversité, ESSA, Cite.
- Sparfel, L., Gourmelon, F. et Le Berre, I., 2008. « Approche orientée-objet de l'occupation des sols en zone côtière ». Revue Télédétection, vol. 8, n°4, p. 237-256.
- Thi-Thanh-Hièn, P. et Dong-Chen, H. 2012. « Classification orientée objet d'une image Quickbird de la ville de Hanoi(Viêtname) : Etude empirique des paramètres de segmentation. Revue Télédétection, vol. 11, n°2, p.287-305.
- FCPF. 2015. Rapport de progression annuel REDD+, FCPF, Madagascar.
- Verchot, L., and Petkova, E. 2009. The State of REDD Negotiations: Consensus Points, Options for Moving Forward and Research Needs to Support the Process. Bogor: CIFOR.pp 1-24.

10. Références clés pour les classes et les classificateurs

- Andry RANDRIANARISON (2009). Dynamique des écosystèmes forestiers en contact avec les savanes dans le corridor forestier de Fianarantsoa (Sahabe- Ambohimahamasina) _ Mémoire de Diplôme d'études approfondies en biologie et écologie végétales
- Antoine Leboeuf, ing. f., *Ph.D* ,Marie-Pierre Samson, t.a.a.g. , Audrey Paquet , GUIDE D'INTERPRÉTATION DES MOSAÏQUES D'IMAGES SATELLITE LANDSAT. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs Secteur des forêts Mars 2015.
- Archives de documents de la FAO : Etude sur les ressources forestières et les plantations forestières du Sénégal.

- Bureau National de Coordination REDD+ (2017). Niveaux d'émissions de référence des forêts de Madagascar pour la réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts. Soumission à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
- Cinquième rapport national sur la biodiversité biologique Madagascar, 204 pp.
- Dufils, J.M., 2008, Couvert forestier dans Paysages naturels de Madagascar ed. GOODMAN, Museum national d'histoire naturelle, Paris.
- FuturaSciences FAO, Agroforesterie : La pratique de la gestion durable des terres.
- GUILLAUMET J.-L. & J. KOEHLIN, 1971. Contribution à la définition des types de végétation dans les régions tropicales (exemple de Madagascar). *Candollea* 2612: 263-211.
- Humbert, H. (1965) Description des types de végétation in Humbert, H. & Cours Darne, G., Notice de la carte, Madagascar. Trav. Sect. Sci Techn. Inst. Frailç. Pondichéry 6: 46-78.
- Perrier de la Bathie, H. (1921) La végétation malgache. *Ann. Inst. Bot.-G&ol. Colon.* Marseille, ser. 3, 9: 268 pp.
- Integrated coastal area management and agriculture, forestry and fisheries, FAO Guidelines, FAO, Rome, 1998.
- Whitmore, T.C. 1990. An introduction to tropical rain forests. Oxford, UK, Clarendon Press Ltd. 226 pp.
- ISSUE 3: Land cover mapping, land cover classifications, and accounting units
- KOEHLIN J., GUILLAUMET J.L. & MORAT P., 1974.- Flore et végétation de Madagascar. Vaduz, Cramer, 687 p.
- Land cover classification for ecosystem accounting Prepared by Antonio di Gregorio (FAO), Gabriel Jaffrain (IGN-FI) and Jean-Louis Weber (EEA).
- Les végétaux les plus aromatiques, l'arbre de l'encens, le cannelier, le giroflier (Bern. de StP., *Harm. nat.*, 1814, p. 346).
- Maurice Carbonnell (1963). Les formations végétales du Sud-Est de Madagascar. *Études rurales* 8, pp. 84-91
- Maurice Schmid (1974). Végétation du Viet-Nam: le massif sud-annamitique et les régions limitrophes. *Botanique – Vietnam*

- Observatoire du Sahara et du Sahel. Cartographie de l'occupation du sol, Spécifications techniques, REP-SAHEL.
- Perrier De La Bathie (1928). Les Prairies de Madagascar. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée _ 84 pp. 549-557.
- SFFN, Service de la faune, des forêts et de la nature (Archives de documents de la FAO : Etude sur les ressources forestières et les plantations forestières du Sénégal).
- ZOMER, R.J., TRABUCCO A., VERCHOT L.V., MUYS B., 2008. Land area eligible for afforestation and reforestation within the Clean Development Mechanism: a global analysis of the impact of forest definition. *Mitig Adapt Strat Global Change* 13. Pages: 219-239.
- Web
- <https://www.aquaportail.com/definition-11721-foret-seche.html> •
- <http://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=9525> •
- <https://www.greenfacts.org/fr/glossaire/def/foret.htm>
- [https://fr.glosbe.com/fr/fr/culture pluviale](https://fr.glosbe.com/fr/fr/culture+pluviale)
- <http://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/>

11. Annexes

Annexe 1 : Liste des cartes consultées pour la proposition des classes et sous classes d'UOT

Titre	Niveau	Sources	Auteur	Année de réalisation
Carte Topo 100 c54	AMBAHIKILY	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 s34	AMBANJA	FTM	FTM	1969
Occupation du sol	Complexe d'aires protégées Ambohimirahavy Marivorahona	FTM 2006/BIODEV 2014/TPF 2014/WWF 2014	BIODEV, WWF	2015
Carte de l'occupation du sol	péninsule d'Ampasindava	Landsat 2013	Tahinarivony	2016
Carte d'occupation	SAVA	FTM BD 100, ATLAS DE LA VULNERABILITE SECTORIELLE DE LA REGION SAVA	Humber	1965
cartes forestières	Tsinjomitondraka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
cartes forestières	Adabotokana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1968
Carte d'occupation et utilisation des sols	Alakamisy	IKONOS 2006/ Fanamby, FTM/BD 500	Vololonirainy	2010
cartes forestières	Alakamisy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Carte d'occupation des sols	Alaotra mangoro	MATE	MATE	2013
Carte topographique 1:50000	Alarobia Ambovobe	FTM	FTM	1976

Carte Topo 100 n39	AMABALABE	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 e55	AMBABOA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 v40	AMBAHIMITOhibe	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 u33	AMBAKIRANO	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 q44	AMBAKIRENY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambalakida	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Ambalavao	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Mode d'occupation des sols	AMBALAVAO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambanja	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1956
cartes forestières	Ambararata	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Carte Topo 100 DE45	AMBARARATAKELY	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 i57	AMBARARATAVOKATRA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 i44	AMBARAVARANALA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 j51	AMBARIJANAHARY	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 p46	AMBATO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambato Boeni	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1953
Carte Topo 100 m48	AMBATOASANA VALABETOKANA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 m41	AMBATO-BOENI	FTM	FTM	1969
Carte topographique 1:50000	Ambatofinandrahana	FTM	FTM	1976

cartes forestières	Ambatofinandrahana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Carte d'utilisation des sols	AMBATOFINANDRAHANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambatofotsy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
Carte Topo 100 p51	AMBATOHAMBO	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 i50	AMBATOLAHY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambatolampy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Carte Topo 100 p48	AMBATOLAMPY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambatomainty	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
cartes forestières	Ambatomanoïna	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967

cartes forestières	Ambatomena	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Ambatondradama	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Carte topographique 1:50000	Ambatondrazaka	FTM	FTM	1976
Carte Topo 100 t41	AMBAVAHADIALA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambenja	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Carte Topo 100 f43	AMBERENY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambilobe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
cartes forestières	Amboasary	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Carte Topo 100 L62	AMBOASARY SUD	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambodibonara	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958

Carte Topo 100 x4142	AMBODIFOTOTRA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambodimanara	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Carte Topo 100 r38	AMBODIMANAY	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 q52	AMBODINONOKA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 h42	AMBOHIBENOY	FTM	FTM	1969
Carte d'utilisation des sols	Ambohijanahary	Institut de recherche scientifique de Madagascar	BOSSER et RIQUIER	1958
cartes forestières	Ambohijanahary	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
Carte Topo 100 o54	AMBOHIMAHAMASINA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambohimahaso	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Carte Topo 100 o52	AMBOHIMAHASOA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 n52	AMBOHIMAHASOA	FTM	FTM	1969
Carte topographique 1:50000	Ambohimahavelona	FTM	FTM	1976
Carte d'utilisation des sols	Ambohimandroso	Institut de recherche scientifique de Madagascar	BOSSER et RIQUIER	1952
cartes forestières	Ambohimanga	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
Carte Topo 100 p52	AMBOHIMANGA ATSIMO	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 m46	AMBOHIMANJAKA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 m49	AMBOHIMASINA	FTM	FTM	1969
Carte topographique 1:50000	Ambohimaso	FTM	FTM	1976

cartes forestières	Ambohimandra	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Carte Topo 100 q49	AMBOHIMILANJA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 o45	AMBOHITANTELY	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 p49	AMBOHITOMPOINA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 yz38	AMBOHITRALANANA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 i53	AMBOHITRAMPELA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambohitromby	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Carte Topo 100 f45	AMBOLOANDO	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 n38	AMBONDROMBE	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 q45	AMBONINDRIANA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 j46	AMBONONKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Amborompotsy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
Carte Topo 100 L51	AMBOROMPOTSY	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 o51	AMBOSITRA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ambovombe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Carte Topo 100 h59	AMPANASANA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 M44	AMPANATAOVANDRAZOZEFA	FTM	FTM	1969
CarteTopo 100 k47	AMPANATAOVANIZAOBERA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ampandrana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
Carte Topo 100 x34	AMPANEFANA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 j45	AMPANOTOKANA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 j45	AMPANOTOKANA	FTM	FTM	1969

Carte topographique 1:50000	Amparafaravola	FTM	FTM	1976
Carte d'occupation et utilisation des sols	Amparafaravola	IKONOS 2006/ Fanamby, FTM/BD 501	Vololonirainy	2010
Carte Topo 100 n44	AMPARIBOLANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ampasimanjeva	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Ampasimatera	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Carte Topo 100 q39	AMPASIMATERA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 h45	AMPASIMENA	FTM	FTM	1969
Couverture végétale	Ampasindava	Landsat	Jacquis Tahinarivony	2013
Carte Topo 100 t33	ANABORANO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Anaboriana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Carte Topo 100 37	ANAHIDRANO	FTM	FTM	1969
CarteTopo 100 f49	ANALAFOLAKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Analalava	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1956
cartes forestières	Analalava	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1956
Carte Topo 100 f47	ANALALAVA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 q36	ANALALAVA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Analamary	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1956
Topo 100 e48	ANALAMAY	FTM	FTM	1969
Topo 100 f48	ANALAMENA	FTM	FTM	1969
Topo 100 no41	ANALANIVAKIVORO	FTM	FTM	1969

Topo 100 e56	ANALAVELONA	FTM	FTM	1969
Topo 100 t42	ANAMBOTSITAKADANITRA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Andainga	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 r45	ANDAINGO	FTM	FTM	1969
Carte topographique 1:50000	Andaobato	FTM	FTM	1976
Topo 100 w36	ANDAPA	FTM	FTM	1969
Topo 100 h51	ANDEMBOMENA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Andilanatoby	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Topo 100 m50	ANDOHABATOKELY	FTM	FTM	1969
Topo 100 L58	ANDOHANAMPILAKAFOTRA	FTM	FTM	1969
Topo 100 q40	ANDOHANJANDALIBE	FTM	FTM	1969
Topo 100 g55	ANDOHATANDROKAMONDRO	FTM	FTM	1969
Topo 100 m46	ANDOLOFOTSY	FTM	FTM	1969
Topo 100 v34	ANDRAFAINKONA	FTM	FTM	1969
Carte topographique 1:50000	Andramasina	FTM	FTM	1976
Carte d'utilisation des sols	Andranoerefina (lac alaotra)	Institut de recherche scientifique de Madagascar	BOSSER et RIQUIER	1952
Topo 100 u31	ANDRANOFANJAVA	FTM	FTM	1969
Topo 100 EF41	ANDRANOFOTSY	FTM	FTM	1969
Topo 100 f40	ANDRANOLAVA	FTM	FTM	1969

cartes forestières	Andranomafana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Andranomena	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Andranondambo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Andranosoa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Topo 100 L44	ANDRANOVORIBE	FTM	FTM	1969
Topo 100 i51	ANDRANOVORIMAIKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 F44	ANDRANOVORIMENA	FTM	FTM	1969
Topo 100 w34	ANDRAVORY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Andriafiamajera	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 p43	ANDRIAMENA	FTM	FTM	1969
Topo 100 n43	ANDRIBA	FTM	FTM	1969
Topo 100 w33	ANDROFIAMENA	FTM	FTM	1969

cartes forestières	Andronomalio	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Androtsy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 h62	ANDROVITSIAKANGA	FTM	FTM	1969
Topo 100 f58	ANIVORANO	FTM	FTM	1969
Topo 100 m44	ANIVORANO	FTM	FTM	1969
Carte d'utilisation des sols	Anjiajia	Institut de recherche scientifique de Madagascar	BOSSER et RIQUIER	1952
cartes forestières	Anjoma-Ramartina	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967

Évolution spatiale de la couverture forestière du corridor Anjozorobe-Angavo	Anjozorobe	Landsat 1994 et 2000/ Ikonos 2006	Vololonirainy R,	2010
cartes forestières	Anjozorobe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1952
Topo 100 h58	ANKAIZANAMPELA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ankarafantsika	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 n40	ANKARAFANTSIKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 o40	ANKARAFANTSIKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ankaramena	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
Topo 100 m54	ANKARAMENA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ankaramibe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1956
Topo 100 r33-34	ANKARAMIBE	FTM	FTM	1969
Topo 100 h60	ANKARANABO	FTM	FTM	1969
Topo 100 i59	ANKARANDOHA	FTM	FTM	1969
Topo 100 m43	ANKARATRA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ankarimbelo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 u38	ANKARONGANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ankazobe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
cartes forestières	Ankazobe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
Topo 100 p44	ANKAZOTAOLANA	FTM	FTM	1969

Topo 100 h56	ANKEZATANY	FTM	FTM	1969
Topo 100 g51	ANKILANJY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ankilizato	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 g45	ANKILIZATO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ankirihitra	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Topo 100 l41	ANKIRIHITRA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ankoba	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Ankobakobaka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Topo 100 o44	ANKORIRIKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 f50	ANKOROTSELY	FTM	FTM	1969
Topo 100 E47	ANKOTROFOTSY	FTM	FTM	1969
Topo 100 q33-34	ANOROTSANGANA	FTM	FTM	1969
Topo 100 r48	ANOSIBE AN'ALA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Anosivelo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 v33	ANOVILAVA	FTM	FTM	1969
Topo 100 f42	ANTAHIABE	FTM	FTM	1969
Topo 100 l43	ANTALILAVA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Antanambao	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Carte topographique 1:50000	Antananarivo	Service des eaux et forêts	FTM	1976
Topo 100 p47	ANTANANARIVO	FTM	FTM	1969
Topo 100 de43	ANTANANDAVA	FTM	FTM	1969

Topo 100 m42	ANTANANDAVA	FTM	FTM	1969
Topo 100 p45	ANTANETIBE	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Antanifotsy	FTM	Service des eaux et forêts	1964
Carte topographique 1:50000	Antanimasaka	FTM	FTM	1976
cartes forestières	Antanimbaritsara	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1953
Topo 100 h57	ANTANIMENANDOHAMPOTSY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Antanimora	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 v41	ANTAVEPATALOHA	FTM	FTM	1969
Topo 100 k44	ANTOGO BORINTSIARIDRINA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Antonibe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 o37	ANTONIBE	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Antsaba	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 h47	ANTSAHALALINA	FTM	FTM	1969
Topo 100 L45	ANTSAHALAVA	FTM	FTM	1969
Topo 100 h46	ANTSAHATRA-MAHIZINA	FTM	FTM	1969
Topo 100 w35	ANTSAHAVARIBE	FTM	FTM	1969
Topo 100 u37	ANTSAKABARY	FTM	FTM	1969
Topo 100 u39	ANTSARAMIDOLA	FTM	FTM	1969
Topo 100 u32	ANTSARAVIBE	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Antseva	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 n43	ANTSIA TAHOSITRA	FTM	FTM	1969

Topo 100 u40	ANTSIATSIKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 g48	ANTSINGY	FTM	FTM	1969
Topo 100 g44	ANTSIPOTIPOTY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Antsirabe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Antsirabe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 n49	ANTSIRABE	FTM	FTM	1969
Topo 100 r39	ANTSIRAMANJAVAVY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Antsitabe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 i42	ANTSOHABE	FTM i42	FTM	1969

cartes forestières	Antsohihy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Carte d'occupation des sols	AP Andringitra	MNP	MNP	2007
Carte d'occupation des sols	AP Ranomafana	MNP	MNP	2004
cartes forestières	Arivonimamo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1954
Topo 100 o47	ARIVONIMAMO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Babaria	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Carte d'occupation et utilisation des sols	Baie d'Ambodivahibe	MNP	MNP	2007
Topo 100 o38	BAIE DE LA MAHAJAMBA	FTM	FTM	1969
Topo 100 o37	BAIE DE MORAMBA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Baie de Narinda	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964

Topo 100 op36	BAIE DE NARINDRA	FTM	FTM	1969
Topo 100 f52	BALONGA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Basibasy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Carte d'occupation	Bassin de mandrare	WWF	ETC 2012	2012
Carte d'occupation du sol	bassin versant du Maningory	Alarela	Ihoby Henintsoa RANDRIAMALALA	2015
Carte d'utilisation des sols	Bassin versant Sahasarotra	Landsat	Simone Randriamanga	2005
Carte d'utilisation des sols	Bealanana	Institut de recherche scientifique de Madagascar	BOSSER et RIQUIER	1952
Topo 100 G50	BEALOKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Beanana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 v39	BEFALAFA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Befandefa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1969
Topo 100 e42	BEFANENITSY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Befasy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
Topo 100 s47	BEFORONA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Befotaka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 r36	BEFOTAKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 v42	BEHELOKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 o41	BEKABIJA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Bekisopa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961

Topo 100 j54	BEKISOPA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Bekitro	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 h42	BEKODOKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 g62	BELAMBO	FTM	FTM	1969
Topo 100 j48	BELANGORONA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Belobaka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 j47	BELOBAKA	FTM j47	FTM	1969
cartes forestières	Bemangily	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Bemaraha Centre	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
cartes forestières	Bemarivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Beomby	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1973
cartes forestières	Bepoaka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Beraketa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Berenty	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
cartes forestières	Beroroha	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 h54	BEROROHA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Besavoa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 j52	BETAHILA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Betaimboay	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 H44	BETAKONA	FTM	FTM	1969
Topo 100 g51	BETONAKA	FTM	FTM	1969

cartes forestières	Betondro	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 p42	BETRANDRAKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Betroka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 g41	BETSIBOLO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Bevantaza	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
cartes forestières	Bevary	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 h63	BEVOALAVO	FTM	FTM	1969
Topo 100 h50	BEVONA	FTM	FTM	1969
Topo 100 x37	BEZAVONA	FTM	FTM	1969
Topo 100 i45	BONGOLAVA	FTM	FTM	1969
Topo 100 i46	BONGOLAVA	FTM	FTM	1969
Topo 100 i47	BONGOLAVA	FTM	FTM	1969
Topo 100 r37	BORA	FTM	FTM	1969
Topo 100 u47cor	BRICKAVILLE	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Cap Saint André	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
cartes forestières	Cap Saint-Bastien	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
Carte internationale du tapis végétal	Cap st André_lac alaotra	Centre national de recherche scientifique	Humber	1965
cartes forestières	Cap ste Marie	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Carte topographique 1:50000	Causse de kelifely	FTM	FTM	1976
Topo 100 k42	CAUSSES DE L'ANKARA	FTM k42	FTM	1969
cartes forestières	Causse du Kelifely	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1970

Topo 100 j42	CAUSSES DU KELIFELY	FTM j42	FTM	1969
Carte d'occupation des sols	CAZ	FTM DB500, CI, 2013	Auteurs	2013
Carte d'occupation des sols	CAZ	MEEMF & CI	Auteurs	2015
Carte d'occupation des sols	CAZ	CI, FTM, MEFT	CI, MEFT	2009
Carte d'occupation des sols	COFAM	BD 500/ FTM/ MNP/CI	Gael Sola	2010
Carte d'occupation	COFAV	WWF	ETC 2012	2012
Carte d'occupation	Comatsa	WWF	ETC 2012	2012
Carte d'occupation des sols	Complexe Mahavavy Kinkony	Landsat 2005/ BD 500	Asity	2005
Carte d'occupation des sols	Corridor Ranomafana Andringitra	BD200/ IEFN 1994	Gerem	2006
Topo 100 E60	cuvette de l'ilempo	FTM E60	FTM	1969
cartes forestières	Dabolava	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Mode d'occupation des sols	DIANA	FTM 2008 /BD 100 FTM	ERGC/CIRAD	2008
cartes forestières	Didy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1968
Topo 100 uv30	DIEGO SUAREZ	FTM uv30	FTM	1969
cartes forestières	Ebelo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Evolution forestière	Eco-région humide	PERR-FH	WCS, ONE, MNP, ETC 2014	2014

cartes forestières	Erada	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 q48	FALAISE DE L4ANGAVO	FTM	FTM	1969
Topo 100 L49	FALIANDRO ANDREFANA	FTM	FTM	1969
Topo 100 L46	FAMOIZANKOVA	FTM	FTM	1969
Carte d'occupation	Fandriana	WWF	ETC 2012	2012
cartes forestières	Fandriana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 o50	FANDRIANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Fanjakana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 pq57	FARAFANGANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Faratsiho	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
Topo 100 n48	FARATSIHO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Fenoarivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
cartes forestières	Fenoarivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
Topo 100 i54	FENOARIVO	FTM	FTM	1969
Topo 100 v43RVB	FENOARIVO ATSINANANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Fiadanana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
Carte topographique 1:50000	Fianarantsoa	FTM	FTM	1976
Topo 100 n53	FIANARANTSOA	FTM	FTM	1969
Topo 100 n46	FIRAVAHANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Fitampito	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957

Topo 100 L52	FITAMPITO	FTM	FTM	1969
Topo 100 u45	FITO SAHAVIAVY	FTM	FTM	1969
Carte topographique 1:50000	Forêt de Fampambo	FTM	FTM	1976
Carte topographique 1:50000	Forêt de Vohidrazana	FTM	FTM	1976
cartes forestières	Fort-Dauphin	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
cartes forestières	Foulpointe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
Topo 100 v44	FOULPOINTE	FTM	FTM	1969
Topo 100 rs33	HELL-VILLE	FTM	FTM	1969
Topo 100 n50	IALAVOZO	FTM	FTM	1969
Topo 100 p53	IFANADIANA	FTM	FTM	1969
Topo 100 m51	IFENOARIVO	FTM	FTM	1969
Topo 100 K56	IHOSY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ihosal Nord	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
cartes forestières	IhosalSud	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Ikalamavony	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
cartes forestières	Ikalamavony	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
Carte topographique 1:50000	Ikalamavony	FTM	FTM	1976
Topo 100 q35	ILES RADAMA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Imanombo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1955

Carte d'occupation des sols	Imerina central	GTDR		2006
cartes forestières	Iritsoka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Irodo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
Topo 100 k59	ISANGORY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Isoanala	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 M47	ITASY	FTM	FTM	1969
Topo 100 u42	ITSONDRO	FTM	FTM	1969
Topo 100 h61	IVANGOVATO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ivohibe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
cartes forestières	Ivohibe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
cartes forestières	Ivohibe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
Topo 100 n56	IVOHIBE	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Jafaro	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Jangany	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Janjina	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Carte d'occupation des sols	KAM Manompana	BD 500/ FTM/ MNP/CI	Gael Sola	2010
cartes forestières	Kamakama	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 l42	KAMAKAMA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Kandreho	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 k43	KANDREHO	FTM	FTM	1969

Topo 100 h55	KAPOKY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Karianga	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
cartes forestières	Kiangara	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
Topo 100 n44	KIANGARA	FTM	FTM	1969
Carte d'utilisation des sols	Kianjasoa	Institut de recherche scientifique de Madagascar	BOSSER et RIQUIER	1952
cartes forestières	Kiranomena	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Kirimosa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Carte d'occupation	Kirindy	MNP	MNP	2009
cartes forestières	Komajia	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
cartes forestières	Lazarivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Leanja	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
cartes forestières	Lohariandava	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1968
Carte forestière	LOKY MANAMBATO	FANAMBY/MEFT	FANAMBY	2014
Carte d'occupation de la couverture forestière et des déforestations à Madagascar	Madagascar	CI	CI	2010
Carte historique de la déforestation	Madagascar	CI	ONE, ETC, WCS	2015
Carte de végétation	Madagascar	FTM	FTM	1998
cartes forestières	Maevatanana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 n42	MAEVATANANA	FTM	FTM	1969

Topo 100 i42 cartes forestières	MAHABE	FTM	FTM	1969
	Mahabo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Mahaboboka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 o38	MAHADRODROKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Mahajanga	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Topo 100 L39	MAHAJANGA	FTM	FTM	1969
Topo 100 n38	MAHAJANGA	FTM	FTM	1969
Topo 100 x38	MAHALEVONA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Mahaly	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1970
cartes forestières	Mahanoro	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
cartes forestières	Mahasambo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
cartes forestières	Mahasolo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 f53	MAHATSINJOARIVO	FTM	FTM	1969
Topo 100 h41	MAHAVERY	FTM	FTM	1969
Topo 100 p50	MAHAZOARIVO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Mahela	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 p38	MAHIALAMBO	FTM	FTM	1969
Topo 100 o46	MAHITSY	FTM	FTM	1969
Topo 100 e42	MAINTIRANO	FTM	FTM	1969
Topo 100 v38	MAKIRA	FTM	FTM	1969
Topo 100 L50	MALAIKAVARATSY	FTM	FTM	1969

cartes forestières	Malaimbandy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 p40	MAMPIKONY	FTM	FTM	1969
Topo 100 r44	MANAKAMBAHINY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Manakara	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
Topo 100 w40	MANAKARA	FTM	FTM	1969
Topo 100 i55	MANAMBOLO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Manandona	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Mananjary	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 n41	MANARA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Mandabe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
cartes forestières	Mandialaza	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Topo 100 r46	MANDIALAZA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Mandoto	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
Topo 100 t39	MANDRITSARA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Mandronarivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Mandrosonoro	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 m45	MANERINERINA	FTM	FTM	1969
Topo 100 q46	MANGAMILA	FTM	FTM	1969
Topo 100 h43	MANGARAHARATOKANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Mangataboahangy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963

Carte internationale du tapis végétal	Mangoky- cap st André	Centre national de recherche scientifique	Humber	1965
cartes forestières	Manja	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 e53	MANJA	FTM	FTM	1969
Carte topographique 1:50000	Manjakandriana	FTM	FTM	1976
cartes forestières	Manjakandriana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 q47	MANJAKANDRIANA	FTM	FTM	1969
Topo 100 o43	MANOLOMANANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Manombo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Carte forestière	Manompana	Projet MAMIA	Projet MAMIA	2007
Topo 100 wx41	MANOMPANA	FTM	FTM	1969
Topo 100 h39_40	MANONGARIVO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Maria	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Mariarano	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
cartes forestières	Maroadabo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1970
Carte topographique 1:50000	Maroakora	FTM	FTM	1976
Topo 100 t38	MAROAMALONA	FTM	FTM	1969
Topo 100 xy36	MAROAMBIHY	FTM	FTM	1969
Topo 100 w38	MAROANTSETRA	FTM	FTM	1969
Topo 100 e52	MAROFIHITSA	FTM	FTM	1969

cartes forestières	Maromandia	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1956
Topo 100 r35	MAROMANDIA	FTM	FTM	1969
Topo 100 h52	MAROMIANDRA	FTM	FTM	1969
Topo 100 u35	MAROMOKOTRA	FTM	FTM	1969
Topo 100 t40	MAROTANDRANO	FTM	FTM	1969
Topo 100 u36	MAROTAOLANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Marotolona	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Marovitsika	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
Carte d'utilisation des sols	Marovoay	Institut de recherche scientifique de Madagascar	Bosser et Hervieu	1955
cartes forestières	Marovoay	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1952
Topo 100 m40	MAROVOAY	FTM	FTM	1969
Topo 100 s41	MAROVORONDRO	FTM	FTM	1969
Région forestière	Masakao	Landsat	Miora	1990
Région forestière	Masakao	Landsat	Miora	2001
Topo 100 i52	MASOROETSAKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 n45	MASSIF D'AMBILOBE	FTM	FTM	1969
Topo 100 o48	MASSIF D'ANKARATRA	FTM	FTM	1969
Topo 100 v36	MASSIF D'ANTERILOHA	FTM	FTM	1969
Topo 100 w37	MASSIF DE BESARIAKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 t34	MASSIF DE LAMPANASY	FTM	FTM	1969
Topo 100 i58	MASSIF D'IVOhiby	FTM	FTM	1969

Topo 100 h53	MASSIF DU MAKAY	FTM	FTM	1969
Topo 100 s35	MASSIF DU MANONGARIVO	FTM	FTM	1969
Topo 100 t45	MASSIF DU ZANAHARIBE	FTM	FTM	1969
Topo 100 f51	MATAVIHATAKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 p37	MATSABORIMHAZO	FTM	FTM	1969
Topo 100 v37	MATSOANDAKANA	FTM	FTM	1969
CARTE DE LOCALISATION DE LA NAP DU MENABE ANTIMENA	Menabe	FANAMBY/MEFT/Durell	FANAMBY	2014
Carte topographique 1:50000	Merimandroso	FTM	FTM	1976
cartes forestières	Miandravivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Topo 100 s40	MIANDRIZAZA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Miarinarivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 n47	MIARINARIVO	FTM	FTM	1969
Topo 100 r41	MIARINARIVO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Miarinavaratra	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 B56	MIKEA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Mikoboka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 d56	MIKOBOKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Milanoa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 g57	MILIOKAKELY	FTM	FTM	1969

Topo 100 j40 cartes forestières cartes forestières cartes forestières	MITSinJO	FTM	FTM	1969
	Montagne d'Ambre	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
	Moramanga	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
	Moramanga	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
Topo 100 r47 Carte d'utilisation des sols cartes forestières Topo 100 k54 cartes forestières Topo 100 i56 cartes forestières Topo 100 e50 cartes forestières Carte forestière Carte d'occupation Carte d'occupation Carte d'occupation des sols Topo 100 D59 cartes forestières cartes forestières	MORAMANGA	FTM	FTM	1969
	Morarano	Institut de recherche scientifique de Madagascar	BOSSER et RIQUIER	1958
	Morarano	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
	MORARANO	FTM	FTM	1969
	Morarano Sud	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
	MORARIVO	FTM	FTM	1969
	Morombe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
	MORONDAVA	FTM	FTM	1969
	Namakia Ambohibe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
	NAP Belo sur mer	WWG/ KFW	KFW/WWF	2008
	NAP Complexe mangoky Ihotry	CI, BD 500	Asity Madagascar	2016
	NAP Tsitongambarika	CI, BD 500	USAID, MEFT, CI	2005
	NAP Vohibe, Ambalabe commune	MBG/ SAPM/ Atlas of vegetation of Madagascar	Tantely Raminosoa	2013
	NIAVO	FTM	FTM	1969
	Nosy Mitsio-Ambodibonara	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
	Nosy-Ambositra	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962

Carte d'utilisation des sols	Onive	Institut de recherche scientifique de Madagascar	Bosser et Hervieu	1956
Carte d'occupation de sol	Parc Andohahela	MNP	MNP	2003
Carte d'occupation des sols	Paysage Fandriana Marolambo	WWF	WWF	2010
cartes forestières	Perinet	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Topo 100 p39	PLAINE DE BONGOLAVA	FTM	FTM	1969
Carte d'utilisation des sols	Plaine de Morondava	Institut de recherche scientifique de Madagascar	HERVIEU	1959
Topo 100 K51	PLATEAU DE MANDROSONORO	FTM	FTM	1969
Topo 100 m43	PLATEAU DE TSIMANDAINGA	FTM	FTM	1969
Topo 100 h48	PLATEAU DU BEMARAHA	FTM	FTM	1969
Topo 100 h49	PLATEAU DU BEMARAHA	FTM	FTM	1969
Carte d'occupation des sols	Plateau Mahafaly	MATE	MATE	2013
Topo 100 i56	RANOHIRA	FTM	FTM	1969
Topo 100 p53n	RANOMAFANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Ranomafana du Sud	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Ranopiso	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 w39	RANTABE	FTM	FTM	1969
Carte d'occupation	Région analamanga	SDAR	SDAR	2004

Carte d'occupation du sol	Région menabe	FTM	ONE	2004
Carte d'occupation des sols	RS Ambatovaky	Landsat	J. Bogaert	1996
Carte d'occupation des sols	RS Ambatovaky	Landsat	J. Bogaert	2004
Carte d'occupation des sols	RS Ambatovaky	Landsat	J. Bogaert	2014
Carte d'occupation des sols	RS Pic Ivohibe	MNP	MNP	2007
cartes forestières	Sahambano	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
cartes forestières	Sahantaha	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
cartes forestières	Sahasinaka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
cartes forestières	Sahasinaka	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1962
Topo 100 v35	SAHAVALANINA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Sahivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Sainte-Luce	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Sakamena	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Sakaraha	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Salajea	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
cartes forestières	Salary	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Topo 100 f42	SAROTRAVOAKY	FTM	FTM	1969

cartes forestières	Sendrisoa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 n55	SENDRISOA	FTM	FTM	1969
Topo 100 K41	SITAMPIKY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Soalala	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
Topo 100 i39-40	SOALALA	FTM	FTM	1969
Topo 100 w42	SOANIERANA IVONGO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Soaserana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 j49	SOATANIMBARIBE	FTM j49	FTM	1969
cartes forestières	Soatanimbary	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
cartes forestières	Soavina	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
Topo 100 n50	SOAVINA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Soavinandriana	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
cartes forestières	Solila	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
Topo 100 m53	SOLILA	FTM	FTM	1969
Topo 100 f54	SORABITIKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tamatave	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1954
cartes forestières	Tamatave Fito	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Carte topographique 1:50000	Tampoketsa	FTM	FTM	1976
cartes forestières	Tampoketsa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965
cartes forestières	Tampoketsa	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1965

Topo 100 r40	TAMPOKETSA D'ANALAMAITSO	FTM	FTM	1969
Topo 100 q41	TAMPOKETSA DE BEROMAY	FTM	FTM	1969
Topo 100 s43	TANAMBE	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tananarive	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
cartes forestières	Tanandava	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
cartes forestières	Tanandranto	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1967
Topo 100 v45	TOAMASINA	FTM	FTM	1969
Topo 100 no62	TÔLANÄRO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Trangahy Sud	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Tranomaro	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
cartes forestières	Tsanerena	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1972
cartes forestières	Tsangandrano	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
cartes forestières	Tsaramandroso	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 p41	TSARATANANA	FTM	FTM	1969
Topo 100 t35	TSARATANANA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tsaravita	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 u34	TSARAVOSY	FTM	FTM	1969
Topo 100 g42	TSIAFAKANTSITSY	FTM	FTM	1969
Topo 100 g63	TSIANALOAKY	FTM	FTM	1969
Topo 100 o42	TSIANDRARAFA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tsianihy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961

Carte topographique 1:50000	Tsiazompaniry	FTM	FTM	1976
Topo 100 de46	TSIENIMPIHY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tsihombe	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 i63	TSIHOMBE	FTM i63	FTM	1969
Carte d'occupation des sols	Tsimanampetsotsa	CI, FTM	Clovis LOHANIVO	2012
Topo 100 C60-61	TSIMANAMPETSOTSA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tsimandira	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 i41	TSINGY DE NAMOROKA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tsinjoarivo	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1964
Topo 100 o39	TSINJOMITONDRAKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 o39	TSINJOMITONDRAKA	FTM	FTM	1969
Topo 100 g49	TSIRIBIHINA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tsiroanomandidy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1959
Topo 100 k46	TSIROANOMANDIDY	FTM	FTM	1969
Topo 100 g43	TSITANANDRO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tsitondroina	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1960
Topo 100 u41	TSITONGANAKANGAHELY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Tsivory	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1963
Topo 100 k60	TSIVORY	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Vangaindrano	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958

Topo 100 pq58	VANGAINDRANO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Vatomandry	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1957
Carte Topo 100 u43	VAVATENINA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 x33	VOHEMAR	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 g56	VOHIBASIA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 g61	VOHIBATAZA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 h57	VOHIMARY-BELOHOBACA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 i62	VOHIMENA	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 t43	VOHIMENAKELY	FTM	FTM	1969
Carte Topo 100 i60	VOHIMIRORO	FTM	FTM	1969
CarteTopo 100 K57	VOHIPOLAKA	FTM	FTM	1969
Carte topographique 1:50000	Vohitrafeno	FTM	FTM	1976
Carte Topo 100 K54	VOHITSEVO	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Volambita	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1973
cartes forestières	Vondrove	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1961
Topo 100 u44	ZAHAMENA	FTM	FTM	1969
cartes forestières	Zazafotsy	Service des eaux et forêts	Service des eaux et forêts	1958
Carte d'occupation des sols		BD 500/ FTM/ ONE	ONE	2009

Annexe 2 : Note technique UOT

Note technique

Définition d'un système de Classification de l'Utilisation et de l'Occupation des Terres (UOT) et de la Définition de la forêt à Madagascar

1. Contexte

La réduction des émissions dues à la déforestation et la dégradation des forêts (REDD+) est un mécanisme qui vise simultanément l'atténuation des effets du changement climatique, la conservation des forêts et le développement durable. Le principe de la REDD+ est d'octroyer une compensation financière à des pays forestiers qui réduisent les émissions de gaz à effet de serre (GES) issues du secteur forestier. Ces émissions ou absorptions peuvent être issues de quatre activités recensées par les Accords de Cancún : a) la réduction des émissions dues à la déforestation ; b) la réduction des émissions dues à la dégradation des forêts ; c) la conservation des stocks de carbone forestiers ; d) la gestion durable des forêts ; et e) le renforcement des stocks de carbone forestiers.

Pour promouvoir l'utilisation durable des ressources aux fins d'un développement global, il est indispensable de disposer de données fiables nécessaires à une gestion prévisionnelle rationnelle de ces ressources. Or au niveau national il y a actuellement un manque de données de base récentes et de documentation actualisée et harmonisée sur lesdites ressources. Ce vide, qui constitue parfois un obstacle à une optimisation des programmes de développement, se justifie dans une certaine mesure par l'absence de travaux cartographiques couvrant tout le territoire national.

Afin de combler cette lacune et répondre aux priorités du MEEF, le BNC-REDD+ envisage de mettre en place avec toutes les parties prenantes un Système National de Surveillance des Forêts (SNSF) basé à la fois sur des opérations de Surveillance de Terres par Satellite (SSTS) et des Inventaires Forestiers Nationaux (IFN) pour la partie collecte des données. Le système intègre aussi dans un sens large le calcul des niveaux de référence et des inventaires de gaz à effet de serre avec le BNC-CC pour le secteur UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) pour la partie analyse

Dans le cadre de la mise en place du SSTS, il est prévu que la première tâche sera la collecte d'une série historique cohérente de données de changement d'utilisation de terres afin de permettre l'établissement d'un Niveau de Référence de forêts pour la REDD+, l'analyse de l'évolution des émissions GES et l'évolution des changements de couvert forestiers.

Ceci va fournir des informations importantes pour la définition des aires d'intervention des activités d'atténuation et pour la définition de programmes et politiques nationales et régionales. Afin de permettre l'attribution d'une classe d'utilisation et occupation des terres

à chaque unité (soit de référence soit pour la calibration de modèles de classification) il faut un système de classification d'Utilisation et d'Occupation des Terres (UOT) dans lequel la limite entre classes est univoque, et la définition des classes claire, précise et basée sur des critères objectifs et, si possible, quantitative.

2. Approche méthodologique

L'occupation du sol (Land Cover) est une description physique de l'espace, elle est définie comme la couverture (bio-) physique de la surface des terres émergées, c'est-à-dire ce qui recouvre le sol. Plusieurs catégories biophysiques sont distinguées : la végétation (arbres, buissons, champs, pelouses), les sols nus (même s'il s'agit d'un manque de couverture), les surfaces dures (roches, bâtiments), les surfaces humides et les plans d'eaux intérieures.

Par conséquent, l'occupation des sols est « observée », c'est-à-dire scrutée par différentes « sources d'observation » situées à plus ou moins grande distance de la surface terrestre : l'œil humain, les photographies aériennes, les sondes satellites (FAO, 1998).

L'utilisation du sol caractérise les arrangements, les activités et les intrants introduits par l'homme sur un certain type d'occupation du sol visant à en tirer des produits et/ou des bénéfices, on parle donc d'une description des surfaces terrestres selon leurs finalités socioéconomiques : superficies résidentielle, industrielle, commerciale ou agricole (Brown et al., 2004). En raison du rôle implicite ou explicite de l'homme dans la détermination de l'utilisation des sols, elle doit être traitée séparément de l'occupation du sol, assurant ainsi la cohérence et la comparabilité interne et externe.

Pour le cas de Madagascar, l'analyse de la situation est réalisée suivant 6 étapes :

- une identification des besoins liés à la définition d'un système de classification UOT et la définition de la forêt à Madagascar
- une analyse de l'existant pour une définition d'un système de classification UOT et la définition de la forêt à Madagascar
- la mise en place d'une version opérationnelle du système de classification UOT
- le test du système de classification et implications sur le système UOT
- le développement d'un Document cadre pour la mise en œuvre du système de classification UOT à Madagascar
- l'information et la formation des parties prenantes.

3. Les éléments clés du processus

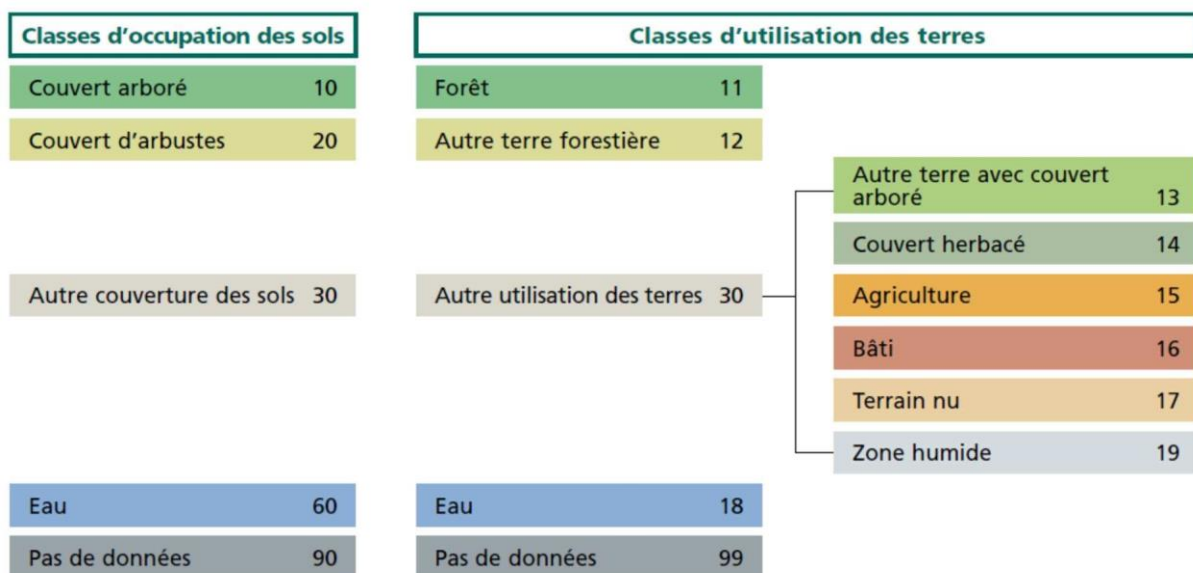
3.1. Les besoins

- Nécessité de suivre l'évolution de l'état des ressources naturelles (à titre de rapportage REL/RL, IGES, ... mais surtout à titre d'outils d'aide à la décision PolFOR, PSAEP, PNAT... et de priorisation espaces de croissance, zone d'investissement agricole, Aires Protégées, ...)
- Réponses par des situations ponctuelles (forêt, agriculture, occupation foncière, ...) et non uniformisés → nécessité d'avoir des bases uniformisées utilisables à toutes les échelles et pour tous les secteurs (réflexion de base sur les occupations, transition vers les vocations)

3.2. La situation actuelle

- Difficulté de séparation des utilisations et des occupations

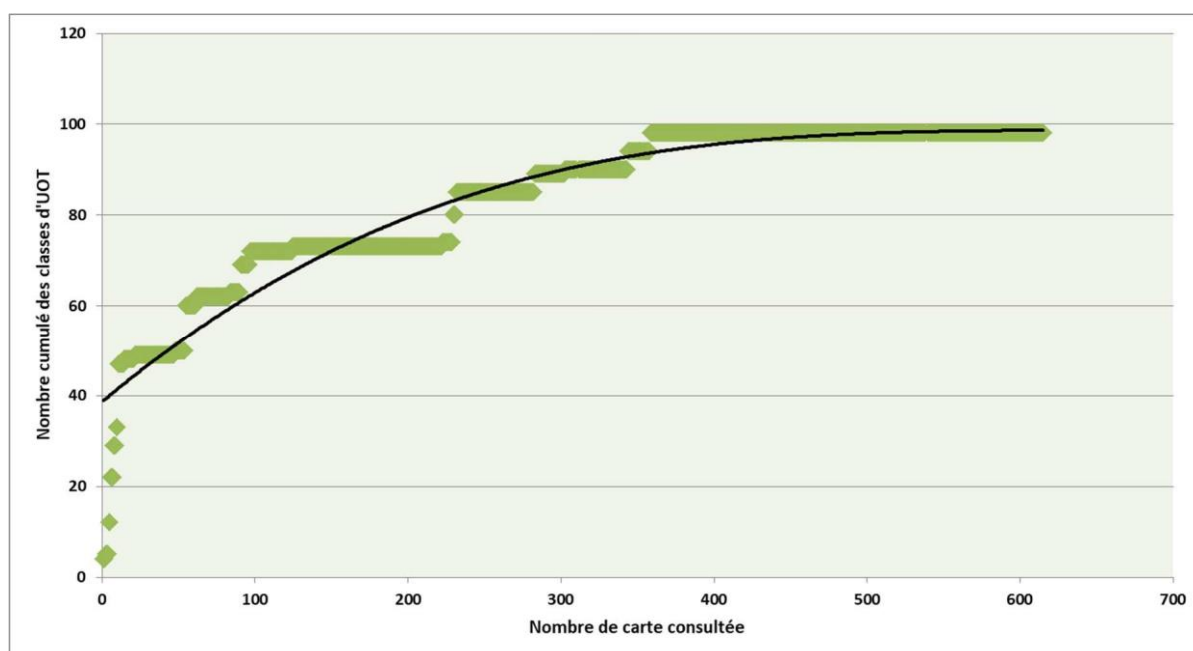
Classes d'occupation des sols et d'utilisation des terres et leurs codes numériques



Exemple de diagramme utilisé par la FAO et JRC (Simonetti, Beuchle et Eva, 2011)

- Cartographie partielle par unité géographique, écorégionale, ... et non uniformisée à l'échelle nationale (réponse à des besoins projets, ...)

- Seules quelques initiatives ont été réalisées à l'échelle nationale (IEFN, déforestation) et sur l'ensemble des unités du paysage (carte topographique par exemple)
- Recueil de l'ensemble des données cartographiques disponibles au niveau national, régional, communal et au niveau des sites (uniquement les Aires Protégées à ce niveau, pour les autres secteurs, l'inventaire s'est focalisé sur les communes)



Nombre de classes observées et cumulées sur les cartes existantes à l'échelle du pays

3.3. L'opérationnalisation

Les classes identifiées peuvent être structurée d'une manière dichotomique (forêt /no forêt par exemple) et hiérarchique (agriculture par exemple et scindée en irrigué et non irrigué). Au niveau international, cela répond à l'initiative développée par la FAO afin de créer une base de référence internationalement reconnue de la couverture terrestre (FAO, 2004) appelée LCCS (Land Cover Classification System) développé à partir et amélioré depuis 1996. L'approche a été utilisée pour la première fois dans le projet Africover (FAO) et un logiciel LCCS a été développé (dernière version : 3). Cet outil permet d'aider l'utilisateur à créer sa propre légende en se basant sur la hiérarchie LCCS. En outre, le concept LCCS constitue une forme de la « Land Cover Macro Language (LCML) » qui est actuellement une norme ISO (ISO 19144 :2012) pour la classification de la couverture terrestre (ISO 19144 :2009).

Le LCCS a été élaboré en deux phases principales :

- Une phase initiale : Dichotomous Phase, durant laquelle huit occupations du sol principales ont été définies

Approche dichotomique du LCCS pour construire des classes primaires

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
A. Principalement végétalisée	A1. Terrestre	A11. Zones terrestres cultivées et gérées
		A12. Végétation terrestre naturelle et semi-naturelle
	A2. Aquatique régulièrement inondée	ou A23. Aquatique cultivée ou régulièrement inondée
		A24. Aquatique naturelle et seminaturelle ou régulièrement inondée
B. Principalement non végétalisée	B1. Terrestre	B15. Surfaces artificielles et zones associées
		B16. Surfaces nues
	B2. Aquatique régulièrement inondé	ou B27. Plans d'eau artificiels, neige et glace
		B28. Plans d'eau naturels, neige et glace

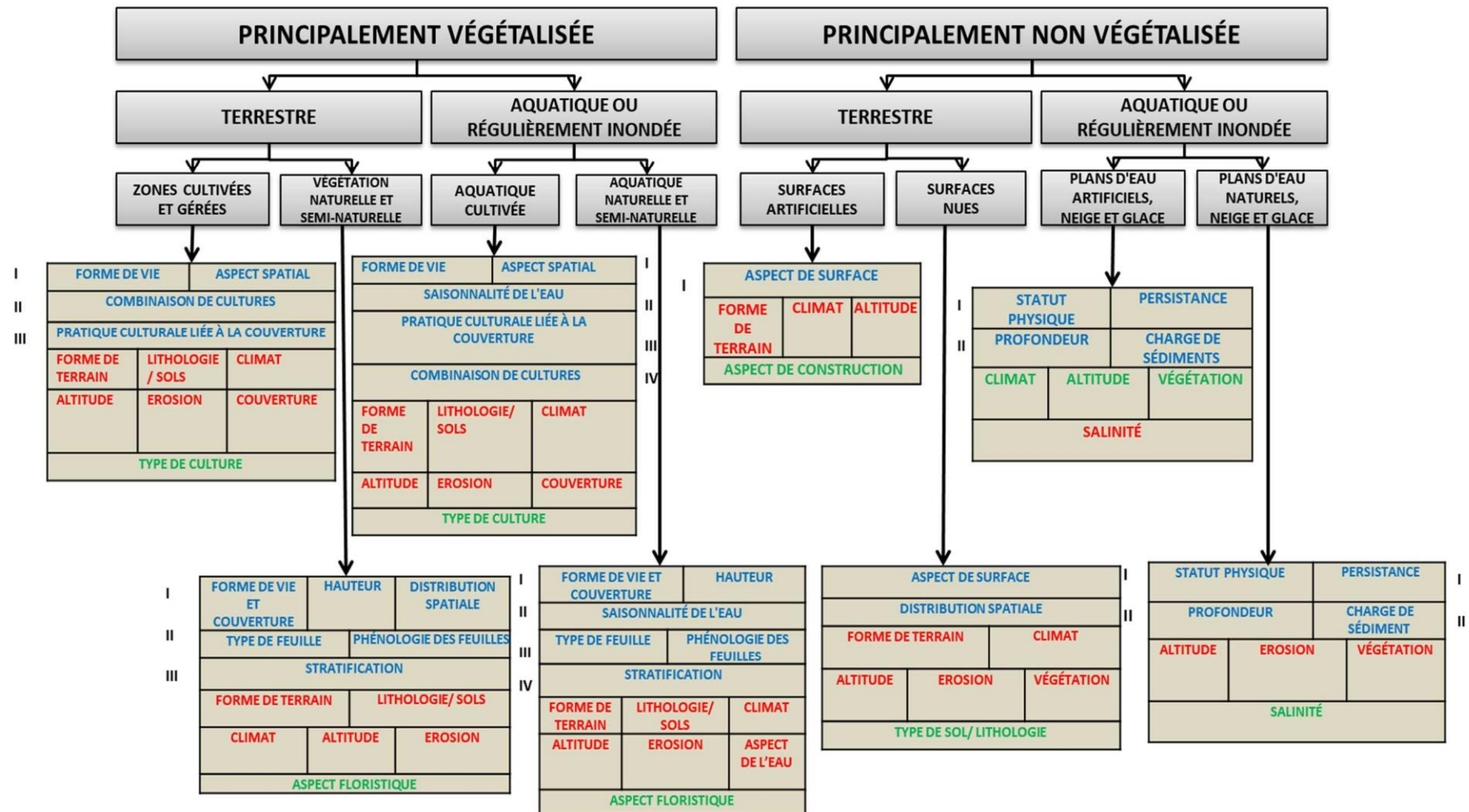
Pour cette phase, trois critères ont été utilisés : la présence de végétation, les conditions édaphiques, couverture artificielle ou non. Les définitions quantitatives de ces huit classes sont disponibles dans Di Gregorio et Jansen (2000)

- Une phase secondaire : Modular-Hierarchical phase, durant laquelle les classes d'occupation du sol sont créées en combinant un ensemble de critères pré-définis.

Ces critères sont adaptés à chacun des huit principaux types d'occupation du sol, cette adaptation permet l'utilisation de critères plus appropriés pour définir les classes d'occupation du sol dérivées des types d'occupation du sol principaux et par la même occasion diminue les combinaisons de critères inutiles.

Chaque occupation du sol est définie par une formule booléenne qui exprime tous les critères utilisés, un identifiant (ID) utile dans un système d'information géographique (SIG) et un nom qui peut être standard.

Aperçu du LCCS, ses deux phases et les classificateurs (FAO)



Classes et sous classes d'UOT proposées pour Madagascar (version préliminaire)

NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3	
Forêts	Forêt sempervirente	Forêt humide	Humid forest
		Forêt humide dégradée	Degraded humid forest
		Forêt littorale	Littoral forest
		Forêt littorale dégradée	Degraded littoral forest
		Forêt sclérophylle	Sclerophyllous forest
		Forêt sclérophylle dégradée	Degraded sclerophile forest
		Forêt sub-humide	Sub-humid forest
		Forêt sub-humide dégradée	Degraded sub-humid forest
		Forêt secondaire ou savoka	Secondary forest
	Forêt caducifoliée	Forêt dense sèche	Dry forest
		Forêt sèche dégradée	Degraded dry forest
	Forêt ripicole		Riparian forest
	Forêt galerie		Gallery forest
	Raphière et bamboueraie		High raphia / bamboo
	Mangroves	Mangroves denses	Dense mangrove
		Mangroves denses dégradées	Degraded dense mangrove
		Mangroves éparses	Sparse mangrove
	Fourrés xérophiles		Xeric forest
	Plantation	Plantation monospécifique	Single plantation
		Plantation mixte	Mixed plantation
	Agroforesterie		Agroforestry
Savanes	Savane arborée		Grassland with tree
	Savane arbustive		Grassland with shrub
	Savane arborée et arbustive		Grassland with tree and shrub
	Savane herbeuse		Grassland
	Zones arbustives		Shrubland
	Zones arbustives arborées		Shrubland with tree
	Formations rupicoles		Rupicolous formation
Zones cultivées	Culture irriguée		Irrigated crop
	Culture pluviale		Rainfed crop
	Tavy		Tavy
	Jachère		Fallow
Surface bâtie	Zones habitées		Habitable area
	Infrastructure		Infrastructure
Zones nues	Zones rocheuse		Rock or stone

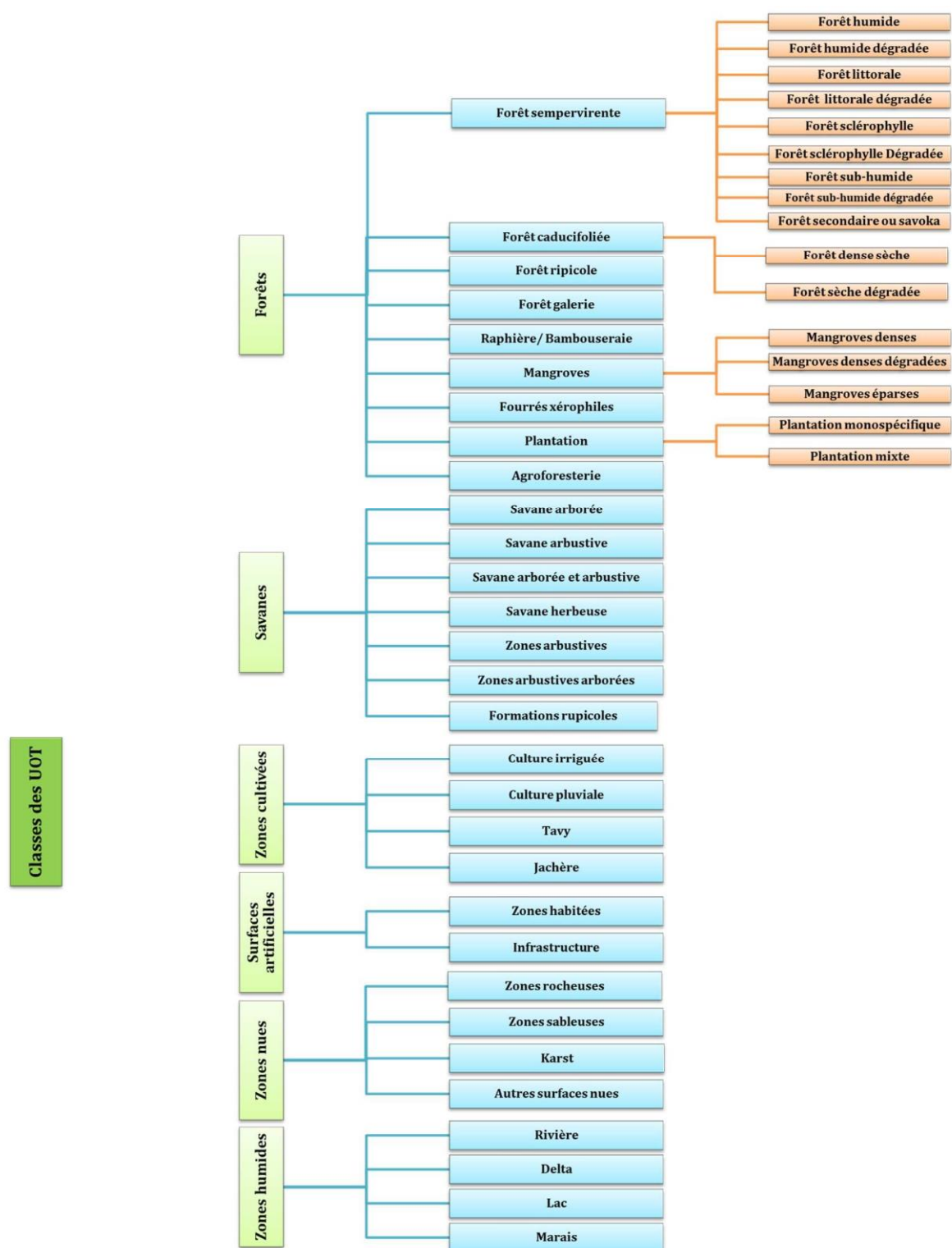
Zones humides	Zones sableuses		Dune or sand
	Karst		Karst
	Autres zones nues		Other bare soil
	Rivière		River
	Delta		Delta
	Lac		Lake
	Marais		Marsh

3.4. Test du système UOT et ses définitions de base (version préliminaire)

Niveau 1

Niveau 2

Niveau 3



3.5. Classes et classificateurs 3.5.1. Forêt

➤ Forêt sempervirente

• Forêt dense humide

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres ayant une hauteur comprise entre 5 à 35 m à (peut atteindre 45 m pour les individus émergents) et présente une couverture plus de 70 %.

Aspect spatial : la forêt dense humide présente une canopée fermée et une structure à plusieurs strates.

Type et phénologie de feuille : la majorité des espèces qui constituent ce type de forêt présente un feuillage sempervirent de type lauriforme.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates qui sont notamment la strate supérieure dont les individus excèdent largement la hauteur de 20 m, la strate moyenne dont la hauteur des individus se situe entre 10 et 20m et la strate inférieure qui est essentiellement dominée par les arbustes.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est constituée par des sols ferralitiques typiques à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : cette forêt est généralement influencée par un climat tropical chaud humide.

Altitude : la forêt dense humide est localisée entre 0 à 2750 m d'altitude.

Erosion : N/A

Aspect floristique : pour cette forêt, les espèces dominantes sont différentes pour les 3 strates. La strate supérieure est dominée par les genres *Anthostema*, *Ravensara* et *Brochoneura* tandis que la strate moyenne est marquée par la présence des individus dans les genres de *Canarium*, *Calophyllum*, *Uapaca*, *Dalbergia* et *Eugenia*. La strate inférieure est composée par des arbustes appartenant aux genres *Aphloia* et *Cyantheacea*.

• Forêt humide dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt présente des individus avec une hauteur qui n'excède pas le 30 m et présente une couverture de 30 à 70 %.

Aspect spatial : la forêt humide dégradée présente une canopée ouverte et une structure à strates moins marquées.

Type et phénologie des feuilles : la majorité des individus qui constituent ce type de forêt présentent un feuillage sempervirent.

Stratification : dans la majorité des cas les strates sont constituées par une forêt plus ou moins intacte, des formations buissonnantes, des formations herbeuses boisées.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est aussi constituée par des sols ferralitiques typiques à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : cette formation est sous l'influence d'un climat tropical chaud humide.

Altitude : la forêt humide dégradée est généralement localisée entre 0 à 1750 m d'altitude.

Erosion : ce type de forêt est fortement perturbé par les activités humaines comme les exploitations forestières, cultures itinérantes et jachères.

Aspect floristique : la strate constituée par la forêt quasi intacte est constituée par les espèces telles que : *Harungana madagascariensis*, *Trema orientalis*, *Ravenala madagascariensis*, *Dombeya spp.*, *Tristemma virusanum* tandis que la strate herbeuse est marquée par la présence des espèces des familles de Zingiberaceae et Poaceae.

• Forêt littorale

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : elle constituée par une forêt sur sable, une forêt marécageuse et une formation herbeuse dont les hauteurs des individus est comprise entre 8 et 15 m, mais peut atteindre 16 à 20 m à certains endroits. La couverture des forêts est plus de 70 %.

Aspect spatial : les forêts présentent en général une canopée continue avec une structure à plusieurs strates

Type et phénologie des feuilles : les feuilles des individus sont sempervirentes qui sont de type lauriforme ou mésophile.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt littorale s'installe sur deux types de sols notamment les sols quaternaires peu évolués (sableux) et les sols podzoliques.

Climat : le climat est de type tropical humide, avec un bioclimat du type perhumide chaud pendant toute l'année et caractérisé par l'abondance des précipitations.

Altitude : la forêt littorale est localisée entre 0 à 20 m d'altitude.

Erosion : ce type de forêt présente une dynamique rapide avec une érosion et une sédimentation observable à très courte échelle de temps.

Aspect floristique : la strate supérieure est dominée en général par les individus des familles suivante : Euphorbiaceae (*Uapaca sp.*), les Araliaceae (*Schefflera sp.*, *Cuphocarpus sp.*), les Ebenaceae, les Sapindaceae (*Macphersonia sp.*) et les Lauraceae (*Ocotea sp.*, *Ravensara sp.*). La strate moyenne est constituée par les familles de Rubiaceae (*Coffea sp.*, *Gaertnera sp.*), les Ochnaceae, les Erythroxylaceae, les Myrsinaceae, les Celastraceae et les Tiliaceae. Et la strate inférieure est dominée par des herbacées.

- Forêt littorale dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt présente des individus avec une hauteur comprise entre 5 à 8 m et présente une couverture de 30 à 50 %.

Aspect spatial : la forêt littorale dégradée présente une canopée ouverte avec une structure mono strate.

Type et phénologie des feuilles : les feuilles des individus sont sempervirentes qui sont en générales de type lauriforme.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates (strate supérieure, strate moyenne et strate inférieure)

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt littorale dégradée s'installe les sols quaternaires peu évolués (sableux) et les sols podzoliques.

Climat : le climat est de type tropical humide, avec un bioclimat du type perhumide chaud pendant toute l'année et caractérisé par l'abondance des précipitations.

Altitude : la forêt littorale dégradée est localisée entre 0 à 20 m d'altitude.

Erosion : ce type de forêt est caractérisé par un fort perturbation des activités humaines

Aspect floristique : elle est caractérisée principalement par les espèces de *Anthostema madagascariensis*, *Ravenala madagascariensis*, *Pandanus spp.*, et les membres de la famille des Cyperaceae.

- Forêt sclérophylle

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : la forêt sclérophylle se présente sous une uniformité physiologique se traduisant généralement par une futaie formée de petits arbres tortueux ne dépassant guère les 10 à 12m de hauteur et présente une couverture de 50 à 70 %.

Aspect spatial : elle est caractérisée par un peuplement arborescent clairsemé avec une structure à plusieurs strates.

Type et phénologie des feuilles : le feuillage est persistant en général, souvent réduit, coriace et de couleur terne ou cendreuse

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates (strate supérieure, strate moyenne et strate inférieure)

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt sclérophylle est localisée sur des substrats particuliers de sols peu profonds formés par des éboulis granitiques ou gneissiques, des cuirasses et/ou des sols bruts d'érosion de gros blocs de rochers.

Climat : ce type de forêt est soumis à un régime climatique particulier intermédiaire entre celui des régions orientales et celui des régions occidentales : climat tropical d'altitude subhumide.

Altitude : ce type d'écosystème est rencontré généralement entre 500 et 1900 m d'altitude.

Erosion : N/A

Aspect floristique : Les espèces caractéristiques de ce type de forêt sont : *Uapaca bojeri* qui constitue la majorité voire la totalité de la strate arborée des forêts sclérophylles, et d'autre espèce comme *Sarcolaena oblongifolia*, *Asteropeia labatii* et *Wenmannia ssp* en infime partie. La strate inférieure est très réduite qui est composée de Fougères, Cypéracées et quelques rares herbacées.

• Forêt sclérophylle dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : la forêt sclérophylle dégradée est formée de petits arbres tortueux qui ne dépassent pas les 5 à 7 m de hauteur et présente une couverture de 30 à 60 %. Aspect spatial : elle est caractérisée par un peuplement arborescent clairsemé avec une structure à strates difficilement marquées.

Type et phénologie des feuilles : le feuillage est persistant en général, souvent réduit, coriace et de couleur terne ou cendreuse

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 2 strates (strate moyenne et strate inférieure)

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt sclérophylle est localisée sur des substrats particuliers de sols peu profonds formés par des éboulis granitiques ou gneissiques, des cuirasses et/ou des sols bruts d'érosion de gros blocs de rochers.

Climat : ce type de forêt est soumis à climat tropical d'altitude subhumide.

Altitude : ce type d'écosystème est rencontré généralement entre 500 et 1600 m d'altitude.

Erosion : les principales menaces qui pèsent sur cet écosystème sont notamment le défrichement pour la culture sur brûlis et les feux de brousses qui s'étendent vers les forêts

Aspect floristique : les espèces caractéristiques de ce type de forêt sont : *Uapaca bojeri*, *Psidia*, *Senecio* et *Heliochrysum*. La strate inférieure est dominée par des herbacées.

• Forêt sub-humide

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres ayant une hauteur comprise entre 5 à 25 m et présente une couverture plus de 60 %.

Aspect spatial : la forêt sub-humide présente une canopée fermée et une végétation de sous-bois bien définie.

Type et phénologie de feuille : Cette formation est plus sèche dans sa partie ouest et plus humide dans sa limite est. Elle abrite de ce fait des espèces caducifoliées et sempervirentes.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates qui sont notamment la strate supérieure dont les individus excèdent la hauteur de 20 m, la strate moyenne dont la hauteur des individus se situe entre 8 et 20m et la strate inférieure qui est dominée par les individus avec une hauteur inférieure à 8 m.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est constituée par des sols ferrugineux et calcaires à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : cette forêt est généralement influencée par un climat tropical sub-humide sur le versant occidental.

Altitude : La forêt est présente sur un gradient altitudinal entre 800 et 2000 m.

Erosion : Activités humaines (Agriculture, pâturage, etc.)

Aspect floristique : Elle est caractérisée par les espèces comme *Givotia madagascariensis*, *Colvillea racemosa*, *Terminalia spp*, *Neobeguea mahafaliensis*, *Gyrocarpus americanus*, *Diospyros spp.*, *Cordia madagascariensis*. Pendant la saison sèche, les espèces floristiques de sous-bois représentées par les genres *Dracaena*, *Grewia* et *Euphorbia* restent sempervirentes tandis que celles de l'étage supérieur sont décidues.

- Forêt sub humide dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres ayant une hauteur comprise entre 5 à 15 m et présente une couverture plus de 30 à 50 %.

Aspect spatial : la forêt sub-humide dégradée présente une canopée ouverte et une structure à strates moins marquées.

Type et phénologie de feuille : Elle abrite des espèces caducifoliées et sempervirentes.

Stratification : en général les strates sont constituées par une forêt plus ou moins intacte, des formations buissonnantes, des formations herbeuses boisées.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est constituée par des sols ferrugineux et calcaires à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : Elle est influencée par un climat tropical sub-humide sur le versant occidental.

Altitude : La forêt est présente sur un gradient altitudinal entre 800 et 1700 m.

Erosion : Activités humaines (Agriculture, pâturage, etc.)

Aspect floristique : Elle est surtout marquée par la dominance des genres *Dracaena*, *Grewia* et *Euphorbia*

- Forêt secondaire ou savoka

Classificateur de base : C'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt présente des arbres avec une couverture comprise entre 30 et 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 10 m.

Aspect spatial : le Savoka présente une canopée ouverte et une structure à strates moins marquées.

Type et phénologie des feuilles : la majorité des individus qui le constituent présentent un feuillage sempervirent.

Stratification : la stratification de ce type de formation est en fonction du niveau de dégradation. Trois types de végétation peuvent être rencontrés à savoir : forêt quasi intacte, formations herbeuses boisées et des formations herbeuses.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la géomorphologie est aussi constituée par des sols ferralitiques typiques à structure polyédrique et rajeunis.

Climat : cette formation est sous l'influence d'un climat tropical chaud humide.

Altitude : la forêt humide dégradée est généralement localisée entre 0 à 1750 m d'altitude.

Erosion : le déséquilibre de cet écosystème est essentiellement dû aux activités anthropiques comme le tavy et les exploitations irrationnelles

Aspect floristique : Cet écosystème est caractérisé par la présence des espèces rudérales telles que : *Harungana madagascariensis*, *Trema orientalis*, *Ravenala madagascariensis* (espèce dominante), *Dombeya spp.*, *Tristemma virusanum* et des composantes herbeuses : Zingiberaceae (*Aframomum angustifolium*), Poaceae (*Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia rufa*, *Heteropogon contortus*, *Eulalia villosa*, *Sporobolus indicus*, *Cymbopogon spp.*, *Aristida spp.*).

➤ Forêt caducifoliée

• Forêt dense sèche

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres avec une couverture plus de 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 20 m

Aspect spatial : c'est une végétation climacique climatique se présentant sous forme d'une futaie comportant plusieurs strates.

Type et phénologie des feuilles : les individus qui constituent cet écosystème présentent des feuilles décidues ou de formes aphylls plus ou moins charnues.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates : la strate supérieure dont les individus peuvent avoir une hauteur supérieure 20m, la strate moyenne dont la hauteur des individus se situe entre 6 à 12 m et la strate inférieure qui est essentiellement dominée par les arbustes avec une hauteur de 1 à 5m.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt dense sèche subsiste le plus souvent sous forme de lambeaux sur quelques plateaux calcaires et se développe aussi sur des Sol ferrugineux.

Climat : cette formation est sous l'influence d'un climat tropical de basse altitude : chaud et semi-aride

Altitude : la forêt dense sèche est généralement localisée entre 0 à 800 m d'altitude.

Erosion : le défrichement et l'utilisation de la forêt constituent les principaux facteurs de déséquilibre de l'écosystème.

Aspect floristique : la végétation de ce type de forêt est constituée par les espèces de la famille des Didiereaceae et les forêts des séries à *Dalbergia* (Fabaceae), *Commiphora* (Burseraceae) et *Hildegardia* (Sterculiaceae).

- Forêt sèche dégradée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : ce type de forêt est constitué par des arbres avec une couverture 30 à 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 15 m.

Aspect spatial : elle est constituée par une canopée ouverte et d'une structure à des strates moins distinctes.

Type et phénologie des feuilles : les individus qui constituent cet écosystème présentent des feuilles décidues ou de formes aphylls plus ou moins charnues.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 2 strates (Strate moyenne et inférieure).

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt sèche dégradée subsiste le plus souvent sous forme de lambeaux sur quelques plateaux calcaires et se développe aussi sur des Sol ferrugineux.

Climat : cette formation est sous l'influence d'un climat tropical de basse altitude : chaud et semi-aride

Altitude : la forêt dense sèche est généralement localisée entre 0 à 800 m d'altitude.

Erosion : le défrichement et l'utilisation de la forêt constituent les principaux facteurs de déséquilibre de l'écosystème.

Aspect floristique : ce type de forêt est dominé par les DIDIEREACEAE (*Alluaudia*, *Alluaudiopsis*,

Didierea, *Decarya*) et les EUPHORBIACEA (*Euphorbia spp.*). De plus des espèces rudérales liées à la dégradation peuvent s'ajouter au cortège en incluant des genres : *Agave*, *Prosopis*, *Opuntia*, et *Solanum*.

➤ Forêt ripicole

Classificateur de base : c'est une végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : la forêt ripicole est caractérisée par des formations boisées présentes sur les rives d'un cours d'eau, d'une rivière ou d'un fleuve avec des arbres à une hauteur comprise entre 5 à 15 m et une couverture plus de 30 %

Saisonnalité de l'eau : les cours d'eau, les rivières ou les fleuves peuvent être permanent ou saisonniers.

Aspect spatial : c'est une formation plus ou moins continue le long des rives avec une structure à une strate.

Type et phénologie des feuilles : la forêt ripicole est constituée par des individus à feuillage persistant et sempervirent.

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : ce type de forêt n'est pas influencé par un climat particulier mais il est conditionné par la présence d'un cours d'eau.

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect de l'eau : cet écosystème est influencé et conditionné par des eaux douces (rivière, fleuve, etc.)

Aspect floristique : les espèces qui dominent cet écosystème varient en fonction de ses localisations géographiques par rapport aux écorégions à Madagascar mais en générale, les espèces les plus fréquentes sont *Dalbergia baronii*, *Weinmannia bojeriana* et *Tambourissa sp*, *Tamarindus indica*, etc.

➤ Forêt galerie

Classificateur de base : c'est une végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : la forêt galerie est caractérisée par des formations boisées qui masquent les cours d'eau avec des arbres à une hauteur comprise entre 5 à 15 m et une couverture comprise entre 30 à 80 %

Saisonnalité de l'eau : les cours d'eau peuvent être permanents ou saisonniers.

Aspect spatial : cette forêt est continue le long d'une rive et cachent les cours d'eau par-dessus en général.

Type et phénologie des feuilles : la forêt galerie est constituée par des individus à feuillage persistant et sempervirent.

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : la forêt galerie pousse sur les sols féconds près des cours d'eau.

Climat : ce type de forêt ne présente pas un climat particulier mais dépend des apports issus des cours d'eau. Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect de l'eau : la forêt galerie est influencée par la présence des eaux douces des cours d'eau

Aspect floristique : les espèces qui dominent cet écosystème dépend de sa localisation géographique comme la forêt ripicole.

➤ Raphière

Classificateur de base : c'est une végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est une formation caractérisée par la dominance des palmiers avec une couverture de 30 à 70 % et une hauteur de 5 à 20 m.

Aspect spatial : cet écosystème est plus ou moins discontinu et éparse et qui ne présente pas une structure particulière.

Type et phénologie des feuilles : ce type d'écosystème est constitué par des individus à feuilles pennées de 6 à 12 m de long.

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : c'est un écosystème qui pousse dans les zones marécageuses de la moitié Nord de *Madagascar*.

Climat : c'est une formation caractérisée par une condition climacique édaphique.

Altitude : N/A

Erosion : cet écosystème est menacé par les activités de collecte des feuilles trop excessives.

Aspect floristique : cette formation est dominée par les palmiers à *raphia*, de la famille des Arécacées.

➤ Mangroves

- Mangroves denses

Classificateur de base : c'est végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est un écosystème dominé par les palétuviers avec une couverture plus de 60 % et une hauteur comprise entre 5 à 15 m.

Aspect spatial et saisonnalité de l'eau : la végétation est constituée par des peuplements ouverts ou fermés avec des arbres ou arbustes distribués sur la zone intertidale du rivage, entre les lignes des marées haute et basse.

Type et phénologie des feuilles : les individus présentent des individus à feuillage persistant, coriace et sempervirent.

Stratification : cet écosystème est caractérisé par la présence de 3 zones : la mangrove pionnière, la zone centrale et l'arrière de la zone centrale.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : le sol de la mangrove est constitué de vase littorale, un milieu souvent fortement anaérobie (sans oxygène)

Climat : cet écosystème est caractérisé par une condition climacique édaphique et qui se trouve généralement sur la côte Ouest de Madagascar.

Altitude : les mangroves se rencontrent entre -5 et 5 m d'altitude sur le littoral

Erosion : N/A

Aspect de l'eau : cet écosystème est influencé par une eau à salinité très élevée

Aspect floristique : la plupart des mangroves de Madagascar abritent sept espèces appartenant à cinq familles : Rhizophoraceae (*Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*) ; Avicenniaceae/Acanthaceae (*Avicennia marina*) ; Sonneratiaceae (*Sonneratia alba*) ; Combretaceae (*Lumnitzera racemosa*) ; Lecythidaceae (*Barringtonia asiatica*).

- Mangrove dense dégradée

Classificateur de base : c'est végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est un écosystème dominé par les palétuviers avec une couverture de 30 à 60 % et une hauteur comprise entre 5 à 10 m.

Aspect spatial et saisonnalité de l'eau: la végétation est constituée par des peuplements ouverts avec des arbres ou arbustes distribués sur la zone intertidale du rivage, entre les lignes des marées haute et basse.

Type et phénologie des feuilles : les individus présentent des individus à feuillage persistant, coriace et sempervirent.

Stratification : cet écosystème est caractérisé par la présence de 2 zones : la zone centrale et l'arrière de la zone centrale.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : le sol de la mangrove est constitué de vase littorale, un milieu souvent fortement anaérobie (sans oxygène)

Climat : cet écosystème est caractérisé par une condition climacique édaphique et qui se trouve généralement sur la côte Ouest de Madagascar.

Altitude : les mangroves se rencontrent entre -5 et 5 m d'altitude sur le littoral Erosion : Collecte de bois, charbonnage, etc.

Aspect de l'eau : cet écosystème est influencé par une eau à salinité très élevée

Aspect floristique : elle est constituée en générale par les familles de Avicenniaceae/

Acanthaceae (*Avicennia marina*) ; Sonneratiaceae (*Sonneratia alba*) et Rhizophoraceae (*Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*)

- Mangroves éparses

Classificateur de base : c'est une végétation aquatique naturelle et semi-naturelle

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est un écosystème dominé par les palétuviers avec une couverture comprise entre 10 à 60 % et une hauteur comprise entre 2 à 8 m.

Aspect spatial et saisonnalité de l'eau : la végétation est constituée par des peuplements ouverts ou fermés des arbres ou arbustes distribués sur la zone intertidale du rivage, entre les lignes des marées haute et basse.

Type et phénologie des feuilles : les individus présentent des individus à feuillage persistant, coriace et sempervirent. Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : le sol de la mangrove est constitué de vase littorale, un milieu souvent fortement anaérobie (sans oxygène)

Climat : cet écosystème est caractérisé par une condition climacique édaphique et qui se trouve généralement sur la côte Ouest de Madagascar.

Altitude : les mangroves se rencontrent entre -5 et 5 m d'altitude sur le littoral.

Erosion : la destruction de ces zones est généralement due à des activités d'exploitation des bois et la culture des crevettes.

Aspect de l'eau : cet écosystème est influencé par une eau à salinité très élevée.

Aspect floristique : ce sont les mangroves pionnières à dominance de *Sonneratia alba* et quelques mangroves centrales à dominance de *Rhizophora mucronata* associée à *Ceriops tagal* et *Bruguiera gymnorhiza* qui dominent cet écosystème.

➤ Fourrée Xérophile

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : le fourré xérophile est une forme d'adaptation de la forêt dense sèche décidue aux conditions sévères de sécheresse avec une couverture de 30 à 60 % et une hauteur comprise entre 2 à 8 m

Aspect spatial : cet écosystème est constitué par une forêt claire discontinue et caractérisé par l'absence de stratification associée à une forte densité de la végétation.

Type et phénologie des feuilles : feuillus, aphyllé, épineuses

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : cet écosystème est influencé par 4 types de sol en général : les sols ferrugineux, les vertisols, les sols rouges méditerranéens et les sols calcimorphes.

Climat : cet écosystème est influencé par le climat subaride de la région du Sud et du Sud- Ouest de Madagascar.

Altitude : Il est localisé généralement entre 0 et 300 m d'altitude.

Erosion : N/A

Aspect floristique : généralement il existe 4 types de fourrée tels que le bas fourré xérophile arbustif à *Euphorbia stenoclada*, le haut fourré xérophile arbustif dense à *Didierea madagascariensis*, *Adansonia fony* et *Commiphora lamii*, le haut fourré xérophile arbustif ouvert à *Didierea madagascariensis* et *Commiphora monstruosa*, le haut fourré xérophile arboré à *Didierea madagascariensis*, *Euphorbia zaro* et *Commiphora arafi*.

➤ Plantation

• Plantation mono spécifique

Classificateur de base : ces sont des zones cultivées et gérées

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est une formation constituée de plantation d'arbre artificiel avec une couverture plus de 30 à 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 20 m. Aspect spatial : c'est une formation qui est caractérisée par la présence d'un arrangement spatial bien distinct.

Type et phénologie des feuilles : le type de feuille est en fonction des espèces dominantes dans la plantation (feuillues ou conifères)

Stratification : la plantation est une formation à une strate car les espèces sont en général de même âge.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : la destruction de cette formation est essentiellement due aux activités de charbonnage et d'exploitation.

Aspect floristique : c'est une formation dominée par une seule espèce exotique (*Eucalyptus* ou *Pinus* ou *Acacia*, etc.).

• Plantation mixte

Classificateur de base : ces sont des zones cultivées et gérées

Forme de vie, couverture et hauteur : c'est une formation constituée de plantation d'arbre artificiel avec une couverture plus de 30 à 70 % et une hauteur comprise entre 5 à 20 m. Aspect

spatial : c'est une formation qui est caractérisée par la présence d'un arrangement spatial bien distinct.

Type et phénologie des feuilles : le type de feuille est en fonction des espèces dominantes dans la plantation (feuillues ou conifères)

Stratification : la plantation est une formation à une strate car les espèces sont en général de même âge.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : la destruction de cette formation est essentiellement due aux activités de charbonnage et d'exploitation.

Aspect floristique : c'est une formation avec une composition de plusieurs espèces exotiques ou composition de forêt naturelle avec plantation artificielle.

➤ Agroforesterie

Classificateur de base : ce sont des zones terrestres cultivées et gérées dont la superficie dépasse les 0,5 ha, la couverture ligneuse présente une couverture de plus de 30 % et une hauteur supérieure à 5 m.

Forme de vie : l'agroforesterie consiste à une intégration des arbres et de la sylviculture dans l'agriculture avec une couverture des arbres entre 30 à 60%

Aspect spatial : les surfaces sont recouvertes en continu ou en discontinu avec arrangement spatial bien distinct.

Combinaison de culture : c'est une culture mono spécifique ou combinaison de plusieurs espèces

Pratique culturale liée à la couverture : il existe plusieurs pratiques d'agroforesterie : les systèmes de parcs agroforestiers, les systèmes multi-étagés, banques fourragères et les jachères améliorées.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Erosion : - N/A

Type de culture : elle est constituée par des arbres ou arbustes à croissance rapide, légumineuse ou bien plantation d'arbre constituée par des cultures de rente comme le giroflier, le caféier, cacaoyer, etc.

3.5.2. Savane

➤ Savane arborée

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation herbacée avec une couverture de 70 à 90 % avec des arbres à une couverture inférieure à 10 %.

Hauteur des herbes : les formations herbeuses présentent une hauteur comprise entre 30 et 300 cm.

Hauteur des arbres : les arbres ont une hauteur comprise entre 5 à 12 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par une dominance de plantes herbacée.

➤ Savane arbustive

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation herbacée avec une couverture de 70 à 90 % avec arbustes disséminés avec une couverture entre 10 à 20 %.

Hauteur des herbes : les formations herbeuses présentent une hauteur comprise entre 30 à 300 cm.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : Cette formation est caractérisée par une dominance de plantes herbacée.

➤ Savane arborée et arbustive

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation herbacée avec une couverture de 70 à 90 % avec un couvert arbustif inférieur à 15% et un couvert arboré entre 5 et 15%.

Hauteur des herbes : les formations herbeuses présentent une hauteur comprise entre 30 à 300 cm.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Hauteur des arbres : les arbres ont une hauteur comprise entre 5 à 12 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par la dominance de plantes herbacée.

➤ Savane herbeuse

Classificateur de base : c'est végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation herbacée avec une couverture de 40 à 100 % avec un couvert arbustif inférieur à 10 %.

Hauteur des herbes : les formations herbeuses présentent une hauteur comprise entre 30 à 300 cm.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par une dominance de plantes herbacées.

➤ Zones arbustives

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation arbustive avec une couverture plus de 30 %.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par une dominance de plantes arbustives.

➤ Zones arbustives arborées

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle

Forme de vie et couverture : c'est une formation arbustive avec une couverture plus de 30 % et un couvert arboré entre 5 à 15 %.

Hauteur des arbustes : les arbustes ont une hauteur inférieure à 5 m.

Hauteur des arbres : les arbres ont une hauteur comprise entre 8 à 15 m.

Aspect spatial : c'est une formation qui peut être continue ou discontinue.

Type de feuille : N/A

Phénologie des feuilles : N/A

Stratification : N/A

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Aspect floristique : cette formation est caractérisée par une dominance de plantes arbustives.

➤ Formation rupicole

Classificateur de base : c'est une végétation terrestre naturelle et semi-naturelle clairsemée formée sur des reliefs karstiques.

Forme de vie, couverture et hauteur : Physionomiquement, cette végétation se présente comme une brousse basse de quelques décimètres avec de nombreuses plages de roches nues quand la pente est trop forte pour retenir les individus. Les plantes les plus hautes poussant sur de tels affleurements ne dépassent guère 2 mètres de hauteur et la végétation karstique malgache est donc qualifiée de broussaille.

Aspect spatial : la forêt karstique ou rupicole présente une canopée ouverte et une structure à plusieurs strates.

Type et phénologie de feuille : les adaptations sont très nombreuses et peuvent concerner aussi bien le système racinaire que les parties aériennes (sclérophylle, microphyllie, carnosité, etc.), Les formes reviviscentes sont les plus fréquentes. Existence des espèces à port

éricoïde (buisson dense à feuillage réduit et replié), à port cactoïde (épineux à feuilles réduites caduques), et des plantes aphyllées et charnues.

Stratification : ce type de forêt est généralement caractérisé par la présence de 3 strates qui sont notamment la strate sous arborescente la hauteur des individus varie de 50cm à 2m; on y classe les arbustes pérennes (*Pachypodium sp.*), déjà âgés et certaines plantes suffrutescentes, la strate herbacée pour les individus de moins de 50cm. Les herbes y prédominent (*Pteridium sp.*). On y trouve également des petits végétaux ligneux, des Chaméphytes, de jeunes plants d'arbustes et la strate cryptogamique ou muscinale qui comporte des Bryophytes, des Lichens, des Champignons et de quelques petites herbacées.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : Les plantes poussent dans les fissures des rochers ou, plus souvent, sur des tapis de sols, peu profonds et grossiers, trouvés sur les pentes moins escarpées. Les sols alors très minces sont incapables de mettre en réserve des quantités d'eau suffisantes et sont souvent lessivés par les fortes chutes de pluie. Ce type de végétation se développe sur des dômes rocheux de granite, de grès ou de quartzite.

Climat : Le régime climatique est celui de la zone climatique dans laquelle la formation se trouve rappelons en particulier que celui des pentes occidentales est caractérisée par une saison sèche de longue durée. Les précipitations occultes interviennent certainement de façon importante : les affleurements rocheux constituent souvent des pointements élevés qui retiennent les nuages.

Altitude : la forêt karstique se localise en générale entre 800 et 2000 m d'altitude.

Erosion : L'érosion, tant par le vent que par l'eau, ainsi que les feux de pâturage favorisés par la sécheresse détruisent cette végétation. A ces perturbations s'ajoute également la violence des précipitations.

Aspect floristique : La diversité spécifique est assez pauvre mais il y a toute une variété de plantes au port divers : espèces à feuilles charnues, à tiges charnues, ptéridophytes reviviscentes, espèces herbacées, espèces à port cactiforme ou coralliforme, espèces spatioïdes avec un système souterrain important et une rosette foliaire fugace au ras du sol. Les éléments communs rencontrés sont les familles : APOCYNACEES (*Pachypodium*), VELLOZIACEES (représentée par le genre *Xerophyta*), LILIACEES (représentée par le genre *Aloe*), EUPHORBIACEES (*Euphorbia*), CRASSULACEES (*Kalanchoe*), COMPOSEES (*Helichrysum*,

Senecio),

3.5.3. Agriculture

➤ Culture irriguée

Classificateur de base : ces sont des zones terrestres cultivées et gérées

Forme de vie : cette formation est constituée par des herbacées

Aspect spatial : la surface occupée est généralement recouverte en continu

Combinaison de culture : ce type de culture est constitué soit par une monoculture ou plusieurs cultures

Pratique culturale liée à la couverture : c'est une culture permanente inondée ou irriguée par des eaux naturelles (lac, rivière, fleuve, etc.) ou par des canaux d'irrigation

Forme de terrain : plaine

Lithologie/ sols : sol des bas fond ou autres

Climat : N/A

Erosion : N/A

Type de culture : ce sont plantes dépourvues d'une tige ou d'une pousse persistante en dehors du sol et d'une structure définitive ferme.

➤ Culture pluviale

Classificateur de base : ce sont des zones terrestres cultivées et gérées

Forme de vie : cette formation est constituée par des herbacées.

Aspect spatial : les surfaces occupées sont généralement recouvertes en continu ou en discontinu

Combinaison de culture : ce type de culture est constitué soit par une monoculture ou plusieurs cultures

Pratique culturale liée à la couverture : c'est une culture dont l'approvisionnement en eau est entièrement dépendant des précipitations (permanente, jachère, etc.)

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Erosion : N/A

Type de culture : les types de culture sont des plantes herbacées adaptées à des sols secs.

➤ Tavy

Classificateur de base : ce sont des zones terrestres cultivées et gérées

Forme de vie : Cette formation est constituée par des herbacées

Aspect spatial : les surfaces occupées sont recouvertes en continu ou en discontinu

Combinaison de culture : Il peut être constitué d'une monoculture ou de plusieurs cultures.

Pratique culturelle liée à la couverture : il consiste à effectuer une culture sur brûlis, utilisé pour convertir la forêt en zones de culture.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Erosion : N/A

Type de culture : il est généralement constitué par des plantes herbacées adaptées à des sols secs.

3.5.4. Surface bâtie

➤ Zones habitées

Classificateur de base : ces sont des surfaces artificielles.

Aspect de surface : elles sont essentiellement constituées par des surfaces construites.

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Aspect de construction : ces zones sont caractérisées par une durée d'occupation longue. Les constructions sont non- linéaires en générale.

➤ Infrastructure

Classificateur de base : ces sont des surfaces artificielles.

Aspect de surface : ce sont des surfaces construites autres que les zones habitées

Forme de terrain : N/A

Lithologie/ sols : N/A

Climat : N/A

Aspect de construction : elle est caractérisée par une durée d'occupation longue et les constructions sont linéaires.

3.5.5. Zones nues

➤ Zones rocheuses

Classificateur de base : ce sont des surfaces nues

Aspect de surface : ce sont des zones constituées par des surfaces naturelles

Aspect spatial : ces zones peuvent être continues ou discontinues dans l'espace.

Forme de terrain : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Végétation : les traces de végétation sont inférieures à 5 % Type

de sol : les sols sont généralement de type rocheux.

➤ Zones sableuses

Classificateur de base : ce sont des surfaces nues

Aspect de surface : ce sont des zones constituées par des surfaces naturelles

Aspect spatial : ces zones peuvent être continues ou discontinues dans l'espace.

Forme de terrain : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : éolienne

Végétation : elles présentent une trace de végétation inférieure à 5 % Type

de sol : le sol est de type sableux.

➤ Karst

Classificateur de base : ce sont des surfaces nues

Aspect de surface : une structure géomorphologique résultant de l'érosion hydrochimique et hydraulique de toutes roches solubles, principalement de roches carbonatées dont essentiellement des calcaires.

Aspect spatial : ces zones peuvent être continues ou discontinues dans l'espace.

Forme de terrain : N/A

Climat : elle se trouve sur toute latitude donc il n'existe pas de climat typique pour ce type de formation.

Altitude : la formation peut se trouver à toute altitude

Erosion : N/A

Végétation : les traces de végétation sont inférieures à 5 % voir absentes.

Type de sol : le massif constituant la formation est constitué par le quartzite et les roches gréseuses.

➤ Autres surfaces nues

Classificateur de base : ce sont des surfaces nues

Aspect de surface : c'est une surface abiotique naturelle dominée par des sols nus

Aspect spatial : il peut être continu ou discontinu

Forme de terrain : N/A

Climat : N/A

Altitude : N/A

Erosion : hydrique

Végétation : le couvert végétal est inférieur à 5 %

Type de sol : il est constitué par des zones nues autres que les zones sableuses et rocheuses.

3.5.6. Zones humides

➤ Rivière

Classificateur de base : c'est une surface d'eau naturelle

Statut physique : elle est constituée par des eaux de surface

Persistence : elle peut être mouvante, permanente ou saisonnière.

Profondeur : la profondeur est variable

Charge de sédiment : N/A

Altitude : N/A

Erosion : les rivières sont victimes des ensablements

Végétation : N/A

Salinité : elle est constituée par des eaux douces.

➤ Delta

Classificateur de base : ce sont des surfaces d'eau naturelle

Statut physique : c'est un type d'embouchure qu'un cours d'eau peut former à l'endroit où il se jette dans un océan, une mer ou un lac

Persistence : ce sont des Surfaces d'eau naturelle mouvante

Profondeur : N/A

Charge de sédiment : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Végétation : N/A

Salinité : il est constitué par des eaux saumâtres

➤ Lac

Classificateur de base : ce sont des surfaces d'eau naturelle

Statut physique : ces zones sont constituées par des eaux de surface

Persistence : ce sont des Surfaces d'eau naturelle stagnante, permanente ou non.

Profondeur : N/A

Charge de sédiment : N/A

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Végétation : N/A

Salinité : ce sont des zones constituées par des eaux douces.

➤ Marais

Classificateur de base : C'est une surface d'eau naturelle

Statut physique : c'est une zone avec des eaux de surface

Persistence : en permanence ou par intermittence

Profondeur : elle est généralement peu profonde

Charge de sédiment : elle est constituée par des apports oligotrophes stagnantes

Altitude : N/A

Erosion : N/A

Végétation : Les marécages tendent à être dominés par diverses espèces : *Cyperus* ssp., *Typha angustifolia*, *Phragmites mauritianus*, *Polygonum acuminatum*, *Raphia* sp. Les éléments d'origine de la forêt marécageuse sont des espèces de palmiers et de *Pandanus* mais aussi :

Ravenala madagascariensis, *Voacanga thouarsii*, *Mascarenhasia* ssp.

Salinité : c'est une zone avec des eaux douces

3.6. Document cadre pour les UOT

- Nécessité d'un document cadre au niveau de l'aménagement du territoire qui définit l'ensemble des UOT (forme à définir sous forme de décret / Arrêté avec un renvoi aux textes forestiers)
- Transition des réflexions vers la vocation (Schéma d'Aménagement).

3.7. Documents cadres pour la définition des forêts : situation de la loi et réforme de la loi

- Loi 97-017 du 08 Aout 1997 portant Législation forestière

Définition : L'écosystème assurant ou ayant vocation à assurer des services de production, des services de régulation, des services de support et des services culturels tels que définis par la Charte de l'environnement, et fournis par une végétation ligneuse.

- Proposition de loi portant révision de loi n°97-017 du 8 août 1997 Portant législation forestière (FAO, 2016)

Définition : Toute étendue couverte de plantes ligneuses naturelles et/ou reboisées assurant ou ayant vocation à assurer des services de production, des services de régulation, des services de support et des services culturels tels que définis par la Charte de l'environnement et dont les fruits exclusifs sont des produits forestiers.

Forêt classée : La surface forestière définie et délimitée par une procédure de classement ;

Forêts de conservation : La forêt dont la destination principale est la conservation de la

biodiversité et des écosystèmes forestiers représentatifs et qui est soumise au Code des Aires Protégées selon les procédures qui y sont définies ;

Forêt de production : La forêt dont la destination principale est la production durable de produits ligneux et non ligneux à des fins d'exploitation ;

Forêt de protection : La forêt dont la destination principale est d'assurer un service de régulation en raison de la fragilité de l'écosystème, notamment les forêts assurant la protection des bassins versants, la protection du système hydrique, la protection des berges et des cours d'eau, la protection des sols et les mangroves ;

Forêts éligibles dans le cadre de la REDD+ : Toute surface couverte de plantes ligneuses (arbres, arbustes et buisson) dont la superficie minimale, la hauteur et la couverture sont définis par voie réglementaire ;

Forêt primaire : La forêt formée d'espèces autochtones ou indigènes dans laquelle les processus écologiques ne sont pas sensiblement perturbés ;

Forêt secondaire : La forêt en grande partie régénérée de façon naturelle suite à une importante perturbation d'origine naturelle ou anthropique de la végétation forestière originelle ;

Produits forestiers : Les produits forestier ligneux, les produits forestiers non ligneux, et les produits des services écologiques fournis par les forêts.

- A Madagascar dans le cadre de la mise en œuvre, la définition adoptée a été de 1ha de surface minimale, 30% de couverture et 5m de hauteur.
- Réflexion dans les autres pays

Définition de la forêt pour 5 pays d'Afrique de l'Ouest participants au FCPF

PAYS	DEFINITION DE LA FORET (R-PP)
Nigeria (version révisée de juin 2014)	Pas de définition claire. Stratification écologique par classes de formations forestières et par niveau de dégradation (intact/exploité/...). Adaptée à la disponibilité de données historiques sur les changements d'occupation des terres

Liberia (version révisée d'avril 2012)	Couvert >30% (pour éviter que les jachères soient considérées comme des forêts), H > 5 m, surface > 1 ha (plus précis qu'à 0,05 ha car moins de confusions entre forêts secondaires et jachères). Adaptée aux forêts denses humides qui représentent les stocks majeurs de carbone du pays.
Ghana (version de décembre 2010)	Stratification écologique par types de formations utilisées à l'échelle nationale (forêts denses, transition forêt/savane, savanes). Couvert > 15% pour prendre en compte les forêts des zones forêts/savanes et savanes, et pour anticiper sur l'utilisation d'images à moyenne résolution, tout en maximisant la déforestation vs. dégradation (compromis coût/précision/maximisation bénéfices REDD+)
Togo (version de novembre 2013)	Stratification écologique par types de formations utilisées à l'échelle nationales (5 écorégions). Définition de forêt à préciser, notamment au niveau de chaque écorégion
Côte d'ivoire	Couvert >30%, H > 5 m, surface > 0,1 ha

Synthèse des définitions de la forêt adoptées par les pays ayant soumis des NERF/NRF en février 2016

Pays	Surface (ha)	Couvert forestier (%)	Hauteur (m)	Exclusions
Brésil	0.5	10	5	Terres à vocation agricole ou urbaine prédominante
Chili	0.5	10 / 25	40	Repousses d'espèces introduites
Colombie	1	30	5	Plantations forestières commerciales, palmiers à huile et arbres plantés à des fins de production agricole

Congo	0.5	30	3	-
Costa Rica	1	30	5	-
Equateur	1	30	5	-
Éthiopie	0.5	20	2	-
Guyana	1	30	5	-
Indonésie (f)	0.25	30	5	Tourbe forestière non naturelle
Malaisie	0.5	30	5	Plantations de palmiers à huile et de caoutchouc
Mexique	50	10	4	Terres à vocation agricole ou urbaine prédominante
Paraguay	1	10 / 30	3 / 5	Zones urbaines, prairies, plantations à vocation agricole prédominante, systèmes agro forestiers et sylvo pastoraux
Pérou	0.09	Dépend de l'algorithme de classification	5	-
Vietnam	0.5	10	5	-
Zambie	0.5	10	5	-

- Définition retenue lors de la première réunion de travail

Toute surface couverte de plantes ligneuses (arbres, arbustes et buisson) dont la superficie minimale est de 0,5 hectare (0,5 ha) et :

- portant des arbres avec un degré de couverture de plus de 30% et une hauteur minimale de 5 mètres (5 m) pour l'écorégion humide, les autres plantations et les agroforesteries
- portant des arbres avec un degré de couverture de plus de 30% et une hauteur minimale de 2 mètres (2 m) pour les fourrés
- portant des arbres avec un degré de couverture de plus de 10% et une hauteur minimale de 2 mètres (2 m) pour les mangroves.

A propos du document

Le travail intitulé **Système de classification des UOT à Madagascar** vise à soutenir directement le processus de préparation à la REDD+ et de développer des outils fiables pour le suivi des forêts au niveau national. Il appuiera la mise en place d'éléments clés du système à travers le partage d'expériences, le transfert de connaissances et le développement des capacités.

Ce document servira de note et de manuel d'aide pour l'utilisation du LCCS3 et le Collect Earth. Ce manuel apporte aux experts et aux apprentis des notions de base qui leurs permettent d'exceller sur la mise en évidence des éléments qui composent le système de classification des UOT et sa mise en œuvre à Madagascar.

Les contenus de ce document sont élaborés suivant les fonctionnalités disponibles de la troisième version du LCCS et la dernière version associée à l'outil « Collect Earth ».

Système de classification LCCS v.3

Le LCCS est un système de classification typologique développé par Di Gregorio et Jansen en 2000.

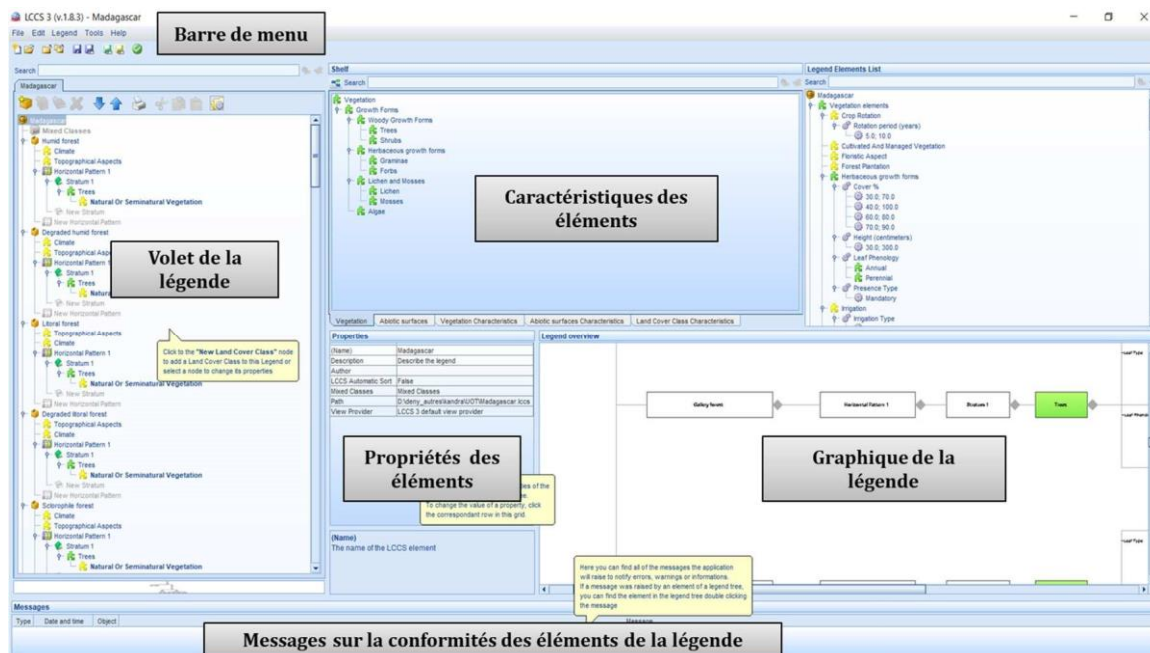
Le LCCS s'effectue en deux phases principales :

Une phase initiale : c'est la phase appelée « phase dichotomique », durant laquelle huit occupations du sol principales ont été définies

Une phase secondaire : la phase modulo-hiérarchique, durant laquelle les classes d'occupation du sol sont créées en combinant un ensemble de critères prédéfinis.

Le LCCS 3 est constitué par 5 éléments :

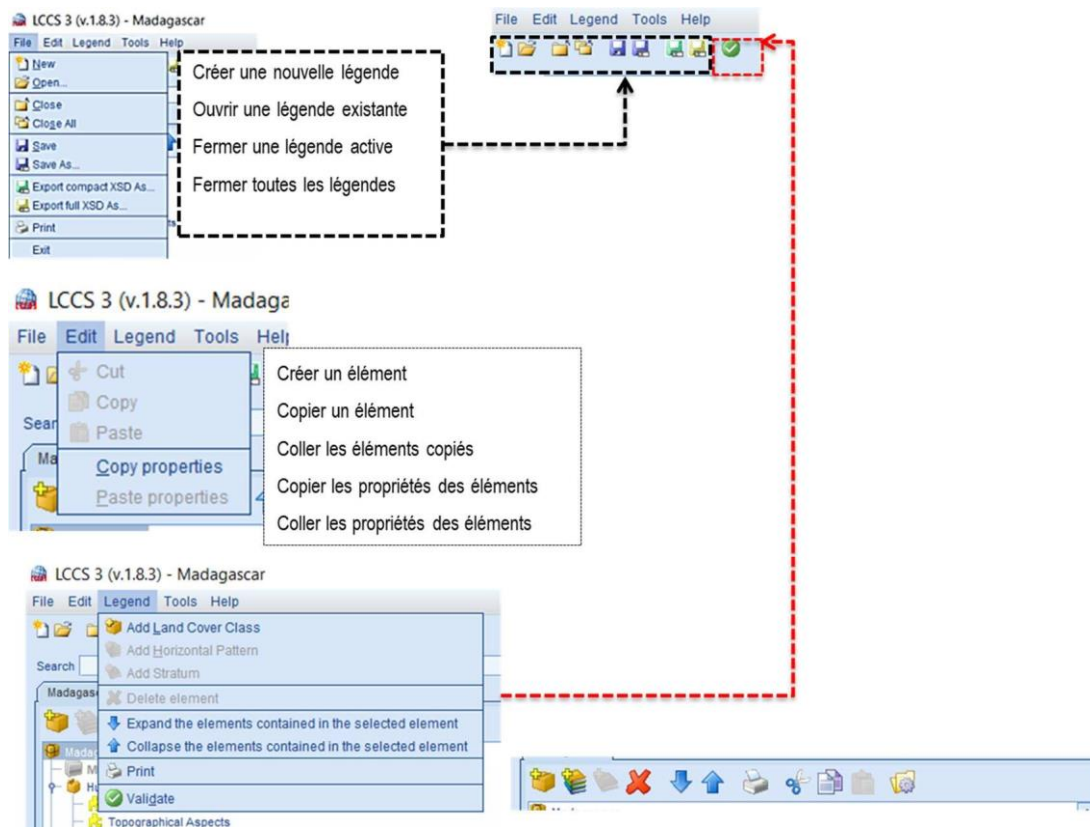
- Barre de menu
- Volet de légende
- Caractéristiques des éléments
- Propriétés des éléments
- Et Graphique de légende



Aperçu global du LCCS 3

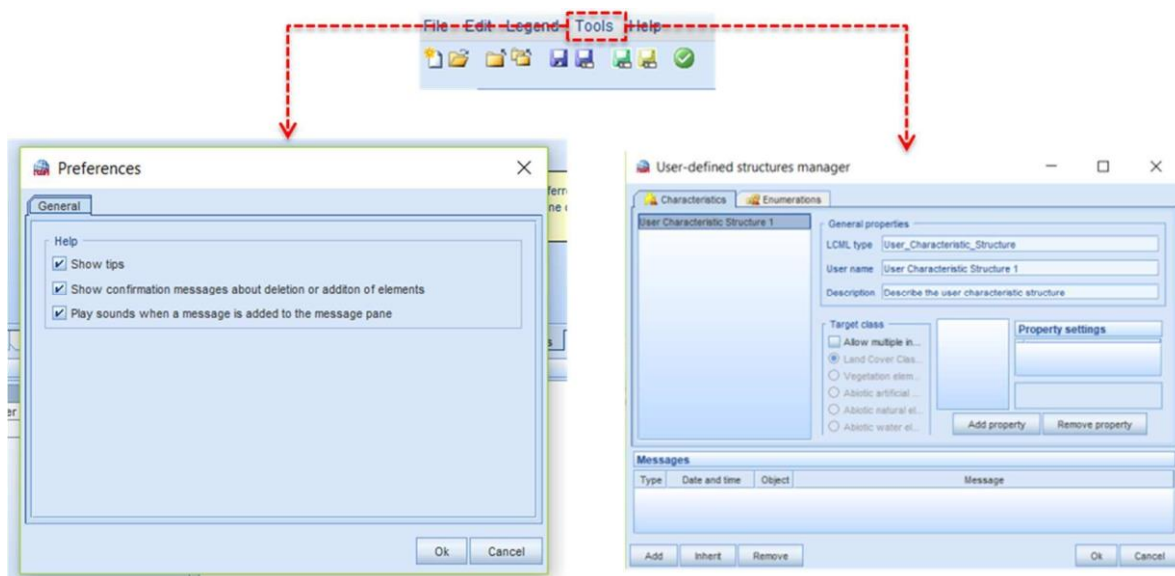
Barre de menu

La barre de menu contient le menu des fichiers (File), le menu d'édition (Edit menu), le menu de la légende (Legend menu) et le menu des outils (Tools menu).



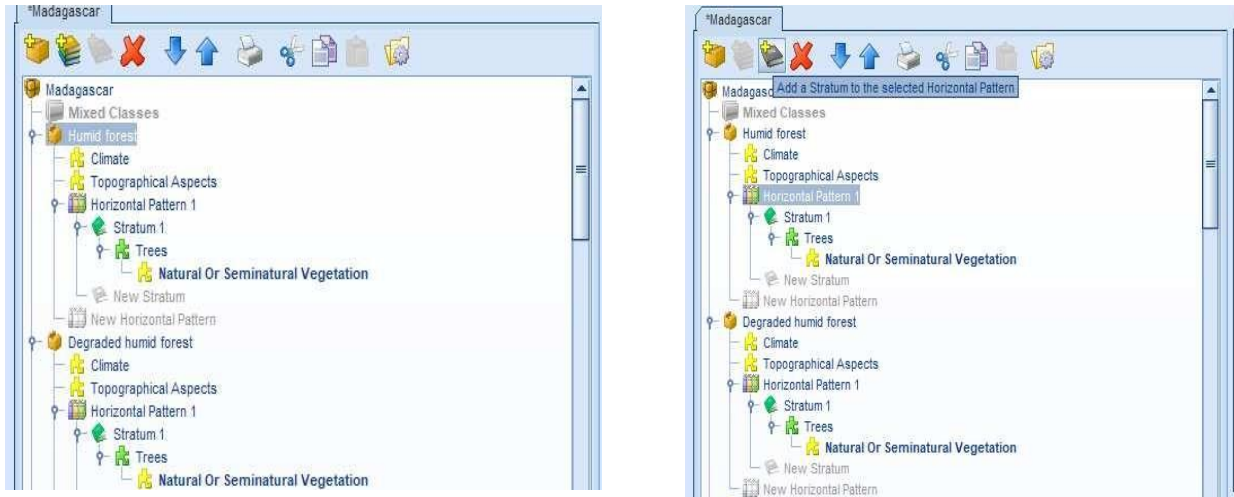
La Barre de légende permet aussi d'effectuer les tâches dans le menu d'édition.

Pendant la formation, il est recommandé de cocher les case « show tips » et « show confirmation messages about deletion or addition of elements ».



Volet de la légende

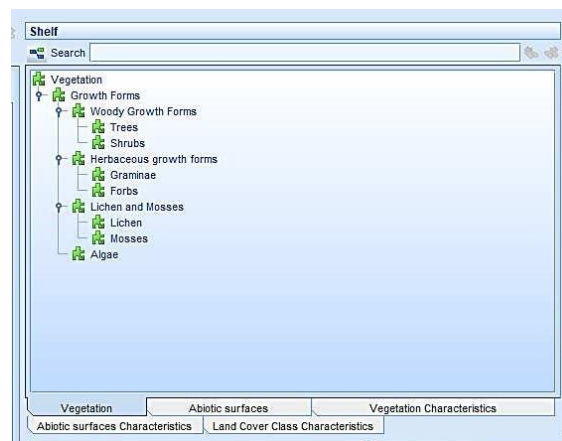
Toutes les opérations sur la création des classes d'occupation sont gérées dans le volet de la légende « Legend pane ». Les éléments dans ce volet sont classés d'une manière hiérarchique et il suffit de sélectionner les éléments pour les activer. Donc, pour l'ajout des niveaux ou des strates, il faut sélectionner les éléments de niveau supérieur.



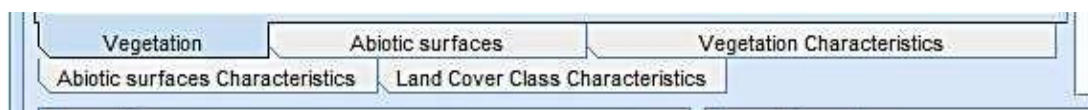
Volet de la légende

Caractéristique des éléments

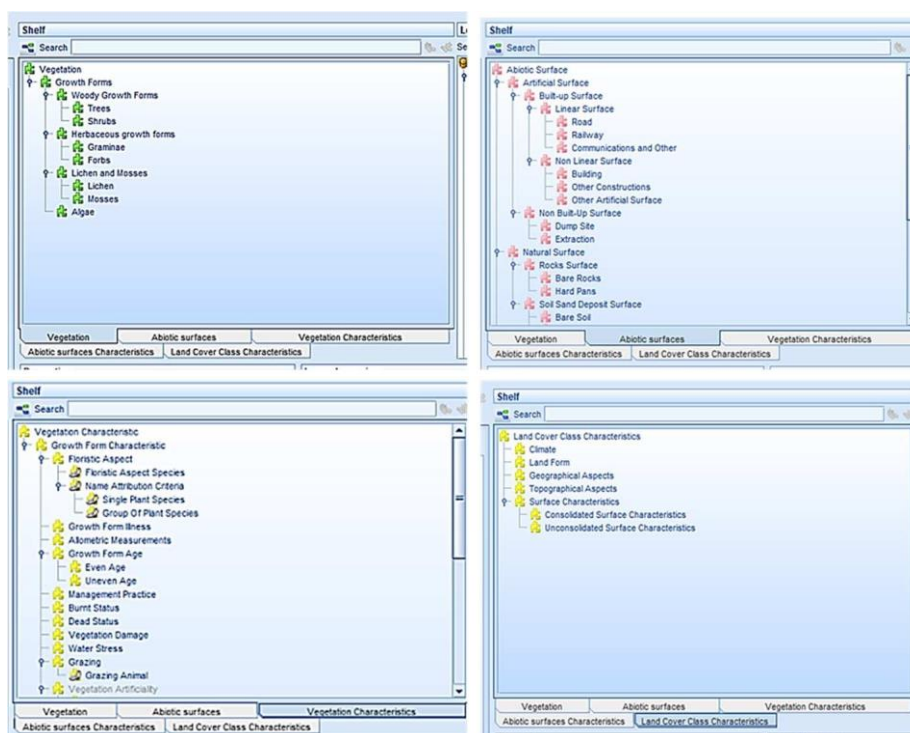
Le volet contenant les caractéristiques des éléments présente les natures, les types et les formes des éléments ainsi que les caractéristiques des classes d'occupation.



Les boutons en dessous du volet contiennent le menu pour les éléments et leurs caractéristiques et qui se présentent en forme d'arborescence et il suffit de cliquer et sélectionner les éléments pour les utiliser.



La figure ci-dessous montre les arborescences des éléments dans le menu. Il est à noter que les éléments de végétation sont affichés en vert, les éléments abiotiques en rouge et toutes les caractéristiques en jaune.



Ainsi, pour les utiliser il suffit juste de les sélectionner et les déplacer dans les éléments de la légende correspondante.

Propriété des éléments

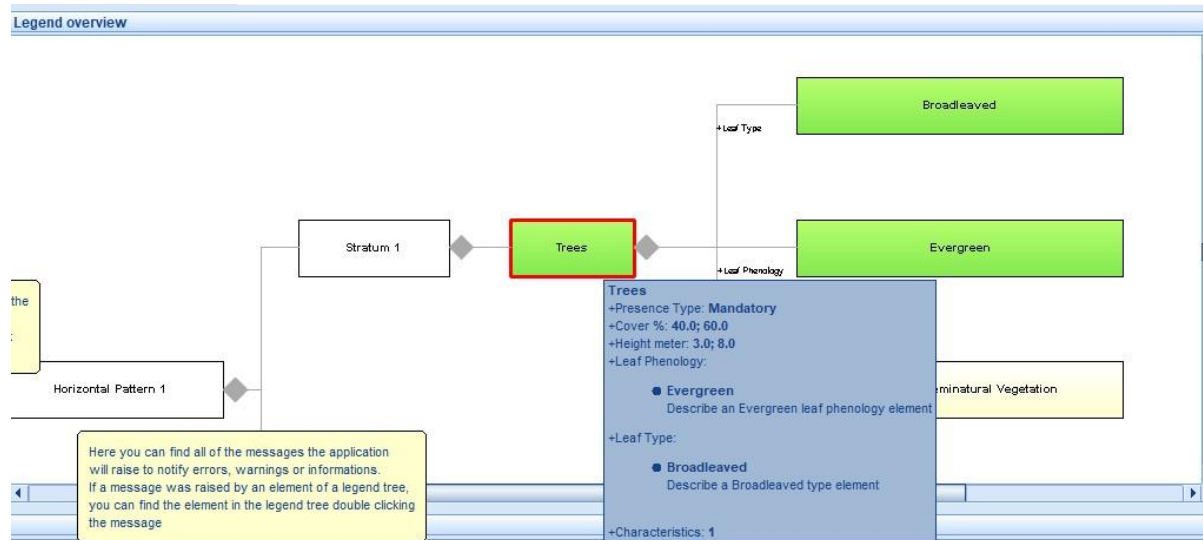
Les propriétés des éléments sont liées avec leurs caractéristiques. Mais dans le volet des propriétés, l'utilisateur peut ajouter tous les attributs caractéristiques de chaque élément (hauteur, type de feuille, pourcentage de couverture, etc.).



Propriétés des éléments

Représentation graphique des éléments

- i. Utiliser le scroll de la souris pour faire un zoom et dé-zoom sur le graphique.
- ii. Le clic droit permet d'apparaître le message d'impression et d'exporter le graphique en format image ou pdf.
- iii. Le double clic sur l'élément des nœuds permet de voir les détails sur les éléments.



Représentation graphique des éléments

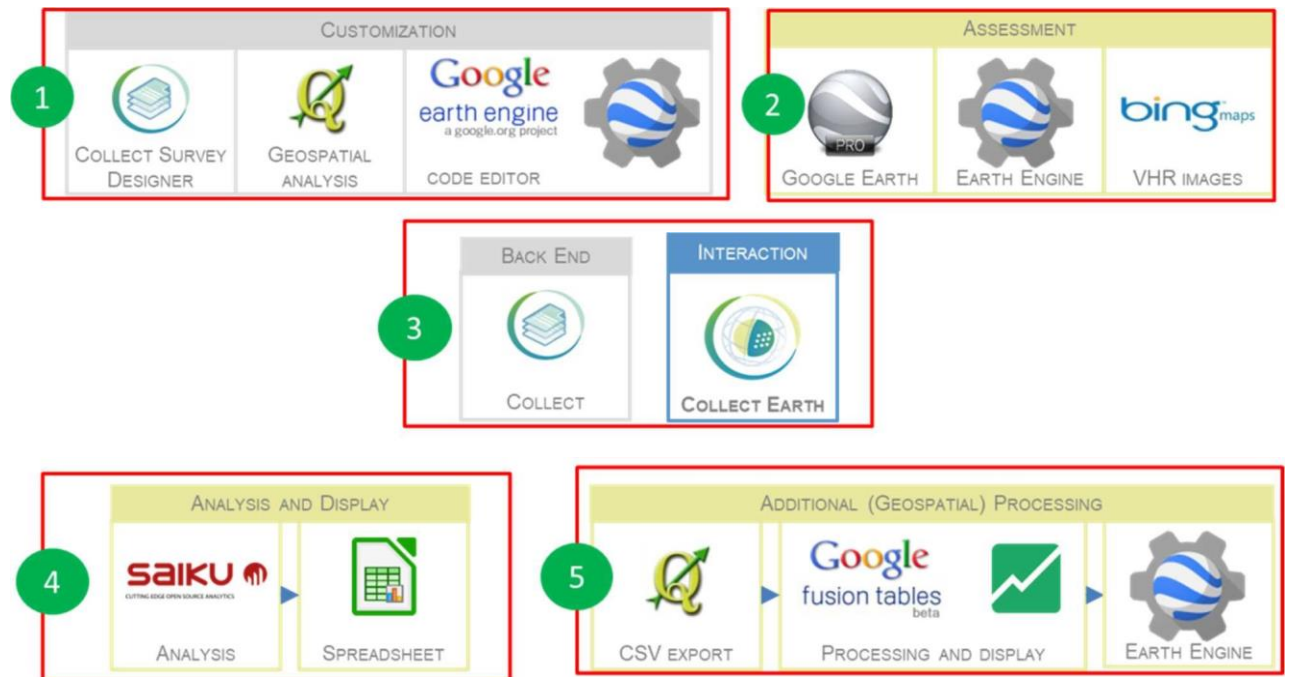
Collect Earth

Aperçu général du système

L'outil "Collect Earth" consiste à un assemblage de plusieurs logiciels permettant d'effectuer des sondages, d'évaluer et suivre l'évolution des classes d'UOT et faire des analyses statistiques et spatiales.

Les éléments qui le constituent sont notamment:

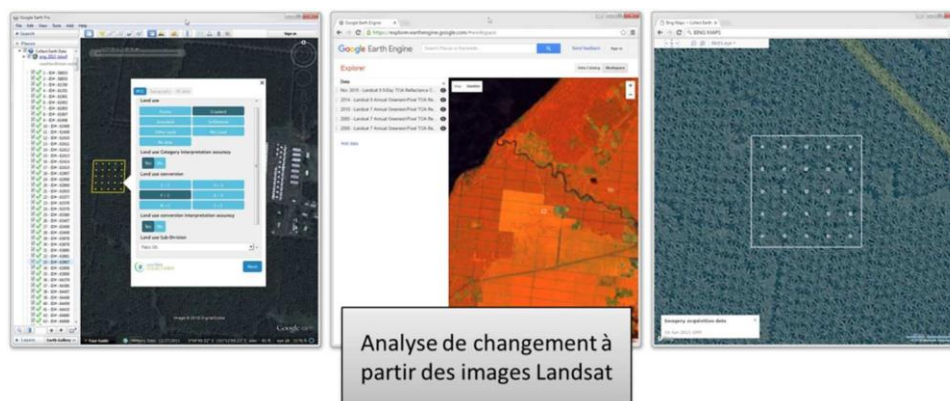
- i. Les éléments de personnalisation (Collect survey designer, Geospatial analysis, Code editor)
- ii. Les éléments d'évaluation (Google Earth, Earth engine et Bing maps)
- iii. Les éléments de collecte (Collect)
- iv. Les éléments d'analyse et de visualisation (Saiku, etc.)
- v. Et autres éléments (CSV export, Processing and display, etc.)

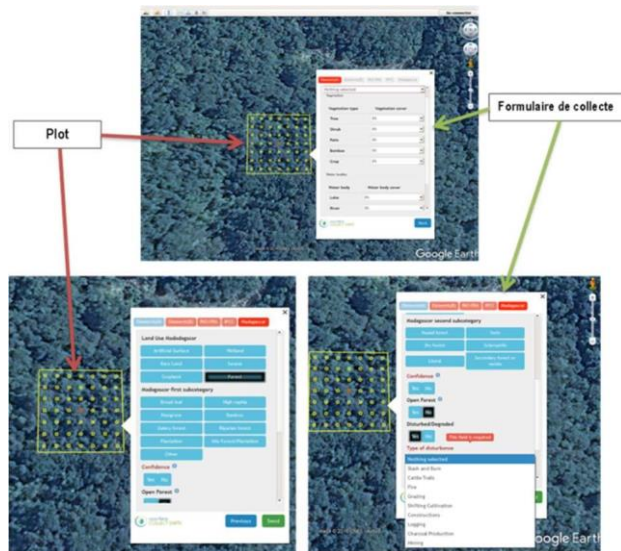


Aperçu global du système Collect Earth

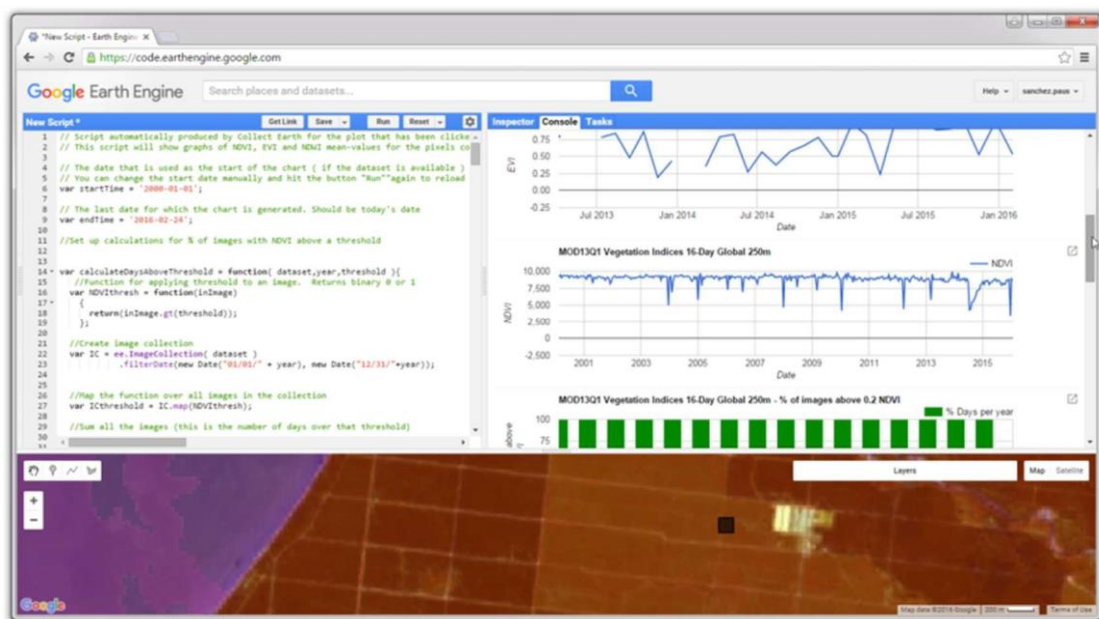
Éléments d'évaluation

Collect Earth utilise l'interaction entre le Google Earth, Earth engine et bing maps dans l'évaluation des classes d'UOT. Cette tâche se fait à l'aide d'un formulaire et un grid contenant les parcelles d'évaluation.





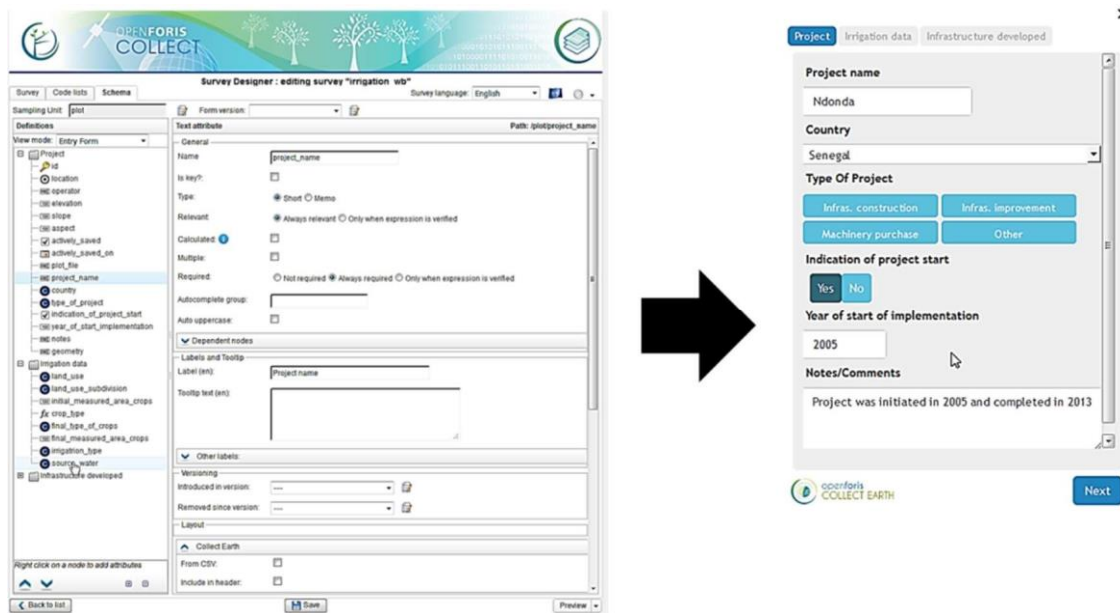
L'utilisation du Google Earth engine permet d'afficher les valeurs de NDVI des différentes périodes dans chaque parcelle afin d'avoir une idée sur les changements des classes d'UOT dans le temps et dans l'espace.



Graphique des NDVI sur Google Earth Engine

Survey designer (Création de formulaire de collecte)

Le survey designer permet de créer un formulaire de collecte de données. Il est modifiable selon les besoins des utilisateurs et selon les zones à étudier. Pour le lancer, il faut ouvrir le logiciel **open foris collect**.



Création de formulaire de collecte

Export et import de données

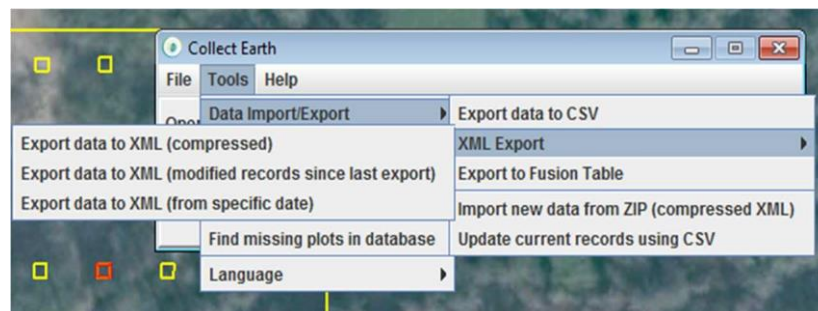
Est utilisé pour enregistrer ou exporter les données de chaque station locale, collecter toutes les données et télécharger les données à partir d'un fichier zip unique. Cette tâche permet de:

- Exporter des données au format CSV, Fusion Table ou fichier XML compressé ➤
- Télécharger toutes les données sous forme de fichier zip

Export des données

Pour exporter et sauvegarder les données collectées, il existe trois options différentes:

- Exporter les données au format CSV
- Exporter des données en tant que table de fusion
- Exporter les données en tant que fichier compressé

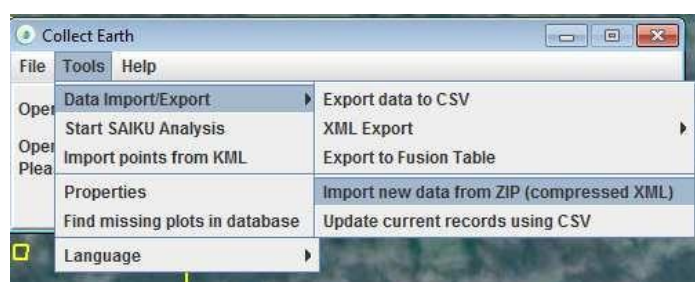


Export des données

Import des données

Pour importer de nouvelles données collectées :

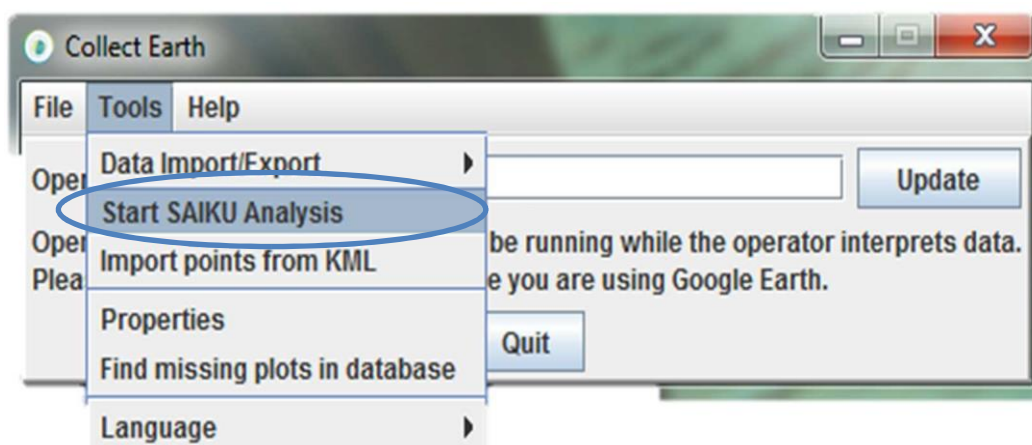
- Choisissez Importer des données à partir de ZIP,
- Choisissez le chemin où les données sont stockées (il est utile d'avoir un espace de stockage pour stocker et partager des données).



Import des données

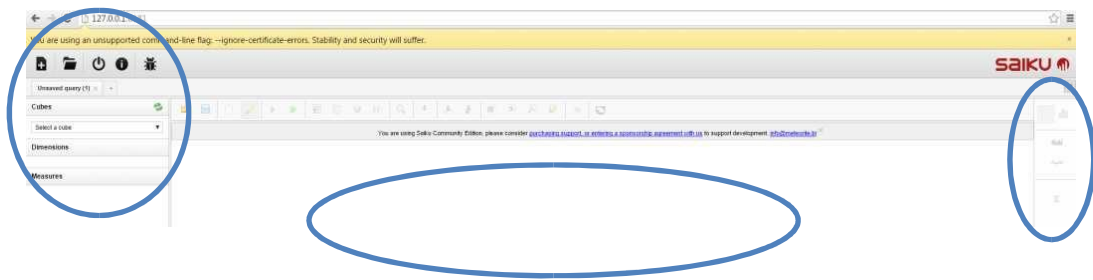
SAIKU

Saiku est un outil intégré dans le Collect Earth permettant d'effectuer des analyses et des visualisations des données issues des collectes. Il peut être ouvert directement sur le menu du Collect Earth.



Ouvrir Saiku

Saiku est reparti en trois zones : zones des dimensions et mesures, zones des données et les zones associées à la visualisation des figures et tableaux.



Visualisation des données sur saiku

Validation des classifications avec Collect Earth

L'Utilisation du Collect Earth permet d'effectuer une validation des cartes d'UOT issues des classifications automatiques.

Cette validation consiste en premier lieu par la création des points de validation sous QGIS sur la couche de classification. Ces points sont ensuite importés dans le Collect Earth pour créer les parcelles de vérification. Les informations vérifiées sont implémentées sur la base de données de vérification en vue de produire une matrice de confusion, des résultats évalués.