



Projet Talaky Be lot 1

Mise en œuvre par



Système de Suivi des Terres

Cartographie d'usage et du changement d'usage des Terres – *Land Use Land Use Change* - (LULUC), dans le cadre du projet Talaky-Be entre 2023 - 2025





Table des matières

1_	Contexte et objectif.....	5
2_	Choix techniques principaux.....	8
2.1.	Production de composites Sentinel 2 (10m)	9
2.1.1.	Choix des images	9
2.1.2.	Traitement des nuages	10
2.2.	Identification des classes d'utilisation des terres	11
2.3.	Modèles spatiaux d'utilisation des terres.....	13
2.4.	Variables explicatives utilisées	13
2.4.1.	Variables sols et végétations	13
2.4.2.	Variables géomorphologiques.....	14
2.5.	Post classification	15
2.6.	Détection de changement du mode d'utilisation des terres	15
2.7.	Validation des cartes UT	16
3_	Résultats et interprétations.....	18
3.1.	Précisions des modèles spatiaux de l'utilisation des terres.....	18
3.1.1.	Importance des variables explicatives.....	18
3.1.2.	Validation du modèle de classification	19
3.2.	Résultats de la cartographie des modes d'utilisation des terres pour 2023, 2024 et 2025 21	
3.2.1.	Superficie des classes d'utilisation des terres par communes.....	22
3.2.2.	Evolution du couvert forestier entre 2023, 2024 et 2025 dans les 9 communes	25
3.2.3.	Superficie des classes d'utilisation des terres dans la nouvelle aire protégée (NAP) de Beampingaratsy	25
3.3.	Résultat de la cartographie du changement des modes d'utilisation des terres	27
3.3.1.	Superficie des changements d'utilisation des terres au niveau des 09 communes d'intervention du projet Talaky Be_Lot 01	29
3.3.2.	Déforestation et dégradation forestière 2023-2024 et 2024-2025 au niveau des Communes.....	30
3.3.3.	Superficie des changements d'utilisation des terres à l'échelle de la NAP	33
3.3.4.	Déforestation et dégradation forestière 2023-2024 et 2024-2025 dans l'ensemble de la NAP	34
3.4.	Suivi du couvert forestier sur la période 2016-2025	35



3.4.1.	Comparaison du couvert forestier par durée de projet : PHCF 2, Talaky et Talaky Be , à l'échelle de la NAP	36
3.4.2.	Déforestation et dégradation forestière 2016-2025 au sein de la NAP	37
3.5.	Comparaison par AP entre 2016-2025	38
4_	Conclusions	39
5_	Perspectives.....	40

Liste des acronymes

ALT	: Altitude (m)
AP	: Aire Protégée
BMC	: Brigade mixte de contrôle
COBA	: Comites de Bases
DHH	: Proximité horizontale par rapport aux réseaux hydrographiques (m)
DREDD	: Direction Régionale de l'Environnement et du Développement Durable
DVH	: Proximité verticale par rapport aux réseaux hydrographiques (m)
ENS	: Cumulé d'ensoleillement pour un jour donné de l'année (watt/m ²)
GPS	: Global Positionning System
LU	: Land Use ou Utilisation des terres
LUC	: Land Use Change ou changement d'utilisation des terres
MNS	: Modèle Numérique de Surface
MSI	: Multispectral instrument
NAP	: Nouvelle Aire Protégée
NAP_BPG	: Nouvelle Aire Protégée de Beampingaratsy
NIR	: Near -InfraRed : bande spectrale comprise entre le visible et l'infrarouge moyen
ODK	: Open DataToolkit
PHCF 2	: Programme Holistique de Conservation des Forêts à Madagascar (Phase 2)
RL	: Hauteur de la crête de la colline (m)
RMSE	: Erreur
SAPM	: Système des Aires Protégées de Madagascar
SLP	: slope ou pente



SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission, ensemble de données numériques sur l'altitude
SST	: Système de Suivi des Terres
SWIR 1/2	: Short-Wave Infrared ou Infrarouge à ondes courtes
TOA	: Top of Atmosphere
UT	: Utilisation des terres
VD	: Valley depth ou Profondeur de la vallée (m)
WGS 84	: Système géodésique mondial 1984 : référentiel géodésique standard mondial

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques spatiales et spectrales des données Sentinel 2A	10
Tableau 2 : Caractérisations de la typologie de l'utilisation des terres dans la zone Talaky	12
Tableau 3 : Les caractéristiques des variables sols et végétation	14
Tableau 4 : Les caractéristiques de variables géomorphologiques	14
Tableau 5 : Tableau de corrélation issue de l'analyse des composantes principales des variables géomorphologiques	15
Tableau 6 : Typologie du changement d'utilisation des terres.....	16
Tableau 7 : Tableau de légende associé à la typologie du changement d'UT	16
Tableau 8 : Matrice de confusion par rapport au nombre de point de validation	19
Tableau 9: Matrice de confusion de la validation terrain des cartes d'utilisation des terres.....	20
Tableau 10 : Superficie des classes d'utilisation des terres sur l'ensemble des communes d'intervention du projet.....	23
Tableau 11 : Superficie [Ha] des classes d'utilisation des terres par commune en 2023, 2024 et 2025	24
Tableau 13 : Superficie des classes d'utilisation des terres au niveau des zones de la NAP (Noyau dur et Zone tampon).....	26
Tableau 14 : Superficie [Ha] des changements d'utilisation des terres dans les 09 communes	29
Tableau 15 : Superficie des changements d'utilisation des terres à l'échelle de la NAP	33



Liste des figures

Figure 1 : Conceptualisation du Système de Suivi des terres (SST) du projet Talaky	6
Figure 2 : Diagramme des flux de traitements complet de la méthodologie mise en place pour la réalisation du SST	9
Figure 3: Mosaïque d'images S2 sans nuages entre 15 décembre et 15 avril (saison humide).....	11
Figure 4: Mosaïque d'images S2 sans nuages entre 01 juin et 31 juillet (saison sèche).....	11
Figure 5: Indentification des parcelles d'entraînement sur les images Sentinel 2 de 2018.....	11
Figure 6 : Indentification des parcelles d'entraînement sur les mosaïques d'images drone de 10 cm de résolution (novembre 2018).....	11
Figure 7 : Hiérarchie de l'importance des variables explicatives du modèle	18
Figure 8 : Evolution du couvert forestier sur l'ensemble des communes d'intervention du projet	25
Figure 9 : Evolution du couvert forestier dans la limite de la NAP	27
Figure 10 : Evolution de la déforestation et dégradation forestière au niveau des 09 Communes..	30
Figure 11 : Évolution de la déforestation et dégradation forestière au sein de la NAP	34
Figure 12 : Evolution du couvert forestier dans la limite de la NAP selon les durées de projet.....	36
Figure 13 : Perte du couvert forestier en hectares (à gauche) et en pourcentage (à droite) au sein de la NAP entre 2016-2025	37
Figure 14 : Comparaison de la perte du couvert forestier en hectare (à gauche) et en pourcentage (à droite) par AP entre 2016-2025	38

Liste des cartes

Carte 1 : Carte de localisation de la zone d'étude	7
Carte 2 : Répartition des points de validation des cartes UT	17
Carte 3 : Carte d'utilisation des terres pour les années 2023, 2024 et 2025	21
Carte 4 : Carte de changement d'utilisation des terres entre la période 2023 – 2024 et 2024 - 2025	28



1_ Contexte et objectif

Mis en œuvre par Nitidæ dans la région Anôsy, au sud-est de Madagascar, le projet Talaky Be (Lot 01) intervient dans un territoire où la précarité des ménages ruraux est accentuée par une dégradation rapide des ressources naturelles et une forte vulnérabilité climatique. Lancé **en 2023** pour **une durée de six ans**, ce programme adopte une approche intégrée — mêlant agroécologie, gouvernance foncière et restauration des écosystèmes — afin de renforcer durablement la sécurité alimentaire et la résilience des populations locales.

Dans cette optique, le suivi rigoureux de la dynamique paysagère constitue un pilier stratégique du projet. Conformément à son cadre logique, le Système de Suivi des Terres (SST) doit permettre la production annuelle d'une cartographie précise de l'occupation du sol. Cet outil est essentiel non seulement pour mesurer l'évolution du couvert forestier, mais aussi pour calculer et communiquer officiellement le taux annuel de déforestation, garantissant ainsi une gestion transparente et basée sur des données spatiales fiables.

La connaissance spatiale des modes d'utilisation des terres est essentielle pour de nombreuses applications, que ceux soient scientifiques et/ou opérationnelles. Dans les recherches en écologie, cette information permet de suivre les variables essentielles relatives à la biodiversité, telles que l'étendue et la fragmentation des écosystèmes (Skidmore et al., 2015). Aussi, elle constitue une donnée d'entrée indispensable dans les modélisations du paysage. Dans les cadres opérationnels, elle représente un indicateur spatial important dans la mise en œuvre des stratégies de gestion des ressources naturelles. Toutefois, il a été toujours difficile de définir proprement et de spatialiser la typologie d'usage des terres pour différentes raisons. D'une part, les pratiques agricoles varient d'une région à une autre et d'une saison à une autre. D'autre part, l'utilisation des terres dépend du plan local de gestion du paysage. L'objectif de cette étude est de proposer une méthodologie pour cartographier les modes d'usage (LU) et les changements d'usage des terres (LUC). Pour cela, les données de télédétection spatiale ont été combinées pour identifier et cartographier les LU et LUC. Les résultats de ce travail permettent l'initiation au développement d'un Système de Suivi des Terres (SST) à Madagascar et, notamment pour le projet Talaky¹.

¹ <https://www.nitidae.org/>



Ce système dispose trois éléments clefs (Figure 1) :

- Les outils de collecte et d'acquisition des données,
- Les processus de traitement et d'analyse des données,
- Et, la plateforme de partage et de consultation des résultats.

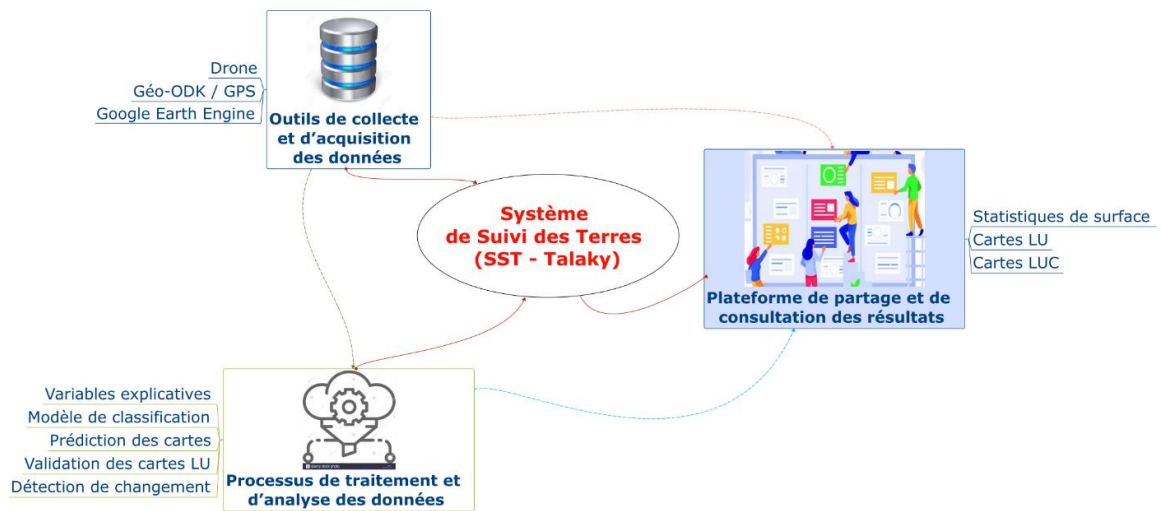
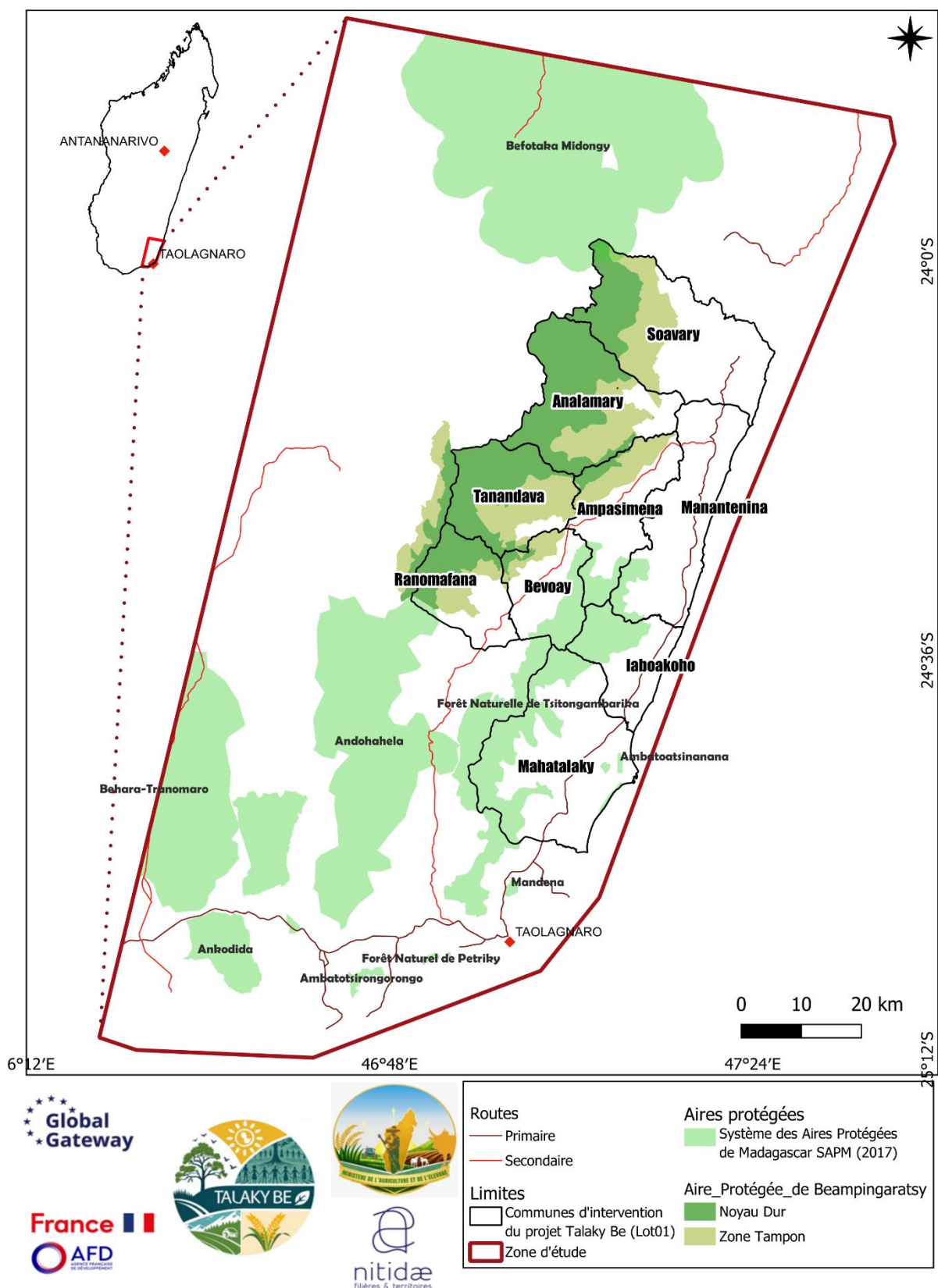


Figure 1 : Conceptualisation du Système de Suivi des terres (SST) du projet Talaky



Concernant la zone d'étude, elle a été délimitée autour de la Nouvelle Aire Protégée du Beampingaratsy (NAP-BPG), dans le district de Taolagnaro (Fort-dauphin).



Carte 1 : Carte de localisation de la zone d'étude.



2_ Choix techniques principaux

La méthodologie que l'on souhaite développer s'appuie sur trois phases de traitement et d'analyse de données (Figure 2) :

- **Phase 1, collecte des données, identification de la typologie des LU.** Cette phase inclut les travaux d'observation de paysage sur terrain avec les outils de collecte de données (Drone, GéoODK/GPS) pour identifier la typologie des classes d'utilisation des terres. Elle consiste également à la production des composites d'images Sentinel 2A (S2A) sans nuages pour une saison humide (mi-décembre – mi-avril) et une saison sèche (01 juin - 31 juillet). Son objectif principal est de construire une base d'information suffisante sur l'utilisation des terres (données terrain et fond d'image) en prévision de la réalisation du SST.
- 1. **Phase 2, modélisation des cartes LU en 2018 et prédiction pour les années 2023,2024,2025.** Cette phase constitue les méthodes d'analyse, de traitement et de validation adoptées pour cartographier les LU et LUC. Les principes de ces méthodes résident notamment dans l'utilisation des images **bi-saisonnières (saison humide et sèche) et d'une approche de classification supervisée des données satellitaires.**
- 2. **Phase 3, détection de changement.** Cette phase consiste à analyser les dynamiques spatio-temporelles biannuelles des LU entre les années prédites (2023, 2024, 2025). Elle repose principalement sur une comparaison post-classification des cartes produites à la phase 2, permettant d'identifier, de localiser et de quantifier les transitions entre classes (déforestation, dégradation forestière). L'analyse inclura l'élaboration de matrices de transition, le calcul des surfaces gagnées et perdues par classe, ainsi que la production de cartes de changements. Cette étape permettra d'évaluer l'ampleur, la direction et le rythme des transformations territoriales, et d'identifier les zones à forte dynamique ou à risque.

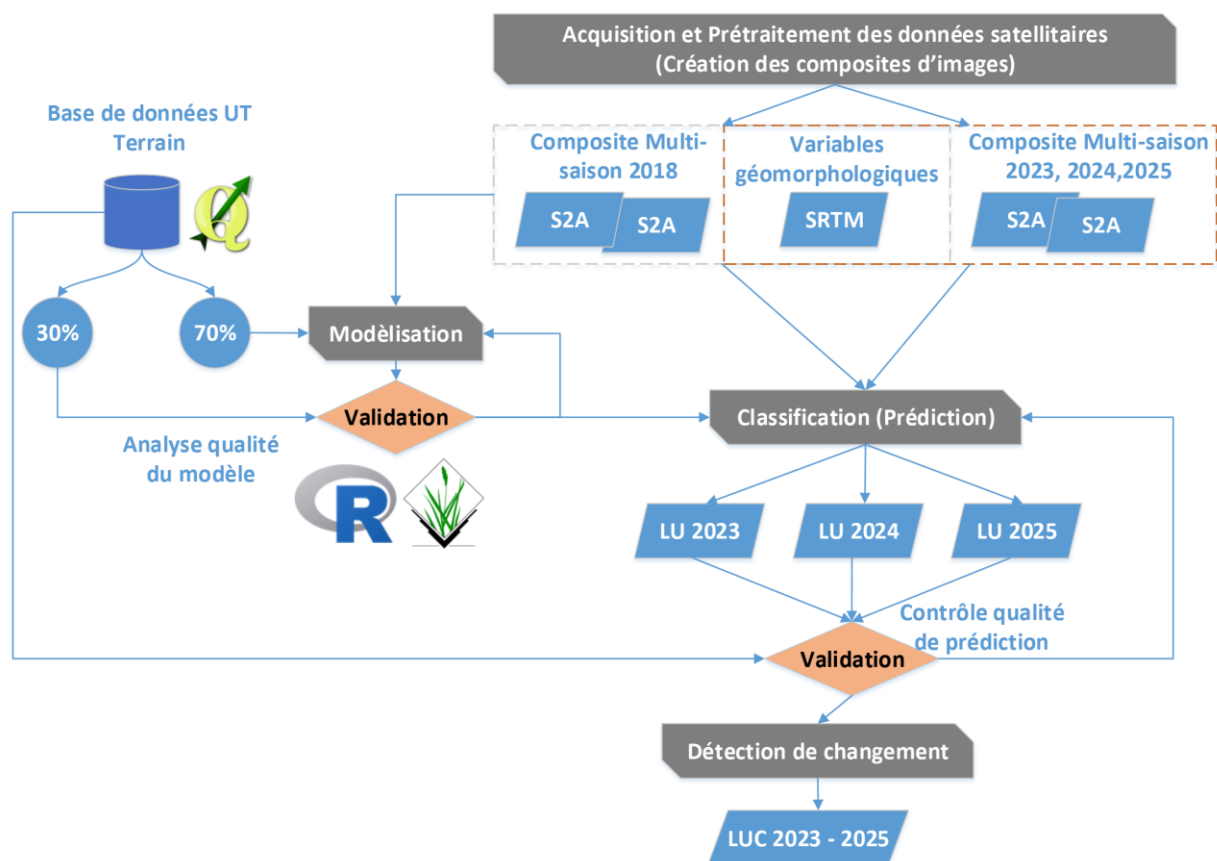


Figure 2 : Diagramme des flux de traitements complet de la méthodologie mise en place pour la réalisation du SST

3. **Phase 4, présentations des résultats.** Il s'agit de la mise en place d'une plateforme de partage et de consultation des résultats en ligne.

2.1. Production de composites Sentinel 2 (10m)

2.1.1. Choix des images

Les images Sentinel-2 MSI (Multispectral instrument) ou Sentinel 2A (le 2B est un instrument Radar) de niveau 1C ont été choisies dans la présente étude. En effet, les précisions spatiales et spectrales de ces images (Tableau 1) représentent un atout majeur pour la cartographie des modes d'utilisation des terres. Le prétraitement effectué sur ces données comprend les corrections radiométriques et géométriques des scènes d'images. Les corrections géométriques tiennent compte de l'orthorectification et de la projection spatiale de l'image sur un système de référence global (WGS – 84), cela avec une précision sous pixel (moins de 10 m). Les données contiennent 13 bandes spectrales dont chacune est codée en UINT16 (0 – 65 536). Compte tenu des différentes corrections radiométriques faites sur ces bandes, ces derniers représentent la réflectance de la surface du sol au-dessus de l'atmosphère terrestre (Top of Atmosphere - TOA, à 10 000 m d'altitude).



Tableau 1 : Caractéristiques spatiales et spectrales des données Sentinel 2A

Non	Résolution spatiale (m)	Longueurs d'ondes de la bande spectrale (nano mètre - nm)	Description
B1	60	443,9	Aerosols
B2	10	496,6	Blue
B3	10	560	Green
B4	10	664,5	Red
B5	20	703,9	Red Edge 1
B6	20	740,2	Red Edge 2
B7	20	782,5	Red Edge 3
B8	10	835,1	NIR
B8a	20	864,8	Red Edge
B9	60	945	Water vapor
B10	60	1373,5	Cirrus
B11	20	1613,7	SWIR 1
B12	20	2202,4	SWIR 2
QA60	60		Cloud mask

2.1.2. Traitement des nuages

Les composites d'images Sentinel 2 sans nuages ont été créés en utilisant Google Earth Engine. Pour avoir plus d'informations sur les modes d'utilisation des terres, deux composites d'images ont été réalisées : une en saison humide, entre 15 décembre et 15 avril et une autre en saison sèche, entre 01 juin et 31 juillet (Figure 3, Figure 4). Les images disponibles entre ces dates ont été sélectionnées dans les archives d'images. Par exemple, 94 images ont été sélectionnées pour la saison humide de l'image 2018 et 51 images pour la saison sèche. Un masque des couvertures nuageuses a été appliqué sur les images sélectionnées. Les bandes B1 et QA60 ont été utilisés pour former le masque.

En fait, ces deux bandes possèdent des informations sur la présence des couvertures nuageuses sur l'image. La bande B1 contient des données sur la densité des matières en suspension dans l'aire (aerosols) tandis que la bande QA60 détient les informations sur les classes de densité des nuages. Plus leurs valeurs sont fortes plus la présence des couvertures nuageuses sur l'image est élevée. Le masque a ainsi été formé en définissant un seuil de valeur pour chacune de ces bandes. Dans la présente étude, on a fait le choix d'utiliser les valeurs supérieures à 1500 de la bande B1 et les valeurs classées entre 1 et 10 de la bandes QA60 pour masquer les nuages. Une fois que les masques ont été appliqués sur les images sélectionnées, ces dernières ont été combinées pour créer les composites d'image sans nuage. Pour cela, les médians des pixels superposés des images ont été calculés.



Figure 3: Mosaïque d'images S2 sans nuages entre 15 décembre et 15 avril (saison humide)

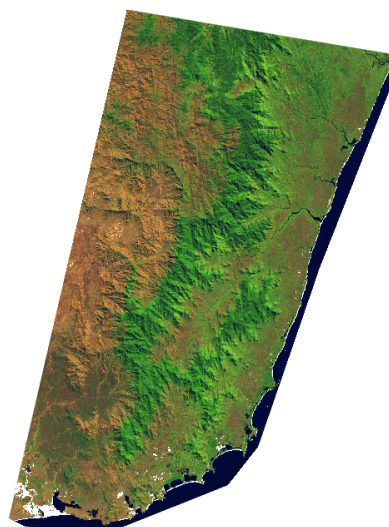


Figure 4: Mosaïque d'images S2 sans nuages entre 01 juin et 31 juillet (saison sèche)

2.2. Identification des classes d'utilisation des terres

Les différentes classes d'utilisation des terres ont été identifiées manuellement sur les composites d'images Sentinel 2 de 2018 (Figure 5) et ont été affinées sur des images de très haute résolution spatiale (Google Earth). De plus, des descentes sur terrain ont été réalisées entre novembre 2018 et août 2025. Durant ces campagnes, des acquisitions des photos aériennes à partir d'un drone ont été effectuées sur la zone d'étude. Ces photos ont une résolution de 10 cm et peuvent couvrir environ 100 ha. Ces images ont aussi été utilisées en appui afin d'identifier les différentes classes d'usages des terres (Figure 6).



Figure 5: Indentification des parcelles d'entrainement sur les images Sentinel 2

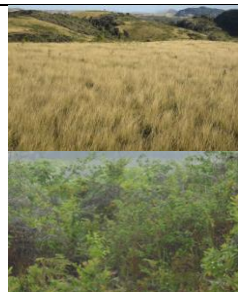


Figure 6 : Indentification des parcelles d'entrainement sur les mosaïques d'images drone de 10 cm de résolution

De cette manière, quatorze (14) types de classes d'utilisation des terres ont été identifiés (Tableau 2).



Tableau 2 : Caractérisations de la typologie de l'utilisation des terres dans la zone Talaky

code	Classe	Description	Nom malgache	Illustration
Forêts				
11	fdh	Forêts denses humides	Ala velona mikitroka	
12	fdg	Forêts dégradées – vieilles jachères - recrue forestière - Ripisylve - Forêt rupicole - lambeau de Forêts - Forêt de ravenala - plantation (pin, eucalyptus...)	-	
13	fds	Forêts denses sèches	Ala maina mikitroka (maiky)	
14	flm	Forêts littorales - Mangroves		
Cultures				
31	cup	Mosaïques de cultures pluviales	Voly an-tanety	
32	cui	Cultures irriguées sur bas fond (rizière)	Tanimbary	
33	ccs	Culture de canne à sucre	Fary	
Savanes				
34	svh	Savanes herbeuses	Bozaka	
35	bra	Savanes arbustives (Broussaille, goyave, Lantana camara)	Kirihitra	
36	zgr	Plantation de Grevillea		
Zones humides				
41	znh	Zones humides (eau libre rivière)	Renirano na farihy	
42	zmr	Zones marécageuses	Onaona	
Autres terres				
61	src	Sol nu/ dégradé, sable ou roche	Vato, tany, fasika	
62	hab	Zones habitations	Toera-ponenana (tanana)	



2.3. Modèles spatiaux d'utilisation des terres

Une approche de classification supervisée a été appliquée simultanément sur les composites d'images Sentinel 2A acquises en saison humide et saison sèche afin de produire une carte d'utilisation des terres par saison. L'algorithme Random Forest a été utilisé pour construire les modèles des classes d'utilisations des terres en fonction des variables satellitaires.

$$\begin{aligned} \text{code} \sim & \text{b02.h} + \text{b03.h} + \text{b04.h} + \text{b05.h} + \text{b06.h} + \text{b07.h} + \text{b08.h} + \\ & \text{b11.h} + \text{b12.h} + \text{nbr.h} + \text{ndsi.h} + \text{ndvi.h} + \text{ndwi1.h} + \text{ndwi2.h} + \\ & \text{ratio.h} + \text{b02.s} + \text{b03.s} + \text{b04.s} + \text{b05.s} + \text{b06.s} + \text{b07.s} + \\ & \text{b08.s} + \text{b11.s} + \text{b12.s} + \text{nbr.s} + \text{ndsi.s} + \text{ndvi.s} + \text{ndwi1.s} + \\ & \text{ndwi2.s} + \text{ratio.s} + \text{pca.1} + \text{pca.2} + \text{pca.3} \end{aligned}$$

Soixante-dix pourcents (70%) des échantillons ont été aléatoirement sélectionnées et utilisées pour l'apprentissage du modèle, les trente pourcents (30%) restants ont été utilisées pour le valider (validation interne du modèle).

Le processus d'échantillonnage a été répété 30 fois pour que les jeux de données aient un équilibre au niveau spatial. Puis, à chaque répétition, un modèle a été créé. Ainsi, 30 modèles calibrés ont été obtenus à la fin de cette étape. Chaque modèle a été utilisé pour prédire la carte d'utilisation des terres. Trente (30) cartes ont ainsi été prédites. Ensuite, elles ont été combinées. Les classes majoritaires sur les pixels superposés, pour chaque prédiction, ont été retenues comme résultats finaux de la classification.

2.4. Variables explicatives utilisées

Deux catégories de variables explicatives ont été introduites dans ce modèle. La première catégorie représente les indices de végétation tandis que la seconde celui de la topographie de la zone d'étude.

2.4.1. Variables sols et végétations

Les variables sols et végétation (Tableau 3) sont constituées par les bandes spectrales de l'image S2A ainsi que cinq (05) autres indices de la réflectance d'occupation des sols calculés à partir de ces bandes spectrales.



Tableau 3 : Les caractéristiques des variables sols et végétation

	Saison humide	Saison sèche	Résolution (m)	Description
Bandes spectrales de l'image S2A	b02.h	b02.s	10	Bleu
	b03.h	b03.s	10	Vert
	b04.h	b04.s	10	Rouge
	b05.h	b05.s	20	Red Edge 1
	b06.h	b06.s	20	Red Edge 2
	b07.h	b07.s	20	Red Edge 3
	b08.h	b08.s	10	Proche infra-rouge (PIR)
	b11.h	b11.s	20	Moyen infra-rouge 1
Indices de la réflectance d'occupation du sol	b12.h	b12.s	20	Moyen infra-rouge 2
	nbr.h	nbr.s	10	Indice normalisé de brillance 1
	ndsi.h	ndsi.s	10	Indice normalisé de brillance 2
	ndvi.h	ndvi.s	10	Indice normalisé de végétation
	ndwi1.h	ndwi1.s	10	Indice normalisé de l'humidité 1
	ndwi2.h	ndwi2.s	10	Indice normalisé de l'humidité 2
	ratio.h	ratio.h	10	Ratio Red Edge 2.h/Rouge

2.4.2. Variables géomorphologiques

Les variables géomorphologiques ont été calculées à partir d'un modèle numérique de surface (MNS). Pour cela, la troisième version de l'image SRTM de 30 mètres de résolution a été utilisée. Ces variables comprennent : Tableau 4.

Tableau 4 : Les caractéristiques de variables géomorphologiques

Nom des variables géomorphologiques	Résolution (m)	Description
ALT	30	Altitude (m)
VD	30	Profondeur de la vallée (m)
RL	30	Hauteur de la crête de la colline (m)
SLP	30	Pente (°)
DHH	30	Proximité horizontale par rapport aux réseaux hydrographiques (m)
DVH	30	Proximité verticale par rapport aux réseaux hydrographiques (m)
ENS	30	Cumulé d'ensoleillement pour un jour donné de l'année (watt/m ²)

Une transformation utilisant l'analyse en composante principale a été réalisée afin de réduire le nombre de ces variables dans les modèles et de ramener leur résolution à 10 mètres. Pour cela, les calculs ont été réalisés sur une grille dont les cellules sont égales à 10x10m. Les trois (03) premières composantes principales ont été utilisées pour alimenter les modèles spatiaux d'utilisation des terres (Tableau 5).



Tableau 5 : Tableau de corrélation issue de l'analyse des composantes principales des variables géomorphologiques

Matrice de corrélation des variables									
	Valeurs propres	ALT	VD	RL	SLP	DHH	DVH	ENS	Apport des variables (%)
pca.1	3,67	0,44	-0,06	0,43	0,43	0,46	0,45	-0,13	52,42%
pca.2	1,25	-0,28	0,51	-0,20	0,26	-0,06	0,15	-0,73	17,90%
pca.3	1,07	0,33	0,71	0,44	-0,07	-0,24	-0,29	0,19	15,35%
pca.4	0,58	-0,33	0,40	-0,27	0,26	0,21	0,37	0,64	8,32%
pca.5	0,32	-0,02	0,22	0,01	-0,77	0,55	0,18	-0,12	4,56%
pca.6	0,1	-0,09	0,04	-0,09	0,28	0,62	-0,72	-0,01	1,46%
pca.7	0	-0,70	-0,11	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%

2.5. Post classification

La post-classification consiste à nettoyer les erreurs (effet « poivre et sel ») de la classification d'image sur les résultats cartographiques. Ce filtrage permet d'améliorer la lisibilité thématique de la carte, et d'assurer une meilleure cohérence écologique des surfaces forestières cartographiées. Pour cela, un filtre majoritaire a été appliqué dans une fenêtre coulissante de dimension 3x3 sur l'ensemble de l'image classifiée.

Pour les classes des zones forestières, les groupements contigus de plus de 100 pixels ont été reclassés en forêts denses, considérés comme des entités forestières spatialement cohérentes. À l'inverse, les groupements de moins de 100 pixels ($\approx < 1$ ha) ont été reclassés en forêts dégradées, ces petites taches étant généralement associées à des fragments forestiers, à des effets de bordure ou à du bruit de classification.

Par ailleurs, une carte densité de population a été utilisée pour affiner la détection des zones d'habitation. Pour cela, on a considéré comme étant des zones d'habitation les zones où des sols nus ont été détectés après la classification d'image alors que la densité de population est élevée.

2.6. Détection de changement du mode d'utilisation des terres

Les modèles spatiaux des modes d'usage des terres obtenus (et validés) pour l'année 2018 seront utilisés pour cartographier l'utilisation des terres sur les années 2023, 2024 et 2025. Ainsi, la carte 2023 a été prédite avec les variables sols et végétations de l'image 2023, et idem pour les deux autres années. Pour la conformité avec les modèles d'utilisation des terres sur l'année 2018, une correction radiométrique a été effectuée sur les bandes spectrales des images 2023, 2024 et 2025 (égalisation d'histogramme).

Les changements des classes d'utilisation des terres ont été détectés en croisant la carte de 2023 et 2025. Ensuite, une matrice et une carte de changement d'usage des terres seront produites. Toutefois, la carte de changement peut présenter 196 (14×14) types d'évolution des classes d'utilisation des terres. Cependant, ces classes intègrent des changements aberrants. Par exemple, les cultures irriguées et/ou les savanes herbeuses en 2023 qui deviennent forêts (mature) en 2025. Ces faux changements ont été considérés comme étant des milieux inchangés car ils proviennent



probablement des erreurs de classification d'image. La subdivision et la nomenclature finale des changements d'utilisation de terre sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Typologie du changement d'utilisation des terres

		Typologie d'utilisation des terres pour l'année 2025 (t2)													
Typologie d' utilisation des terres pour l' année (t1)		11	12	13	14	31	32	33	34	35	36	41	42	61	62
	11	0	2	17	17	1	1	1	1	1	1	17	17	1	1
	12	8	0	8	8	3	4	5	13	13	13	14	14	13	13
	13	17	2	0	17	1	1	1	1	1	1	17	17	1	1
	14	17	2	17	0	1	1	1	1	1	1	14	14	1	1
	31	17	9	17	17	0	6	6	12	12	7	14	14	11	16
	32	17	9	17	17	6	0	6	12	12	7	14	14	11	16
	33	17	9	17	17	6	6	0	12	12	7	14	14	11	16
	34	17	9	17	17	3	4	5	0	9	7	14	14	11	16
	35	17	9	17	17	3	4	5	13	0	7	14	14	11	16
	36	17	9	17	17	3	4	5	13	13	0	14	14	11	16
	41	17	9	17	17	3	4	5	15	15	7	0	14	15	16
	42	17	9	17	8	3	4	5	15	15	7	14	0	15	16
	61	17	9	17	17	3	4	5	10	10	7	14	14	0	16
	62	17	9	17	17	3	4	5	10	10	7	14	14	12	0

Tableau 7 : Tableau de légende associé à la typologie du changement d'UT

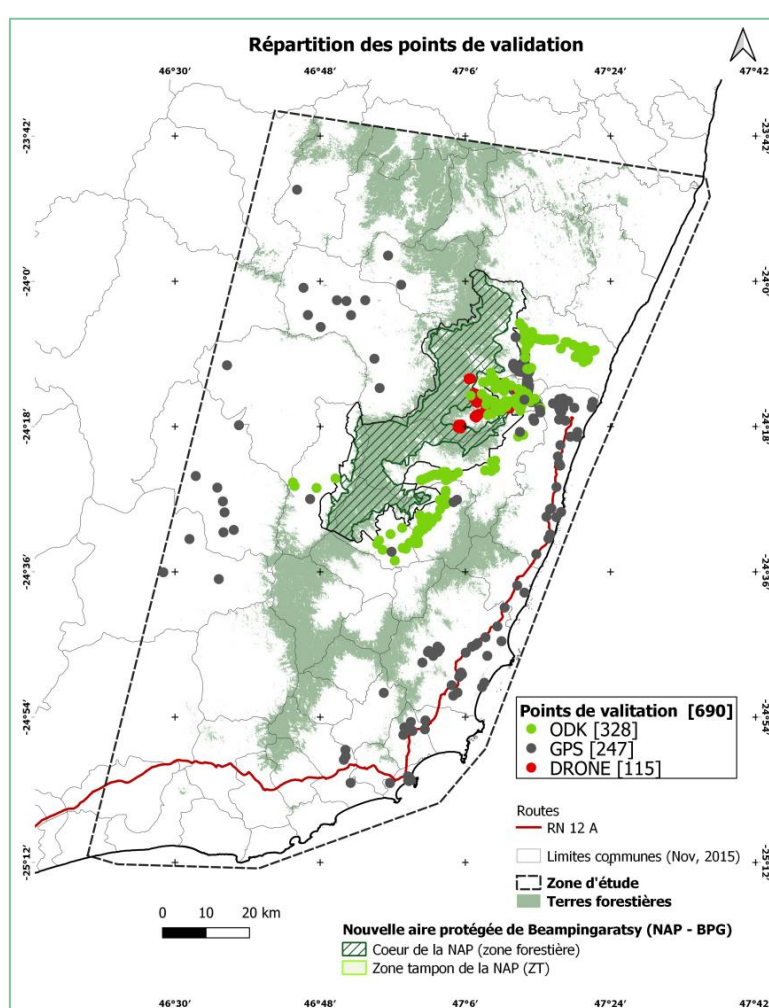
Code	Nomenclature de la typologie du changement d'usage des terres
0	Milieus inchangés
1	Déforestation
2	Dégradation forestière
3	Extension de cultures pluviales
4	Extension de cultures irriguées
5	Extension de cultures de canne à sucre
6	Conversion interne et/ou rotation dans les milieux agricoles
7	Invasion de <i>grevillea</i>
8	Régénération des milieux forestiers
9	Afforestation ou reforestation
10	Restauration du sol
11	Processus de dégradation du sol
12	Arrêt de culture, terre abandonnée ou laissée au repos
13	Dégradation du paysage (perte de couvert végétal)
14	Inondations
15	Retrait des eaux
16	Artificialisation ou construction d'infrastructures
17	Changement improbable annuellement

2.7. Validation des cartes UT

La validation est réalisée en comparant les cartes UT prédites avec la réalité sur terrain (control qualité). Pour cela, une campagne d'acquisition d'image drones a été faite. Cette campagne a permis de survoler environ **900 ha** sur **neufs sites** différents entre novembre 2018 – Août 2025. La résolution



spatiale de ces images peut atteindre 9 centimètres par pixel. Ces images ont donc la qualité requise qui reflète la typologie d'usage des terres. Par ailleurs, dans ses activités par rapport à l'aménagement du territoire (Composant 3, activité 3.1), Talaky utilise l'outil Géo-ODK² (Open Data Toolkit) pour relever les informations sur la typologie d'occupation du sol, les aménagements du paysage et les infrastructures dans les communes où le projet intervient. Les données ainsi obtenues contiennent des informations essentielles sur les différents modes d'UT. En outre, des relevés de **points GPS** ont aussi été effectuées sur les classes d'usage des terres observées sur terrain pour évaluer les cartes UT finales. Ainsi, pour estimer les précisions des cartes UT, elles ont été comparées avec l'ensemble de ces différents types de données terrain. Au total, **690** points terrains ont été utilisés pour valider le résultat de la spatialisation des cartes UT.



Carte 2 : Répartition des points de validation des cartes UT

² https://toolbox.hotosm.org/fr/pages/field-mapping-management/4.2_using_odk_collect/



3_Résultats et interprétations

3.1. Précisions des modèles spatiaux de l'utilisation des terres

3.1.1. Importance des variables explicatives

La figure de la hiérarchie des variables (Figure 7) montre que les indicateurs géomorphologiques (pca.3, pca.2 et pca.1) sont importants dans la construction du modèle de classification d'utilisation des terres. Les variables sol et végétation, notamment les réflectances de la surface sur les bandes moyennes (b11.h et b11.s) et l'indice de brillance du sol en saison humide (nbr.h), présentent aussi une importance non négligeable dans la modélisation de l'usage des terres dans la zone d'étude.

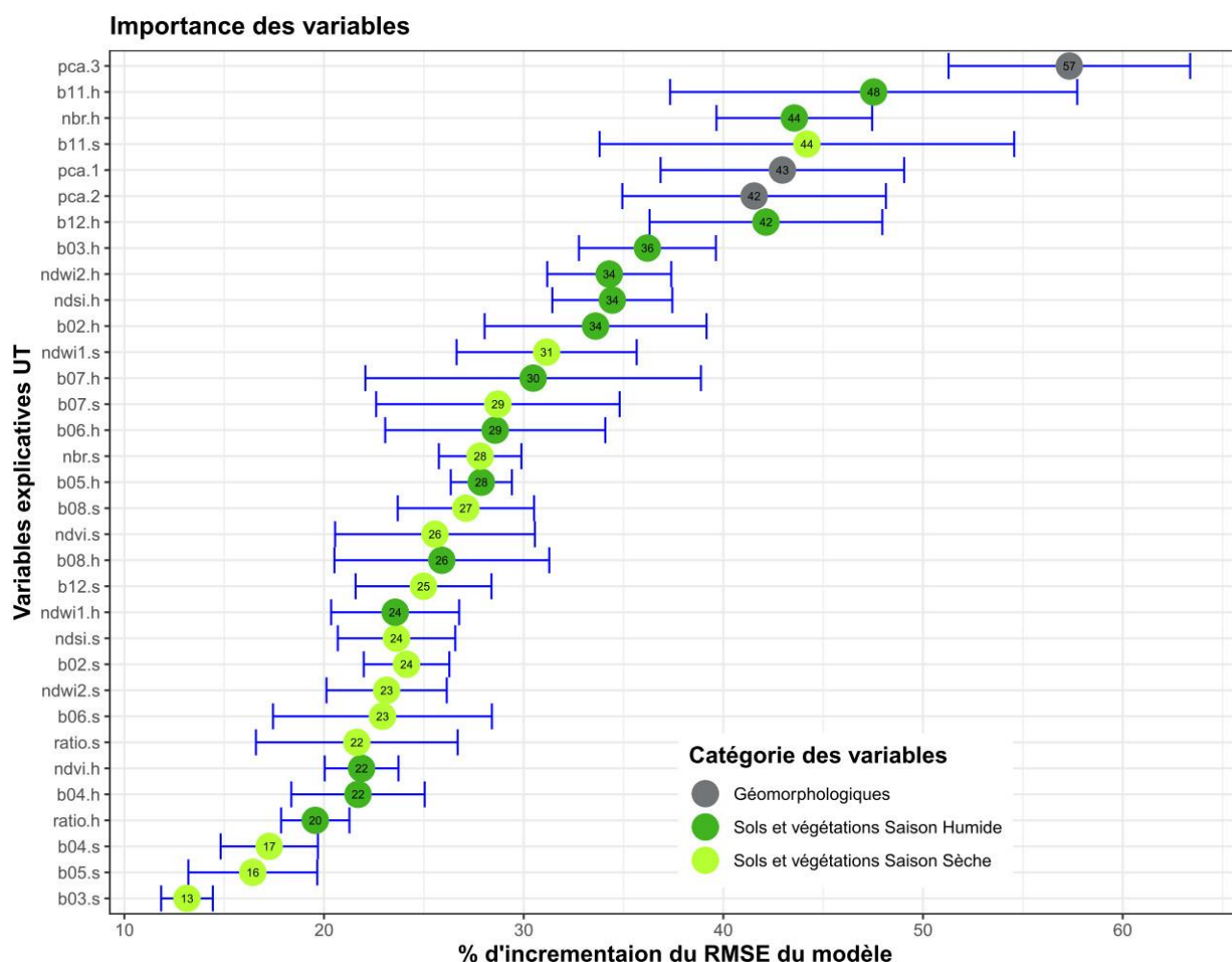


Figure 7 : Hiérarchie de l'importance des variables explicatives du modèle



3.1.2. Validation du modèle de classification

Validation interne

La performance de la classification a été évaluée par une validation interne basée sur une matrice de confusion. L'échantillon de référence a été scindé en deux sous-ensembles : 70 % des données ont été utilisés pour l'apprentissage du modèle et 30 % pour la validation. La matrice de confusion est présentée dans le tableau 8 après le croisement des résultats de la modélisation avec les données de validation (trente pourcents (30 %) restants des jeux de données de calibration). Les colonnes de cette matrice montrent les données de validation ou d'observation tandis que les lignes présentent les résultats de la classification. On peut lire, par exemple, sur cette matrice que 51 629 pixels de forêts denses (11) sont correctement classifiés sur les 52 189 pixels observés. Cela implique une « *précision producteur* » égale à 98,93%. Par ailleurs, les restes des pixels observés comme des forêts denses ont été affectés par le classificateur dans d'autres classes, particulièrement, 431 pixels (ligne 2, colonne 1) ont été dans la classe forêts dégradées. On peut raisonner de la même façon avec les lignes mais en se basant sur les résultats de la classification. Le rapport entre la somme de la ligne et l'élément sur la diagonale de la matrice traduit la précision utilisateur. Grâce à cette matrice, la précision globale de la carte d'utilisation des terres est estimée à 92,36±0,06% (somme diagonale sur la somme totale des points d'observation – 258 219) et son indice kappa est de l'ordre de 91,23±0,14%.

Tableau 8 : Matrice de confusion par rapport au nombre de point de validation

Points d'observation ou de validation (30% données de calibration)																	
	Code	11	12	13	14	31	32	33	34	35	36	41	42	61	62	Total	PU (%)
Résultat de la classification d' image	11	51629	639	4	198	0	2	0	0	9	2	2	0	10	0	52495	96,66±0,15%
	12	431	34438	338	507	2017	89	61	15	643	99	12	12	36	2	38700	93,35±0,25%
	13	0	0	31473	0	1003	43	0	31	9	0	1	14	0	0	32574	99,66±0,06%
	14	1	11	0	13680	47	2	0	0	1	2	0	2	0	0	13746	99,97±0,03%
	31	71	1042	237	32	44435	343	267	357	611	40	9	37	397	4	47882	96,87±0,16%
	32	4	40	737	10	281	10610	26	94	57	3	37	1947	6	1	13853	97,27±0,27%
	33	0	2	0	0	1	4	1211	0	1	0	0	0	0	0	1219	98,25±0,74%
	34	0	12	98	1	1059	26	0	15759	286	68	5	50	871	3	18238	98,25±0,61%
	35	18	452	4	136	910	95	179	385	16631	125	4	49	67	1	19056	98,25±0,40%
	36	1	5	0	18	22	0	0	20	25	1686	0	2	0	0	1779	95,21±1,60%
	41	20	1	1	0	32	7	0	0	0	0	4066	24	6	0	4157	99,68±0,17%
	42	1	14	0	101	5	27	4	32	15	15	15	455	0	0	684	97,65±1,14%
	61	13	32	1	0	121	4	0	197	21	0	14	6	13100	0	13509	99,12±0,16%
	62	0	0	1	1	49	0	0	1	0	3	0	0	0	272	327	96,08±2,11%
Total		52189	36688	32894	14684	49982	11252	1748	16891	18309	2043	4165	2598	14493	283	258219	
PP (%)		98,93 ±0,09%	93,87 ±0,25%	95,68 ±0,22%	93,16 ±0,41%	88,90 ±0,28%	94,29 ±0,43%	69,28 ±2,16%	93,30 ±0,38%	90,84 ±0,46%	82,53 ±1,46%	97,62 ±0,48%	17,51 ±1,46%	90,39 ±0,48%	96,11 ±2,26%		
PU : Précision utilisateur, PP : précision producteur																	

PU : Précision utilisateur, PP : précision producteur



Validation externe

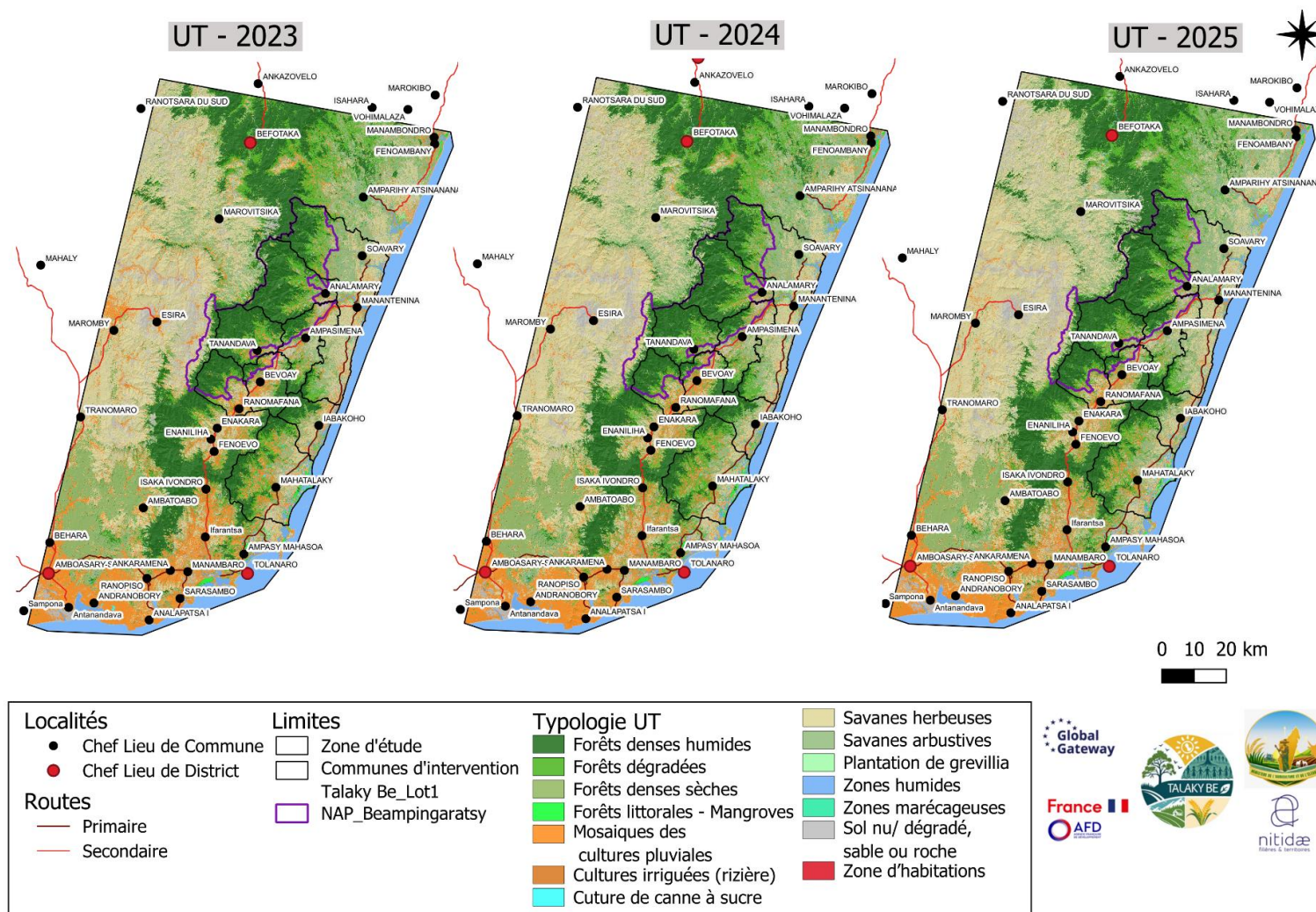
Une validation externe a également été conduite afin de confronter les résultats de classification aux observations de terrain. Les données indépendantes issues des levés GPS, des acquisitions drone et des enquêtes de terrain (ODK) ont servi de référence pour vérifier la cohérence spatiale et thématique des classes cartographiées. Le résultat du croisement entre les 690 points d'observation terrain et les cartes d'utilisation des terres en 2018 – 2025 montre une précision globale de l'ordre de **75,38±3,74%** et un indice Kappa oscillant entre **71,64 et 76,54%** (Tableau 9)

Tableau 9: Matrice de confusion de la validation terrain des cartes d'utilisation des terres

Points d'observations et/ou de validation terrain															
	Code	11	12	31	32	33	34	35	36	41	42	61	62	Total	PU (%)
Résultat de la classification d' image	11	31	3											34	91,18±9,68
	12	1	87	6			1	10	5		1	3	8	122	71,31±8,06
	31		1	88	13	4	3	1	1			6	4	121	72,73±7,97
	32			14	43		1			9	2	2	2	73	58,90±11,36
	33					29	10			3		1		43	67,44±14,17
	34		3	32		1	49		6	2		4		97	50,52±19,60
	35		2	10	5	2		55	3	3		2		82	67,07±25,55
	36								26					26	100±0,00
	41		1							13				14	92,86±14,00
	42										16			16	100±0,00
	61		1		1					1		24		27	88,89±12,08
62												35	35	100±0,00	
	Total	32	98	150	62	36	64	66	41	31	19	42	49	690	
		96,88	88,78	58,67	69,35	80,56	76,56	83,33	63,41	41,94	84,21	57,14	71,43		
	PP (%)	±6,13	±6,28	±7,91	±11,57	±13,11	±10,46	±17,66	±16,85	±15,15	±16,85	±15,15%	±12,78		



3.2. Résultats de la cartographie des modes d'utilisation des terres pour 2023, 2024 et 2025



Carte 3 : Carte d'utilisation des terres pour les années 2023, 2024 et 2025



Les résultats de la cartographie pour les années 2023, 2024 et 2025 (Carte 3) incluent les 14 classes d'utilisation des terres. On observe rapidement sur ces cartes que dans le versant Ouest du corridor forestier, il y a très peu de végétation, le sol y est très aride, dégradé et ne laisse presque aucune végétation pousser. Par contre, dans le versant Est, la végétation, notamment ligneuse, représente encore une partie importante du paysage. Cette zone est principalement humide toute au long de l'année. Il y pleut environ 900 mm par an. À cet effet, la végétation s'y régénère très rapidement.

3.2.1. Superficie des classes d'utilisation des terres par communes

La structure globale de l'occupation du sol dans les communes d'intervention reste dominée par les forêts naturelles et les formations de savanes. On observe toutefois une légère diminution des forêts denses humides entre 2023 et 2025, passant de 31,04 % à 30,38 % de la superficie totale. Parallèlement, certaines formations secondaires comme les forêts dégradées et les savanes arbustives montrent une tendance à l'augmentation, ce qui peut traduire une dynamique de dégradation ou de transformation progressive des formations forestières. Les forêts denses sèches occupent une superficie très faible et restent globalement stables sur la période. Les mangroves et forêts littorales montrent une diminution progressive, passant de 1681 ha en 2023 à 1486 ha en 2025, indiquant une possible pression sur ces écosystèmes côtiers.

La mosaïque de cultures pluviales diminue fortement entre 2023 et 2025, passant de 12,89 % à 8,98 %, ce qui correspond à une réduction d'environ 12 300 ha. Afin de préciser la destination des surfaces en régression, un focus spécifique a été réalisé sur les mosaïques de cultures pluviales. Cette analyse montre que leur conversion se fait majoritairement vers des formations de savanes herbeuses et arbustives, qui représentent 71,42 % des surfaces concernées. Une part non négligeable évolue également vers des forêts secondaires (22,08 %), traduisant des dynamiques de recolonisation végétale après abandon des parcelles. Les transitions vers le sol nu restent limitées (5,01 %), tandis que les conversions vers d'autres classes (zones marécageuses, cultures irriguées ou cultures de rente comme la canne à sucre et la grevillea) sont marginales, chacune représentant moins de 1 %.

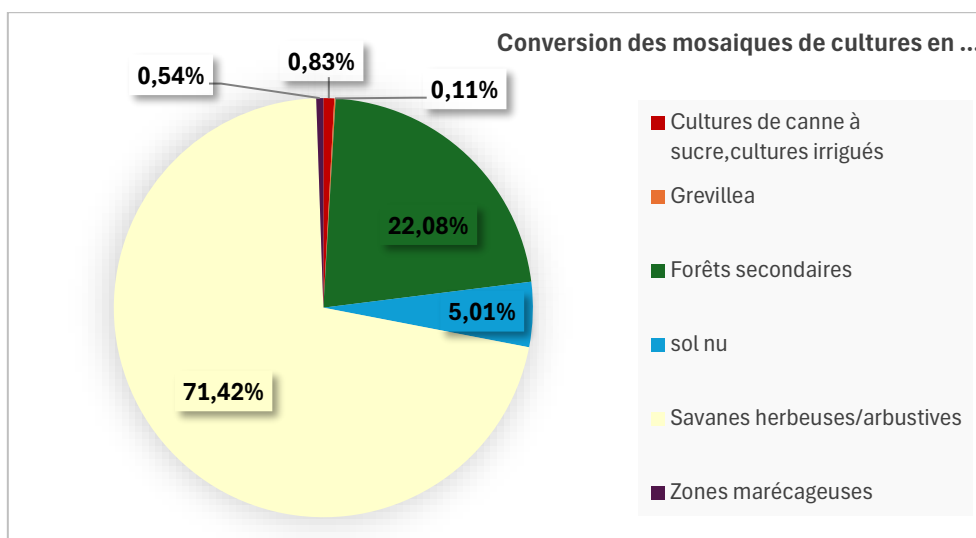




Figure 8 : Conversion des mosaïques de cultures entre 2023 - 2025

Les cultures irriguées de bas-fond (rizières) diminuent également de manière progressive sur la période. Les cultures de canne à sucre connaissent une baisse importante entre 2023 et 2024, puis se stabilisent à un niveau faible en 2025.

Les savanes herbeuses restent relativement stables sur les trois années. Les savanes arbustives montrent une augmentation continue, passant de 18,63 % en 2023 à 22,79 % en 2025, ce qui représente l'une des évolutions les plus marquées dans la zone d'étude. Cette augmentation peut être liée à une transition des zones agricoles ou forestières vers des formations plus ouvertes. (Tableau 10).

Tableau 10 : Superficie des classes d'utilisation des terres sur l'ensemble des communes d'intervention du projet

Code	Classe d'utilisation des terres	Surface UT -2023 (ha)	Couverture totale (%)	Surface UT -2024 (ha)	Couverture totale (%)	Surface UT -2025 (ha)	Couverture totale (%)
11	Forêts denses humides	97971,02	31,04%	97004,22	30,73%	95901,5	30,38%
12	Forêts dégradées - vieille jachère	51500,14	16,32%	58816,44	18,63%	54261,72	17,19%
13	Forêts denses sèches	57,95	0,02%	56,15	0,02%	51,14	0,02%
14	Forêts littorales - Mangroves	1681,43	0,53%	1664,65	0,53%	1486,4	0,47%
31	Mosaïque de cultures pluviales	40678,45	12,89%	31008,23	9,82%	28340,27	8,98%
32	Cultures irriguées sur bas fond (rizière)	2474,11	0,78%	2319,43	0,73%	2002,36	0,63%
33	Culture de canne à sucre	877,8	0,28%	454,72	0,14%	405,88	0,13%
34	Savanes herbeuses	42429,07	13,44%	41647,85	13,20%	42606,31	13,50%
35	Savanes arbustives	58788,13	18,63%	64925,23	20,57%	71925,98	22,79%
36	Peuplement Grevillea	1659,74	0,53%	1829,79	0,58%	1585,58	0,50%
41	Zones humides	7453,43	2,36%	7850,34	2,49%	7879,83	2,50%
42	Zones marécageuses	552,45	0,18%	532,74	0,17%	347,41	0,11%
61	Sol nu/ dégradé, sable ou roche	9505,05	3,01%	7519,75	2,38%	8832,93	2,80%
62	Zones habitations	0,94	0,00%	1,19	0,00%	0,89	0,00%



Tableau 11 : Superficie [Ha] des classes d'utilisation des terres par commune en 2023, 2024 et 2025

UT/Année	Ampasimena			Analamary			Bevoay			laboakoho			Mahatalaky			Manantenina			Ranomafana Sud			Soavary			Tanandava		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
11	6261,53	6176,81	6111,34	21009,26	20866,99	20736,05	6439,93	6384,79	6329,8	6017,72	5987,16	5893,01	12398,63	12155,28	11868,61	1737,03	1712,82	1679,17	10473,44	10436,19	10401,13	16030,87	15833,18	15538,42	17602,61	17451	17343,97
12	4785,43	5334,45	4461,72	7046,14	7703,75	7760,16	2742,28	3386,34	2977,34	1204,72	1387,6	1020,67	11909,83	14552,56	12442,42	3332,39	4367,01	3471,07	3567,68	4158,51	4006,21	10272,87	10651,78	10878,52	6638,8	7274,44	7243,61
13	0,67	0,66	0,36	0	0	0	8,32	6,72	5,88	2,61	2,78	1,7	39,73	39,59	38,21	4,34	4,15	3,56	0	0	0	2,28	2,25	1,43	0	0	0
14	42,67	42,06	39,97	0	0	0	3,62	3,6	3,42	142,64	138,97	90,35	1469,82	1458,93	1333,39	16,45	15,17	13,9	0	0	0	2,94	2,77	2,96	3,29	3,15	2,41
31	3946,33	3310,16	2850,29	2481,78	2108,84	1789,19	5135,77	5123,58	3911,94	2076,71	1244,54	1451,09	10737,26	7753,31	7631,54	5650,08	3607	3606,26	4115,36	3496,72	3257,65	4168,77	3089,5	2411,31	2366,39	1274,58	1431
32	194,42	194,01	133,61	36,56	33,79	25,86	382,35	290,04	337,99	42,98	43,71	22,47	990,89	1047,94	833,87	275,8	229,72	183,25	311,55	282,65	295,43	190,15	153,19	123,29	49,41	44,38	46,59
33	36,72	19,39	32,94	13,64	23,25	11,38	17,14	14,95	17,2	106,73	52,89	52,66	506,19	236,1	189,48	142,05	78,18	76,35	9,81	5,88	4,32	40,34	20,69	13,94	5,18	3,39	7,61
34	4014,3	3363,14	3823,21	520,21	652,19	666,85	2415,53	1597,79	1887,16	2657,95	2989,54	3251,62	6943,31	7239,22	7295,24	14675,7	14899,35	14679,71	2389,1	1984,43	2305,16	8264,05	8436,7	8184,8	548,92	485,49	512,56
35	7453,54	8540,24	9468,64	3246,83	3172,87	3531,08	3538,79	4019,54	5276,42	3425,75	3747,51	3776,31	9699,12	10705,68	12973,31	11637,61	12705,62	13946,52	1518,35	2125,16	2215,15	16437,06	17349,07	18248,22	1831,08	2559,54	2490,33
36	33,62	14,05	26,54	3,19	6,93	4,81	7,87	4,44	8,55	90,26	92,58	117,27	297,79	154,42	245,18	1081,81	1343,93	1000,18	0,19	0,46	0,48	144,77	212,53	176,64	0,24	0,45	5,93
41	389,32	397,95	379	117,65	125,84	121,47	195,86	212,24	207,29	844,64	954,19	873,66	2587,07	2691,51	2773,87	2082,04	2230,99	2216,91	50,11	63,12	62,04	1115,31	1099,13	1171,77	71,43	75,37	73,82
42	2,18	2,12	1,96	0,2	0,2	0,2	2,14	2,09	1,87	30,86	41,72	22,6	229,39	222,97	146,31	252,72	238,83	155,88	0,15	0,15	0,15	34,81	24,66	18,44	0	0	0
61	1759,04	1524,66	1589,75	1281,16	1061,94	1109,54	761,48	604,83	686,02	374,04	334,61	444,31	1904,48	1457,11	1941,67	1558,74	1013,64	1413,82	312,51	195,02	200,54	1168,51	997,29	1103,04	385,09	330,65	344,24
62	0	0	0,04	0	0	0	0	0,09	0,16	0	0	0	0,45	0,39	0,09	0,22	0,48	0,35	0,24	0,2	0,23	0,03	0,03	0,02	0	0	0

La superficie forestière la plus élevée est observée dans la commune d’Analamary, avec environ 21 009 ha en 2023, diminuant légèrement à 20 736 ha en 2025, ce qui en fait la commune disposant du couvert forestier le plus important de la zone d’étude. À l’inverse, la superficie forestière la plus faible est enregistrée dans la commune de Manantenina avec environ 1 737 ha en 2023 et 1 679 ha en 2025.

Une tendance générale à la diminution des surfaces forestières est observée entre 2023 et 2025 dans la plupart des communes, notamment à Mahatalaky (12 398 ha à 11 869 ha), Soavary (16 031 ha à 15 538 ha) et Tanandava (17602 ha à 17343 ha). Certaines communes présentent une baisse modérée mais continue, comme Ampasimena (6 262 ha à 6 111 ha) et Bevoay (6 439 ha à 6 330 ha), ce qui suggère une dynamique progressive de perte forestière. Globalement, ces résultats indiquent une régression du couvert forestier dans l’ensemble des communes, bien que l’ampleur varie selon les territoires



3.2.2. Evolution du couvert forestier entre 2023, 2024 et 2025 dans les 9 communes

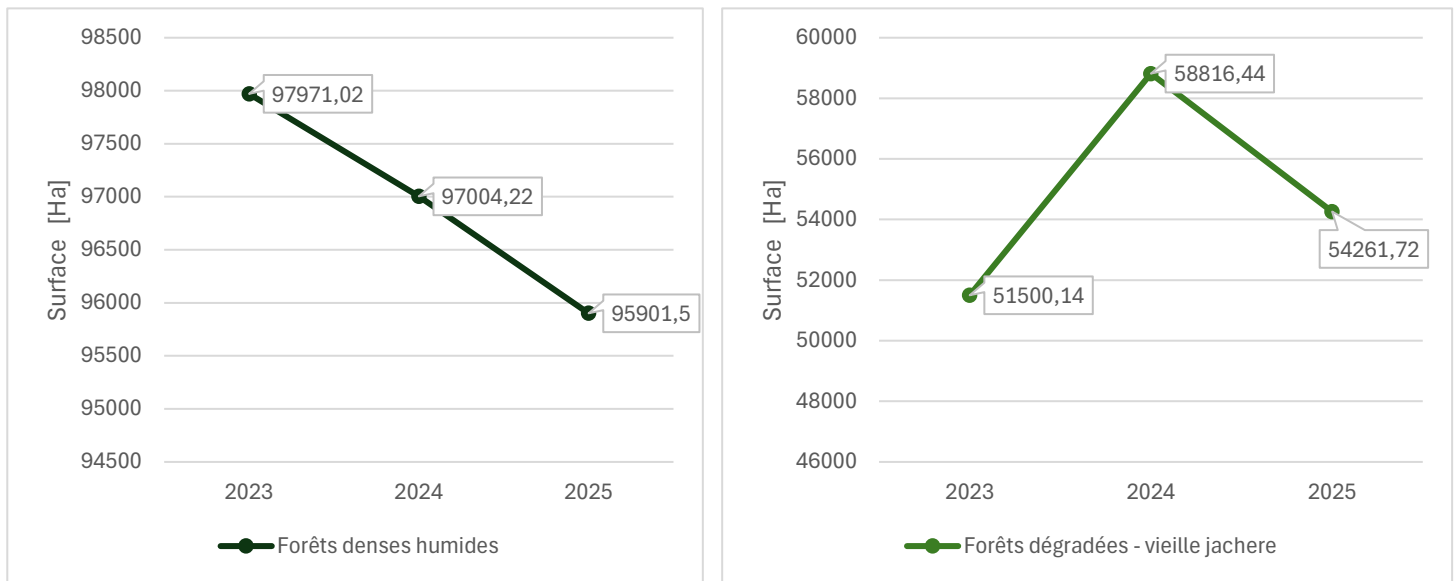


Figure 9 : Evolution du couvert forestier sur l'ensemble des communes d'intervention du projet

La superficie des forêts denses humides montre une diminution continue entre 2023 et 2025, équivaut à une perte d'environ 1035 ha par an, ce qui indique une perte progressive du couvert forestier dense dans l'ensemble des 9 communes. À l'inverse, les forêts dégradées – vieille jachère connaissent une forte augmentation entre 2023 et 2024 (environ 51 500 ha à 58 800 ha), suggérant une dégradation ou une conversion d'une partie des forêts denses. En 2025, cette classe diminue légèrement (environ 54 300 ha), mais reste supérieure au niveau observé en 2023.

D'une manière générale, ces tendances traduisent un processus de dégradation du couvert forestier, caractérisé par une diminution des forêts denses et une augmentation relative des formations forestières dégradées.

3.2.3. Superficie des classes d'utilisation des terres dans la nouvelle aire protégée (NAP) de Beampingaratsy

Entre 2023 et 2025, le **noyau dur** reste majoritairement couvert par des forêts denses humides, représentant plus de 86 % de la superficie totale. Toutefois, une légère diminution progressive est observée, passant de 86,81 % en 2023 à 85,87 % en 2025. Cette évolution pourrait indiquer une dégradation progressive du couvert forestier ou une transition vers d'autres types d'occupation du sol.

Parallèlement, les forêts dégradées ou vieilles jachères montrent une augmentation notable, atteignant 9,15 % en 2025, contre 8,66 % en 2023. Cette tendance peut refléter des processus de dégradation forestière, souvent liés aux pressions anthropiques telles que l'exploitation de ressources forestières ou les activités agricoles périphériques. (Tableau 12)



Concernant **la zone tampon**, ceci présente une structure d’occupation du sol plus diversifiée et davantage influencée par les activités humaines.

Les forêts dégradées constituent la classe dominante, représentant près de 40 % de la superficie. Leur légère augmentation entre 2023 et 2024, suivie d’une stabilisation en 2025, confirme le caractère fortement anthropisé de cette zone, où les cycles de culture et de jachère sont fréquents.

Les forêts denses humides connaissent une diminution progressive, passant de 21,57 % en 2023 à 20,65 % en 2025, ce qui pourrait traduire une pression continue sur les formations forestières, notamment liée à l’expansion agricole ou à l’exploitation des ressources naturelles.

Les mosaïques de cultures pluviales montrent une diminution importante sur la période étudiée (de 12,82 % à 8,49 %). Cette évolution pourrait correspondre à une reconversion vers des jachères ou des formations de savanes, ce qui est cohérent avec l’augmentation observée des savanes arbustives, qui passent de 15,04 % à 19,13 % (

Tableau 12).

Tableau 12 : Superficie des classes d'utilisation des terres au niveau des zones de la NAP (Noyau dur et Zone tampon)

Année Surface	Noyau dur						Zone tampon					
	2023		2024		2025		2023		2024		2025	
	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)	(Ha)	(%)
Forêts denses humides	61339,77	86,81%	61037,88	86,38%	60674,29	85,86%	11475,23	21,57%	11203,12	21,06%	10985,7	20,65%
Forêts dégradées - vieille jachère	6115,4	8,66%	6054,32	8,57%	6463,96	9,15%	20064,65	37,72%	21109,2	39,68%	20959,31	39,39%
Forêts denses sèches	0,03	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0,46	0,00%	0,51	0,00%	0,5	0,00%
Forêts littorales - Mangroves	1,5	0,00%	1,37	0,00%	1,04	0,00%	36,79	0,07%	36,37	0,07%	34,04	0,06%
Mosaïque de cultures pluviales	997,36	1,41%	656,7	0,93%	613,86	0,87%	6819,47	12,82%	5058,23	9,51%	4514,94	8,49%
Cultures irriguées sur bas fond (rizière)	0,45	0,00%	0,4	0,00%	0,73	0,00%	201	0,38%	177,13	0,33%	168,63	0,32%
Culture de canne à sucre	0,12	0,00%	1,05	0,00%	0,33	0,00%	28,36	0,05%	17,93	0,03%	27,34	0,05%
Savanes herbeuses	568,19	0,80%	928,92	1,31%	865,07	1,22%	4043,89	7,60%	3764,9	7,08%	4014,04	7,54%
Savanes arbustives	746,39	1,06%	1330,9	1,88%	1306,43	1,85%	8002,9	15,04	9698,8	18,23	10178,8	19,13%
Peuplement Grevillea	0,15	0,00%	0,47	0,00%	0,86	0,00%	4,26	0,01%	9,33	0,02%	17,47	0,03%
Zones humides	39,28	0,06%	37,88	0,05%	34,7	0,05%	230,27	0,43%	222,88	0,42%	218,84	0,41%
Zones marécageuses	0,85	0,00%	0,79	0,00%	0,61	0,00%	0,36	0,00%	0,36	0,00%	0,2	0,00%
Sol nu/ dégradé, sable ou roche	847,75	1,20%	611,83	0,87%	705,7	1,00%	2292,42	4,31%	1906,42	3,58%	2089,78	3,93%
Zones habitations	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%

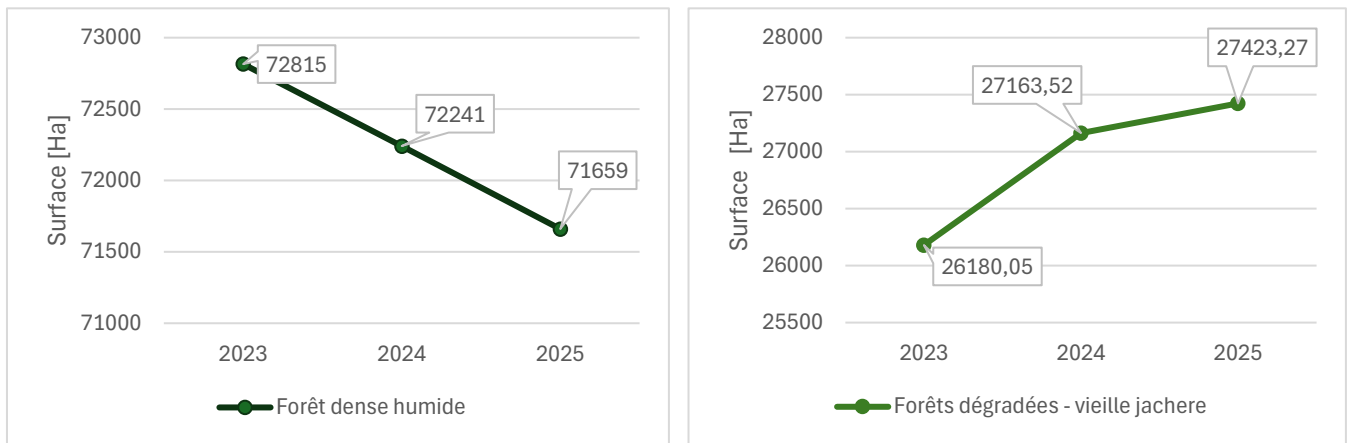
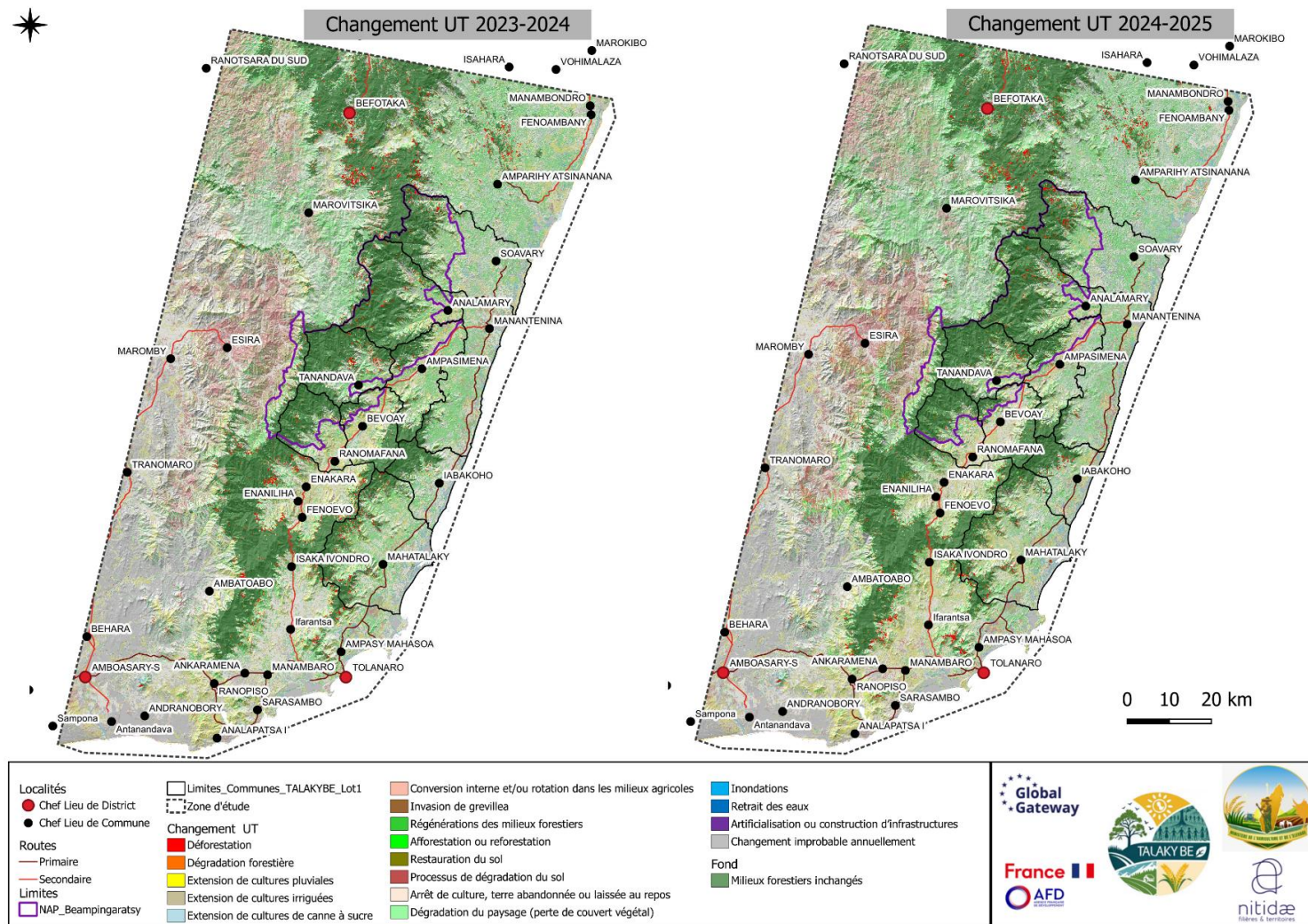


Figure 10 : Evolution du couvert forestier dans la limite de la NAP

3.3. Résultat de la cartographie du changement des modes d'utilisation des terres

Après avoir appliqué la méthode de détection de changement sur les deux cartes d'utilisation des terres, on a obtenu une carte du changement d'utilisation des terres. La carte 4 qui suit présente l'évolution des classes d'utilisation des terres sur la période 2023 – 2024 et 2024-2025 dans l'ensemble de la zone d'étude



Carte 4 : Carte de changement d'utilisation des terres entre la période 2023 – 2024 et 2024 - 2025



3.3.1. Superficie des changements d'utilisation des terres au niveau des 09 communes d'intervention du projet Talaky Be_Lot 01

Tableau 13 : Superficie [Ha] des changements d'utilisation des terres dans les 09 communes

Communes	Ampasimena		Analamary		Bevoay		laboakoho		Mahatalaky		Manantenina		Ranomafana Sud		Soavary		Tanandava	
	2023 - 2024	2024 - 2025	2023 - 2024	2024 - 2025	2023 - 2024	2024 - 2025	2023 - 2024	2024 - 2025	2023 - 2024	2024 - 2025	2023 - 2024	2024 - 2025	2023 - 2024	2024 - 2025	2023 - 2024	2024 - 2025	2023 - 2024	2024 - 2025
1 Déforestation	59,67	35,67	99,97	74,02	35,07	32,1	22,29	77,84	176,12	219,72	15,39	21,91	20,42	19,38	149,5	203,93	109,94	63,33
2 Dégradation	25,28	30,88	42,01	56,88	19,97	23,38	9,07	18,66	72,09	87,37	9,22	11,92	16,83	15,68	48,36	90,7	41,7	43,99
3 Extension de cultures pluviales	1547,57	1320,34	1091,61	892,67	1813,43	1109,13	362,57	641,21	2418,11	3344,49	1265,83	1580,34	988,13	1067,95	1749,15	1288,25	545,18	871,67
4 Extension de cultures irriguées	16,56	15,42	5,6	6,75	14,84	87,46	12,79	9,64	82,09	47,78	17,61	29,26	26,73	50,29	22,75	40,73	7,17	11,84
5 Extension de cultures de canne à sucre	5,9	16,19	14,05	6,77	8,29	8,86	3,78	3,02	83,72	83,05	12,23	17,63	1,25	2,2	12,87	6,95	2,35	4,55
6 Conversion interne	24,88	23,55	8,92	6,75	34,59	30,45	24,22	2,34	202,67	140,25	36,57	25,71	27,18	19,59	7,37	4,18	4,37	3,33
7 Invasion de <i>Grevillea</i>	2,96	8,77	1,71	1,22	0,69	4,37	35,16	56,97	40,99	126,29	558,5	273,45	0,05	0,16	131,48	70,12	0,1	4,8
9 Afforestation ou reforestation	2360,07	1344,28	1694,39	1388,21	1374,27	736,19	665,05	538,57	4881,61	3019,54	3193,5	2630,61	1141,08	762,82	3193,25	3793,41	1494,74	1095,61
10 Restauration du sol	175,25	168,35	178,11	81,67	132,63	72,42	34,47	27,9	346,6	176,66	415,14	189,82	142,71	40,04	94,34	96,6	67,96	48,5
11 Dégradation du sol	124	339,99	107,39	244,19	91,84	204,93	51,38	150,45	245,62	790,75	228,96	666,87	37,46	62,3	115,22	286,33	64,36	104,25
12 Arrêt de culture	1719,05	1405,55	787,66	580,39	1510,95	2060,98	1153,7	383,62	3759,8	2601,6	3024,13	1292,58	1131,93	1062,29	2422,44	1392,08	910,29	319,51
13 Dégradation du paysage	928,64	2133,25	665,75	940,62	311,49	839,36	518,73	1182,29	1341,7	3815,83	1574,09	3908,01	207,77	559,13	2233,65	2863,57	534,66	701,16
14 Inondations	35,37	27,81	15,91	9,99	34,87	23,41	194,44	119,74	377,53	535,06	367,46	380,45	15,5	9,24	144,89	259,36	10,82	8,88
15 Retrait des eaux	14,82	34,84	2,7	7,84	13,94	15,07	43,07	175,84	182,58	376,71	137,2	347,48	0,97	4,44	143,98	165,65	4,3	6,06
16 Construction d'infra	0	0,04	0	0	0,09	0,07	0	0	0,21	0,04	0,28	0,04	0	0,03	0	0	0	0
17 Changement improbable	2,07	3,03	0,26	0,04	0,43	1,93	2,98	3,35	17,65	32,66	1,34	0,83	0	0	0,36	0,58	0,03	0,49

Globalement, les changements les plus remarquables concernent **l'expansion agricole, la reforestation et la dégradation du paysage**, tandis que les pertes forestières directes demeurent plus limitées en superficie.

La dynamique d'afforestation ou reforestation présente les valeurs les plus élevées, notamment à Mahatalaky (4881 ha entre 2023-2024) et Manantenina (3193 ha), tandis que Soavary enregistre une forte augmentation sur 2024-2025 (3793 ha).



L'extension des cultures pluviales est également très marquée, avec un maximum à Mahatalaky (3344 ha entre 2024-2025) et des valeurs élevées à Bevoay (1813 ha) et Soavary (1749 ha) entre 2023-2024.

La dégradation du paysage (perte de couvert végétal) atteint des niveaux particulièrement élevés à Manantenina (3908 ha entre 2024-2025) et Soavary (2863 ha), indiquant une pression importante sur la couverture végétale.

En comparaison, les surfaces de déforestation directe restent relativement plus faibles, avec un maximum à Mahatalaky (219 ha entre 2024-2025) et Soavary (203 ha entre 2024-2025).

3.3.2. Déforestation et dégradation forestière 2023-2024 et 2024-2025 au niveau des Communes

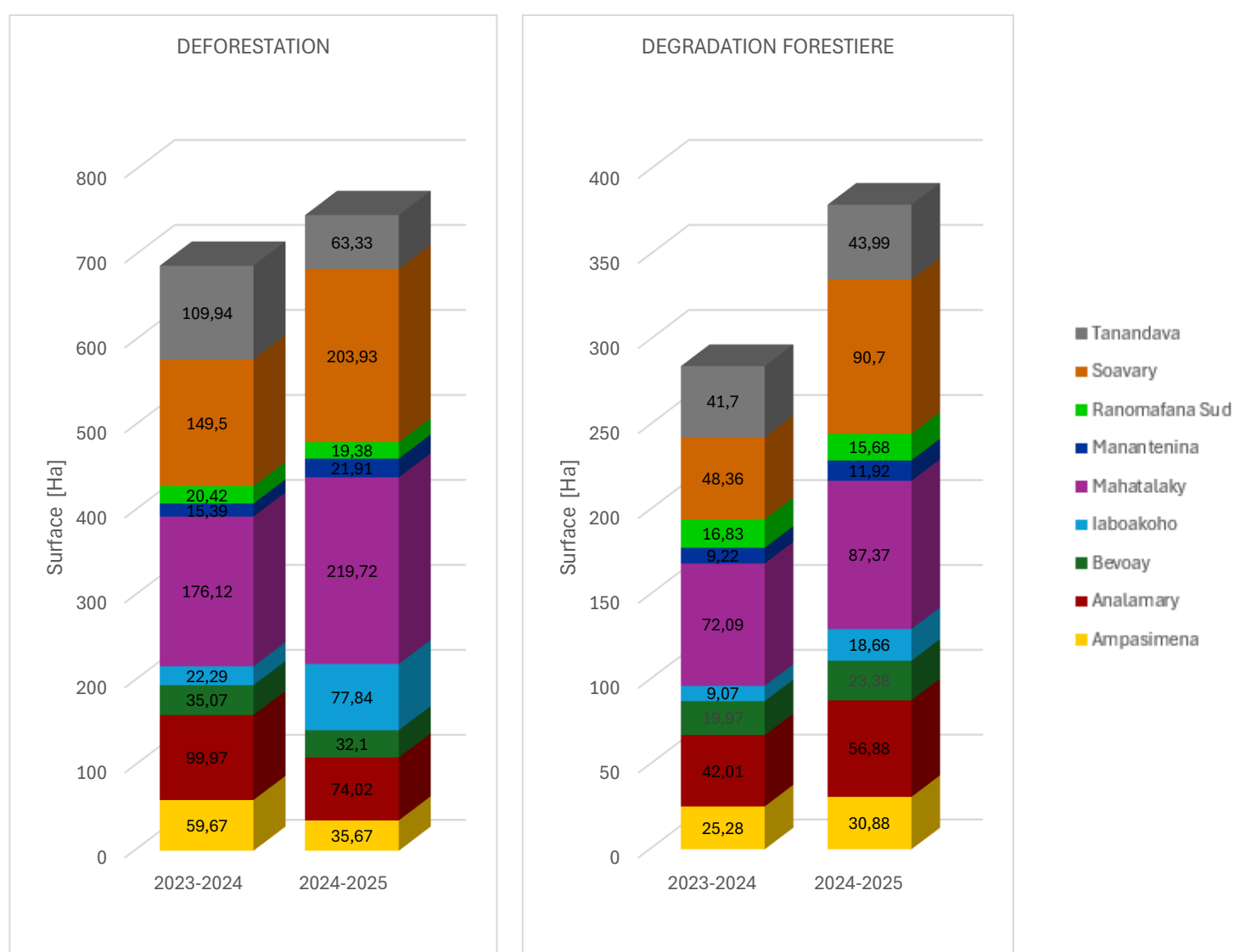


Figure 11 : Evolution de la déforestation et dégradation forestière au niveau des 09 Communes (en hectares)

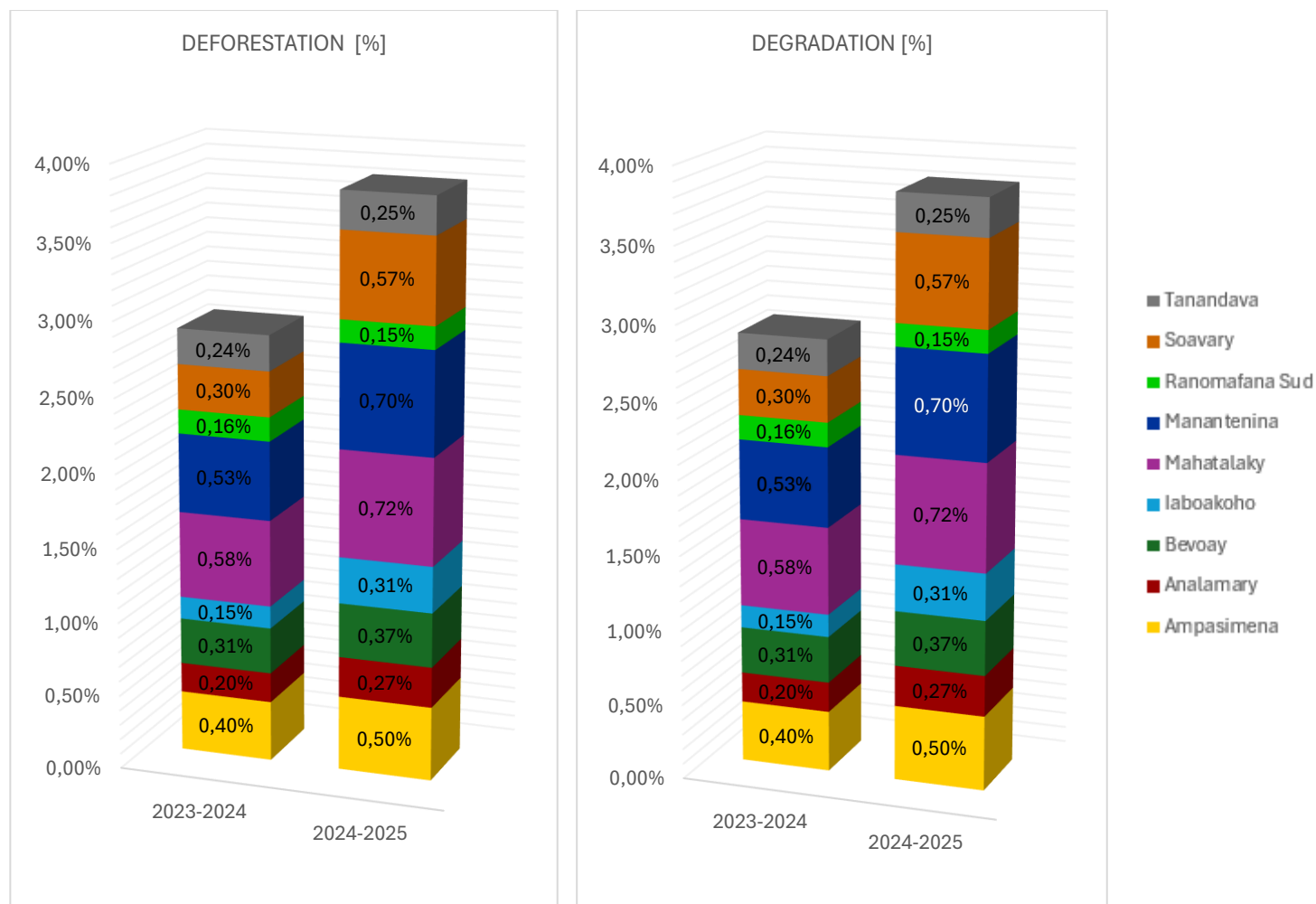


Figure 12 : Evolution de la déforestation et dégradation forestière [%] au niveau des 09 Communes

La déforestation totale augmente légèrement entre 2023-2024 et 2024-2025 dans l'ensemble des communes.

Cependant, la dégradation forestière augmente nettement sur la même période, suggérant que les pressions sur la forêt persistent mais se traduisent davantage par une dégradation progressive du couvert (exploitation, feux, prélèvements de bois) plutôt que par une conversion directe en terres agricoles. Des communes comme Mahatalaky, Analamary et Soavary contribuent fortement à ces dynamiques, ce qui reflète probablement une pression agricole et démographique plus importante dans ces zones.

Certaines communes présentent des situations particulières qui méritent une analyse plus approfondie. Elles sont examinées une à une ci-dessous.

- **Cas de la Commune Soavary**

Dans la Commune de Soavary, la déforestation reste significative, ce qui traduit une conversion directe des forêts en usages agricoles (tavy). Selon la note explicative sur le défrichement à Beampingaratsy, une forte déforestation est observée à l'extrême nord de Fort-Dauphin,



notamment au niveau du fokontany Marokibo. Bien qu'un TGRN y soit en place, la zone concernée n'est pas couverte par ce dispositif. Cette situation s'explique en partie par la présence de populations venant d'Amparihy Est (région Atsimo Atsinanana), qui s'installent en forêt et exercent une pression sur les ressources.

Par ailleurs, des appuis agricoles ont déjà été mis en œuvre par le projet dans la zone (distribution de semences de cultures pluviales, promotion de l'agroforesterie et du maraîchage, ainsi que des formations agricoles). Malgré ces efforts, les pressions persistent. Cette dynamique est en partie liée à un contexte de conflit sur les limites administratives entre les régions Anosy et Atsimo Atsinanana, ce qui complique la gestion et le contrôle de l'espace.

Des actions ont déjà été menées, notamment une mission conjointe interrégionale (DREDD Anosy et Atsimo Atsinanana, avec les communes concernées) en novembre 2023 pour sensibilisation, suivie de la mise en place d'une brigade mixte en mai 2024. Toutefois, des mesures complémentaires restent nécessaires, incluant le renforcement de la coordination interrégionale et des interventions sur le terrain pour faire respecter les limites et limiter les pratiques de défrichement.

- **Cas de la Commune Tanandava**

La déforestation a diminué d'environ 46 ha entre 2023-2024 et 2024-2025. Il a été constaté que de nombreuses familles sont installées à l'intérieur de la forêt.

En effet, durant la période électorale (2023-2024), certaines autorités locales ont donné l'autorisation aux populations à s'installer en forêt et y vivre. En échange, elles leur ont promis un maintien sur place en cas de soutien électoral. Il s'agit de promesses à caractère propagandiste.

Par la suite, plusieurs actions ont été menées, notamment des missions BMC (mission de brigade mixte et de contrôle) en juillet 2023 puis en novembre 2024, bien que cette dernière n'ait pas permis d'interpeller les principaux responsables à Tanandava. Une mission des OMC réalisée en novembre 2025 a toutefois abouti à des résultats concrets, avec le retour des populations installées en forêt vers les villages. Il reste nécessaire d'assurer un suivi des impacts de ces interventions, ainsi que de renforcer l'encadrement des COBAs afin de consolider ces acquis.

- **Cas de la Commune Analamary**

Analamary reste la commune présentant la plus grande superficie de forêts denses humides. Entre les deux périodes, une légère baisse de la déforestation (environ 24 ha) est observée, mais la dégradation forestière demeure active, traduisant des pressions persistantes sur le couvert.

Dans les fokontany de Lapamena et Soavala, cette situation est notamment liée à la fabrication de pirogues. Plusieurs actions ont été mises en œuvre, dont des missions BMC en octobre 2024 et en mai 2025, ainsi que la distribution de pirogues en fibre de verre en décembre 2024 pour limiter l'exploitation du bois. Par ailleurs, un suivi des permis « Lakana » est assuré au niveau des COBAs, avec un appui en encadrement pour renforcer la gestion locale.



- Cas de la Commune Mahatalaky

Les pressions anthropiques observées dans la commune Mahatalaky concernent principalement le couvert forestier de l'AP Tsitongambarika. Une analyse plus détaillée, centrée sur les aires protégées voisines, est présentée au paragraphe 3.5.

3.3.3. Superficie des changements d'utilisation des terres à l'échelle de la NAP

Tableau 14 : Superficie des changements d'utilisation des terres à l'échelle de la NAP

Périodes	Zones	Zone Tampon		NoyauDur	
		2023-2024	2024-2025	2023-2024	2024-2025
1	Déforestation	191,79	122,86	219,92	235,14
2	Dégradation forestière	75,01	63,31	86,99	60,69
3	Extension de cultures pluviales	2632,69	2470,33	302,05	315,33
4	Extension de cultures irriguées	19,67	37,38	0,11	0,38
5	Extension de cultures de canne à sucre	9,59	15,31	0,62	0,25
6	Conversion interne et/ou rotation dans les milieux agricoles	20,47	18,89	0,02	0,01
7	Invasion de Grevillea	1,87	8,36	0,07	0,12
9	Afforestation ou reforestation	4597,52	3806,31	544,3	817,85
10	Restauration du sol	466,41	219,77	285,39	70,99
11	Processus de dégradation du sol	280,43	583,75	84,28	200,45
12	Arrêt de culture, terre abandonnée ou laissée au repos	2717,03	1643,4	392,64	127,42
13	Dégradation du paysage (perte de couvert végétal)	2151,08	2942,53	530,57	415,45
14	Inondations	23,02	23,91	6,37	3,2
15	Retrait des eaux	20,62	17,45	6,64	4,44
17	Changement improbable annuellement	1,92	3,32	0,29	0,4

La déforestation dans le noyau dur de l'aire protégée augmente entre 2023-2024 et 2024-2025 (de 219 ha à 235 ha). Dans la zone tampon, la déforestation a diminué de 69 ha entre les deux périodes. Ce qui peut indiquer un léger effet positif des mesures de conservation ou de surveillance autour dans la zone tampon.

Cependant, la dégradation forestière diminue dans la zone tampon et dans le noyau dur, suggérant que, même si elles sont moins fortes, les pressions sur les ressources forestières persistent sous forme d'exploitation diffuse, de prélèvements de bois ou de feux. Selon les observations terrains, le passage du cyclone Jude en mars 2025 dans le district de Fort-Dauphin a également affecté la NAP Beampingaratsy. Cet événement a contribué à une augmentation des pertes de couvert forestier, notamment en raison des chutes d'arbres observées. Les rapports des écogardes durant cette période confirment en effet une présence significative d'arbres déracinés ou endommagés.



L'extension des cultures pluviales reste très importante dans la zone tampon montrant une forte pression agricole. Par ailleurs, les surfaces d'afforestation ou reforestation demeurent élevées dans la zone tampon. Cette dynamique semble principalement liée à des processus de régénération naturelle consécutifs à l'abandon des cultures, les actions de restauration mises en œuvre par le projet portant encore sur des superficies limitées. Néanmoins, cette tendance constitue un signal encourageant pour les perspectives de restauration et de gestion durable du paysage autour de l'aire protégée.

3.3.4. Déforestation et dégradation forestière 2023-2024 et 2024-2025 dans l'ensemble de la NAP

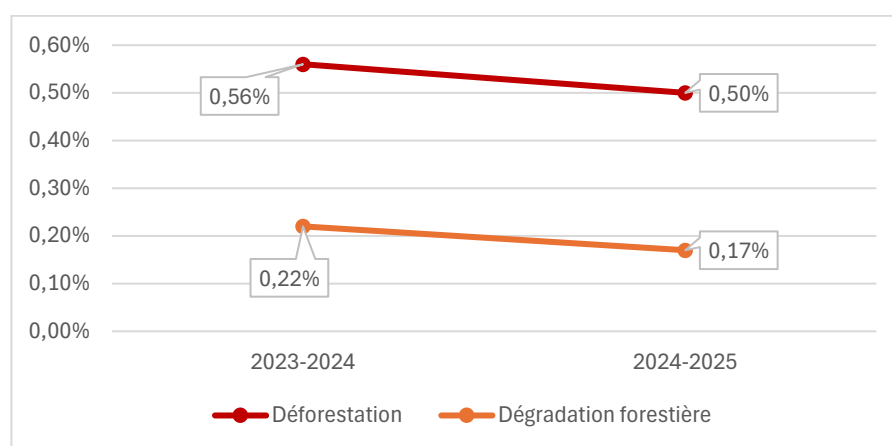
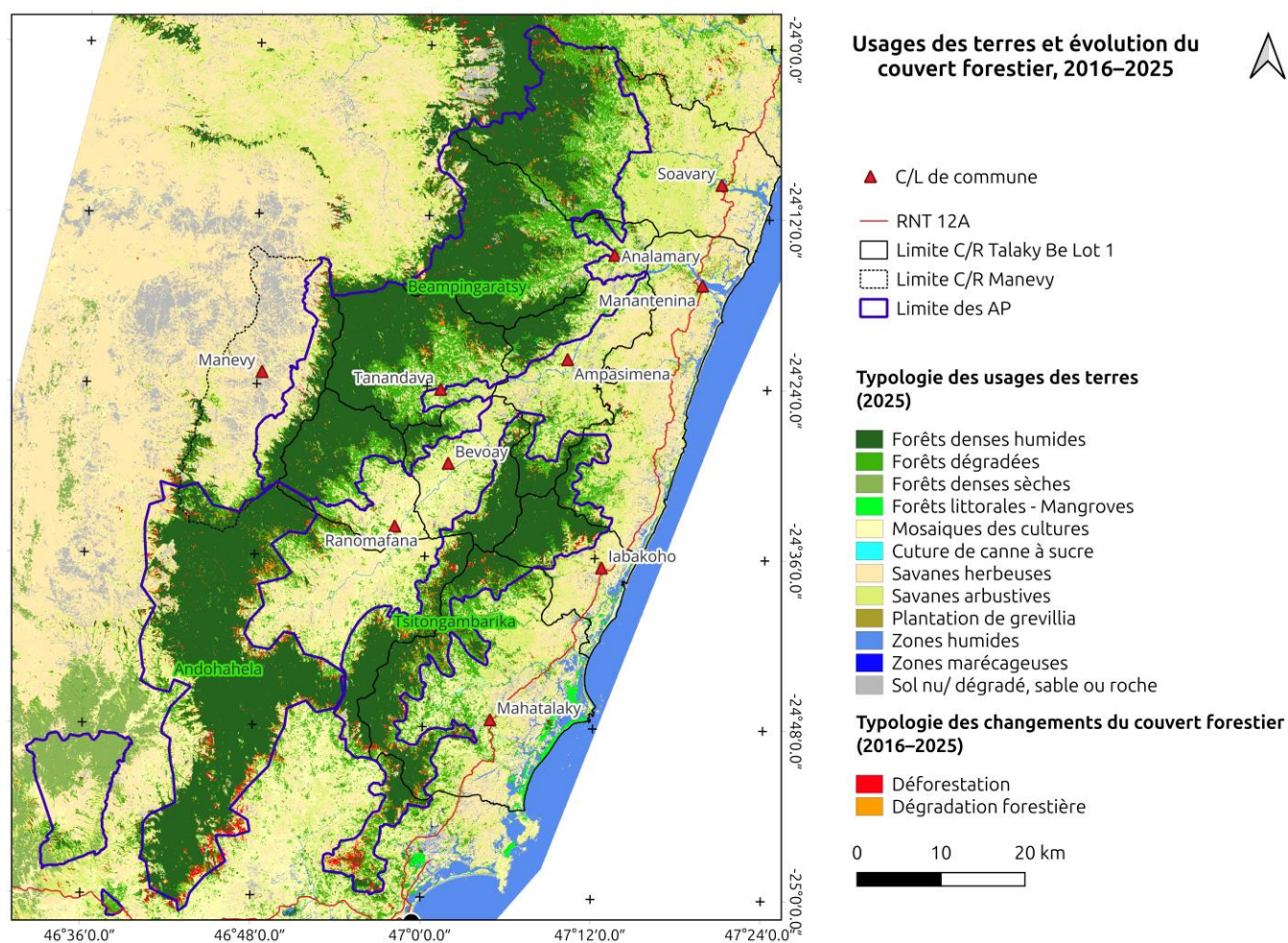


Figure 13 : Évolution de la déforestation et dégradation forestière au sein de la NAP



3.4. Suivi du couvert forestier sur la période 2016-2025



Carte 5 : Carte de dynamique du couvert forestier entre 2016 - 2025

La carte ci-dessus présente l'occupation du sol en 2025 et les dynamiques du couvert forestier sur la période 2016-2025. Elle permet une lecture conjointe de l'état actuel et des évolutions spatiales sur près de dix ans. La façade Est, le long du littoral, est dominée par des usages non forestiers. On y observe principalement des zones agricoles, des savanes et des zones humides, avec des mangroves. Des cultures spécifiques sont également présentes de manière ponctuelle, notamment la canne à sucre et des plantations de grevillea (espèce envahissante).

À l'intérieur des terres, en particulier au sein de la NAP, le paysage est largement dominé par des forêts denses humides. Ces formations apparaissent continues, peu fragmentées et globalement bien conservées.

La partie Ouest montre une structure paysagère plus ouverte. Les savanes y sont plus étendues, accompagnées de sols dégradés et de formations forestières fragmentées. Cette transition traduit une diminution progressive de l'intégrité forestière. Les forêts denses humides constituent le noyau écologique du territoire. Les forêts dégradées ainsi que les mosaïques agricoles se localisent majoritairement en périphérie des massifs forestiers, traduisant une pression anthropique en lisière.



La déforestation, en rouge sur la carte, se concentre principalement en lisière des forêts. Elle est fortement associée aux pratiques d'agriculture sur brûlis. Des foyers actifs sont identifiés au Nord de la zone de projet, notamment dans la commune de Soavary (fokontany Beventihazo). D'autres zones critiques apparaissent dans la vallée de Vinanitsaha, au niveau des communes de Tanandava et Analamary.

La dégradation forestière présente une distribution plus diffuse. Elle affecte principalement les marges forestières et traduit des pressions progressives. Ces dynamiques sont liées à l'exploitation du bois, aux feux de végétation et aux événements climatiques extrêmes, en particulier les cyclones. Le cœur de la NAP de Beampingaratsy présente relativement moins de pertes, suggérant un effet de protection positive et/ou une pression humaine plus faible liée à la distance aux villages.

3.4.1. Comparaison du couvert forestier par durée de projet : PHCF 2, Talaky et Talaky Be , à l'échelle de la NAP

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des pertes de couvert forestier dans la NAP Beampingaratsy entre 2016 et 2025, période couvrant successivement les phases du projet PHCF 2 (avant 2019), du projet Talaky (2019–2022) et du projet Talaky Be Lot 1 (depuis 2023). Les pertes du couvert forestier sont distinguées selon deux processus : la déforestation, correspondant à une disparition du couvert forestier, et la dégradation forestière, qui traduit une altération partielle du couvert. Sur l'ensemble de la période, la superficie forestière passe d'environ 75 388 ha à 71 660 ha, soit une perte totale proche de 3 700 ha en neuf ans.

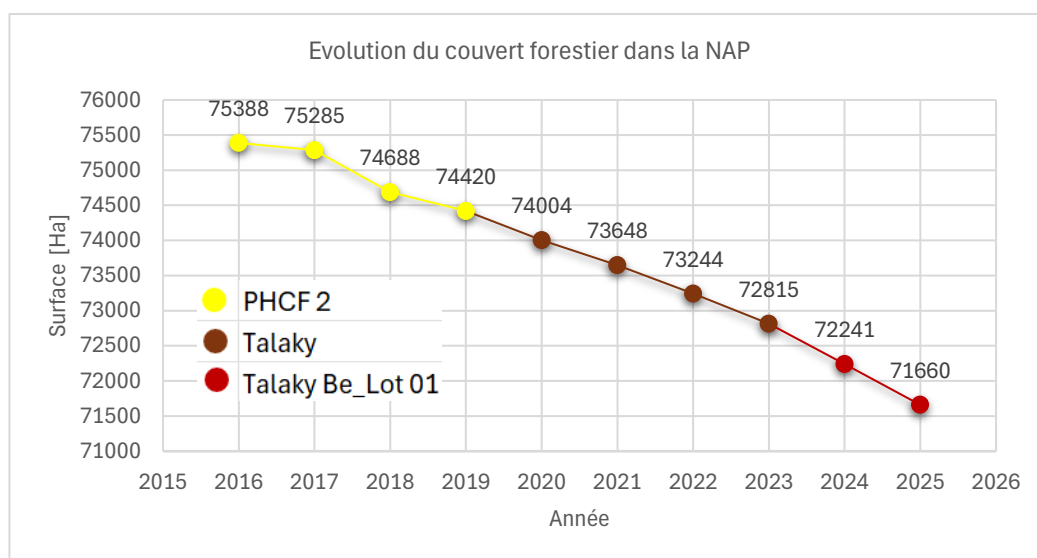


Figure 14 : Evolution du couvert forestier dans la limite de la NAP selon les durées de projet



3.4.2. Déforestation et dégradation forestière 2016-2025 au sein de la NAP

Les données montrent que la déforestation constitue la principale composante des pertes, avec une augmentation marquée à partir de 2022–2023, atteignant plus de 400 ha entre 2023 et 2024, et restant élevée en 2024–2025 (environ 358 ha). La dégradation forestière, quant à elle, reste relativement stable au fil des années, oscillant généralement entre 160 et 230 ha par an, même si certaines années présentent des valeurs plus élevées. La dégradation forestière apparaît souvent plus régulière que la déforestation. Cela suggère que les pressions exercées sur la forêt se manifestent davantage par une utilisation progressive des ressources forestières (prélèvements de bois, feux ou exploitation diffuse) plutôt que par des défrichements massifs.

Ces tendances indiquent que la pression anthropique sur le couvert forestier reste importante dans la NAP. **L'augmentation récente de la déforestation suggère notamment la persistance de facteurs de pression tels que l'extension agricole, l'exploitation du bois et les feux.** Ce qui souligne l'importance de renforcer les actions de surveillance, de gestion communautaire et de restauration des paysages forestiers autour et à l'intérieur de l'aire protégée. Il est également nécessaire d'agir sur la dynamique agricole en périphérie, en renforçant les capacités des villages riverains (pratiques agricoles améliorées, diversification alimentaire, accompagnement technique) afin de réduire les pressions exercées sur l'aire protégée.

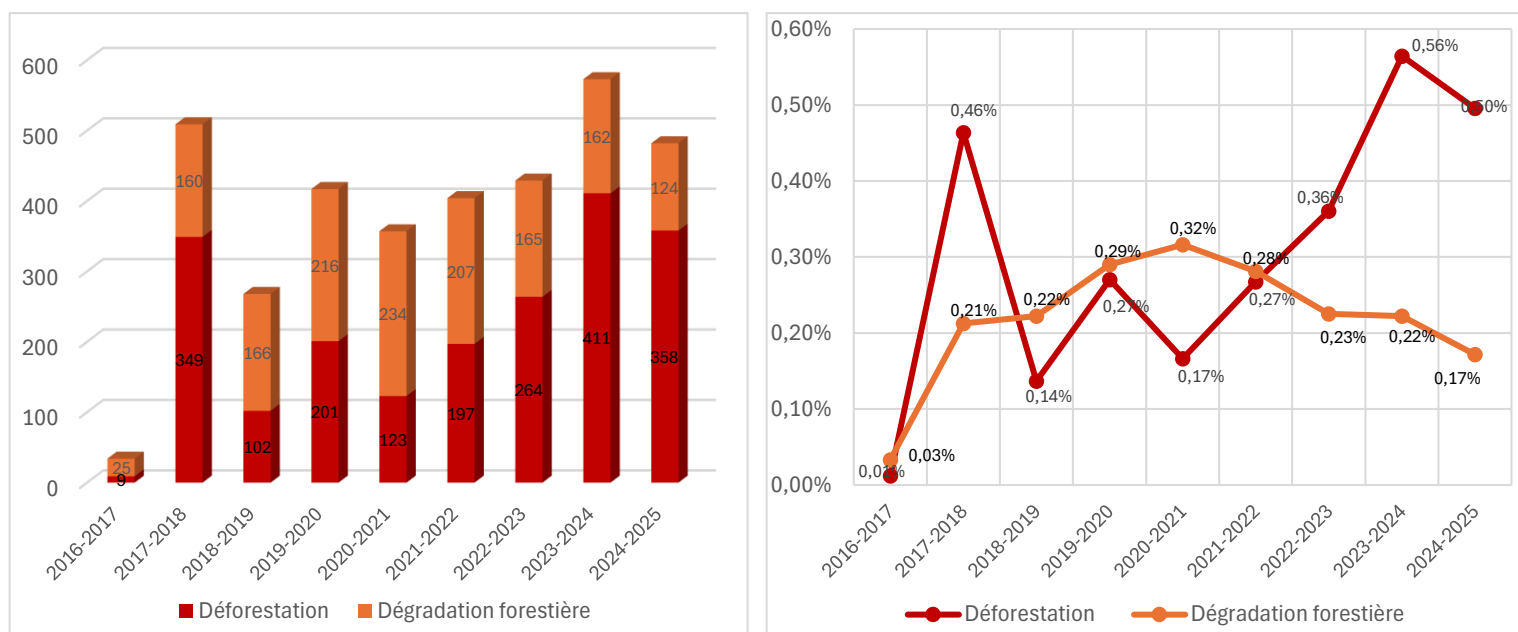


Figure 15 : Perte annuelle du couvert forestier en hectares (à gauche) et en % (à droite) au sein de la NAP entre 2016-2025

Néanmoins, les taux annuels de déforestation et de dégradation restent globalement faibles, oscillant entre 0 et 1 % sur l'ensemble de la période 2016–2025. Cela indique que, malgré certaines



pressions, le couvert forestier de la NAP de Beampingaratsy demeure encore relativement bien préservé.

Les fluctuations observées soulignent également l'importance des actions de surveillance et de gestion mises en place dans la NAP. Le maintien des taux à des niveaux relativement faibles suggère que les efforts de conservation, de sensibilisation communautaire et de gestion du territoire contribuent à limiter les pertes forestières. Toutefois, la tendance récente à l'augmentation, même modérée, appelle à la vigilance et à un renforcement des actions afin d'éviter une dégradation progressive de la situation.

3.5. Comparaison par AP entre 2016-2025

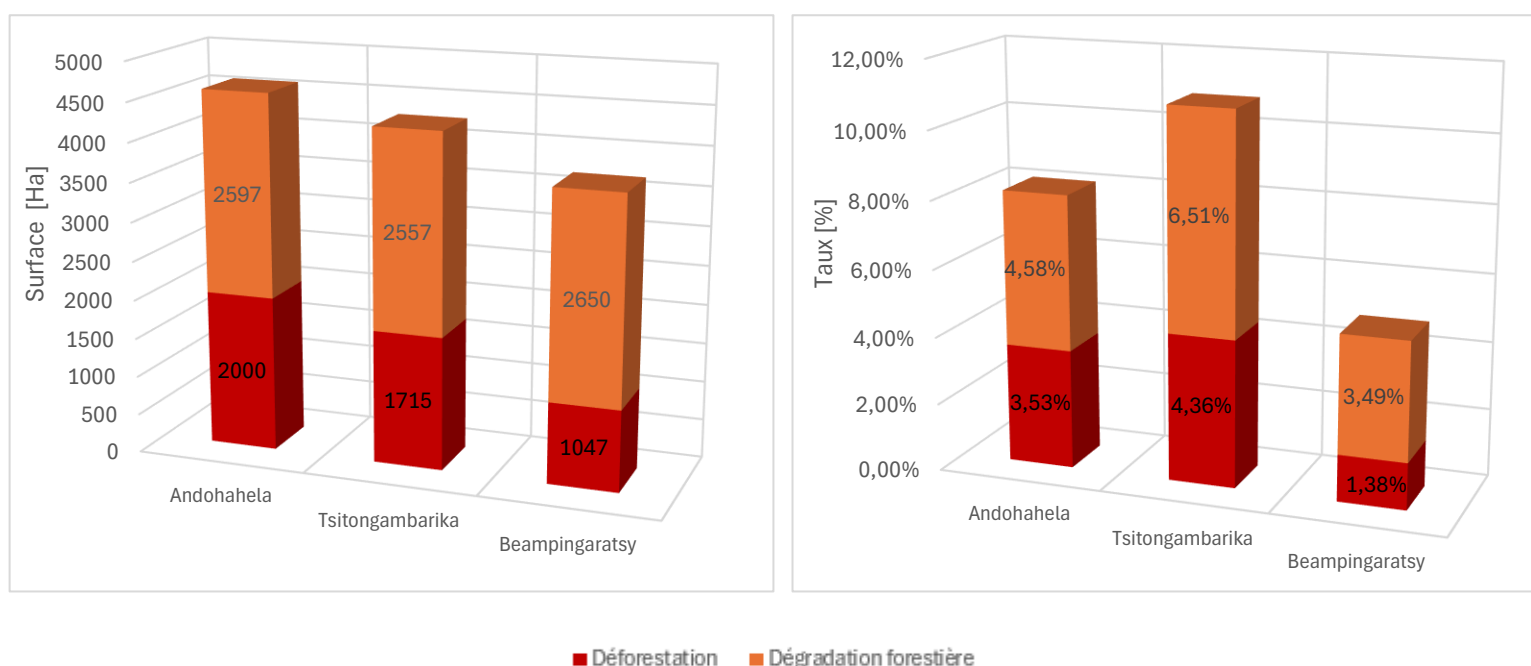


Figure 16 : Comparaison de la perte du couvert forestier en hectares (à gauche) et en pourcentage (à droite) par AP entre 2016-2025

La comparaison entre les trois aires protégées met en évidence des niveaux de pertes forestières contrastés sur la période 2016–2025, tant en superficie qu'en pourcentage. **Les aires protégées d'Andohahela (déforestation 3%) et de Tsitongambarika (déforestation 4%) présentent les pertes les plus élevées, avec une dégradation forestière particulièrement marquée, traduisant des pressions importantes et continues sur le couvert forestier.**

À l'inverse, la NAP de Beampingaratsy enregistre les pertes les plus faibles, avec des niveaux de déforestation (1 %) et de dégradation (3%) nettement inférieurs aux deux autres sites. Cette situation indique que, malgré l'existence de pressions anthropiques, les dynamiques de transformation du couvert forestier à Beampingaratsy restent plus contenues et mieux maîtrisées.

Cette comparaison met en évidence que la NAP de Beampingaratsy se distingue par une meilleure performance en matière de conservation, tout en soulignant la nécessité de maintenir et renforcer les efforts actuels pour pérenniser ces résultats.



4_ Conclusions

En conclusion, la classification d'image bi-saisonnière, utilisant les données Sentinel 2A de 10 m de résolution a permis de cartographier 14 types de classes d'utilisation des terres. Il s'agit de 4 sous-classes de forêts, 3 sous-classes de cultures, 3 types de savanes, 2 types de zones humides et 2 types de classes sols. Le résultat de la modélisation montre que les facteurs topographiques et les variables sols et végétations, notamment ceux qui sont issus de la réflectance du sol dans les bandes des proches et moyennes infrarouges, ont une importance considérable dans la configuration spatiale des modes d'utilisation des terres. A la suite d'une étape de validation croisée (70% calibration et 30% validation), le modèle spatial de l'usage du sol est satisfaisant. L'indice de précision globale et l'indice kappa du modèle de classification sont estimés respectivement à **92,36±0,06%** pour les cartes d'utilisation des terres. Par ailleurs, la précision globale des cartes UT par rapport à la réalité sur terrain est satisfaisante, elle est de l'ordre de **75,38±3,74%**.

Les analyses spatiales mettent en évidence une régression progressive du couvert forestier entre 2023 et 2025, caractérisée par une **diminution des forêts denses humides de 31,04 % à 30,38 % de la superficie totale** et une perte moyenne estimée à environ **1 000 ha par an** dans l'ensemble des neuf communes étudiées. Cette tendance s'accompagne d'une augmentation des formations dégradées, notamment des forêts dégradées et des savanes arbustives, ces dernières passant de 16,32 % à 17,19 % sur la même période. La dynamique observée suggère que la transformation du paysage se traduit davantage par des processus de dégradation progressive du couvert forestier que par une conversion directe en terres agricoles. Dans ce contexte, il apparaît prioritaire de concentrer les actions sur les fronts de dégradation identifiés, en renforçant les patrouilles locales et le suivi communautaire, en limitant les feux non contrôlés, et en accompagnant les pratiques agricoles vers des systèmes plus intensifs et durables (amélioration des rendements des parcelles existantes, agroforesterie) afin de réduire l'extension des surfaces.

Au niveau de la NAP de Beampingaratsy, le noyau dur demeure largement forestier, avec plus de 85 % de forêts denses humides, mais une légère baisse est observée entre 2023 et 2025 (de 86,81 % à 85,86 %). Dans la zone tampon, la pression humaine est plus marquée, avec près de 40 % de forêts dégradées et une expansion notable des savanes arbustives. Les analyses de changement montrent que certaines communes comme Mahatalaky, Analamary et Soavary concentrent une part importante des dynamiques de dégradation et d'expansion agricole. Dans ces zones, le renforcement des dispositifs de gestion locale (transferts de gestion, dina), la sécurisation foncière et l'appui ciblé aux ménages (alternatives économiques, valorisation des produits forestiers non ligneux) constituent des leviers concrets pour limiter la pression sur les ressources forestières.

Sur une période plus longue (2016–2025), la superficie forestière de la NAP est passée d'environ 75 388 ha à 71 660 ha, soit une perte proche de 3 700 ha. La déforestation annuelle a fortement augmenté à partir de 2023 (plus de 400 ha), tandis que la dégradation forestière reste relativement constante, généralement comprise entre 160 et 230 ha par an. Comparativement aux autres aires protégées voisines, la perte forestière à Beampingaratsy (environ 1 % sur neuf ans) reste plus



modérée que celle observée à Andohahela (3 %) et Tsitongambarika (4 %), mais elle révèle néanmoins une pression anthropique persistante. Face à cette tendance, des actions de restauration ciblée (régénération naturelle assistée, reboisements localisés sur zones critiques) et un suivi régulier des indicateurs de changement sont nécessaires pour inverser progressivement la dynamique.

Ces résultats confirment l'importance du système de suivi mis en place pour documenter les dynamiques de déforestation et de dégradation, identifier les zones sous pression et orienter les actions de gestion. Ils soulignent également la nécessité de renforcer les mesures de surveillance, de gestion communautaire et de restauration des paysages, en particulier dans les zones tampon et les communes où les transformations du paysage sont les plus rapides.

5_Perspectives

Un risque de perte de connectivité écologique est en effet observé, notamment au niveau des forêts de moyenne et basse altitude vers Tanandava. Cette dynamique pourrait entraîner une fragmentation progressive des habitats. Par ailleurs, les forêts de haute altitude présentent des caractéristiques écologiques spécifiques, abritant des habitats distincts. Dans cette optique, il serait pertinent d'approfondir l'analyse en intégrant une approche altitudinale, afin d'évaluer l'évolution des surfaces forestières selon les classes d'altitude (basse, moyenne et haute). Cela permettrait de mieux comprendre les dynamiques différenciées de déforestation et de dégradation, ainsi que leurs impacts sur la connectivité écologique et la conservation des habitats.

À l'horizon 2026, les prochaines étapes consisteront à actualiser les cartes d'occupation et de changement d'utilisation des sols (LU/LUC), tout en réalisant des campagnes de validation sur le terrain (2026). Bien que cette étude ait été initialement conçue pour le projet Talaky, la méthodologie de suivi des terres développée est parfaitement transposable à l'échelle régionale ou nationale pour l'ensemble de Madagascar.